ANAIS DO

IV Congresso de Sistemas LEAN

Editores
Guilherme Luz Tortorella
Giuliano Almeida Marodin
Tarcísio Abreu Saurin

Porto Alegre, RS, Brasil
23 e 24 de maio de 2014

C749a Congresso de Sistemas LEAN (4. : 2014 : Porto Alegre, RS)
Anais do ... / 4º Congresso Sistemas LEAN; editores Guilherme Luz Tortorella, Giuliano Almeida Marodin, Tarcísio Abreu Saurin. -- Porto Alegre : UFRGS/PPGEP, 2014.

Modo de acesso: < http://www.ufrgs.br/congressolean/artigos-cases/anais>

ISBN 978-85-66106-17-6

1. Sistemas LEAN – Eventos. 2. Produção enxuta – Eventos. I. Tortorella, Guilherme Luz, editor. II. Marodin, Giuliano Almeida, editor. III. Saurin, Tarcísio Abreu, editor. IV. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. V. Título.

CDU 658.5(063)

Congresso de Sistemas LEAN

ORGANIZAÇÃO

Comitê Científico e Editorial

Prof. Dr. Guilherme Luz Tortorella
Prof. Dr. Giuliano Almeida Marodin
Prof. Dr. Tarcísio Abreu Saurin

Demais membros da Comissão Organizadora

Edson Zilio Silva
Gilberto Wanderley
Flávio Haussen
André Seidel
Guilherme Etcheverry
Juliano Denicol
Maurício Lizardi
Paula Stürmer
Léo Bicalho
Miguel Pérez Preciado
Liara Bender

Editoria técnica dos anais

Liara Bender
Vitória Abreu

Coordenação Geral do Evento

Prof. Dr. Guilherme Luz Tortorella
Prof. Dr. Giuliano Almeida Marodin

Organizadores do Congresso

Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

SUMÁRIO

Apresentação..... 9

Artigos 11

1. Processo de Desenvolvimento Lean de Produtos – O Método de Avaliação via Benchmarking (Parte 1)..... 12

2. Processo de Desenvolvimento Lean de Produtos – 12 Estudos de Casos do Método de Avaliação via Benchmarking (Parte 2).....28

3. O impacto das práticas do Desenvolvimento Enxuto de Produtos no desempenho das grandes empresas do setor automotivo.....42

4. Avaliação da utilização de ferramentas da produção enxuta numa cadeia de suprimentos da indústria farmacêutica brasileira.....57

5. Avaliação fatores chave implementação lean office.....72

6. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática.....92

7. Aplicação do conceito de Lean Office a um ambiente industrial com tipologia de produção ETO – Engineer-to-Order.....107

8. Principios do Lean Manufacturing aplicados em uma fábrica de injeção de peças plásticas: análise do resultado operacional.....122

9. A plicação das práticas *lean manufacturing:* TRF, redução da base de fornecedores, recebimento JIT, *pokayokes*, e ferramentas da qualidade:: um estudo em uma empresa fabricante de transmissões.....138

10. Aplicabilidade do Lean Thinking na Gestão de Serviços de TI.....154

11. A Utilização dos Principios do Lean Production na Engenharia de Requisitos de Software: Apresentação dos Resultados Iniciais da Pesquisa.....164

12. A aplicação das práticas *lean manufacturing*: produção sincronizada, kanban, padronização do trabalho e manutenção produtiva total: um estudo em uma empresa fabricante de transmissões.....175

13. Avaliação do processo de atendimento em uma loja de telefonia celular por meio da aplicação dos conceitos de teoria das filas e simulação.....190

14. Aplicação do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma serraria.....204

15. Os Custos dos Sete Desperdícios apontados pelo Sistema Toyota de Produção.....211

16. Modelo integrado de gestão da produção: aplicação dos princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade suportado pela transformação cultural da organização.....220

17. Uso integrado de simulação 4D com prática Lean em um empreendimento de um Hotel em Porto Alegre.....236

18. A aplicação do conceito "Lean Manufacturing" para prestação de serviços de manutenção de aeronaves.....251

19. Mapeamento de fluxo de valor na análise de desempenho de processo produtivo: aplicação em uma agroindústria.....267

20. Implementação do método Kanban em célula de montagem dos componentes plásticos para linha de implementos agrícolas.....282

21. Avaliação da implantação de um Sistema Kanban no canteiro de obras.....295

22. Uso da filosofia Lean na gestão de processos em edifícios residenciais na cidade de Palmas/TO.....309

23. O Mapeamento do Fluxo de Valor como diferencial produtivo em uma indústria de peças agrícolas.....326

24. Aplicação de Ferramentas de Gestão e Controle de Processos na Construção Civil – Estudo de Caso.....344

25. Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de análise de desempenho aplicado ao processo logístico de uma empresa ETO de sistemas construtivos.....355

26. Mapeamento do fluxo de valor para identificação de oportunidades de melhoria de processo na Indústria de autopeças.....372

27. Perdas por making-do identificadas no canteiro de obras de um condomínio horizontal de baixa renda.....394

28. A construção enxuta como método de gestão administrativa: estudo de caso.....411

29. Lean Office: Melhoria contínua aplicada aos processos administrativos em uma Indústria de Embalagens Metálicas para Alimentos na cidade de Cuiabá-MT.....426

30. A filosofia enxuta aplicada a uma fábrica simulada em ambiente de alta variabilidade e baixa demanda de produtos.....437

31. Aumento da eficiência através da implantação de Centro de Serviços Compartilhados: estudo de caso em uma instituição financeira.....454

32. Filosofia Lean aplicada a confecções de roupa íntima.....469

33. Estudo de caso para aplicação da filosofia LEAN em uma fábrica de móveis planejados.....480

34. Uma abordagem teórica a respeito da influência da Produção Enxuta nas condições de trabalho.....495

35. Aplicação de uma ferramenta de análise dos princípios da construção enxuta.....505

36. Sistemática para Balanceamento de Célula de Manufatura Integrando Abordagens Determinística e Estocástica: estudo de caso em uma empresa do ramo automotivo.....520

37. Avaliação de práticas de produção enxuta em células de manufatura no setor automotivo.....540

38. Método Lean Office: Abordagem conceitual e prática de sua aplicação no fluxo de valor de uma instituição prestadora de serviços educacional.....588

39. Utilização de Ferramentas de Automação de Projetos em Unidades de Refino de Petróleo.....604

40. “TCC HANDS ON”: integrando teoria e prática na aplicação das ferramentas Lean Manufacturing nos cursos de especialização da PUCPR.....616

41. Avaliação do Lean Supply em serviço de armação de estruturas.....628

42. Estudo dos conceitos da construção enxuta a partir de um caso de empreendimento habitacional.....644

42. Mapeamento de fluxo de valor aplicado em um setor do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos da Souza Cruz.....655

43. Arcabouço conceitual de integração de modelagem da informação da construção com Sistema Last Planner: proposta adaptada e baseada em estudo de caso.....670

44. Análise da capacidade produtiva da fabricação de telhas em uma indústria cerâmica.....681

45. Proposta de Cálculo de Graus de Maturidade da Cultura Lean.....696

46. Oportunidades de Aplicação dos Princípios do Sistema Toyota na Gestão das Clínicas Integradas da Saúde do Unilasalle.....711

47. Aplicação dos conceitos de célula de produção segundo a manufatura enxuta, no setor de embalagens em uma indústria têxtil.....724

48. Um Estudo Exploratório envolvendo RFID e a Previsão de Vendas na Projeção de Posições de Estocagem.....740

49. As Dificuldades de Implementação de uma Mentalidade de Manufatura Enxuta em Empresas da Serra Gaúcha: uma Abordagem Focada nos Stakeholders destas Companhias.....756

Casos de empresas.....771

1.Implantação de um método de planejamento e controle da produção em uma empresa de construção civil com base no pensamento enxuto – Caso Glean.....772

2. Utilização do lean na melhoria da logística interna de materiais – Caso Pirelli.....773

3. Abastecimento em Kits em Célula de Soldagem – Caso JOST.....774

4. Reduzir consumo de óleo deslizante utilizado na mesa de plainas – Caso Araupel.....775

5. Mapeamento do Fluxo de Valor Estendido (E-VSM) – Caso GKN.....776

6. Otimização do Processo de Usinagem do Cordão de Solda.....777

7. Redução do tempo de setup como forma de alavancar a competitividade em uma indústria de produtos de higiene.....778

8. Redução da Purga de Eteno Verde na Corrente de Fundo da Torre Fracionadora de Eteno (212T01) – Caso Brasken.....779

9. Kaizen: uma prática de melhoria contínua no setor de usinagem.....780

10. Gerenciamento da Produtividade na Construção Civil - City Incorporadora.....781

11. Baixa produtividade/Setor pintura – Caso Antares Acoplamentos.....782

12. Revisão do fluxo de auditoria de 5S – Caso Rexam.....783

13. Fluxo de compras e contratação de fornecedores de TI.....784

APRESENTAÇÃO

O IV Congresso de Sistemas Lean – a produtividade como diferencial competitivo – representou um importante marco para o intercâmbio de ideias e cooperação entre o mundo acadêmico e empresarial na área de Engenharia de Produção. O congresso contou com cerca de 470 participantes, de 9 Estados brasileiros, o que reflete a importância e interesse que o tema desperta. Os sistemas lean têm se consolidado como a principal filosofia de gestão das operações, e do negócio como um todo, para empresas de diferentes setores. Embora o Brasil possua diversas empresas de classe mundial no uso de sistemas lean, muito ainda há para ser feito, em termos de disseminação da filosofia em setores ainda pouco explorados, sustentação e ampliação dos ganhos já obtidos e formação de massa crítica capaz de entender os princípios fundamentais e adaptar os mesmos a cada contexto.

Nesse sentido, este evento contribuiu para a discussão de práticas lean ainda pouco exploradas, bem como para a melhoria contínua de práticas relativamente disseminadas na indústria, mas que ainda não tiveram todo o seu potencial aproveitado. Ao todo, os anais do congresso contam com 50 artigos científicos e 13 relatos de casos industriais de aplicações dos sistemas lean, selecionados pelo comitê científico a partir de um total de 74 trabalhos submetidos. Tais trabalhos são provenientes de 27 Universidades e Centros Universitários e abordam temas como a avaliação do nível de uso de sistemas lean, o projeto de sistemas puxados, e o uso de lean no processo de desenvolvimento de produto, no escritório e na logística. A diversidade de setores em que o lean vem sendo aplicado também é representada pelos trabalhos, que abordam, desde o setor automotivo, no qual o lean foi originalmente criado, até setores em que o uso desse sistema ainda é mais recente, como o petroquímico, construção civil e assistência à saúde.

Por fim, agradecemos às instituições e empresas que tornaram possível a realização deste evento: CNPq, CAPES, UFRGS, Diretório Acadêmico em Engenharia de Produção da UFRGS, Empresa Junior de Engenharia de Produção da UFRGS, Balanças Saturno, Isoflex,

AGCO, Souza Cruz, DANA, SIEMENS, ARAUPEL, Levité. Agradecemos também aos palestrantes e aos congressistas que deram forma e vida ao congresso.

Guilherme Luz Tortorella, Giuliano Almeida Marodin, Tarcisio Abreu Saurin
Editores e membros do Comitê Científico do IV Congresso de Sistemas Lean

ARTIGOS

Processo de Desenvolvimento Lean de Produtos – O Método de Avaliação via Benchmarking (Parte 1)

Ana Julia Dal Forno (UFSC) – anajudalforno@hotmail.com

Fernando Antonio Forcellini (UFSC) – forcellini@gmail.com

Liane Mählmann Kipper (UNISC) – liane@unisc.br

Fernando Augusto Pereira (UNISC) – fernando.fep@gmail.com

Antonio Cezar Bornia (UFSC) – cezar@deps.ufsc.br

Resumo: O objetivo desse artigo é descrever o Benchmarking para Avaliação do Processo de Desenvolvimento de Produtos sob a ótica lean. Independentemente do setor que as organizações vêm atuando, os problemas referentes ao escopo tempo, qualidade e custo são comuns; ocasionando desperdícios de conhecimento e informação. A partir do diagnóstico foi possível propor um conjunto de ações para que o processo de desenvolvimento de produtos de cada empresa possa ser estruturado de uma forma enxuta, melhorando a competitividade. O trabalho foi conduzido por meio de estudos de casos com grandes empresas que desenvolvem produtos e estão no Brasil, tendo como base a lacuna na literatura da inexistência de indicadores para diagnosticar quão enxuto são os processos de desenvolvimento de produtos considerando os princípios e práticas da abordagem enxuta. Após a revisão bibliográfica sobre os temas desenvolvimento enxuto de produtos e benchmarking, foram definidas as métricas e as etapas do método. A contribuição principal do trabalho é um método simples, útil e replicável, que possui um conjunto de indicadores mensuráveis e representação gráfica identificando as práticas enxutas do desenvolvimento de produtos, assim como um guia estruturado para a implantação das melhorias que permita empresas de diferentes ramos serem comparadas em nível nacional e também no mercado internacional. Os resultados apontaram de forma quantitativa que as 12 empresas do estudo de caso múltiplo estão implementando a abordagem enxuta no PDP de forma isolada ou sistêmica através das categorias – Processo, Gestão, Estrutura, Pessoas, Produto, Cliente, Fornecedor e Desperdícios.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produtos, Lean, benchmarking.

Abstract: The purpose of this paper is to describe benchmarking to evaluate the product development process from a lean perspective. Regardless of the sector in which a company operates, the problems referring to the scope of time, quality and cost are common; causing waste of knowledge and information. Based on the diagnosis, it was possible to propose a set of actions so that the product development process at each company can be structured in a lean manner, improving competitiveness. The work was conducted by means of case studies at large companies in Brazil that develop products, based on a gap in the literature involving a lack of indicators to diagnose how lean are product development processes considering the principles and practices of the lean approach. After a bibliographic review of the themes, lean product development and benchmarking, the metrics and steps of the method were defined. The main contribution of the study is a simple, useful and reproducible method that has a set of measurable indicators and graphic representation identifying the lean product development practices, as well as a structured guide to the implementation of improvements that allow companies from different sectors to be compared at a national level and also in the international market. The results indicate in a quantitative manner that the 12 companies of the multiple case study are implementing the lean approach in their PDPs in an isolated or systematic manner through the categories – process, management, structure, people, product, client, supplier and waste.

Keywords: Product Development Process, Lean, benchmarking.

1. Introdução

Tem se observado ao longo do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) que, independente do ramo em que a empresa atua, alguns problemas são comuns, dentre eles a falta de integração entre as áreas e das áreas com a estratégia do negócio; barreiras organizacionais e de comunicação; retrabalhos constantes; deficiência de mensuração e controle durante todo o processo; inexistência de um PDP estruturado; falta de registro de lições aprendidas e histórico de projetos (DAL FORNO, 2012).

Assim, este trabalho justifica-se por tratar desses problemas e diminuí-los nas empresas através de um diagnóstico via *benchmarking* que identifica as barreiras e oportunidades de melhoria. O diagnóstico é o início para a implementação posterior da abordagem enxuta para o desenvolvimento de produtos que entregue algo de valor, ao menor custo, tempo e de qualidade. É preciso conhecer o estado atual, como cada empresa está posicionada em relação ao mercado e também internamente a partir de um modelo de referência, com indicadores e etapas bem definidas. O método de *benchmarking* justifica-se também por possuir etapas definidas, simples e gerar um padrão de resultados que permita a comparação, replicabilidade e a adaptação para diversos ramos da área da engenharia de produção, especificamente aquelas organizações que desenvolvem produtos e serviços (DAL FORNO, 2012).

Esse artigo está estruturado da seguinte forma – a seção 2 apresenta a metodologia de pesquisa, na seção 3 há a revisão de literatura que embasou o desenvolvimento do método – Avaliação de Desempenho, Desenvolvimento de Produtos, Lean e Benchmarking. Na seção 4 há o Método "BenchPDP_Lean". A seção 5 destaca as conclusões. No final são listadas as referências. Por uma questão de espaço, esse artigo foi dividido em duas partes – sendo esse focado no Método desenvolvido e o outro artigo focado nas aplicações práticas do método através de 12 Estudos de casos múltiplos.

2. Metodologia de Pesquisa

Esse trabalho é parte da tese de Dal Forno (2012), conforme pode ser visto na Figura 1. No entanto, o foco desse artigo é apresentar o Método de Benchmarking para diagnosticar

quão enxuto é o PDP das empresas. A Etapa 4 é foco desse artigo e a Etapa 5 é foco do artigo parte 2.

Figura 1. Etapas do artigo baseadas em Dal Forno (2012)

Fonte: O próprio autor

Convém lembrar que a metodologia está sendo descrita antes da Revisão de Literatura, pois esta foi subsídio para formular o método, tanto para confirmar que não havia indicadores para medir de forma quantitativa ou estabelecer cenários para o PDP quanto para definir as etapas do método de benchmarking.

3. Conceituação teórica de Lean e Benchmarking

A revisão de literatura visa unificar os conceitos de benchmarking e os princípios e práticas enxutas, bem como a união dos dois, no sentido do benchmarking e lean serem complementares. Esse estudo foi o subsídio para as cinco etapas do Método que serão detalhadas na seção 4.

3.1. Benchmarking

Uma pesquisa da Revista Fortune 1000 indicou que 65% das empresas utilizam o benchmarking como uma ferramenta de gerenciamento para obter vantagem competitiva (ANAND; KODALI, 2008).

Spendolini (1993) após coletar 49 definições de benchmarking, criou a sua, partindo de um jogo de palavras: "um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional".

Em síntese, o benchmarking identifica lacunas no desempenho e oportunidades de aperfeiçoamento, geralmente resultando numa mudança. O seu propósito é adquirir uma vantagem competitiva sustentável, ou seja, especificamente, conhecer a si mesmo. Estudar as empresas concorrentes e as líderes. Aprender com elas e estar pronto para adaptar suas melhores práticas. Ele pode ser descrito como um processo estruturado, com modelos passo a passo, fornecendo uma linguagem comum nas organizações.

3.2. Lean

Os cinco princípios enxutos propostos por Womack e Jones (1998), originalmente pensados sob a ótica da manufatura, facilmente se adaptam para toda a organização. Esses princípios são:

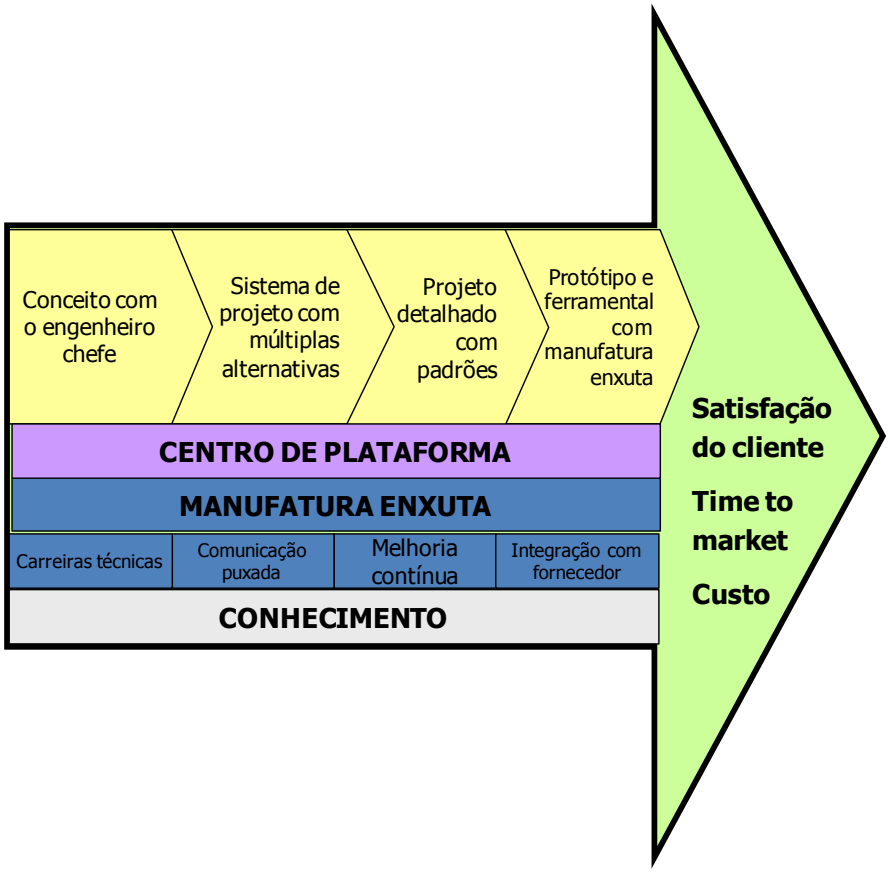
- ✓ Especificar e aumentar o **valor** dos produtos sob a ótica do cliente;
- ✓ Identificar a **cadeia de valor** para cada produto e remover os **desperdícios;**
- ✓ Fazer o valor **fluir** pela cadeia;
- ✓ De modo que o cliente possa **puxar** a produção;
- ✓ Gerenciando rumo à **perfeição.**

Os desperdícios caracterizam-se como os elementos dos processos que não agregam valor ao produto ou serviço, adicionando custo e tempo. Além dos sete desperdícios existentes na manufatura (OHNO, 1997; SHINGO, 1996) - superprodução, espera, transporte, processos desnecessários, movimentação, defeitos e estoque – no desenvolvimento de produtos há mais três desperdícios - reinvenção, falta de disciplina e falta de integração da tecnologia da informação. Esses desperdícios são um sintoma e não a causa raiz do problema, que evidenciam os pontos de problema do sistema nos processos e nos níveis da cadeia. Então, os desperdícios precisam ser reduzidos e quando possíveis eliminados.

Ballé e Ballé (2005) estruturam o Desenvolvimento Enxuto da Toyota como parte de todo o sistema, que possui os elementos processo, organização, práticas (ferramentas de PDP

e manufatura enxuta) e cultura. Assim, o desenvolvimento de produtos inicia com a fase conceitual, liderada pelo engenheiro chefe, após o sistema é concebido através dos princípios da Engenharia Simultânea Baseada em Conjuntos (SBCE). A fase do projeto detalhado é feita com os padrões de projeto estabelecidos, os protótipos e ferramentas com os princípios da manufatura enxuta, além da participação do fornecedor que foi envolvido desde o início do desenvolvimento e também as interações com os clientes internos e externos para gerar produtos de valor. A Figura 2 esquematiza o modelo de desenvolvimento de produtos da Toyota.

Figura 2 - Framework para o desenvolvimento enxuto de produtos da Toyota



Fonte: Ballé e Ballé (2005)

3.3. Lean e Benchmarking: Semelhanças

A abordagem enxuta e o benchmarking estão alinhados no sentido de terem objetivos comuns. De forma a sintetizar, a Tabela 1 apresenta alguns critérios e o foco de cada uma das abordagens.

CRITÉRIO	Benchmarking	Lean
Objetivo	Melhoria Organizacional	Agregar valor
	Pontos fracos são oportunidades	Eliminar desperdícios
		Fluxo Contínuo
Visão dos Problemas	Adaptar práticas de empresas reconhecidas como líderes	Atuar na causa raiz para eliminar problemas
	Diretriz para guiar mudanças	Oportunidades de melhorias
	Visualizado através das lacunas de desempenho	Método dos 5 Por quês
Qualidade	Qualidade Total	Fator básico da estabilidade
	Círculos de Controle da Qualidade	Qualidade na fonte
Planejamento	PDCA	Kaizen
		Relatório A3
Gestão	Apoio da Alta Direção	Gestão Visual
	Estratégico	Envolvimento de todas as pessoas
Medição	Indicadores de Desempenho	Metas "Zero Defeitos"
Diagnóstico	Questionário	Mapeamento do Fluxo de Valor
Transformação	Melhoria Contínua	Foco nas pessoas
	Gradual	Incremental
	Estruturado	Fazer mais com menos
	Forma organizada de coletar dados	Padronização
	Longo Prazo	Longo prazo
Referência	Melhores Práticas	Empresas Classe Mundial
Exemplo	Xerox	Toyota
Estatísitica	Controle Estatístico do Processo	Seis Sigma
Conhecimento	Processo de Aprendizagem Contínua	Registro e uso das lições aprendidas
	Auto Avaliação	Valorização de ideias dos funcionários
Puxado pelo cliente	Satisfação dos stakeholders	Identificar valor do cliente
Tipo de aplicação	Genérico	Lean Manufacturing
	Competitivo	Lean Design
	Interno	Lean Office
	Funcional	Lean Service
	Estratégico	Lean Logistics
	Colaborativo	Lean HealthCare

Tabela 1 – Pontos em comum do Lean e Benchmarking

Fonte: O próprio autor

Diante da Tabela 1 e da revisão de literatura do desenvolvimento enxuto de produtos e benchmarking, é possível sumarizar os pontos em comum entre ambos:

- ✓ **Comunicação** – relações interdepartamentais, incentivando o senso crítico e a multidisciplinaridade, com uma linguagem comum;
- ✓ **Melhoria contínua** – calçada pelos princípios do kaizen;
- ✓ Aplicação das melhores práticas – identificação de processos, ferramentas e princípios utilizados por empresas que são referências mundiais;
- ✓ **Valor do conhecimento** – o registro de lições aprendidas e a troca de informações, além das habilidades humanas;
- ✓ **Padronização** – métodos definidos a fim de evitar "reinventar a roda", tornar as coisas simples;
- ✓ **Foco nas necessidades dos clientes** – são os interessados que puxam o início da ação, revertendo-se em vantagem competitiva;
- ✓ **Valorização das pessoas** – participação das pessoas como partes do processo, incentivo às ideias e sugestões, investimentos em treinamentos.

3.4. Trabalhos da área e Etapas do Método

Alguns autores que fizeram revisão de trabalhos de benchmarking, encontraram 71 passos diferentes, sendo 13 em comum. Foram analisadas mais de 60 metodologias (ANAND e KODALI, 2008; ANDERSON e MCADAM, 2004; BHUTTA e HUQ, 1999; CARPINETTI e MELLO, 2002; CHRISTIAN-CARTER, 2002; DATTAKUMAR e JAGADEESH, 2003; DEROS, YUSOF e SALLEH, 2006; GONZALEZ et al., 2008; GURUMURTHY e KODALI, 2009; MCADAM, HAZLETT e ANDERSON-GILLESPIE, 2008; MORIARTY e SMALLMAN, 2009). Também se avaliou trabalhos com a palavra-chave "Avaliação de Desempenho" e "Desenvolvimento Enxuto de Produtos". Desses cruzamentos, os principais trabalhos encontrados no período de 2007 até 2012 foram:

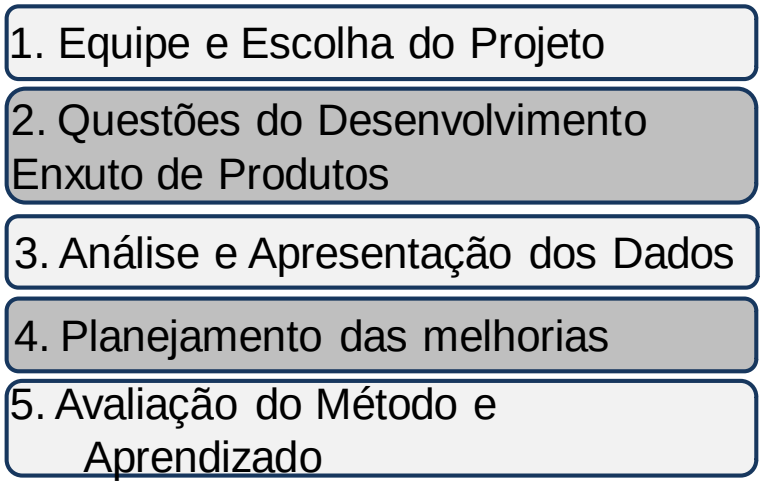
- ✓ **Sharma e Kodali (2008)** - Avaliação de 23 *frameworks* e indicadores de *World Class Manufacturing*;

- ✓ **Bhasin (2008)** – afirma que menos de 10% das organizações do Reino Unido implementam lean com sucesso. Assim, o autor propõe um modelo genérico de Desempenho Multi-Dimensional Dinâmico apoiado por *Balance Scorecard*. São citados problemas das métricas tradicionais;
- ✓ **Morgan (2007)** – o autor cita quatro desafios para projetar indicadores para a Cadeia de Suprimentos (SCM): efeito lean/ágil na SCM; necessidade de desenvolver sistemas de medição para quebrar barreiras; barreiras culturais entre países; tornar a SCM mais eficaz internacionalmente. Além disso, alegou que o problema é que os gestores não encaram o sistema de medição como um veículo para a mudança organizacional;
- ✓ **Alee (2009)** – fornece exemplos para avaliar o valor de criação das redes e resolver problemas organizacionais através de *Social Network Analysis*;
- ✓ **Lima, Costa e Angelis (2009)** – os autores fazem uma discussão sobre os papeis do sistema de medição de desempenho e dentre os encontrados estão os de gerar mudanças positivas na cultura organizacional, prover entendimento mais próximo sobre as necessidades dos clientes, implementar gerenciamento estratégico funcional e desenvolver capacidade de melhoria contínua;
- ✓ **Afonso et. al (2008)** – o questionário aplicado em 500 empresas da Alemanha dividiu-se em 7 partes: informações gerais; PDP; *time-to-market*, indicadores do PDP, custo-alvo e comentários.
- ✓ **Gautam e Singh (2008)** – de forma geral, os autores avaliaram atravpes de um estudo de caso em indústria de veículos automotores os impactos da mudança no produto para agregar valor ao cliente dos projetos incrementais. Foram avaliados os níveis de custos das mudanças de engenharia, níveis de valor percebido, níveis de complexidade das partes a serem alteradas, custos de ferramental, unitário e de garantia, níveis de qualidade (confiança, serviço e durabilidade).

4. O Método "BenchPDP_Lean"

Essa seção irá descrever as etapas do Método "BenchPDP_Lean", desenvolvido na tese de Dal Forno (2012). Assim, de modo a tornar o método desenvolvido claro e simples, os cinco passos estão na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do Método "BenchPDP_Lean"



Fonte: Dal Forno (2012)

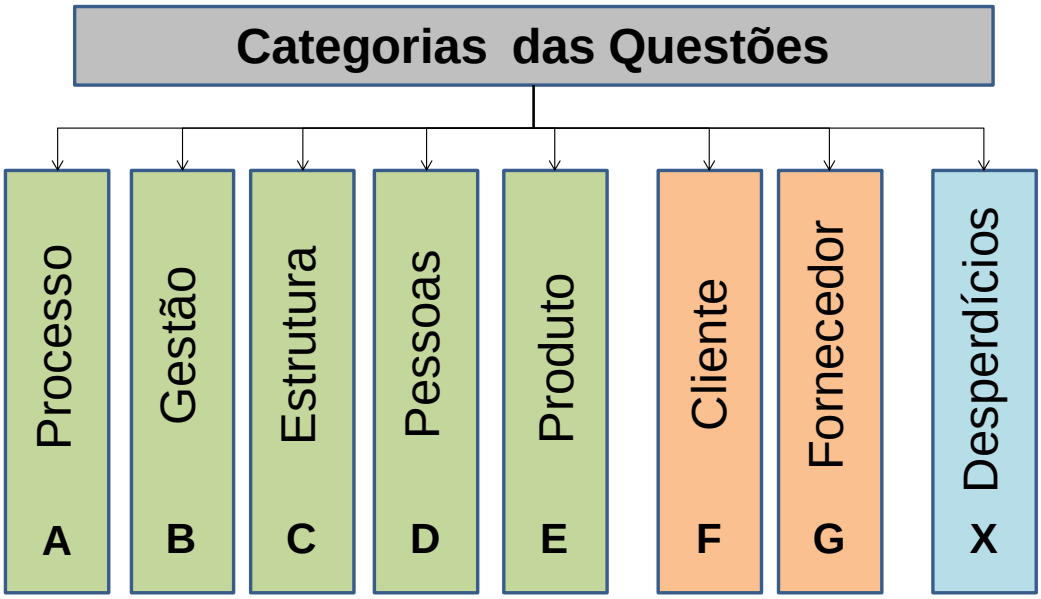
4.1. Etapa 1 – Equipe e escolha do projeto

Essa etapa inicial compreende a formação da equipe multidisciplinar e a escolha de um projeto como referência, além dos dados sobre a empresa. Após a definição da amostra das empresas em que seria aplicado o método, foram passadas as instruções ao responsável pela interface universidade-empresa. Nessa etapa ocorreu a caracterização da empresa, escolha do projeto e formação da equipe multidisciplinar.

4.2. Etapa 2 – Questões do Desenvolvimento Enxuto de Produtos

O objetivo dessa etapa é aplicar as questões para o diagnóstico do estado atual do PDP. As questões foram divididas em 8 categorias – processo, gestão, estrutura, pessoas, produto, cliente, fornecedor e desperdícios (Figura 4).

Figura 4 – Categorias das questões do Método



Fonte: Dal Forno (2012)

Foi elaborado um manual para as empresas em modo de arquivo de apresentação e posteriormente o método evoluiu para o formato de planilha eletrônica para facilitar o preenchimento. A seguir será explicado o objetivo de cada categoria e as questões correspondentes. Cada questão foi pontuada entre 0 e 100, numa escala intervalar de 25 pontos. A primeira opção é a mais enxuta, continuando de forma decrescente. Há também um espaço destinado aos comentários da equipe. Em virtude do espaço, a Tabela 2 resume o foco de cada questão.

Categoria A – Processo: o objetivo dessa categoria é avaliar o conhecimento sobre o fluxo do processo, se ele é padronizado, se são feitas melhorias, se as informações estão sendo transformadas a cada fase e atividade, quais os documentos utilizados e identificar o valor do cliente interno.

Categoria B – Gestão: essa categoria visa identificar como está sendo feito o planejamento e controle do PDP, verificar quais são os indicadores utilizados, como são desdobrados os objetivos estratégicos, a sincronia do portfólio com os recursos disponíveis, qual a porcentagem do tempo destinada às etapas iniciais do PDP, as alterações feitas no cronograma, se há a gestão visual, *checklists* utilizados, a frequência de acompanhamento do projeto dentre outros itens a serem administrados.

Categoria C – Estrutura: essa categoria visa identificar como as pessoas estão organizadas na empresa para alcançar a estratégia.

Categoria D – Pessoas: essa categoria visa identificar se há turnover, quais são as habilidades da equipe, se há treinamento da equipe, como é o estilo de liderança e a estrutura organizacional.

Categoria E – Produto: essa categoria visa identificar se o produto foi projetado para ser fácil de fabricar/montar. O produto é o reflexo se o desenvolvimento foi bem planejado, concebido e executado através de técnicas (modularidade, prototipagem rápida, padronização de materiais, dentre outras) que reduzem o *time-to-market* e entreguem valor ao cliente.

Categoria F – Cliente: essa categoria visa identificar como a empresa captura e incorpora as necessidades e a satisfação dos clientes no ciclo de vida do produto (valor do ponto de vista do cliente externo).

Categoria G – Fornecedor: essa categoria visa identificar se a empresa está integrando o(s) fornecedor (es) estratégico (s) desde o início do Processo de Desenvolvimento de Produtos e qual o grau de parceria com o fornecedor.

Categoria X – Desperdícios: essa categoria é considerada um complemento às demais, pois é o momento da equipe ter a maturidade e identificar quais os desperdícios que estão presentes no PDP. Desperdícios são elementos do processo que não agregam valor ao produto e foram descritos anteriormente (Bauch, 2004; Ward, 2007; Morgan e Liker, 2008). Para cada um dos 10 desperdícios mencionados, comentar onde ocorre e citar exemplos desse desperdício na empresa.

A - PROCESSO	
A1	Fases do PDP e Padronização do Processo
A2	Duração das Fases
A3	Entrega das Atividades
A4	Fluxo Contínuo, valor do cliente interno, qualidade das informações, Modelo de Referência para o PDP
B - Gestão	
B1	Desdobramento da Estratégia

E - Produto	
E1	Projeto do Produto
E2	Racionalização
E3	Plataforma de Produtos
F - Cliente	
F1	Estratégia de Mercado
F2	Necessidades dos Cliente

B2	Riscos	F3	Percepção do Cliente
B3	Alteração no Cronograma	**G - Fornecedor**	
B4	Frequência de acompanhamento do projeto	G1	Grau de Envolvimento do Fornecedor
B5	Nível de Detalhe do cronograma	G2	Definição de requisitos em conjunto
B6	Planejado x Realizado	G3	Estrutura do Fornecedor
B7	Gestão do Portfólio	**X - Desperdícios**	
B8	Indicadores de Projeto	D1	Superprodução
C - Estrutura		D2	Espera
C1	Estrutura Organizacional	D3	Transporte
C2	Envolvimento das áreas	D4	Processos Desnecessários
C3	Comunicação entre áreas	D5	Movimento
C4	Sala de Projeto	D6	Defeitos
D - Pessoas		D7	Estoque
D1	Estabilidade de Pessoas	D8	Reinvenção
D2	Líder de Projeto	D9	Falta Disciplina
D3	Registro de lições aprendidas	D10	Integração de TI
D4	Habilidades e Perfil		
D5	Treinamento		

Tabela 2 – Questões do Método divididas nas categorias

Fonte: Adaptado de Mays *apud* Greenhalg (1997)

4.3. Etapa 3 – Apresentação dos Resultados

O objetivo dessa etapa é apresentar os resultados da aplicação de forma gráfica. Para isso, foram utilizados os gráficos de barras, radar e porcentagem de cada categoria. Ainda, para cada aplicação foi gerado um relatório com comentários em cada questão e pontos fracos e fortes de cada categoria.

4.4. Etapa 4 – Planejamento das Melhorias

O objetivo dessa etapa é gerar um plano de ação com as melhorias a serem realizadas. Essa etapa é realizada em conjunto com os participantes, sendo que o detalhamento seguindo o modelo 5W2H fica opcional em função da disponibilidade da empresa e da confidencialidade dos dados. Também é utilizado o Relatório A3 como framework.

4.5. Etapa 5 – Avaliação do Método

O objetivo dessa etapa é que os participantes avaliem se o método "BenchPDP_Lean" foi útil para a empresa e se as questões estavam adequadas. As cinco questões visaram avaliar a duração do método; quantidade de questões; divisão das categorias; simplicidade do método e utilidade do método para a empresa.

5. Conclusão

Para as empresas o valor do Método está no Diagnóstico e, a partir disso a possibilidade de estruturar um plano de ação para implantar a Abordagem Enxuta para o PDP. Para a academia, o valor do Método está em ser replicável e genérico, sendo sua contribuição as vantagens do benchmarking e a criação de questões que avaliem o quão enxuto é o PDP de forma organizada e com os devidos embasamentos teóricos.

O método cumpre o seu objetivo principal, que é diagnosticar de forma mensurável o PDP e ser também genérico, mostrando-se útil para diversos ramos industriais. É importante que a comunidade acadêmica e a empresarial continuem a desenvolver parcerias para tornar o Brasil um país mais competitivo no âmbito do desenvolvimento de produtos, entregando produtos de valor e com um *time-to-market* cada vez menor.

O **valor** desse trabalho evidencia-se na entrega de um método estruturado que permite avaliar se uma empresa possui um Processo de Desenvolvimento de Produtos enxuto. Essa avaliação é realizada através de benchmarking, com passos definidos e questões construídas pelos princípios e práticas enxutas em cinco níveis. Dessa forma, após o diagnóstico, a empresa passa a conhecer os pontos fortes e fracos e, desta forma elaborar um plano de ação para implementar as melhorias necessárias.

Assim, os **interessados** são a comunidade acadêmica que terá um método estruturado que poderá ser usado em trabalhos de pesquisa e também expandido para outras áreas, tais como serviços e logística e as empresas que poderão avaliar de forma simples e sistemática o seu PDP.

O **resultado** é o Método desenvolvido, com a classificação em três níveis dos Processos de Desenvolvimento Enxuto – básico, intermediário e avançado (conforme a

pontuação das questões do diagnóstico) e a criação de oito categorias – Processo, Gestão, Estrutura, Pessoas, Produto, Cliente, Fornecedor e Desperdícios.

Os **benefícios** que o Método pode proporcionar são o aumento da competitividade empresarial através dos processos de melhoria e medição contínua, que motivam a redução do *time-to-market*, melhoram a qualidade do produto, diminuem os custos do desenvolvimento e entregam um produto-serviço que o cliente queira.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à CAPES e ao Fundo de Apoio à Pesquisa da UNISC.

REFERÊNCIAS

AFONSO, P., NUNES, M., PAISANA, A., BRAGA, A., 2008. The influence of time-to-market and target costing in the new product development success. **International Journal Production Economics,** vol 115, 559-568.

ANAND, G., KODALI, R., 2008. Benchmarking the benchmarking models. **Benchmarking: an International Journal,** 15 (3), 257-291.

ANDERSON, K., MCADAM, R., 2004. A critique of benchmarking and performance measure: lead or lag?. **Benchmarking: an International Journal**, 11 (5), 465-483.

BALLÉ, F., BALLÉ, M., 2009. **Lean Development – a knowledge system**. Book Chapter, The lean manager. Lean Enterprise Institute: United States, 471 p.

BAUCH, C., 2004. **Lean Product Development: making waste transparent**. Diploma thesis. Departament of Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology (MIT).

BHUTTA, K.S., HUQ, F., 1999. Benchmarking best practices: an integral approach. **Benchmarking: an International Journal,** 6 (3) 254-268.

CARPINETTI, L. C. R., MELLO, A. M., 2002. What to benchmark? A sistematic approach and cases. **Benchmarking: an International Journal**, 9 (3), 244-255.

DAL FORNO, A.J., 2012. **Método de Avaliação via benchmarking do Processo do Desenvolvimento Enxuto de Produtos**. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina. 280 p.

DATTAKUMAR, R., JAGADEESH, R., 2003. A review of literature benchmarking. **Benchmarking: an International Journal**, 10 (3), 176-209.

DEROS, B.M., YUSOF, S.M., SALLEH, A.M., 2006. A benchmarking implementation framework for automotive manufacturing SMEs. **Benchmarking: an International Journal**, 13 (4), 396-430.

GAUTAM, N., SINGH, N., 2008. Lean Product Development Maximizing the customer perceived value through design change (redesign). **International Journal Production Economics**, 114, 313-332.

GONZALEZ, M.E., QUESADA, G., GOURDIN, K., HARTLEY, M., 2008. Designing a supply chain management academic curriculum using QFD and benchmarking. **Quality Assurance in Education**, 16 (1) 36-60.

GURUMURTHY, A., KODALI, R., 2009. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. **Benchmarking: an International Journal**, 16 (2) 274-308.

MCADAM, R., HAZLETT, S., ANDERSON-GILLESPIE, K., 2008. Developing a conceptual model of lead performance measurement and benchmarking: a multiple case analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, 28 (12) 1153-1185.

MORIARTY, J.P., SMALLMAN, C., 2009. En route to a theory of benchmarking. **Benchmarking: an International Journal**, 16 (4) 484-503.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. Trad. Kátia Aparecida Roque. São Paulo: Makron Books, 1993.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T., 1998. **Lean Thinking**. Free Press, New York.

Processo de Desenvolvimento Lean de Produtos – 12 Estudos de Casos do Método de Avaliação via Benchmarking (Parte 2)

Ana Julia Dal Forno (UFSC) – anajudalforno@hotmail.com

Fernando Antonio Forcellini (UFSC) – forcellini@gmail.com

Liane Mählmann Kipper (UNISC) – liane@unisc.br

Fernando Augusto Pereira (UNISC) – fernando.fep@gmail.com

Antonio Cezar Bornia (UFSC) – cezar@deps.ufsc.br

Resumo: O objetivo desse artigo é descrever o Benchmarking para Avaliação do Processo de Desenvolvimento de Produtos sob a ótica lean. Independentemente do setor que as organizações vêm atuando, os problemas referentes ao escopo tempo, qualidade e custo são comuns; ocasionando desperdícios de conhecimento e informação. A partir do diagnóstico foi possível propor um conjunto de ações para que o processo de desenvolvimento de produtos de cada empresa possa ser estruturado de uma forma enxuta, melhorando a competitividade. O trabalho foi conduzido por meio de estudos de casos com grandes empresas que desenvolvem produtos e estão no Brasil, tendo como base a lacuna na literatura da inexistência de indicadores para diagnosticar quão enxuto são os processos de desenvolvimento de produtos considerando os princípios e práticas da abordagem enxuta. Após a revisão bibliográfica sobre os temas desenvolvimento enxuto de produtos e benchmarking, foram definidas as métricas e as etapas do método. A contribuição principal do trabalho é um método simples, útil e replicável, que possui um conjunto de indicadores mensuráveis e representação gráfica identificando as práticas enxutas do desenvolvimento de produtos, assim como um guia estruturado para a implantação das melhorias que permita empresas de diferentes ramos serem comparadas em nível nacional e também no mercado internacional. Os resultados apontaram de forma quantitativa que as 12 empresas do estudo de caso múltiplo estão implementando a abordagem enxuta no PDP de forma isolada ou sistêmica através das categorias – Processo, Gestão, Estrutura, Pessoas, Produto, Cliente, Fornecedor e Desperdícios.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produtos, Lean, benchmarking.

Abstract: The purpose of this paper is to describe benchmarking to evaluate the product development process from a lean perspective. Regardless of the sector in which a company operates, the problems referring to the scope of time, quality and cost are common; causing waste of knowledge and information. Based on the diagnosis, it was possible to propose a set of actions so that the product development process at each company can be structured in a lean manner, improving competitiveness. The work was conducted by means of case studies at large companies in Brazil that develop products, based on a gap in the literature involving a lack of indicators to diagnose how lean are product development processes considering the principles and practices of the lean approach. After a bibliographic review of the themes, lean product development and benchmarking, the metrics and steps of the method were defined. The main contribution of the study is a simple, useful and reproducible method that has a set of measurable indicators and graphic representation identifying the lean product development practices, as well as a structured guide to the implementation of improvements that allow companies from different sectors to be compared at a national level and also in the international market. The results indicate in a quantitative manner that the 12 companies of the multiple case study are implementing the lean approach in their PDPs in an isolated or systematic manner through the categories – process, management, structure, people, product, client, supplier and waste.

Keywords: Product Development Process, Lean, benchmarking.

1. Introdução

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um dos principais diferenciais para as empresas que procuram ganhar posição num ambiente na qual a velocidade com que os produtos são desenvolvidos e colocados no mercado passou a ser um grande diferencial para a competitividade, principalmente com a alta taxa de mudança tecnológica, um maior nível de exigência dos clientes quanto à qualidade, a necessidade da chamada customização para muitos produtos, assim como a diversificação de itens lançados (Campos and Silva, 2007).

Assim, uma das formas de tornar as empresas mais competitivas é através da abordagem enxuta. *Lean* é uma abordagem que visa eliminar as "gorduras", ou seja, todos os desperdícios que prejudicam o sistema. O foco é o cliente e os processos que agregam valor em termos de preço, prazo, qualidade, entrega, incluindo critérios sociais e ambientais (Mcmanus, Haggerty and Murman, 2005).

Fonseca e Rozenfeld (2012) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre a Gestão do Ciclo de Vida dos Produtos que engloba o processo de desenvolvimento de produtos. Os autores comentaram que a medição de desempenho para esse tema é uma tarefa difícil e complexa, sendo as unidades de análise mais encontradas as referentes ao projeto. Dessa forma, essa pesquisa fortifica-se pela necessidade que as empresas têm de possuir indicadores que as orientem nos sistemas de gestão.

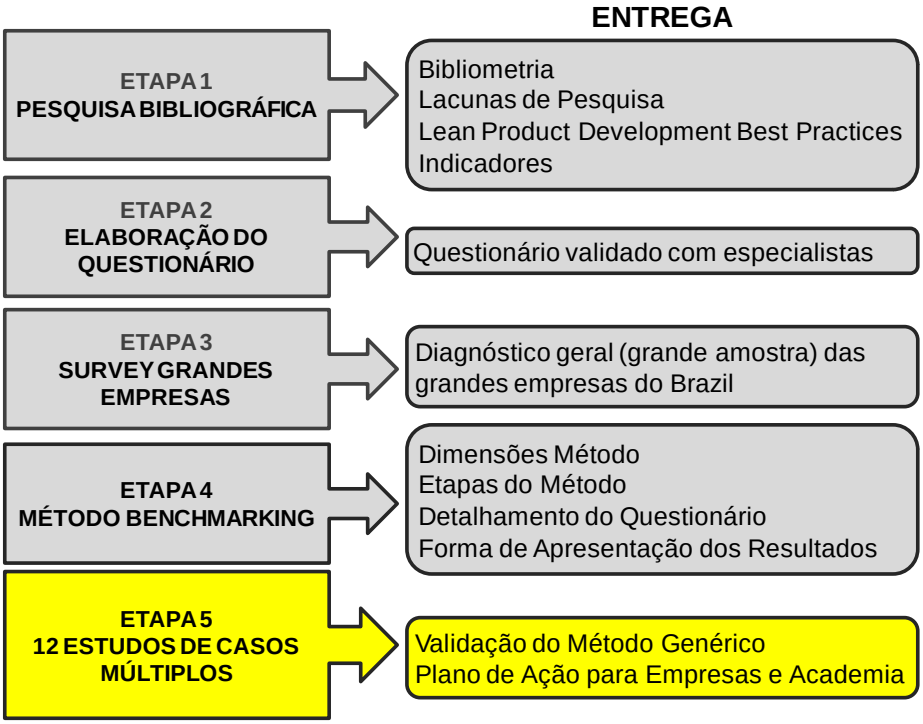
Esse artigo está estruturado da seguinte forma – a seção 2 apresenta a metodologia de pesquisa, na seção 3 há a revisão de literatura que embasou o desenvolvimento do método – Avaliação de Desempenho, Desenvolvimento de Produtos, Lean e Benchmarking. Na seção 4 há a aplicação do Método "BenchPDP_Lean" através de estudos de casos múltiplos em 12 indústrias do Brasil. Os resultados também são apresentados e discutidos. A seção 5 destaca as conclusões alcançadas e apresenta oportunidades futuras de pesquisa nesse tema. No final são listadas as referências. Por uma questão de espaço, esse artigo foi dividido em duas partes – sendo esse focado no Método desenvolvido e o outro artigo focado nas aplicações práticas do método através de 12 Estudos de casos múltiplos.

2. Metodologia de Pesquisa

Esse trabalho é parte da tese de Dal Forno (2012), conforme pode ser visto na Figura 1. No entanto, o foco desse artigo é apresentar o Método de Benchmarking para diagnosticar quão enxuto é o PDP das empresas. Assim, as Etapas 4 e 5 estão destacadas por serem o foco desse artigo. A Etapa 4 é foco do artigo parte 1 e a Etapa 5 é foco desse (parte 2).

Convém lembrar que a metodologia está sendo descrita antes da Revisão de Literatura, pois esta foi subsídio para formular o método, tanto para confirmar que não haviam indicadores para medir de forma quantitativa ou cenários do PDP quanto para definir as etapas do método de benchmarking. Um detalhamento maior da conceituação teórica e das etapas do Método estão descritos na primeira parte desse artigo intitulado "Processo de Desenvolvimento Lean de Produtos – O Método de Avaliação via Benchmarking".

Figura 1 - Etapas do artigo baseadas em Dal Forno (2012)



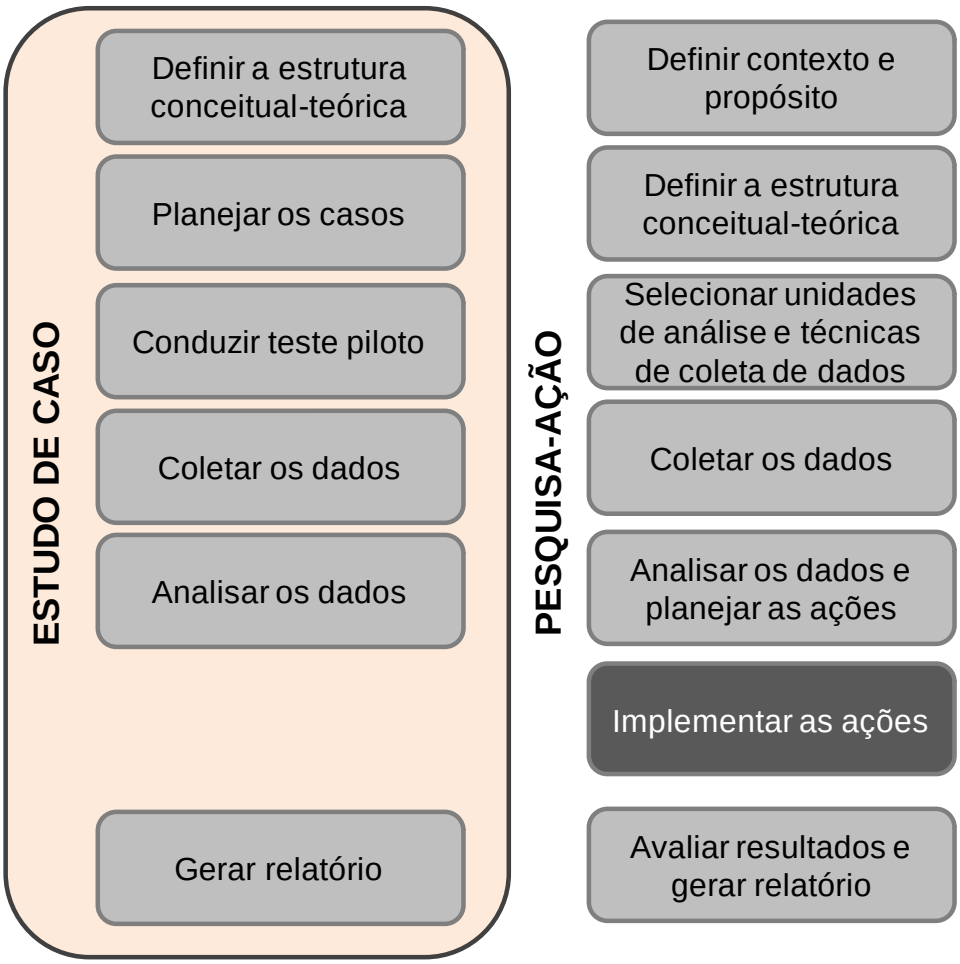
[1] A essência de um estudo de caso, a principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que ela tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados (Yin, 2009).

As amostras das aplicações dos estudos de casos foram definidas com base nas empresas que responderam a survey, foi feita uma amostra aleatória e contatada as empresas dispostas a participar e que se mostraram interessadas em começar/continuar a implementação da abordagem enxuta no desenvolvimento de produtos.

Para Miguel (2010), a utilização de estudos de casos múltiplos aumenta a validade externa, porém não permite a generalização, mas afirmações com menor profundidade e maior consumo de recursos.

Esse trabalho está numa linha muito tênue entre a metodologia de estudo de caso e a pesquisa-ação. A fronteira que os delimita é que as ações sugeridas não foram implementadas nas unidades de análise. A Figura 2 diferencia essas duas metodologias.

Figura 2 – Diferença entre o Estudo de Caso e a Pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de Miguel (2010)

A revisão de literatura visou unificar os conceitos de benchmarking e os princípios e práticas enxutas, bem como a união dos dois, no sentido do benchmarking e lean serem complementares. Esse estudo foi o subsídio para as cinco etapas do Método – equipe e escolha do projeto; questões do desenvolvimento enxuto de produtos; análise e apresentação dos dados; planejamento das melhorias; avaliação do método e aprendizado, para as oito dimensões das questões (Processo, Gestão, Estrutura, Pessoas, Produto, Cliente, Fornecedor e Desperdícios); e para as questões do diagnóstico detalhados no artigo Parte 1.

3. Aplicação do Método "BenchPDP_Lean" através de Estudos de Casos Múltiplos

Essa seção tem por objetivo descrever e analisar as aplicações práticas do método realizadas em 12 grandes empresas do Brasil, sendo sete delas do setor da Autoindústria, duas do setor Eletroeletrônico, uma do setor Têxtil, uma no setor de Metalurgia e uma no de Bens de Capital.

Cada aplicação é descrita de forma individual e também considerando grupos, práticas implementadas, categorias e a avaliação do método feita pelos participantes. Com o intuito de manter o sigilo de cada empresa, os nomes aqui utilizados são fictícios.

As aplicações consistem de estudos de casos múltiplos, pois mesmo havendo a participação da pesquisadora, a mesma não influenciou nos resultados, apenas nivelou os conceitos sobre os Princípios e Práticas do Desenvolvimento Enxuto de Produtos, explicou e aplicou o método atuando de forma imparcial.

Segundo Eisenhardt (1989) apud Miguel (2010), de 4 a 10 casos são considerados suficientes. Nesse trabalho utilizou-se 12 estudos de casos em empresas do Brasil que desenvolvem produtos. A caracterização das aplicações consta na Tabela 3. As empresas também foram caracterizadas segundo a posição na cadeia de suprimentos (fornecedor de 1º nível, fornecedor de serviços, fornecedor de tecnologia, fornecedor de ferramental ou consumidor final), o tipo de projetos (radical, plataforma, incremental ou *follow-source*), os relacionamentos existentes (parceria de risco, parceiro de tecnologia, parceria estratégica, co-desenvolvedor, fornecedor de serviços e/ou peças-padrão) e por Estratégia de Produção

(MTS, ATO, MTO, ETO). Por restrição de espaço, os nomes das empresas estão com as letras do alfabeto (A até L).

Nome Fictício		Setor	Produto
A	Plástico	Autoindústria	Revestimentos internos e externos de portas automotivas
B	Combustível	Autoindústria	Sistemas de combustível e suspensão
C	Toalha	Têxtil	Cama, mesa e banho (toalha, roupa de cama)
D	Compressor	Bens de Capital	Compressores de ar
E	Fogão	Eletroeletrônico	Eletrodomésticos da Linha Branca (refrigerador, secadoras e purificador de água)
F	Telefone	Eletroeletrônico	Centrais telefônicas e telefones
G	Motor	Autoindústria	Sistemas de propulsão (Motores e Transmissões de automóveis)
H	Forja	Autoindústria	Autopeças forjadas e usinadas
I	Máquina	Autoindústria	Máquinas agrícolas e equipamentos para a construção
J	Tubo	Metalúrgica	Tubos de aço sem costura
K	Suspensão	Autoindústria	Sistemas de combustível e suspensão
L	Mola	Bens de Capital	Molas helicoidais e barras estabilizadoras

Tabela 3 – Caracterização dos 12 estudos de casos

Fonte: Dal Forno (2012)

4. Resultados e Discussões

A Figura 3 mostra um exemplo da pontuação em porcentagem na categoria e também na questão. Esses valores referem-se à empresa "Toalhas", na qual fica evidente que Produto (100%) e Gestão (78%) foram as melhores e Pessoas (30%), Desperdícios (0%), Cliente (42%) e Fornecedor (42%) são as categorias com mais oportunidades de melhorias. A Tabela 4 mostra uma parte dos comentários dos Pontos Fracos e Fortes da empresa "Toalhas".

PONTOS FORTES - CATEGORIA PROCESSO	
A1 Fases do PDP	O PDP e suas fases estão evoluindo desde agosto de 2010, quando a empresa começou a formalizar o seu modelo. No momento da aplicação, seria feita a apresentação e aprovação com a diretoria para a compilação de 18 para 9 fases.

PONTOS FORTES - CATEGORIA GESTÃO	
B1 Desdobramento da Estratégia	O principal motivo da empresa lançar um novo produto é para acompanhar as tendências de mercado, além de substituir produtos fora da meta e aumentar as vendas.
PONTOS FORTES - CATEGORIA ESTRUTURA	
C3 Comunicação entre áreas	Ocorre o Desenvolvimento Simultâneo, com comunicação constante entre algumas áreas.
PONTOS FORTES - CATEGORIA ESTRUTURA	
D1 Estabilidade de Pessoas	A rotatividade das pessoas envolvidas no PDP é baixa (menor que 5% ao ano), um ponto forte da empresa.
PONTOS FORTES - CATEGORIA PRODUTO	
E3 Plataforma Produto	Uma das plataformas existe desde 1980, ou seja, há mais de 30 anos. Assim, a empresa tem o conceito de plataforma bem forte.
PONTOS FRACOS - CATEGORIA GESTÃO	
B2 Riscos	A empresa não tem como prática a gestão de riscos, são feitos em nível macro e sem classificações.
PONTOS FRACOS - CATEGORIA ESTRUTURA	
C4 Sala de Projetos	Não há sala específica para projeto para agrupar as informações e expor de forma visual. Cabe uma análise mais criteriosa se a empresa pode expor as informações de projetos de forma visual, visto que muitas vezes o ambiente é o mesmo em que são feitas reuniões com pessoas externas à empresa.
PONTOS FRACOS - CATEGORIA CLIENTE	
F2 Necessidades dos clientes	Não há procedimento para capturar as necessidades dos clientes.
PONTOS FRACOS - CATEGORIA FORNECEDOR	
G3 Estrutura do Fornecedor	Mesmo a estrutura do fornecedor possuindo pontos fortes, o fornecedor não participa da redução de custos do produto, não possui qualidade assegurada, não tem competência para atuar em diferentes fases do PDP e não monitora a satisfação do cliente.

Tabela 4 – Alguns pontos fortes e fracos para a Empresa "Toalhas"

Figura 3 – Pontuação de cada categoria do Método

BenchPDP_Lean

A	PROCESSO		75%
		Na questão	Na categoria
A1	Fases do PDP	75%	19%
A2	Duração das Fases	75%	19%
A3	Fluxo de Informações	100%	25%
A4	Questões Rápidas	50%	13%

E	PRODUTO		100%
		Na questão	Na categoria
E1	Projeto do Produto	100%	33%
E2	Racionalização	100%	33%
E3	Plataforma de Produtos	100%	33%

C	ESTRUTURA		44%
		Na questão	Na categoria
C1	Estrutura Organizacional	25%	6%
C2	Envolvimento das Áreas	25%	6%
C3	Comunicação entre áreas	75%	19%
C4	Sala de Projeto	50%	13%

B	GESTÃO		78%
		Na questão	Na categoria
B1	Desdobramento da Estratégia	75%	9%
B2	Riscos	25%	3%
B3	Alteração do Cronograma	75%	9%
B4	Frequência de Acompanhamento do Projeto	100%	13%
B5	Nível de Detalhe do Cronograma	100%	13%
B6	Horas Extras	75%	9%
B7	Gestão de Recursos	75%	9%
B8	Indicadores do Projeto	100%	13%

F	CLIENTE		42%
		Na questão	Na categoria
F1	Estratégia de Mercado	25%	8%
F2	Necessidades dos Clientes	0%	0%
F3	Percepção do Cliente	100%	33%

G	FORNECEDOR		42%
		Na questão	Na categoria
G1	Envolvimento do Fornecedor	25%	8%
G2	Questões Rápidas	25%	8%
G3	Estrutura do Fornecedor	75%	25%

D	PESSOAS	
D1	Estabilidade de Pessoas	
D2	Líder do Projeto	
D3	Registro de Lições Aprendidas	
D4	Habilidades e Perfil	
D5	Treinamento	

X	DESPERDÍCIOS	
X1	Superprodução	
X2	Espera	
X3	Transporte	
X4	Processos Desnecessários	
X5	Movimento	
X6	Defeitos	
X7	Estoque	
X8	Reinvenção	
X9	Falta Disciplina	
X10	Integração de TI	

Quando comparado a pontuação de cada empresa, observa-se que a Empresa G do setor da Autoindústria atingiu o índice global de 86%. A Tabela 5 mostra que seis empresas estão no nível Intermediário, cinco no Avançado e uma no Básico, apontando o constructo que nenhuma empresa é 100% enxuta ou então 0%. Muitas estão buscando a aplicação do desenvolvimento enxuto de produtos de forma sistêmica, mas outras possuem algumas práticas de forma isolada sem fazer parte de um sistema de gestão. Os números são percentuais.

		EMPRESA												
DIMENSÃO		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**MÉDIA**
A	**Processo**	38	56	63	56	100	38	81	69	88	6	94	63	**63%**
B	**Gestão**	44	91	81	53	88	69	97	25	84	50	88	56	**69%**
C	**Estrutura**	38	69	44	69	69	56	92	63	94	63	81	69	**67%**
D	**Pessoas**	50	80	30	40	70	40	75	20	80	75	80	60	**58%**
E	**Produto**	25	92	100	75	83	100	100	58	33	67	83	42	**72%**
F	**Cliente**	92	83	42	33	100	58	92	42	100	N/R	83	67	**72%**
G	**Fornecedor**	83	75	42	67	83	58	100	67	83	N/R	92	67	**74%**
X	**Desperdícios**	0	30	0	53	53	28	50	68	68	N/R	50	58	**42%**
TOTAL (Média)		***38***	***67***	***44***	***54***	***75***	***56***	***86***	***51***	***79***	***52***	***81***	***60***	**62%**

Tabela 5 – Classificação das empresas avaliadas

5. Conclusões

O Método funcionou e cumpriu seu objetivo, porém, é importante relembrar que a aplicação depende de pessoas e, mesmo sendo uma equipe multidisciplinar que participa, a veracidade das respostas está na percepção de cada um e na cultura da empresa.

Para as empresas o valor do Método está no Diagnóstico e, a partir disso a possibilidade de estruturar um plano de ação para implantar a Abordagem Enxuta para o PDP. Para a academia, o valor do Método está em ser replicável e genérico, sendo sua contribuição as vantagens do benchmarking e a criação de questões que avaliem o quão enxuto é o PDP de forma organizada e com os devidos embasamentos teóricos.

O método cumpre o seu objetivo principal, que é diagnosticar de forma mensurável o PDP e ser também genérico, mostrando-se útil para diversos ramos industriais.

Em relação a algumas ferramentas, observou-se que:

- **Mapeamento do Fluxo de Valor** – na survey realizada por Dal Forno (2012), 44% das empresas afirmaram que utilizam essa ferramenta no PDP. Porém, quando detalhada no Método, verificou-se que em muitos casos a utilização desta ferramenta restringe-se a medir somente o lead time do desenvolvimento e o tempo de processo. Como o fluxo é de informações, uma métrica importante é o C&A (*Complete and Accurate*), que mede a qualidade das informações, em termos de sua completeza e precisão. Nos estudos de casos, verificou-se que o MFV detalhado é utilizado apenas em 4 empresas ("Fogão", "Motor", "Máquina" e "Suspensão"), representando 33%.
- **Padronização de Processo** - para os casos, todas as empresas possuem a padronização do processo, com exceção de duas que não possuem um Modelo e uma afirmou que apesar de possuir o Modelo, na prática ele não é utilizado.
- **Envolvimento Inicial do Fornecedor** – verificou que 7 empresas (58%) envolvem de 70 a 100% dos fornecedores estratégicos desde o início do desenvolvimento. Em relação à quantidade de fornecedores, há variabilidade grande dentro de um mesmo setor, que foi de 5 até 215 fornecedores considerados estratégicos.
- **Voz do Consumidor** – Nos casos, a categoria Cliente do Método buscava verificar isso nas questões F1 e F2. Considerando aqui a amostra de 11 empresas, pois na empresa "Tubo" essa categoria não foi preenchida, em oito empresas (73%) foi respondido que conhecem de 85 a 100% dos clientes e o que eles consideram valor. Já em relação à utilização de técnicas para capturar a VOC, quatro empresas (36%) não possuem nenhum tipo de técnica, 3 empresas possuem e usam sempre, 3 empresas usam somente alguma análise qualitativa ou quantitativa e uma utiliza para os principais clientes. Considerando a média, o valor fica em 48%, ou seja, intermediário. Assim, essa prática que está fundamentada no primeiro princípio enxuto – conhecer o valor do cliente – ainda mostra-se com oportunidades para ser desenvolvida nas empresas.
- **Engenharia Simultânea/Integração** – oito empresas dos estudos de casos (80%) envolve várias áreas desde o início, e conforme, sugerido por Rozenfeld et al. (2006); Marsillac e Roh (2014); Dekkers, Chang e Kreutzfeld (2013); Lettice, Wyatt e Evans (2010) áreas

como Gestão de Projetos, Marketing e Qualidade são importantes se envolverem mais no Projeto Informacional e Conceitual. As áreas como a Engenharia do Produto e Processo têm um envolvimento maior no Projeto Detalhado e Gestão de Projetos, Produção e Suprimentos se envolvem mais na Preparação da Produção. É importante envolver várias áreas, mas é preciso balancear para que não haja desperdícios e envolver demais sem a necessidade, ou então, avaliar o quanto que cada área pode realmente contribuir para evitar erros no produto e todos terem a visão sistêmica. Essa questão também serviu como reflexão, na qual os participantes percebiam que tal área deveria se envolver mais ou então participar mais ativamente desde o início do projeto.

- **Produto** – a categoria Produto buscou avaliar se há técnicas de racionalizar o projeto, DFX ou plataforma de produtos. Em três empresas a categoria Produto ficou em 100%. Essas empresas estão na ponta da cadeia (“Toalha”, “Motor” e “Telefone”). Quatro dos casos ficaram com a categoria Produto entre 75 e 95%, duas empresas entre 50 e 70% e três empresas evidenciaram que o Produto é um ponto fraco.
- **Valor do Cliente Interno** – 8 empresas demonstraram essa preocupação (67%).
- **Estrutura Organizacional** – 50% das empresas têm a estrutura matricial fraca e 25% matricial balanceada o que está apropriado para os tipos de projetos desenvolvidos.
- **Freqüência de Acompanhamento do projeto** – Nos casos verificados, em 50% das empresas as reuniões gerenciais são semanais e as técnicas são diárias. Em duas empresas (17%) as reuniões gerenciais são quinzenais e as técnicas são semanais; no restante das quatro empresas (34%), não há freqüência definida para as reuniões ou são de somente um tipo (técnica ou gerencial).
- **Simulação Virtual** – nas empresas dos estudos de casos, oito delas (75%) possuem essa prática.
- **Treinamento** – investir em treinamento da equipe é importante para estimular a melhoria contínua e ter uma equipe apta a resolver problemas e projetar um produto com maior valor através da visão sistêmica. Os treinamentos, sejam formais ou informais, são um dado relevante para avaliar a maturidade da equipe e também conciliar com a categoria “Pessoas”. Nos casos, utilizando-se a média, observou-se que tanto a questão treinamento como categoria Pessoas ficaram com valores intermediários. Os dados referentes ao treinamento eram consultados com o RH de cada empresa, que muitas vezes não tinha os números tão precisos ou então os valores agrupavam todos os setores da empresa. A

categoria Pessoas ficou com 58% e são dedicados de 60 a 80 horas/funcionário/ano. Conforme a ABTD - Associação Brasileira de Treinamento e Desenvolvimento (2006), o Brasil investe 47 horas de treinamento/funcionário/ano, os Estados Unidos 30 horas e na Europa 36 horas.

- **Atraso cronograma/horas extras** – Na aplicação prática (estudos de casos), para 58% das empresas há alteração no cronograma de 10 a 25% em relação ao previsto inicialmente. Porém, há projetos que tem datas definidas de lançamento e mesmo atrasando o cronograma, há horas extras. A realização de 10 a 20% de horas extras em relação ao tempo total do projeto ocorre em 75% das empresas (oito casos).
- **Registro de lições aprendidas** – somente quatro das doze empresas (34%) faz e utiliza o registro de forma completa, enquanto que os outros 34% não fazem nenhum tipo de registro. Numa linha intermediária, há duas empresas que somente registram, mas não a utilizam na prática, o que acaba comprometendo a eficiência da prática e há outras duas empresas que não utilizam em todos os projetos.

Assim, diante do diagnóstico para avaliar as tendências das empresas brasileiras e com a aplicação prática mais detalhada em 12 empresas, é possível concluir que as empresas estão começando a introduzir a abordagem enxuta no PDP, porém ainda há potenciais de aplicações de muitas práticas e princípios que precisam ocorrer de uma forma planejada e sistêmica.

É importante que a comunidade acadêmica e a empresarial continuem a desenvolver parcerias para tornar o Brasil um país mais competitivo no âmbito do desenvolvimento de produtos, entregando produtos de valor e com um *time-to-market* cada vez menor.

Foi possível perceber que as empresas do Brasil passaram a considerar o desenvolvimento de produtos um negócio estratégico, alterando seu perfil de projetos *follow-source* para um país desenvolvedor, com características adequadas para o perfil do cliente e buscando a gestão enxuta dos processos.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à entidade do governo federal do Brasil – CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao edital FAP (Fundo de Apoio à Pesquisa) da UNISC.

REFERÊNCIAS

ABTD - Associação Brasileira de Treinamento e Desenvolvimento, 2006. **Pesquisa: o Retrato do treinamento no Brasil**, disponível em [http://www.ppge.ufrgs.br/giacomo/arquivos/espe609/abtd-2007.pdf], acessado em 29/07/2013.

CAMPOS, T.R. de., SILVA, S.L. da., 2007. Mapeamento do Fluxo de Produto para projetos de redução de custos. In: **XXVII Encontro Nacional da Engenharia de Produção**, Foz do Iguaçu/PR.

DAL FORNO, A.J., 2012. **Método de Avaliação via benchmarking do Processo do Desenvolvimento Enxuto de Produtos**. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina. 280 p.

DEKKERS, R., CHANG, C.M., KREUTZFELDT, J., 2013. The interface between "product design and engineering" and manufacturing: A review of the literature and empirical evidence. **International Journal of Production Economics**, 144 (1), 316-333.

LETTICE, F., WYATT, C., EVANS, S., 2010. Buyer–supplier partnerships during product design and development in the global automotive sector: Who invests, in what and when? **International Journal of Production Economics**, 127 (2), 309-319.

MARSILLAC, E., ROH, J.J., 2014. Connecting product design, process and supply chain decisions to strengthen global supply chain capabilities. **International Journal of Production Economics,** vol. 147, issue PB, pages 317-329.

MCMANUS, H.; HAGGERTY, A.; MURMAN, E., 2005. Lean engineering: doing the right thing right. 1st. In: **International Conference on Innovation and Integration in Aerospace Sciences**. Belfast.

MIGUEL, P.A.C. (org)., 2010. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. São Paulo: Campus, Brazil.

YIN, R.K., 2009. **Case Study Research: Design and Methods**. SAGE, 302 p.

O impacto das práticas do Desenvolvimento Enxuto de Produtos no desempenho das grandes empresas do setor automotivo

Ana Julia Dal Forno (UFSC) – anajudalforno@hotmail.com

Fernando Antonio Forcellini (UFSC) – forcellini@gmail.com

Henrique Rozenfeld (USP) – roz@sc.usp.br

Liane Mählmann Kipper (UNISC) – liane@unisc.br

Fernando Augusto Pereira (UNISC) – fernando.fep@gmail.com

Resumo: Esse artigo tem como objetivo avaliar o impacto das práticas do Desenvolvimento Enxuto de Produtos no setor automotivo brasileiro. Foi enviado um questionário com 23 questões aos envolvidos no processo de 48 grandes empresas do setor, sendo que 22 responderam (taxa de retorno 46%). Identificou-se que embora o setor automotivo seja visto como referência na adoção de práticas enxutas, ainda há potencial de melhorias em estabelecer relações de parceria com os fornecedores, assim como a outra ponta da cadeia: identificar o valor do cliente. A Engenharia Simultânea Baseada em Conjuntos (SBCE) também é uma prática que precisa ser melhor desenvolvida, assim como o uso da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para identificar os desperdícios e atividades que agregam valor no Processo de Desenvolvimento de Produtos. A partir do diagnóstico, é possível replicar as questões para outros setores. O valor do trabalho está nos resultados que permitem diagnosticar quais as práticas do Desenvolvimento Enxuto que são mais utilizadas no setor automotivo. Ainda, as questões da survey podem ser aplicadas em outros setores da economia e tamanhos de empresas. O tratamento estatístico afirmou a coerência interna do instrumento de pesquisa através do Alfa de Cronbach. O estudo contribui para uma visão sistêmica do Processo de Desenvolvimento de Produtos, sob a ótica de Pessoas, Processo e Tecnologia, além de auxiliar as empresas e a academia na gestão das mudanças.

Palavras-chave: Autoindústria, Lean, Processo de Desenvolvimento de Produtos, Práticas.

Abstract: This paper aims to assess the impact of the practices of Lean Product Development in the Brazilian automotive sector . A questionnaire with 23 questions was sent to those involved in the 48 large companies in the process industry , with 22 respondents (46 % return rate) . It was found that although the automotive sector is seen as a reference in the adoption of lean practices, there is still potential for improvements in establishing partnership relations with suppliers, as well as the other end of the chain: identifying customer value. Set-Based Concurrent Engineering (SBCE) is also a practice that needs to be better developed, and the use of Value Stream Mapping tool (VSM) to identify the waste and activities that add value in the Product Development Process. From the diagnosis, you can replicate the issues to other sectors. The value of work is in the results that allow to diagnoses which of Lean development practices that are widely used in the automotive industry. Still, the survey questions can be applied in other industries and sizes of companies . The statistical treatment said internal consistency of the research instrument through Cronbach's Alpha. The study contributes to a systemic view of the product development process , from the viewpoint of People , Process and Technology , in addition to assisting companies and academia in managing change .

Keywords: Autoindustry, Lean, Product Development Process, Practices.

1. Introdução

Independentemente do setor que as organizações vêm atuando, alguns problemas são comuns – barreiras de comunicação, inexistência de um Processo de Desenvolvimento de

Produtos (PDP) estruturado de forma enxuta, controles falhos, entregas que excedem o prazo planejado – enfim, na grande parte desperdícios de conhecimento e informação. Uma das formas bem sucedidas de tratar esse problema é através da abordagem enxuta, que atua constantemente na redução dos desperdícios, para entregar valor ao cliente. Quando aplicada ao desenvolvimento de produtos, tem-se a melhoria dos processos, no sentido de fazer fluir sem interrupções causadas por variabilidade de tarefas, esperas e baixa confiabilidade da informação. A outra oportunidade de melhoria é em nível de produto, ou seja, é preciso projetar algo fácil de fabricar.

O objetivo desse artigo é descrever o diagnóstico da aplicação de uma survey realizada com as maiores empresas privadas por faturamento no Brasil. O foco foi identificar quais os princípios e práticas da abordagem enxuta que estão sendo utilizadas no PDP, tais como o MFV, Voz do Consumidor (VOC), Envolvimento Inicial do Fornecedor (ESI), Padronização, Gestão Visual, SBCE, Simulação Virtual, Biblioteca de Projetos e Registro de Lições Aprendidas.

O artigo está estruturado da seguinte forma. A Introdução contextualiza o tema e apresenta o problema de pesquisa e os objetivos. A seção 2 agrupa os conceitos das práticas verificadas na survey que foram a base para a elaboração do questionário. Também há alguns trabalhos relevantes associados com os temas-chave – indicadores de desempenho, abordagem enxuta e o PDP. Há também o detalhamento da metodologia survey, sendo que esse artigo é um recorte da tese de Dal Forno (2012) para a indústria automotiva. A autora aplicou a survey em oito setores da economia do Brasil. Para o presente artigo, o questionário foi enviado para 48 empresas da autoindústria, sendo que 22 responderam, o que significou uma taxa de retorno de 46%. Esse valor não permite generalizações, mas é possível traçar um cenário desse setor e apontar quais os princípios e práticas que estão sendo implementadas de forma isolada e/ou de forma sistêmica. Nas conclusões, são descritas algumas tendências para o setor da autoindústria e perspectivas futuras. Por fim, há os agradecimentos e as referências utilizadas.

2. Desenvolvimento Enxuto de Produtos: princípios teóricos e resultados da survey

A pesquisa justifica a escolha pelo setor automotivo, visto que em 2013 o Brazil foi o 7º maior produtor de veículos do mundo, sendo que esse setor compreende carros, veículos leves, caminhões e ônibus (Tabela 1). Ainda conforme o Relatório de Desempenho das

Indústrias de Autopeças do Brasil 2013, os dados Sindipeças (2013) mostraram que em vendas o Brasil fica na 4ª posição.

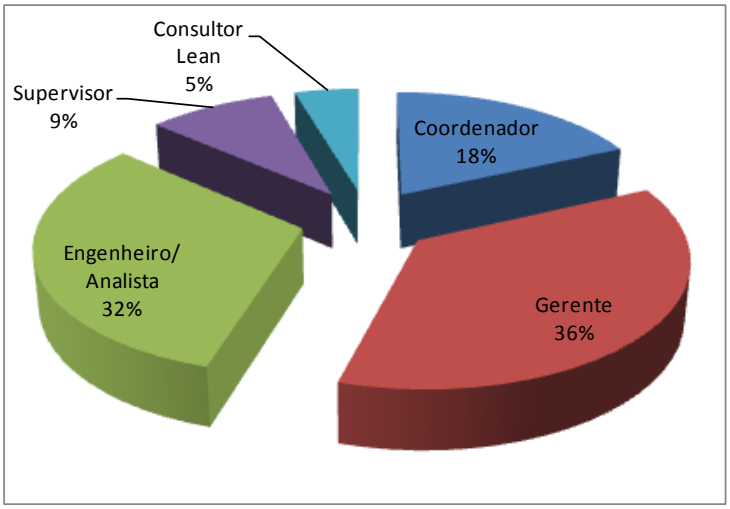
País	*2002*	*2008*	*2012*
China	3.287	9.299	19.272
Estados Unidos	12.280	8.694	10.329
Japão	10.257	11.576	9.943
Alemanha	5.469	6.046	5.649
Coréia do Sul	3.148	3.827	4.558
Índia	895	2.332	4.145
Brasil	1.792	3.216	3.343
México	1.805	2.168	3.002
Tailândia	585	1.394	2.483
Canadá	2.629	2.082	2.464

Tabela 1 – Produção mundial de veículos (maiores países produtores) - 2002/ 2012.

Fonte: Sindipeças (2013)

Dentre os Estados do Brasil que responderam a pesquisa, São Paulo é o mais representativo, com 11 empresas (50%), seguidos de empresas do RS (27%), 3 de MG (14%), 1 da Bahia e 1 de Santa Catarina. Quanto aos cargos dos respondentes, a maioria é gerente (36%), 32% é engenheiro ou analista, seguido de coordenador (18%), conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Cargos dos respondentes

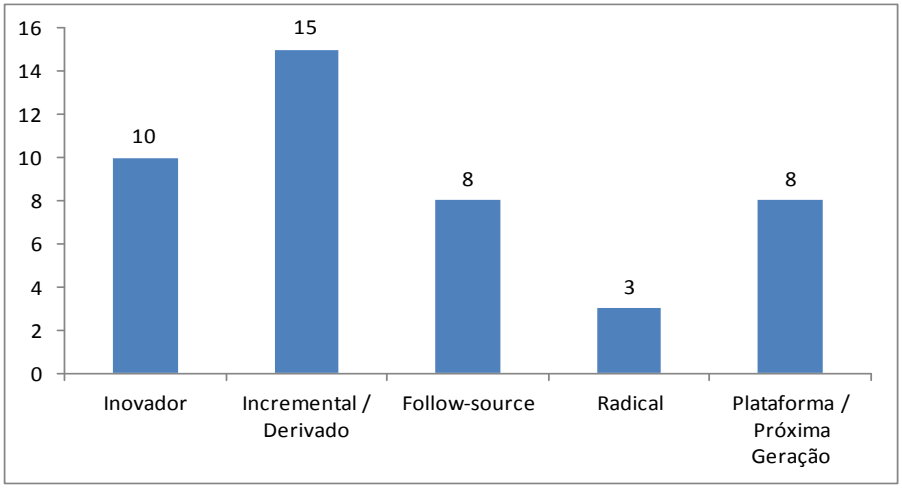


Fonte: Próprio autor

Em relação aos tipos de projetos, Morgan e Liker (2006) classificam em projetos radicais (*breakthrough*), projetos plataforma ou próxima geração; projetos incrementais ou

derivados. No caso do Brasil, ainda há uma quarta categoria chamada de projetos *follow-source* que são aqueles projetos vindos da matriz ou de clientes e que são adequados à realidade local. Na *survey*, esses pontos foram verificados através de duas questões. Numa delas, observou-se que 77% dos produtos são desenvolvidos no Brasil e 23% provém do exterior. Na Figura 2 há os tipos de projetos das empresas respondentes, sendo que foram assinaladas mais de uma opção. Ainda assim percebe-se que predominam os projetos radicais (38%) e incrementais (34%).

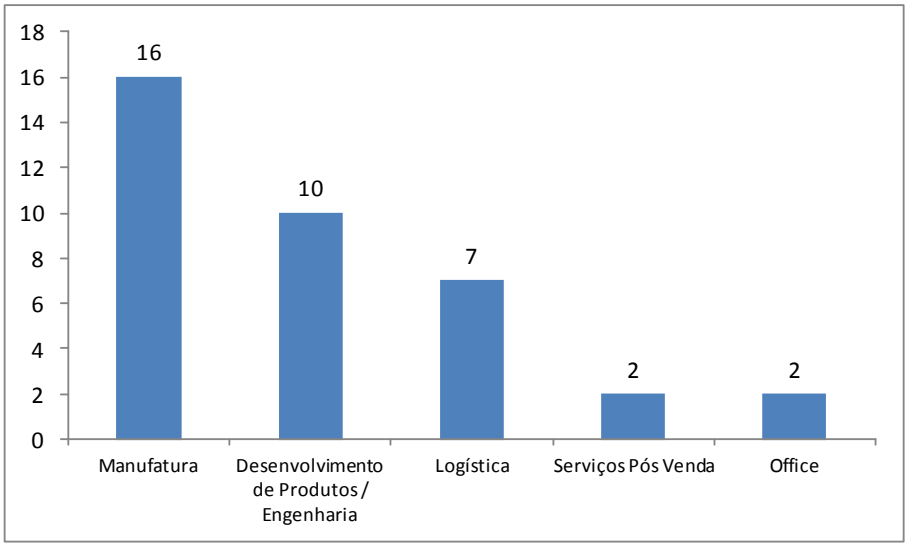
Figura 2 - Tipos de projetos



Fonte: Próprio autor

Com o objetivo de verificar se as empresas conhecem a terminologia "lean", perguntou-se diretamente se elas utilizam essa abordagem. As respostas obtidas foram que 82% denominam-se "lean" e 18% não. Detalhando a questão, a Figura 3 mostra que a maioria das empresas inicia pela manufatura (43%), seguidos do Desenvolvimento de Produtos/ Engenharia (27%) e Logística (19%).

Figura 3 - Processos com lean



Fonte: Próprio autor

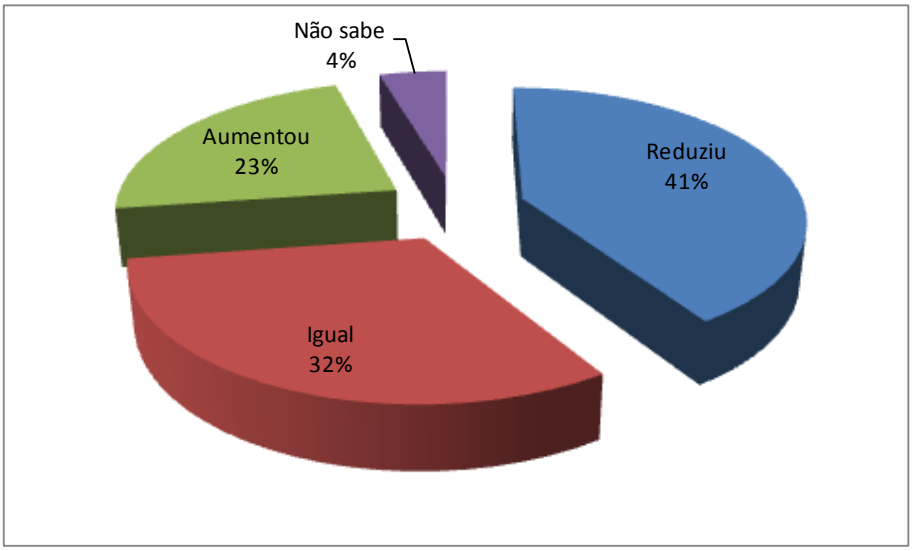
Quanto à utilização do MFV, 45% utilizam essa ferramenta e 55% afirmou não usar. Um processo padronizado de desenvolvimento significa padronizar tarefas comuns, sequência de tarefas, a duração das tarefas, que irá tornar a comunicação mais precisa e maior entendimento entre as áreas funcionais (Rozenfeld et al., 2006). Na survey, 95% das empresas afirmaram possuir um PDP padronizado.

Para as empresas que utilizam a abordagem enxuta, o fator mais importante é ter foco na satisfação do cliente; para aquelas que não utilizam a abordagem, aumentar o *market share* e maximizar os lucros são os fatores mais importantes (Meybodi, 2009). Assim, algumas técnicas utilizadas para captar a VOC são Kano, QFD, Delphi e Pareto; que vários autores afirmam ser importantes para categorizar as necessidades dos clientes (Zokaei e Hines; 2007, Ahmed e Amagoh; 2010, Boyle e Scherrer-Rahtje; 2009). Em 400 trabalhos encontrados sobre VOC, poucos aplicam a ferramenta corretamente de ponto de vista de agregar valor ao cliente (Teehan e Tucker, 2010). Na survey, 68% das empresas afirmaram utilizar técnicas de VOC.

No desenvolvimento enxuto, a intenção é manter poucos fornecedores e envolvê-los desde o início do desenvolvimento e assim estabelecer uma relação de parceria (longo prazo). Os benefícios são diminuição do risco, redução do custo e *lead time*, além do desenvolvimento conjunto e estabelecimento de metas conjuntas (Zelbst et al., 2010; Cheng, Chen e Mao, 2010; Park et al., 2010). Assim, é estratégico envolver o fornecedor desde o

início do processo. Isso foi verificado em 95% dos respondentes que afirmaram realizar essa prática. Segundo Brookfield, Liu and Macduffie (2008), a co-inovação com fornecedores reduz em até 60% do *time-to-market*. Na Figura 4 é mostrada que nas empresas avaliadas, a maioria delas (41%) segue a prática de reduzir o número de fornecedores; 32% mantiveram a mesma quantidade e em 23% das empresas a quantidade aumentou utilizando como critério os últimos cinco anos.

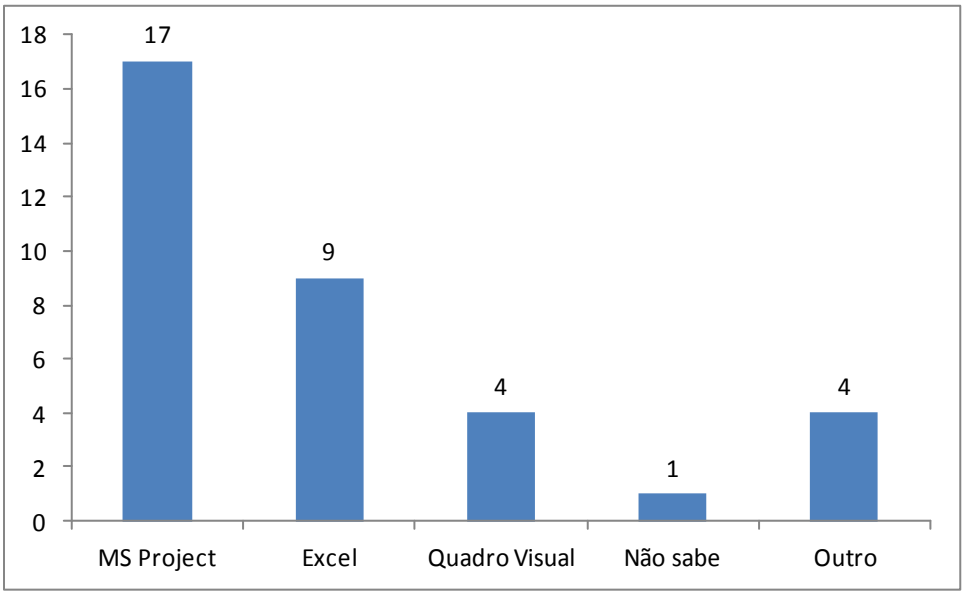
Figura 4 - Tendência em relação à quantidade de fornecedores



Fonte: Próprio autor

A abordagem enxuta prega que a gestão visual auxilia no controle dos prazos, indicadores e não necessariamente precisa de software ou altos investimentos. Segundo Smadi (2009), tornar os problemas visíveis é o primeiro passo para o *kaizen*, pois só assim é possível melhorar e minimizar problemas similares no futuro. A questão com esse foco na survey foi difícil de captar, uma vez que um estudo mais aprofundado irá apontar também se o método visual utilizado funciona ou não e se os envolvidos estão satisfeitos. Então, a Figura 5 apontou que, conforme esperado o *software* MsProject é o mais utilizado (49%), seguido do Excel (26%) e quadro visual (11%). Nessa questão pôde ser assinalada mais de uma resposta.

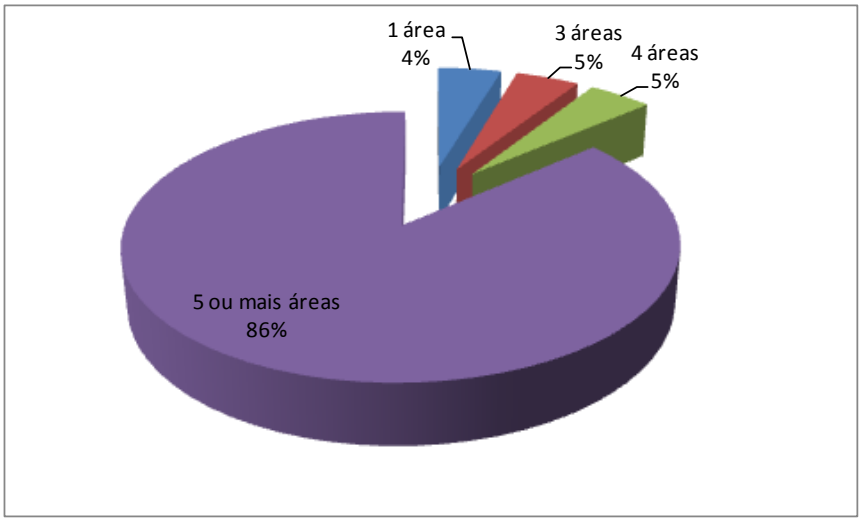
Figura 5 - Softwares utilizados na gestão de projetos



Fonte: Próprio autor

Tradicionalmente, o desenvolvimento é tratado por áreas funcionais, embora Rozenfeld et al. (2006) convencionam que os papéis dos envolvidos no PDP depende da estrutura organizacional de cada projeto e/ou da empresa. Assim, os autores sugerem que há membros da diretoria, gerente funcional, responsável pela engenharia, gerente de projetos, especialistas, parceiros, time de planejamento estratégico de produtos, time de desenvolvimento, time de avaliação, time de acompanhamento do produto. De forma simples, a questão da survey buscou identificar se havia integração entre as áreas e engenharia simultânea. Para isso, Rozenfeld et al. (2006, p. 87), ao desenvolverem um Modelo de Referência para o PDP sugerem que 9 áreas do conhecimento participem, dentre elas a Gestão de Projetos, Meio ambiente, Marketing, Engenharia do Produto, Engenharia de Processo, Produção, Suprimentos, Qualidade e Custos. Na Figura 6 observa-se que em 86% das empresas respondentes há pelo menos cinco áreas envolvidas.

Figura 6 - Quantidade de áreas funcionais envolvidas no PDP

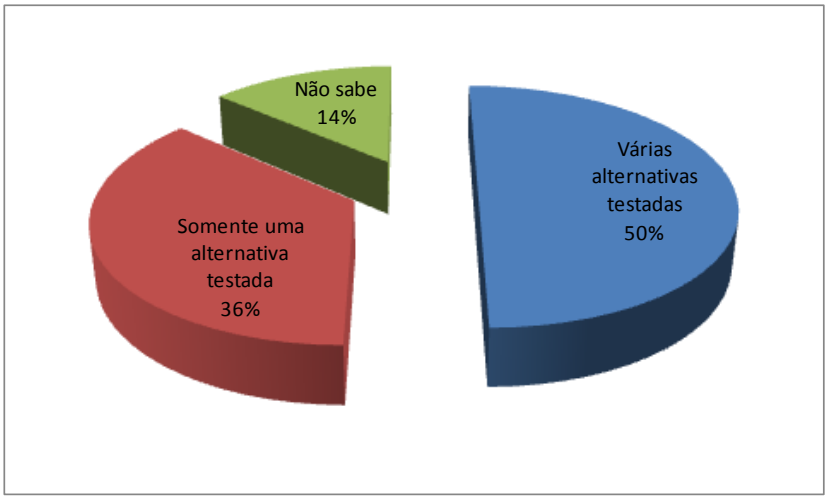


Fonte: Próprio autor

A Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que todos os envolvidos no PDP considerem desde o início todos os elementos do projeto. De forma resumida, a SBCE é uma evolução da Engenharia Simultânea que enfatiza o desenvolvimento paralelo de opções de soluções (Rozenfeld et al., 2006).

Através da experiência prática e da literatura, fica implícito que a SBCE é uma junção de todas as outras, pois para que se concretize, é necessário modularidade, integração, competência técnica da equipe, fornecedores envolvidos no início do PDP e por aí segue. Então, na survey essa prática foi verificada de forma muito superficial, explorando somente a quantidade de alternativas testadas (vide Figura 7).

Figura 7 - Verificação das alternativas de projetos testadas



Fonte: Próprio autor

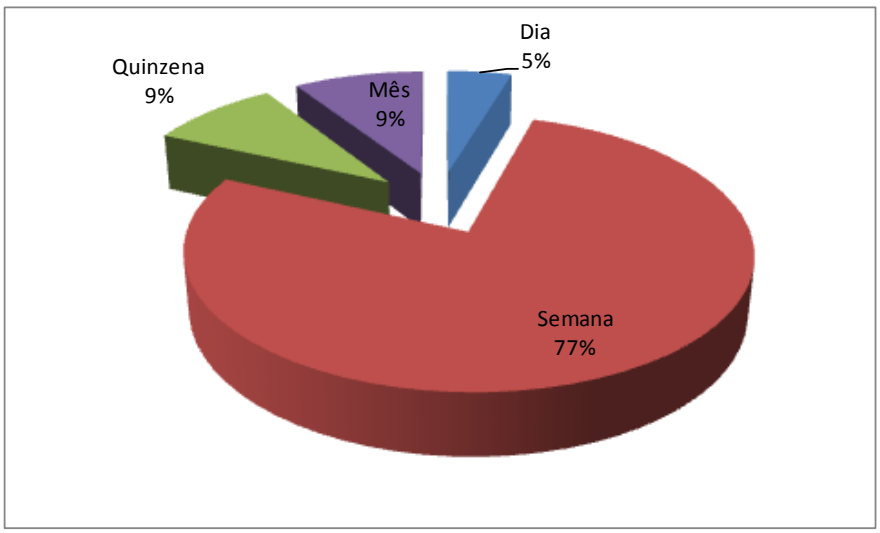
A partir do primeiro princípio enxuto de Womack e Jones (1996) "especificar o valor sob o ponto de vista do cliente", este perpassa na organização através da prática do valor do cliente interno ao longo do fluxo de informações do PDP. Assim, 82% dos respondentes da survey afirmaram realizar essa prática.

A prática Biblioteca de Projetos refere-se ao aprendizado e o hábito de registrar as lições aprendidas, seja de forma física e/ou virtual, para facilitar a reutilização do conhecimento e assim evitar o desperdício de reinvenção. Na survey, houve duas verificações semelhantes e complementares. Uma delas é que há a reutilização de experiências de projetos passados, no entanto, muitas vezes esse conhecimento não está registrado, perdendo-se quando os funcionários saem da empresa. Deste modo, 95% dos respondentes afirmaram que na prática há a reutilização de experiências passadas, no entanto, o registro ocorre em 73% das empresas.

Acompanhar o projeto com certa frequência permite que as reações e mudanças necessárias sejam feitas em tempo. Nesse sentido, a cultura japonesa tem o hábito de fazer reuniões rápidas diárias para estabelecimento das metas e atualização do cronograma. Essas reuniões, chamadas de *Kentou*, são feitas em pé e duram em torno de 15 minutos. No Brasil, pôde-se perceber que 77% realizam reuniões semanais para aferir o desempenho do projeto (vide Figura 8). Visto que esse trabalho é um recorte da tese de Dal Forno (2012), na qual a survey foi detalhada e aplicada posteriormente em 12 estudos de casos, o tempo de duração de

um projeto inovador para o setor automotivo variou de 13 a 19 meses. Assim, um acompanhamento semanal mostra-se efetivo para o controle do escopo.

Figura 8 - Frequência de acompanhamento do projeto



Fonte: Próprio autor

Fazer a simulação virtual através de modelos digitais (CAD/CAM e outros *softwares* para modelagem) é importante para prever erros e interagir com o processo, reduzindo assim custos de protótipos físicos e tempo (Caputo e Pelagagge, 2008; Saliba, Zarg e Borg, 2010; Grant e Banomyong, 2010). Segundo Shamsuzzoha, Kyllönen e Helo (2009), a simulação virtual pode ocorrer para integrar fornecedor e manufatura, aumentar o valor percebido pelo cliente e acertar no desenvolvimento customizado. Um *software* para o cliente escolher o produto (customizar) e captar o valor no Design emocional é uma ferramenta que auxilia na colaboração.

A prototipagem virtual alinhada ao DFM/DFA e CAD/CAPP é útil para avaliar as características do produto, consumo de material, forma geométrica, acurácia, tolerância, parâmetros qualitativos e quantitativos (Bargelis, Kuosmanen e Stasiskis, 2009). Dentre os respondentes da survey, 86% afirmaram realizar a prática de simulação virtual.

O *kaizen* significa a busca constante pela melhoria. Essa prática é importante para verificar se há a preocupação em melhorar o processo continuamente, que foi confirmado através das 91% das respostas afirmativas.

Bilalis, Alvizos, Tsironis e Wassenhove (2007) citam que algumas métricas de gestão do conhecimento são a existência de iniciativas de processos de melhoria, processo formal de benchmarking contra outras empresas, documentação do desempenho de iniciativas do passado e horas investidas em treinamento por empregado. Ao analisar esse último na survey, 95% das empresas respondentes afirmaram ter investido em treinamento formal no último ano. No caso, o questionário foi aplicado no ano de 2011.

Para a avaliação da coerência interna do instrumento de pesquisa foi utilizado Alfa de Cronbach. Nesse trabalho, o valor encontrado foi igual a 0,99, que, conforme Hill and Hill (2008), é considerado como de excelente confiabilidade.

3. Conclusões

Para o setor da Autoindústria, as práticas mais fortes foram – ESI, padronização, utilização de *software*, biblioteca de projetos, melhoria contínua do processo e treinamento dos funcionários. De forma direta, 82% das empresas desse setor consideraram-se enxutas, porém somente 45% tem a prática do MFV e a implantação ocorre em um processo, geralmente a manufatura. A Tabela 2 mostra o resumo das questões.

Constructo	Subsistema	Resultado	%
Tipo de Projeto	Processo	Incremental	34
Utilização da abordagem Enxuta	Processo	Sim	82
Processos com Lean	Processo	1 processo	36
Ano que iniciou lean na empresa	Processo	2005 e 2010	33
Prática do MFV	Tecnologia	Sim	45
Envolvimento Inicial do Fornecedor (ESI)	Pessoas	Sim	95
Quantidade de Fornecedores	Tecnologia	Reduziu	41
Padronização do PDP	Processo	Sim	95
Arranjo Organizacional	Pessoas	Departamental	45
Voz do Consumidor	Tecnologia	Sim	68
Software para acompanhamento do cronograma	Tecnologia	Sim	100
Indicadores do PDP	Processo	Sim	86
Áreas envolvidas no PDP	Pessoas	Acima de 5	82
SBCE	Tecnologia	Sim	50

Valor do Cliente Interno	Pessoas	Sim	82
Registro das lições aprendidas	Processo	Sim	73
Biblioteca de projetos/histórico de projetos	Tecnologia	Sim	95
Frequência de acompanhamento do cronograma	Processo	Semanal	73
Simulação Virtual / Modelos Digitais	Ferramenta	Sim	73
Melhoria contínua do processo/ kaizen	Processo	Sim	91
Formação de funcionários / Treinamento	Pessoas	Sim	95

Tabela 2 – Resultado dos constructos

Fonte: Próprio autor

É possível concluir que as empresas estão começando a introduzir a abordagem enxuta no PDP, porém ainda há potenciais de aplicações de muitas práticas e princípios que precisam ocorrer de uma forma planejada e sistêmica. Mesmo com uma taxa de retorno boa da survey, os resultados não podem ser generalizados. É importante que a comunidade acadêmica e a empresarial continuem a desenvolver parcerias para aumentar a competitividade no âmbito do desenvolvimento de produtos, entregando produtos de valor e com um *time-to-market* cada vez menor.

Ainda, percebe-se que as empresas do Brasil passaram a considerar o desenvolvimento de produtos um negócio estratégico, alterando seu perfil de projetos *follow-source* para um país desenvolvedor, com características adequadas para o perfil do cliente e buscando a gestão enxuta dos processos.

Há um interesse mundial em conhecer as práticas do desenvolvimento enxuto e qual o seu impacto nas empresas. Nesse artigo o destaque foi para as grandes empresas do setor automotivo do Brasil. A visão em subsistemas facilita visualizar que as práticas relacionadas às Pessoas são as com maiores aplicações.

As sugestões para trabalhos futuros são:

- ✓ Adaptar o Método para pequenas e médias empresas que desenvolvem produtos;
- ✓ Incluir uma categoria ambiental, com questões que verifiquem práticas como a da remanufatura, eco-design, logística reversa;
- ✓ Incluir uma categoria focada em PSS – Sistemas Produto-Serviço;

- ✓ Desenvolver um benchmarking para avaliar se o processo logístico das empresas e processos administrativos são enxutos (Compras, RH, Financeiro, Vendas, Manutenção);
- ✓ Desenvolver um benchmarking estruturado para a aplicação enxuta em serviços – hospitais, bancos, restaurantes, construção civil, supermercados, lojas e centros de distribuição.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

REFERÊNCIAS

AHMED, S., AMAGOH, F. (2010), "Application of QFD in product development of a glass manufacturing company in Kazakhstan". **Benchmarking: an International Journal**, v.17, n.2, pp. 195-213.

BADURDEEN, F., WIJEKOON, K., MARKSBERRY, P. (2011), "An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for Lean transformations**". Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n.1, pp. 46-65.

BARGELIS, A., KUOSMANEN, P., STASISKIS, A. (2009), "Inteligent Interface Module of Process Capability among Product and Process Development Systems in Virtual Enviroment**". Journal of Mechanical Engineering**, v.55, pp.1-9.

BILALIS, N., ALVIZOS, E., TSIRONIS, L., WASSENHOVE, L. (2007), "Benchmarking the competitiveness of industrial sectors - application in textiles". **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 56, n.7., pp. 603-622.

BOYLE, T.A., SCHERRER-RATHJE, M. (2009), "An empirical examination of the best practices to ensure manufacturing flexibility: lean alignment". **Journal of Manufacturing Technology Management,** v. 20, n.3, pp. 348-366.

BROOKFIELD, J., LIU, R., MACDUFFIE, J.P. (2008), "Taiwan's bicycle industry: A-Team battles Chinese competition with innovation and cooperation". **Strategy & Leadership**, v.36, n.1, pp. 14-19.

CAPUTO, A.C., PELAGAGGE, P.M. (2008), "Effects of product design on assembly lines performances". **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n.6, pp. 726-749.

CHENG, H., CHEN, M., MAO, C. (2010), "The evolutionary process and collaboration in supply chains". **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n.3, pp. 453-474.

CHIANG, T. (2009), "The minimum cost PD process planning and control methodology with the consideration of resource time constraints and skill levels". **Concurrent Engineering**, v. 17, n. 4, pp. 257-266.

DAL FORNO, A.J. (2012) "**Método de Avaliação via benchmarking do Processo do Desenvolvimento Enxuto de Produtos**". Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina/Brasil. Disponível em [http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5471-T.pdf].

GRANT, D.B., BANOMYONG, R. (2010), "Design of closed-loop supply chain and product recovery management for fast-moving consumer goods". **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v.22, n.2, pp. 232-246.

HILL, M. M.; HILL, A. (2008), **Investigação por Questionário**. 2ª Edição. Lisboa: Silabo, Portugal, 377p.

KWOK, S.K., WU, K.K.W. (2009), "RFID-based intra-supply chain in textile industry". **Industrial Management & Data Systems**, v.109, n.9, pp. 1166-1178.

MEYBODI, M.Z. (2009), "Benchmarking performance measures in traditional and just in time companies". **Benchmarking: an International Journal**, v. 16, n. 1, pp. 88-102.

MORGAN, J.; LIKER, J. K. (2006) **The Toyota Product Development Process: Integrating People, Process and Technology**. Productivity Press: New York.

MOTTONEN, M., BELT, P., HARKONEN, J., LIN, B. (2009) "Managing requirements in ICT companies". **Business Process Management Journal**, v.15, n.6, pp. 968-989.

PARK, J., SHIN, K., CHANG, T., PARK, J. (2010) "An integrative framework for supplier relationship management". **Industrial Management & Data Systems**, v.110, n.4, pp. 495-515.

ROZENFELD, H. ET AL. (2006), **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. Saraiva: São Paulo, Brazil.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999), **Learning to see – Value Stream Mapping to add value and eliminate MUDA.** Lean Enterprise Institute: United States, 102 p.

SALIBA, M.A., ZARG, A.V., BORG, J.C. (2010) "A modular, reconfigurable end effector for the plastics industry". **Assembly Automation**, v.30, n.2, pp. 147-154.

SHAMSUZZOHA, A., KYLLÖNEN, S., HELO, P. (2009) "Collaborative customized product development framework". **Industrial Management & Data Systems**, v.109, n.5, pp. 718-735.

SINDIPEÇAS – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES (2013). Desempenho das Indústrias de Autopeças do Brasil 2013. Disponível em [http://www.sindipecas.org.br], acessado em 27/08/2013.

SMADI, S.A. (2009), "Kaizen strategy and the drive for competitiveness - challenges and opportunities". **Competitiveness Review: an International Business Journal**, v.19, n.3, pp. 203-211.

TEEHAN, R., TUCKER, W. (2010), "A simplified lean method to capture costumer voice". **International Journal of Quality and Service Sciences**, v.2, n.2, pp. 175-188.

ZELBST, P.J., GREEN JR., K.W., ABSHIRE, R.D., SOWER, V.E. (2010), "Relationships among market orientation, JIT, TQM, and agility". **Industrial Management & Data Systems,** v. 110, n.5, pp. 637-658.

ZOKAEI, K., HINES, P. (2007), "Achieving consumer focus in supply chains". **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.37, n.3, pp. 223-247.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. (1996). **Lean Thinking**. Free Press: New York.

Avaliação da utilização de ferramentas da produção enxuta numa cadeia de suprimentos da indústria farmacêutica brasileira

Marcio dos Santos Ferreira (UNINOVE) – masanfe@ig.com.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo avaliar a utilização de práticas de manufatura enxuta, de acordo com SAE J4000, em uma cadeia da indústria farmacêutica de abastecimento. Os dados foram coletados em quatro empresas: a fabricante, distribuidor e dois fornecedores. Os resultados mostram as empresas estão alinhados em somente um dos seis elementos do padrão.

Palavras-chave: SAE J4000, manufatura enxuta, a indústria farmacêutica, gestão da cadeia de suprimentos.

Abstract: This article aims to evaluate the use of lean manufacturing practices, according to SAE J4000, in a supply chain of the pharmaceutical industry. The data were collected in four companies: a manufacturer, a distributor and two suppliers. The results show companies are aligned in only one of the six elements of the standard.

Keywords: SAE J4000, lean manufacturing, pharmaceutical industry, supply chain management.

1. Introdução

A competição entre as empresas tem aumentado nos mercados internacional e nacional. Essa competição em um ambiente globalizado dá origem a uma "pressão competitiva", que impulsiona as empresas para a busca de mais eficiência nas suas operações bem como nos processos gerenciais. Observa-se que este fenômeno não está restrito apenas à indústria automotiva, antes pode ser verificado em outros segmentos como, de bens de consumo, alimentício, eletroeletrônico e mais recentemente na industrial farmacêutica.

Diversos autores, em pesquisas recentes, evidenciam que as organizações buscam melhorar a competitividade entre empresas, mas principalmente dentro da visão da cadeia de abastecimento, visando maximizar ganhos através da integração dos diversos elos produtivos. Dentre eles: Hsu (2009), Kim (2006), Chopra e Meidl (2003), Li (2005 e 2006).

Dentre inúmeros modelos de gestão replicáveis e com resultados positivos, encontram-se os conceitos, os princípios, os métodos e as técnicas desenvolvidos na Toyota Motor Company a partir de meados da década de 1940, e que deram origem ao que hoje é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) – rebatizado nos Estados Unidos como Sistema de

Produção Enxuta (Lean Manufacturing) – os quais não se limitaram aos limites de atuação da empresa. Pelo contrário, as idéias da Produção Enxuta foram desde muito cedo estendidas para a cadeia de suprimentos (Antunes, 2010). A percepção de que a competição não era somente entre empresas, mas entre as cadeias de suprimentos das empresas é uma fonte de inovação central para a indústria automobilística o que, ainda hoje, não é compreendido em muitos importantes círculos profissionais e acadêmicos.

Desde que Womack, em seu livro, a Máquina que Mudou o Mundo (1990), trouxe à luz evidências de que os princípios desenvolvidos pela Toyota poderiam ser replicados com excelentes resultados por outras indústrias fora das fronteiras japonesas, os princípios e as ferramentas propostas apresentados pelo modelo Enxuto, diversos segmentos industriais lançaram-se nesta jornada com evidências de ganhos e importantes resultados obtidos.

Neste artigo iremos abordar um estudo de caso direcionado à cadeia de suprimentos de uma indústria farmacêutica multinacional de grande porte e verificar como as práticas de produção enxuta, conforme descritas e organizadas pela norma SAE J4000, estão sendo aplicadas por este segmento ao longo da cadeia. Com isto não apenas pretende-se ver as evidências de aplicação das práticas Lean como também o alinhamento entre os diversos elos desta cadeia. Para este estudo o nível de aplicação das práticas Lean foi observado na fabricante principal da cadeia, em dois fornecedores de grande importância conforme critérios que serão mencionados no devido tempo, e na unidade principal de distribuição, responsável pelos estoques e distribuição até as redes varejistas.

No item 2 será feita uma breve revisão literária, subdividido nos itens 2.1 que resume os princípios enxutos, item 2.2 voltado para conceitos relativos à Cadeia de Suprimentos e o conceito de Virtual Unidade de Negócio, item 2.3 abordando a Sociedade de Engenheiros Automotivos (SAE), item 2.4 irá apresentar a estrutura da norma SAE J4000 utilizada neste artigo e o item 2.5 que traz alguns dados e números relativos à indústria farmacêutica no Brasil, alvo deste estudo. No item 3 será feita a apresentação do método utilizado, contendo todas as fases utilizadas, desde o preparo dos estudos, elaboração dos critérios para seleção dos elos da cadeia de suprimentos, obtenção dos dados, organização das informações e apresentação de resultados. No item 4 apresentados os resultados obtidos na forma de resumo geral bem como a análise de variância (ANOVA fator único) das amostras. No item 5 serão elaboradas algumas considerações finais com base na observação dos resultados apresentados.

2. Revisão literária

2.1. O sistema enxuto de produção

Desde que o sucesso da Toyota como empresa foi mundialmente reconhecido diversos autores tentaram organizar e explicar o que é o Sistema de Produção Enxuta, quais seus princípios e conceitos, suas ferramentas e como implementá-las além de criar roteiros para que as empresa pudessem ter resultados semelhantes. Entretanto, mesmo após mais de 40 anos desde o início do uso desde modelo de gestão pela empresa japonesa, ainda há a falta de um pleno entendimento (uma vez que nem todas as empresas conseguem o mesmo resultado), principalmente fora do ambiente automotivo. (LIKER, 2007)

Inicialmente gostaria de abordar o termo enxuto em si (do inglês Lean). O sistema foi chamado de Enxuto, pois, ao final da aplicação dos seus princípios e ferramentas, visa-se obter um processo que opere:

- ✓ Requerendo menos investimento;
- ✓ Usando menos material;
- ✓ Demandando menos estoques;
- ✓ Necessitando de menos espaço e, eventualmente,
- ✓ Produzindo com menos pessoas.

O sistema, criado na década de 1940 e aperfeiçoado por mais de 20 anos, foi concebido pelo então engenheiro de produção Taichi Ohno. Quando Ohno foi questionado sobre como a Toyota estava conseguindo seus excelentes resultados, o mesmo disse: “tudo o que estamos fazendo é olhando na linha do tempo, a partir do momento em que o cliente coloca seu pedido até o momento em que coletamos o dinheiro”. (OHNO, 1988).

Além de princípios e conceito encontrados no modelo enxuto, que visam obter o máximo da confiança entre pessoas e empresas, trabalho em equipe e colocam os processos no centro da atenção (e não o resultado), o sistema procura eliminar continuamente a relação de 7 desperdícios (OHNO, 1998), a saber:

- ✓ Transporte;
- ✓ Espera;

- ✓ Superprodução;
- ✓ Defeito e retrabalho;
- ✓ Inventário;
- ✓ Movimentação;
- ✓ Processos excessivos.

Como resultado da aplicação das ferramentas propostas pelo sistema se obtém a redução contínua das perdas acima descritas e desta forma as empresa podem reduzir drasticamente seus custos operacionais, além de:

- ✓ Fornecer maior valor aos clientes;
- ✓ Reduzir Lead Time (ou neste contexto tempo de processamento entre o pedido e a entrega do bem ou serviço);
- ✓ Focar na absoluta eliminação do desperdício, especialmente na perda de inventário. (WILSON, 2010)

Dentre as principais ferramentas contidas do sistema, menciona-se com grande freqüência:

- ✓ Fluxo de produção celular, usando sistema de produção puxada;
- ✓ Uso de sistemas de produção sincronizados e balanceados;
- ✓ Produção conforme a taxa média de demanda, TAKT TIME;
- ✓ Uso de Kanban para reduzir o inventário;
- ✓ Taxa e Mix de produção nivelada para minimizar o inventário;
- ✓ Uso de estoque de Ciclo/Buffer/Segurança para lidar com variações internas e externas (enquanto a velocidade nas células é mantida estável). (WILSON, 2010)

2.2. Cadeia de abastecimento e virtuais unidades de negócio

Cadeia de abastecimento pode ser definida como um grupo de empresas que fornecem todos os processos necessários para a fabricação de um bem acabado (DAVIS, AQUILANO E CHASE, 2001).

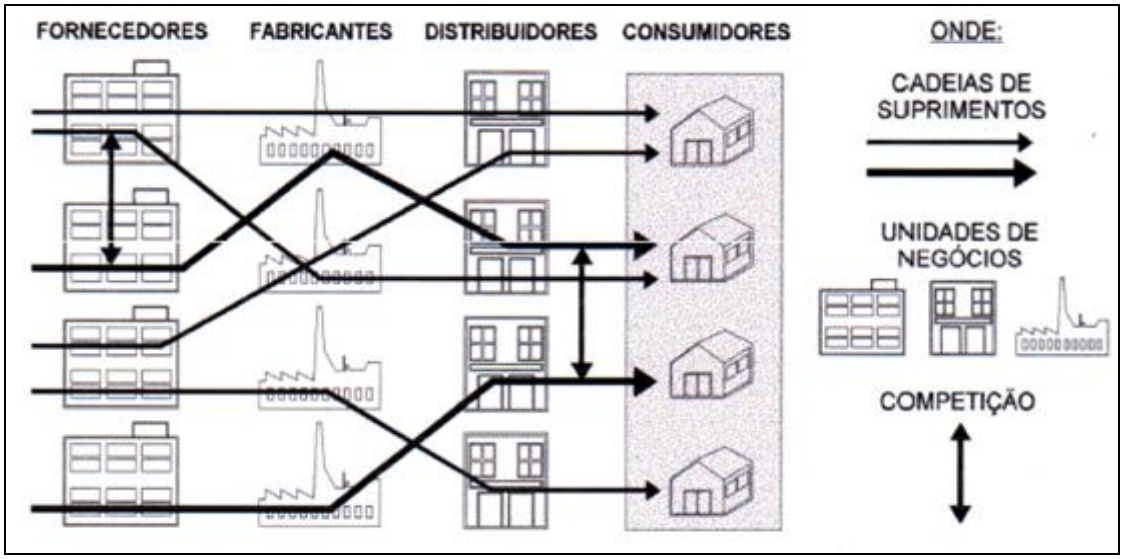
Dentro do conceito de cadeia de suprimentos as empresas buscam a maximização dos ganhos através de uma melhor integração entre os elos da cadeia e através de ações de gestão integrada da cadeia de suprimentos.

"A **gestão da cadeia de suprimentos** é a integração dos processos chaves do negócio para o usuário final através de fornecedores diretos que fornecem produtos, serviços e informação, que adicionam valor aos clientes" (LAMBERT *et al.* 1998).

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) incorpora múltiplos processos e atividades de fornecedores a clientes. (SOON E UDIN)

Desta forma constata-se que a competição ocorre no nível das cadeias produtivas, nas chamadas Virtuais Unidades de Negócio, e não no nível das unidades de negócio.

Figura 1 – Virtuais Unidades de Negócio e Competição entre Cadeias.



Fonte: O autor

Para Kim (2006), a gestão da cadeia de suprimentos visa melhorar o desempenho competitivo através da integração eficaz das funções internas dentro de uma empresa ligando-as com as operações externas de fornecedores, clientes e membros de outro canal.

Segundo Ordoobadi (2009), a gestão apropriada da cadeia de suprimentos é a chave do sucesso de toda a empresa.

2.3. SAE (Society of Automotive Engineers)

Com o objetivo de trazer aos leitores deste artigo informações sobre a norma utilizada para apoiar esta pesquisa, as seguintes informações podem ser localizadas no site institucional da SAE Brasil, a saber:

A SAE BRASIL é uma associação sem fins lucrativos que congrega pessoas físicas (engenheiros, técnicos e executivos) unidas pela missão comum de disseminar técnicas e conhecimentos relativos à tecnologia da mobilidade em suas variadas formas: terrestre, marítima e aeroespacial.

A SAE BRASIL foi fundada em 1991 por executivos dos segmentos automotivos e aeroespaciais, conscientes da necessidade de se abrirem as fronteiras do conhecimento para os profissionais brasileiros da mobilidade, em face da integração do País ao processo de globalização da economia, ora em seu início, naquele período. Desde então, a SAE BRASIL tem experimentado extraordinário crescimento, totalizando mais de 5 mil associados e 10 seções regionais distribuídas desde o Nordeste até o extremo Sul do Brasil, constituindo-se hoje na mais importante sociedade de engenharia do Brasil.

A SAE BRASIL é filiada à SAE International, uma associação com os mesmos fins e objetivos fundada em 1905, nos Estados Unidos, por líderes de grande visão da indústria automotiva e da então nascente indústria aeronáutica, dentre os quais se destacam Henry Ford, Thomas Edison e Orville Wright e tem se constituído, em mais de 100 anos de existência, em uma das principais fontes de normas e padrões relativas aos setores automotivo e aeroespacial em todo o mundo, com mais de 5 mil normas geradas e 85 mil sócios distribuídos em 93 países. (Fonte WWW.SAE.ORG.BR)

2.4 Norma SAE J4000

SAE J4000 é uma ferramenta para identificar e medir as melhores práticas na implementação da operação enxuta em uma organização de manufatura. Implementação da operação enxuta é definida como o processo de eliminação de desperdícios em um fluxo de valor da organização. Melhores práticas neste processo é a conduta de nível 3, conforme descrito em declarações da norma de componentes. A descrição dos níveis de implementação é: Nível 1 O item não está implementado ou há grandes inconsistências na implementação. Nível 2 O ítem está implementado, porém há pequenas inconsistências na implementação. Nível 3, O ítem está implementado de forma plena e eficaz. Nível 4 O ítem está totalmente implementado, de forma efetiva e apresenta melhora em execução ao longo dos últimos 12 meses.

Por motivos de proibição explicita nos termos e condições de uso da norma, este artigo não poderá publicar o conteúdo, apenas um resumo quanto a estrutura e número de questões contidas, conforme segue:

A seção principal da norma é composta de 52 componentes divididos em 6 elementos que avaliam o grau de implantação dos princípios de operações enxutas em uma empresa (DURAN & BATOCCHIO, 2001).

- Elemento 4 (Ética e organização). 12 componentes que visam verificar o comprometimento da direção e alta gerência junto ao Sistema e se as iniciativas existentes estão sendo implementadas junto ao planejamento estratégico da organização. Este planejamento deve ser seguido por ações e dos resultados obtidos, de forma a evidenciar progressos e sucessos obtidos pela organização;

- Elemento 5 (Pessoas e RH). 13 componentes que buscam evidenciar o nível de participação de todos da organização para o sucesso do Sistema, buscando demonstrar o nível de tomada de decisão de forma coletiva e participativa

- Elemento 6 (Sistema de Informação). 4 componentes que procuram constatar se a empresa garante o acesso seguro e estruturado às informações necessárias a tomada de decisão para eliminar desperdícios.

- Elemento 7 (Relação Cliente/Fornecedor e Organização). 4 componentes que avaliam a relação de parceria entre fornecedor, organização e cliente, verificando o envolvimento destes no desenvolvimento de produtos e o estabelecimento de parcerias duradouras;

- Elemento 8 (Produto e Gestão do Produto). 6 componentes que procuram avaliar o uso de ferramentas ligadas à gestão do ciclo de vida de produto e a utilização de equipes multidisciplinares com competências específicas para o desenvolvimento de novos produtos.

- Elemento 9 (Produto e Fluxo de Processos). 13 componentes voltados ao uso de ferramentas aplicadas a área da engenharia, e que objetivam a obtenção de um fluxo de produção sincronizada e alinhada com as necessidades dos clientes. (SATOLO e CALERGE, 2007)

Embora esta norma tenha sido criada e aplicada, em grande parte, dentro do setor automotivo o questionário refere-se a verificação do uso de uma metodologia de uso comum, a qual te sido usada com excelentes resultados fora deste ambiente. Desta forma pretende-se

usá-la na verificação em uma cadeia de produtos farmacêuticos, conforme melhor explicado nos capítulos subsequentes.

2.5 A indústria farmacêutica no Brasil

A indústria farmacêutica no Brasil teve seu início e desenvolvimento no período entre 1890 e 1950, mais tarde, portanto do que a observada em países europeus que já no século XIX, os avanços notáveis observados neste segmento. (STEFANINI, MACHADO E CHIAVENATO, 2012).

O Estado brasileiro desempenhou um papel importante no início do desenvolvimento da indústria farmacêutica para incentivar e prover recursos para algumas das primeiras empresas.

Hoje se verifica que algumas empresas brasileiras têm tido sucesso na produção de medicamentos para atender o mercado interno e para exportação. (RIBEIRO, 2000).

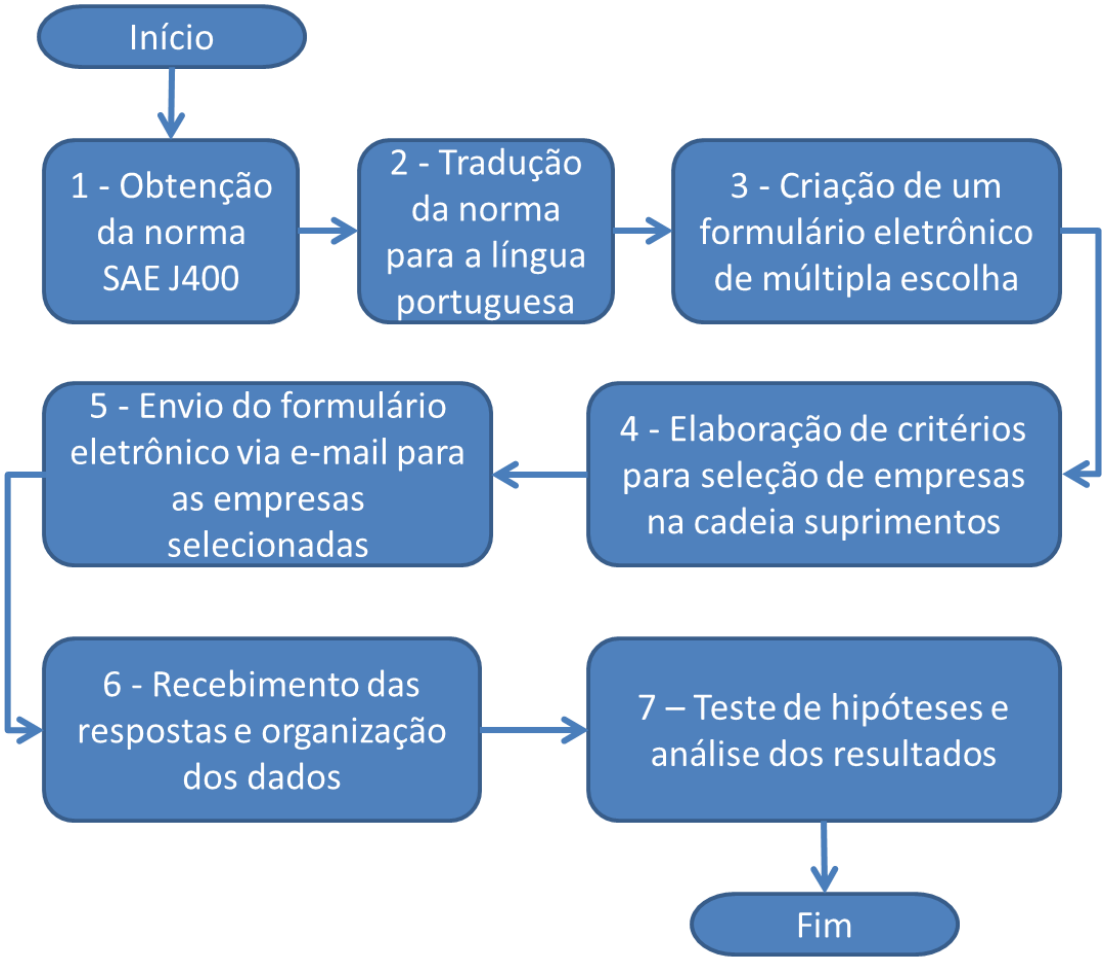
De acordo com a Indústria farmacêutica Brasileira há aproximadamente 369 empresas na operação indústria farmacêuticas no Brasil, 17% delas de capital estrangeiro e 83% de capital nacional. Concentrada principalmente no sudeste, gerando algo em torno de 50.000 empregos diretos e 250.000 indiretos (ABIFARMA, 2000).

De acordo com a Abifarma cerca de US$ 4 trilhões de dólares serão adicionados no mercado farmacêutico mundial nos próximos cinco anos. No Brasil, o mercado farmacêutico representa US$ 10 Bilhões, o que confere ao Brasil o 9º lugar, impulsionando pelo número de genérico. (ABIFARMA, 2012)

3. Método

O Método utilizado nesta pesquisa seguiu os passos descritos no fluxo abaixo, os quais serão explicados em seguida.

Figura 2 – Fluxograma representativo do método utilizado



.

Fonte: O autor

3.1 Obtenção da norma SAE J4000_199908

Para uso neste artigo, uma cópia da norma SAE J4000, foi obtida diretamente da página STANDARDS. SAE.ORG/J4000_199908. A norma adquirida foi originalmente publicada em 31 de Agosto de 1999. O Arquivo para download possui 66k bytes de tamanho é foi obtida ao curso de US$ 66,00 (valores de Setembro/2012).

3.2 Tradução da norma SAE J4000_199908

Para facilitar o processo de obtenção de dados e participação efetiva por parte das empresas respondentes julgou-se necessário a tradução na norma SAE J4000, originalmente

na língua inglesa, para o português. Desta forma o entendimento em relação aos itens da norma foi acelerado e obteve-se melhor compreensão.

3.3 Criação de um formulário eletrônico de múltipla escolha

Para facilitar o processo de coleta e organização dos dados obtidos julgou-se necessário a construção de um formulário, feito em planilha de EXCEL 2007, com extensão XLS, em formato de múltipla escolha e legenda explicativa em conformidade com o conteúdo original. Vide figura abaixo:

Figura 3 – Formulário de múltipla escolha (Conteúdo não divulgado)

Avaliação da Aderência às Práticas de Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing)

Baseado na norma SAE - J4000, publicada em Agosto de 1999

Legenda
1 - O ítem não está presente e há grandes inconsistências na implantanção
2 - O ítem está presente com incosistências menores na implantação
3 - O ítem é totalmente existente com implantação efetiva.
4 - O ítem é totalmente existente, com implantação efetiva e apresenta melhorias em execução nos últimos 12 meses

Data da Avaliação	**DD/MM/AAAA**

4 - Gestores / Confiança		Avaliação			
Item	Descrição	1	2	3	4
4.1		○	◉	○	○

Fonte: O autor

3.4 Elaboração de critérios para a seleção de empresas na cadeia de suprimentos

Para este artigo as empresa focadas e escolhidas para participar da pesquisa estão localizadas no Brasil (Fornecedores nacionais) e estão localizadas em três elos da cadeia de produção farmacêutica, a saber, o fabricante principal, dois fornecedores de 1ª camada, selecionados conforme dois critérios descritos abaixo e o principal distribuidor da cadeia.

3.4.1 1º Critério de seleção de fornecedor

Observou-se primeiramente o fornecedor que abastece o fabricante principal com o item (Stock Keeping Unit – SKU) de maior volume de fornecimento anual. Neste caso dentre todos os itens adquiridos, verificou-se que as embalagens são os itens de maior volume.

O fabricante principal informou que aproximadamente 90% das embalagens são fornecidas por empresas nacionais ou multinacionais com unidades instaladas no Brasil.

Dentre os itens de fornecimento nacional verificou-se que uma única SKU é responsável por 26% do total do volume fornecido. Para este critério foi o fornecedor deste item foi selecionado para responder a pesquisa frente a este critério.

3.4.2 2º Critério de seleção de fornecedor

Neste critério, o custo por unidade foi a maneira pela qual o segundo fornecedor participante da pesquisa foi selecionado. O fabricante principal informe que possui 430 SKU´s de matérias-primas, compreendidas entre itens contendo o princípio ativo do medicamento bem como demais substâncias necessárias para a fabricação dos produtos (líquidos e sólidos) à serem envasados ou embalados. Dentre os 430 itens, a empresa fabricante informa que 360 são de fornecimento local e 70 de importação direta. A empresa também informa que, dentre todas as SKU´s, o principal item nacional em termos de custo concentra 28% do custo total de matérias primas nacional. Para este critério, este foi o fornecedor respondente.

3.4 Envio dos formulários via e-mail para as empresas selecionadas

Aplicado os critérios acima descritos, e-mails foram enviados no período de 10 à 12 de Setembro de 2012, diretamente para os principais gestores da produção ou operações destas unidades, no total de 4 mensagens auto-explicativas com o formulário em anexo, 1 para o fornecedor do item de maior volume, 1 para o fornecedor do item de maior custo concentrado por item, 1 para o fabricante principal e 1 para o responsável pelo centro de distribuição.

3.5 Recebimento das respostas e organização dos dados

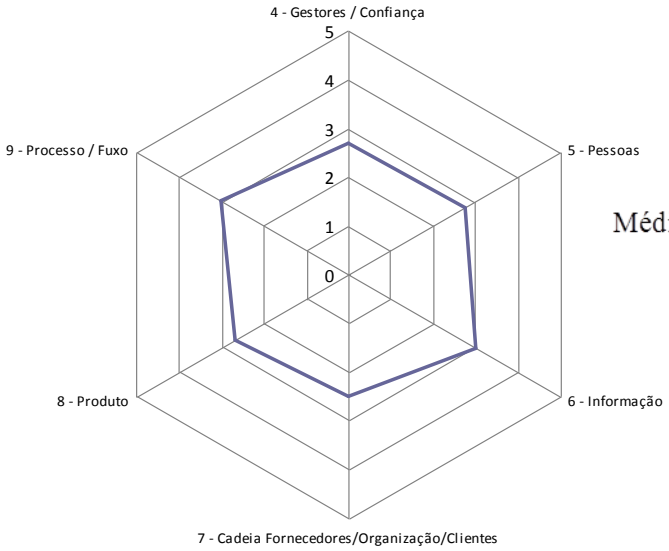
As respostas foram enviadas no período de 14 à 20 de Setembro de 2012, sendo que o fabricante principal respondeu no dia 14, o fornecedor do item de maior custo dia 18, o distribuidor no dia 18 e o fornecedor do item de maior volume dia 20 de Setembro de 2012.

4. Resultados obtidos e discussões

Após o recebimento dos formulários respondidos pelos participantes, seguem os panoramas gerais.

4.1 Resultado qualitativo do fornecedor critério custo

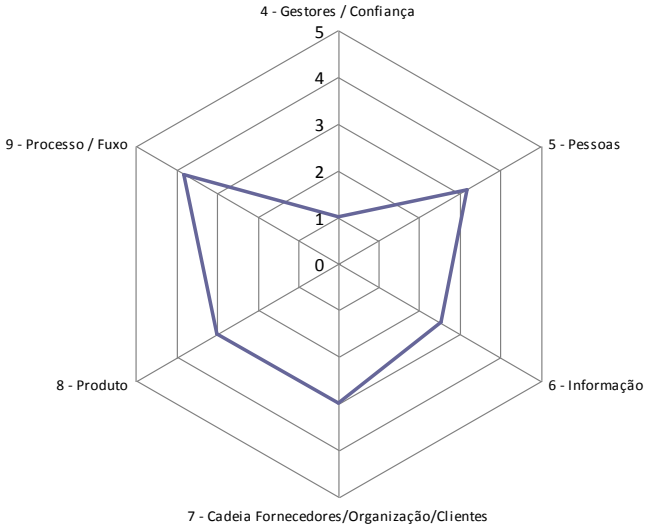
Figura 4 – Gráfico do resultado geral, fornecedor critério custo



Fonte: O autor

4.2 Resultado qualitativo do fornecedor critério volume

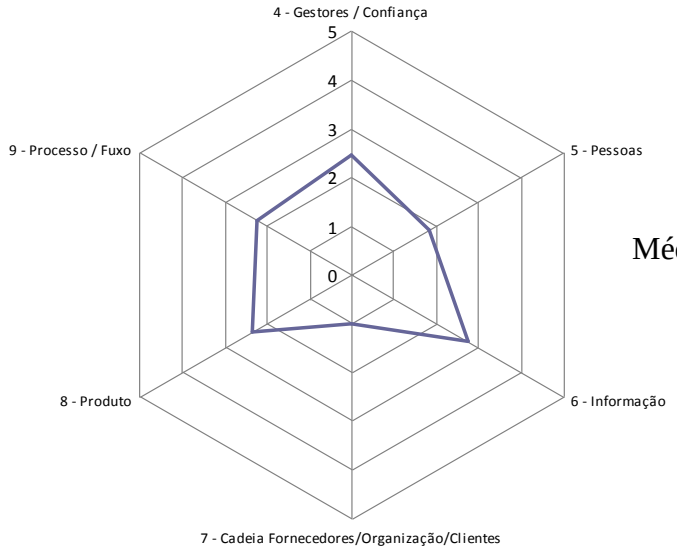
Figura 5 – Gráfico do resultado geral, fornecedor critério volume



Fonte: O autor

4.3 Resultado qualitativo do fabricante principal

Figura 6 – Gráfico do resultado geral, fabricante principal

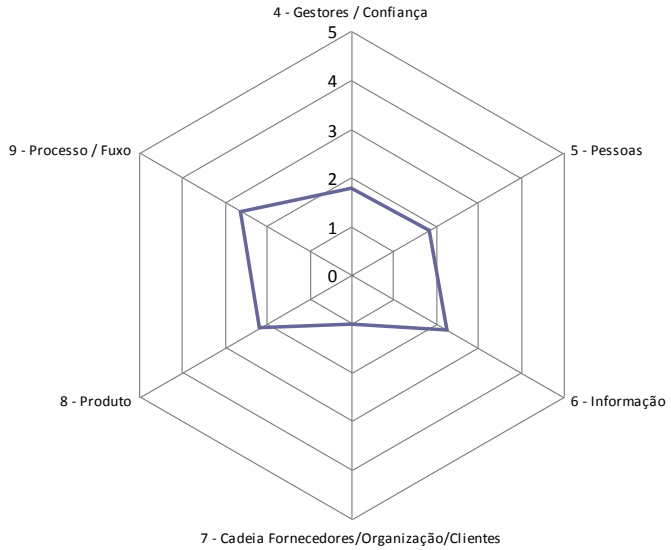


Média dos elementos = 2,10

Fonte: O autor

4.4 Resultado qualitativo do distribuidor

Figura 7 – Gráfico do resultado geral, distribuidor



Fonte: O autor

4.5 Discussões

Os resultados demonstram que dentre as empresas estudadas o Fabricante com maior custo foi quem apresentou melhor desempenho em relação à aplicação das práticas Lean, com média de 2,77. O distribuidor foi quem apresentou o pior desempenho, com média de 1,94. A possível justificativa para estes resultados, principalmente em relação ao desempenho do distribuidor é o fato de haver uma enorme pressão para manutenção de altos índices de estoques de produtos acabados. Na eventual ausência de produtos no distribuidor o consumidor poderia migrar para outras marcas.

Para a análise de variância foi observado que, para os elementos 4,5,6,7 e 9, não há indícios de que a hipótese Ho possa ser aceita (pvalue < α =0,05) , ou seja, não há indícios de haver alinhamento na prática do uso de princípios e ferramentas Lean descritos pela norma SAE J4000 para estes elementos.

Para o elemento 8 (Produto), constatou-se que há fortes indícios de que a hipótese Ho possa ser aceita, ou seja, de que há alinhamento por parte das empresas que participaram da pesquisa quanto ao uso de princípios e ferramentas Lean descritos pela norma SAE J4000.

5. Considerações finais

Os resultados demonstraram que em apenas em um dos seis elementos descritos na norma as quatro empresas estão alinhadas quanto à implementação das ferramentas da produção enxuta, o que demonstra alinhamento estratégico apenas neste componente.

Este estudo teve como principal limitação o número de empresas participantes, apenas quatro. Para um melhor entendimento sobre o real comportamento da cadeia produtiva como um todo se recomenda uma maior amostragem quanto ao número de empresas participantes.

Outra oportunidade verificada é analisar a possibilidade de maior alinhamento entre grupos de empresas em uma mesma camada ou ainda verificar se o alinhamento possui comportamento distinto entre elos da cadeia, por exemplo, fabricante/fornecedores ou fabricante/distribuidores.

6. Referências bibliográficas

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Bookman, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Editora Campos, 1992.

LIKER, J. K.; MEIER, D.**O Modelo Toyota – Manual de Aplicação.** Bookman**,** 2007.

ANTUNE, J. **Sistemas de Produção – Conceitos e Práticas para Projetos e Gestão da Produção Enxuta**. Bookman, 2008.

WILSON, L. **How to Implement Lean Manufacturing**. MC Graw Hill, 2010.

JABOUR, A.B.L.S.; FILHO, A. G. A.; BACKX, A.; VIANA, N.; JABOUR, C. J. C. Emerald **Article: Relationships between company size, production system and supply chain: Evidence from electro-electronics sector in Brazil.** Journal of Advances in Management Research, 2011.

SOON, Q. H.; UDIN, Z. M. **Supply chain management from the perspective of value Chain flexibility: an exploratory study.** Emerald, 2011.

ORDOOBADI, S. M. Emerald **Article: Development of a supplier selection model using fuzzy logic.** Emerald, 2009.

SATORO, E. G.; CALARGE, F. A. **Determinação do Grau de Aderência ao Sistema Lean Production para Empresas da Indústria Automobilística: Um Estudo Tipo.** Enegep, 2007.

SAE. SAE J4000: **Identification and measurement of best practice in implementation of lean operation.Warrendale**, PA, Society for Automotive Engineers, 1999a.

STEFANINI, C. J.; MACHADO, N. F. L.;CHIAVENATO, L.M **Demanda da Indústria Farmacêutica: Um Estudo sobre a Demanda Visando Alcançar Vantagem Competitiva. Revista académica de economia**, 2012.

Avaliação fatores chave implementação *lean office*

Daniella Martins Nunes (UNISINOS) – daninunes.eng@gmail.com
Karla Faccio (UNISINOS) – kfaccio@unisinos.br

Resumo: O *lean office* adapta os conceitos e ferramentas do *lean* para as atividades e processos administrativos. A finalidade é a redução de custos, eliminar esforços desnecessários, aumentar a capacidade de resposta ao cliente e melhorar a rentabilidade global da empresa. O objetivo deste trabalho é avaliar cinco fatores chaves de sucesso para implementação do *lean office*, comparando as áreas fabril e não fabril em organizações que possuam *lean* implementado em algum nível. Para tanto, foi desenvolvido um *survey*, que foi postado no site LinkedIn, para profissionais das áreas de Melhoria Contínua e Lean. Foram obtidos 172 respostas válidas de diversos países. Os dados coletados mostram a importância dos cinco fatores para o sucesso do lean e as diferenças entre as áreas fabris e não fabris..

Palavras-chave: *lean office, survey, fatores chave*

Abstract: The lean office adapts the concepts and tools of lean to administrative processes. The purpose is cost reduction, eliminate unnecessary efforts, and improve customer responsiveness and the company global profitability. The objective of this paper is evaluate five key success factors to implement lean office, comparing the industrial e non industrial areas in companies which have lean implemented in some level. For that, was developed a survey, which was posted on LinkedIn, for Continuous Improvement and Lean professionals. The survey achieved 172 valid answers from many countries. The data collected highlights the importance of the five factors to lean success and the differences between industrial and non industrial areas.

Keywords: *lean office, survey, key factors*

1. Introdução

O comportamento do consumidor é influenciado pelo cenário político e econômico. Desta forma, as empresas devem adaptar seus processos e modelos de negócio para sobreviver às transformações do mercado. No contexto da gestão da produção, a indústria automotiva é inegavelmente a principal responsável pelas inovações. Iniciando com o sistema de Ford que, na década de 20, conduziu a fabricação artesanal de automóveis para a produção em massa. As décadas seguintes foram marcadas por um período de crescimento industrial acelerado. Sendo assim, uma época propícia para a produção em massa, dado que a demanda era maior que a oferta, com isso todos os produtos colocados à venda encontravam

compradores. Assim, a produção em massa e o consumo em massa geravam ganhos de escala (ANTUNES, 2008).

A crise do petróleo, em 1973, gerou recessão e escassez de recursos em diversos países. Deste modo, houve uma alteração na relação entre a demanda e oferta e, a lógica de ganhos em escala tornou-se incompatível com este cenário. Neste contexto, o consumidor passa a ditar regras e a escolher entre modelos e fabricantes. Assim, nasce uma necessidade de flexibilização da produção que permitisse a fabricação de lotes menores e produtos diferenciados para atender ao novo perfil do consumidor (ANTUNES, 2008; WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Neste período de crise, a indústria japonesa Toyota manteve seu desenvolvimento, mesmo enquanto o Japão enfrentava taxas de crescimento próximo à zero. Este desempenho chamou atenção das demais indústrias. O sistema de produção desenvolvido pela Toyota tem foco na identificação e eliminação de desperdícios gerando a maximização do fluxo produtivo, tornando econômica a produção de um item de cada vez, sendo assim estratégia essencial ao novo mercado. O Sistema Toyota de Produção (STP) aparece como resposta à necessidade de flexibilização das indústrias. Em consequência, durante o período pós-crise, a Toyota tornou-se muito mais competitiva comparada às indústrias europeias e norte-americanas que mantinham seus sistemas de produção em massa inalterados (OHNO, 1997; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). A publicação do livro *The Machine That Changed the World*, na década de 80, teve por objetivo disseminar os conceitos do STP no ocidente utilizando o termo *Lean Manufacturing*

Mais recentemente, a globalização e os avanços tecnológicos introduziram diferentes características ao mercado. Estas características ocasionam consumidores mais exigentes e com expectativas mais altas. As expectativas vão além do produto em si, consumidores passam a analisar a relação custo benefício e os serviços agregados ao produto, como prazos de entrega, pós venda e garantia (TENÓRIO, 2007).

Esse cenário exige das empresas inovações em outras áreas além do sistema de produção. As áreas ligadas diretamente ao cliente permitem agregar valor ao produto podendo influenciar na decisão de compra do consumidor. Ainda, as áreas administrativas e de apoio a gestão são essenciais para o funcionamento da empresa e representam grande parte dos custos operacionais. Segundo Tapping e Shuker (2010, p. 1), “é válido considerar que 60% a 80% de

todos os custos envolvidos para satisfazer a demanda de um cliente [...] é uma função administrativa". Assim, verifica-se a necessidade de aumentar a eficácia destes processos e eliminar atividades que não agregam valor como forma de alcançar diferencial competitivo frente aos concorrentes (TAPPING; SHUKER, 2010).

O sucesso alcançado com o *lean* nas áreas produtivas pode ser repetido nas áreas e processos administrativos para promover melhorias através da identificação e eliminação de desperdícios. Uma vez que existem diferenças entre os processos do chão de fábrica e processos administrativos são necessárias adaptações ou simplificações dos conceitos para aplicação nos processos administrativos. Assim, o *lean office* utiliza os conceitos e ferramentas do *lean* adaptados aos processos administrativos.

O objetivo deste trabalho é avaliar cinco fatores chaves de sucesso para implementação do *lean office*, comparando estes fatores em organizações que possuem *lean* implementado em algum nível.

2. Metodologia

Para este estudo será realizado um *survey* do tipo exploratório com desenho interseccional com o objetivo de gerar conhecimento sobre o tema e sendo a coleta de dados em um único intervalo de tempo (BABBIE, 2003).

O *survey* foi dividido em três seções de acordo com os objetivos específicos: dados demográficos, status da jornada *lean*, fatores chaves. Para a avaliação dos fatores chaves de sucesso as questões elaboradas comparam a posição das organizações em relação ao *lean* no chão de fábrica, áreas de apoio e áreas de suporte (**Quadro 1**).

Quadro 1 - Definição das áreas adotadas no *survey*

(1) chão-de-fábrica:	atividades de transformação de matéria prima em produto acabado e/ou para entrega do serviço ao cliente;
(2) áreas de apoio:	envolvem as atividades primárias relacionadas ao produto (vendas, logística interna, distribuição, projeto e desenvolvimento, garantia, etc.);
(3) áreas de suporte:	envolvem as atividades de suporte a organização e a produção (recursos humanos, financeiro, controladoria, compras, gestão, etc.).

Fonte: Elaborado pela autora

A amostragem utilizada foi a não probabilística, uma vez que não é possível determinar o número exato de empresas que possuem o *lean* implementado. A sua utilização é

conveniente quando toda a população não está disponível ou não é conhecida. Ainda, a amostragem não probabilística é menos dispendiosa, mais rápida e apesar das suas limitações apresenta contribuições nos estudos nos quais é empregada (MIGUEL, 2010; OLIVEIRA, 2001).

A pesquisa e seu objetivo foram divulgados pela rede social *Linkedin* em grupos relacionados aos seguintes assuntos: *Melhoria Contínua, Lean, Lean Office, Engenharia de Produção e Qualidade*. O *survey* recebeu 221 acessos, sendo 54 nacionais e 167 internacionais. Questionários incompletos foram excluídos da análise de dados.

Com o intuito de avaliar a fidedignidade do questionário, ou seja, verificar se o instrumento consegue medir ou inferir o que se propõe, utilizou-se o coeficiente Alfa de Cronbach. Considerou-se as 67 questões da terceira seção do questionário que tratam dos fatores chaves no sucesso da implementação do *lean*. O resultado encontrado foi α=0,971, o que representa alta fidedignidade (FREITAS; RODRIGUES, 2005).

3. Referencial teórico

O *lean* pode ser definido como uma filosofia de gestão que busca entregar valor, pela perspectiva do cliente, otimizando a utilização de recursos. A estratégia é diminuir o lead time entre o pedido do cliente e a entrega, eliminando todos os desperdícios. Dessa forma, a empresa torna-se mais competitiva e a satisfação do cliente aumenta. (WOMACK; JONES, 1998).

A principal ideia é enxergar que o valor do cliente é criado pelas ações de muitas pessoas diferentes em muitos departamentos e organizações. Ligando esses processos em um único fluxo de valor para cada família de produtos aparecem muitas oportunidades para otimizar o fluxo, eliminando atividades que não criam valor e alinhando o fluxo com a demanda do cliente (WOMACK; JONES, 1998).

Os cinco princípios do *lean* orientam para identificar o valor pela perspectiva do cliente; mapear a cadeia de valor para o produto e fazer fluir continuamente todos os processos que criam valor, deixando que o cliente puxe o produto de acordo com a necessidade. Por fim, a busca da perfeição acontece na medida em que o sistema puxado evolui e, os obstáculos que impedem o fluxo contínuo aparecem e os desperdícios são eliminados, o produto ou serviço fica mais próximo da real necessidade do cliente (WOMACK; JONES, 1998).

Existem diversos casos de sucesso do *lean* em áreas industriais. No entanto, os processos administrativos são negligenciados e assim, não são percebidos os resultados e ganhos possíveis de serem alcançados nessas áreas (LOCHER, 2011). Os processos administrativos existem em todos os modelos e áreas de negócio mesmo assim, muitas empresas focam apenas na manufatura (GREEF et al., 2012). O próximo passo das empresas é considerar os processos não fabris que tem passado despercebidos (GONÇALVES, 2000).

McManus (2005) propõe reimaginar os princípios para adequar aos processos administrativos, que normalmente são processos intermediários e interdependentes e que devem ser mais eficientes apenas para facilitar o desempenho da operação fabril. O **Quadro 2** apresenta diferenças na aplicação dos cinco princípios do *lean* na manufatura e nos processos administrativos.

Quadro 2 - Aplicação dos princípios *lean* na Manufatura x Processos Administrativos

Princípios	Manufatura	Processos Administrativos
Valor	Visível em cada etapa, objetivos definidos.	Difícil de ser identificado, com objetivos variáveis.
Fluxo de valor	Materiais e partes	Informação e conhecimento
Fluxo	Interações são desperdícios	Interações planejadas devem ser eficientes
Sistema puxado	Guiadas pelo tempo *takt*	Guiadas pela necessidade da organização
Perfeição	Repetição dos processos sem erros	Processos possibilitam melhoria da organização

Fonte: Adaptado de McManus (2005)

Em um processo administrativo as atividades estão relacionadas à "criação, captação, triagem, armazenamento, distribuição, uso e descarte de informação", correspondendo a um fluxo de informações (GONÇALVES, 2000; GREEF et al., 2012, p. 168). Um fluxo de informações falho gera dificuldades na conclusão das tarefas e desmotiva os funcionários acarretando em resultados negativos (TAPPING; SHUKER, 2010).

Nas áreas administrativas é comum encontrar processos desarticulados no qual as tarefas são individualizadas ocorrendo atrasos e problemas de comunicação. Ainda, existem processos com grande volume de atividades manuais, gerando alta intensidade de trabalho e necessidade de muitas pessoas. Além disso, sistemas de informação que são incompatíveis

com o processo acarretam no uso do tempo para extrair informações e efetuar cálculos manuais. A interação entre as áreas ao longo do fluxo é difícil de ser transposta devido à visão de departamentos e funções. A alta variabilidade dos processos dificulta a padronização e decorrente estabilização do processo (GREEF et al., 2012; TAPPING; SHUKER, 2010; WOMACK; JONES, 1998). Estas características acarretam em inconsistências e má qualidade da informação necessitando de tempo extra para correções (LOCHER, 2011).

Do mesmo modo, por vezes as pessoas da área administrativa não estão familiarizadas com as técnicas e ferramentas para aumento de eficiência, comuns nas áreas fabris, uma vez que os processos administrativos raramente são analisados em busca de melhorias. As organizações tendem a fazer mudanças isoladas em departamentos ou funções, não enxergando o fluxo de trabalho e informações (LOCHER, 2011).

Em síntese, todos os itens apresentados mostram que a natureza do trabalho administrativo é diferente da manufatura principalmente porque possui etapas intangíveis que se traduzem em alta variação do processo e imprevisibilidade da demanda (LOCHER, 2011). O *lean office* é uma poderosa metodologia para melhorar processos administrativos ineficientes e "eliminar toda variação dos processos existentes em sua área administrativa" (GREEF et al, 2012; KEYTE; LOCHER, 2004; TAPPING; SHUKER, 2010).

A adesão ao *lean office* aumenta a eficiência dos processos, identificando áreas com problemas e utilizando ferramentas adequadas para eliminar desperdícios, o que reduz custos com a otimização do trabalho e simplificação dos processos, além de gerar vantagem competitiva (CHEN; COX, 2012; GREEF et al, 2012; KEYTE; LOCHER, 2004; TAPPING; SHUKER, 2010).

A literatura apresenta diversos fatores inibidores do sucesso do *lean* nas organizações. Por exemplo, Scherer (2012) analisou 161 artigos que tratam da implementação do *lean* e identificou 14 fatores de risco ao sucesso na manufatura. Após, realizou uma análise bidimensional destes fatores de acordo com a abrangência e a natureza da atividade, apresentada no **Quadro 3**. É interessante perceber que 78,54% (11 fatores) estão relacionados a atividades de suporte internas.

Quadro 3 - Análise bidimensional dos fatores de risco quanto à abrangência e natureza da atividade

Fonte: Scherer (2012, p. 34)

As pesquisas de Saurin et al. (2010) e do Lean Enterprise Institute (MARCHWINSKI, 2007) incluem outros fatores de influência no insucesso na implementação do *lean*, como: dificuldade de quantificar os ganhos financeiros (10,08% e 4,90% respectivamente), fracassos em tentativas passadas (7,56% e 3,30%) e, a falta de recursos financeiros (9,24% e 2,30%).

Serão considerados cinco fatores chave: liderança, treinamento e conhecimento, abordagem, cultura organizacional e pessoas. A escolha destes cinco fatores é decorrente do entendimento que os demais são consequência da falha destes.

4. Resultados

Os dados coletados com a aplicação do *survey* serão apresentados em grupos: nacional, internacional e geral, que contempla o somatório dos dois anteriores. A seguir, é apresentada a análise descritiva dos dados de cada seção do questionário.

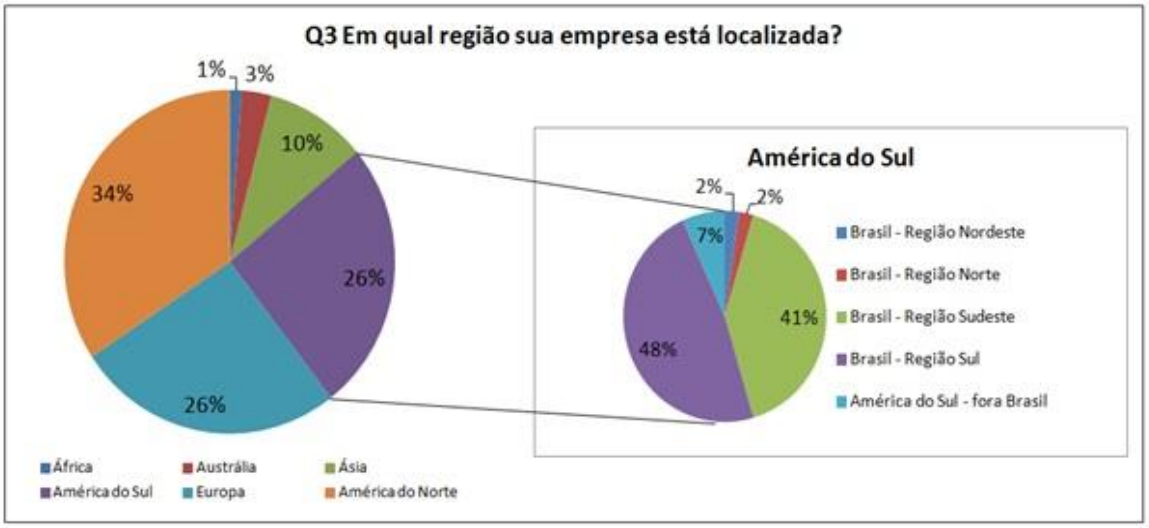
5.1 Dados demográficos

Os dados demográficos visam identificar características dos entrevistados com relação à área de atuação, porte da empresa e localização geográfica. Desta forma, das 172 respostas consideradas como válidas para este estudo, 41 respondentes estão localizados (**Figura 1**) no

Brasil (nacional) e 131 respondentes estão localizados em diversas partes do mundo (internacional). A **Figura 2** ilustra o número de funcionários das empresas.

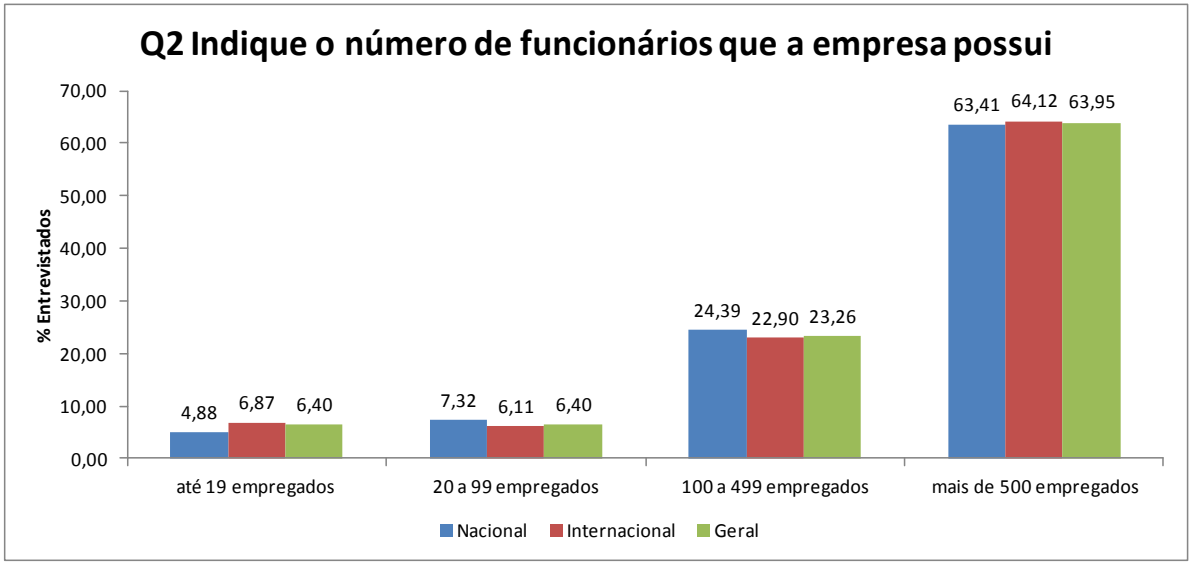
Existe uma diversidade dos setores dos entrevistados que estão divididos em 36 áreas. Cinco setores representam 50% do geral: 19,77% aeroespacial, 11,05% aeronáutica, 7,56% agroalimentar, agroquímico e alimentício ambos com 5,81%. Percebe-se que os princípios do *lean* podem ser aplicados a qualquer área e tipo de processo, conforme Womack e Jones (1998) afirmaram.

Figura 1 - Localização geográfica dos respondentes



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2 - Número de funcionários na empresa do entrevistado

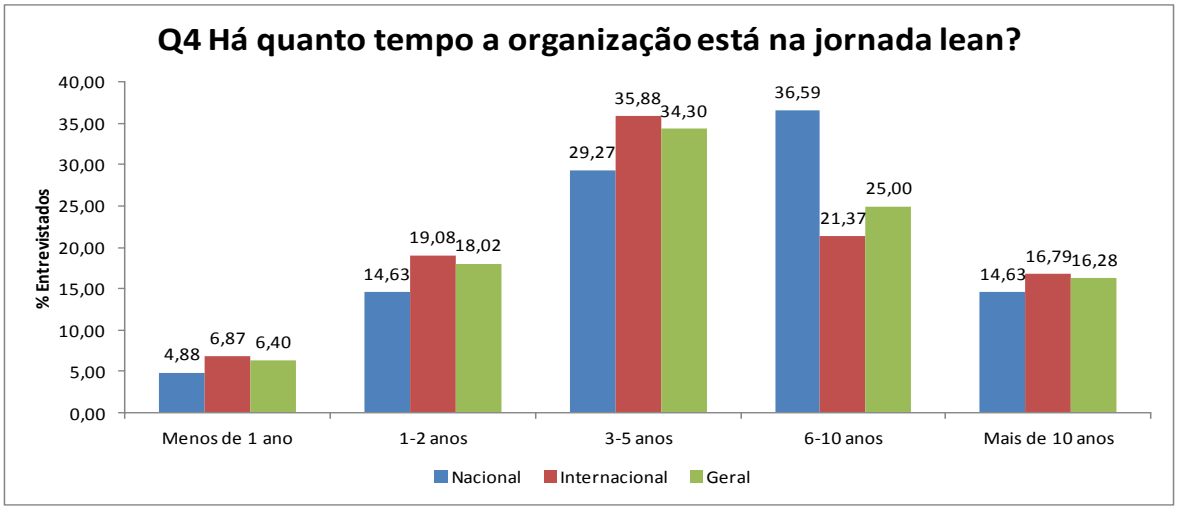


Fonte: Elaborado pela autora

5.2 Status da jornada lean

A questão que identifica há quanto tempo a organização está na jornada *lean* (**Figura 3**) foi considerada eliminatória e com isso, a resposta "Não iniciou a jornada" foram excluídas da análise.

Figura 3 - Tempo que a organização do entrevistado está na jornada lean



Fonte: Elaborado pela autora

Quando questionados sobre o status da implementação (**Tabela 1**), apenas 1 entrevistado considera sua empresa completamente *lean*. Cerca de 29,65% dos entrevistados

aponta sucesso principalmente no chão de fábrica com alguns projetos nas demais áreas da organização.

Status da implementação	Nacional		Internacional		Geral	
	N. Entrev	% Entrev	N. Entrev	% Entrev	N. Entrev	% Entrev
Nenhum pouco *lean*			1	0,76	1	0,58
Início da transformação - conversas e planos iniciais	2	4,88	10	7,63	12	6,98
Sucesso em algumas áreas pilotos	9	21,95	27	20,61	36	20,93
Sucesso parcial	9	21,95	29	22,14	38	22,09
Sucesso principalmente no chão de fábrica com alguns projetos nas demais áreas	14	34,15	37	28,24	51	29,65
Sucesso na maioria das áreas da organização	7	17,07	26	19,85	33	19,19
Completamente *lean* e em constante busca da perfeição			1	0,76	1	0,58
Total	**41**	**100,00**	**131**	**100,00**	**172**	**100,00**

Tabela 1 - Percepção do status da implementação do *lean* na organização

Fonte: Elaborado pela autora

As áreas onde foram realizados mais projetos de melhorias (**Tabela 2**), entre os respondentes internacionais são Marketing (76,15%), P&D (45,38%) e Laboratórios (39,23%); e entre os brasileiros, a Produção (95,12%), Logística Interna (60,98%) e P&D (53,66%).

Área	Nacional		Internacional		Geral	
	N. Citações*	% Respondentes**	N. Citações*	% Respondentes**	N. Citações*	% Respondentes**
Marketing	6	14,63%	99	**76,15%**	105	**61,40%**
Projeto e desenvolvimento	22	**53,66%**	59	**45,38%**	81	**47,37%**
Produção - chão de fábrica	39	**95,12%**	37	28,46%	76	**44,44%**
Laboratório	9	21,95%	51	**39,23%**	60	35,09%
RH	11	26,83%	48	36,92%	59	34,50%
Financeiro	13	31,71%	43	33,08%	56	32,75%
Logística externa / distribuição	9	21,95%	46	35,38%	55	32,16%
Controladoria fiscal	9	21,95%	40	30,77%	49	28,65%
Comercial	13	31,71%	34	26,15%	47	27,49%
Compras	14	34,15%	25	19,23%	39	22,81%
Logística interna	25	**60,98%**	12	9,23%	37	21,64%
Qualidade	21	51,22%	12	9,23%	33	19,30%
Almoxarifado	20	48,78%	10	7,69%	30	17,54%
Gestão	13	31,71%	12	9,23%	25	14,62%
Assistência técnica / pós venda	11	26,83%	5	3,85%	16	9,36%
Total de citações	**235**		**533**		**768**	

Tabela 2 - Áreas onde foram realizados projetos de melhoria

Fonte: Elaborado pela autora

5.3 Fatores chave de sucesso

Na seção Cultura Organizacional (**Tabela 3**) as questões em que houve menor concordância com a afirmação são referentes ao reconhecimento dos funcionários pelas sugestões dadas, (42,69%) e, ao alinhamento dos objetivos estratégicos com o *lean* (41,18%). Entre os respondentes internacionais, estes mesmos pontos aparecem com 48,46% e 43,41% respectivamente, e ainda pode-se incluir a questão sobre motivar as pessoas a identificar e eliminar desperdícios (42,75%). No âmbito nacional, os itens de maior discordância têm relação com o alinhamento dos objetivos estratégicos (34,15%) e a alta gestão entender e se importar com o *lean* (31,71%).

Questões	Nacional		Internacional		Geral	
	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT
Os funcionários são reconhecidos pelas sugestões dadas	75,61	24,39	51,54	**48,46**	57,31	**42,69**
Os objetivos estratégicos estão alinhados com a cultura lean	65,85	**34,15**	56,59	**43,41**	58,82	**41,18**
As pessoas são motivadas a identificar e eliminar desperdícios	73,17	26,83	57,25	42,75	61,05	38,95
A alta gestão entende e se importa com o lean	68,29	**31,71**	63,36	36,64	64,53	35,47
Os projetos de melhoria são levados adiante	90,24	9,76	69,47	30,53	74,42	25,58
As ideias/sugestões dadas são valorizadas pela organização	82,93	17,07	73,08	26,92	75,44	24,56
A empresa possui um programa de ideias/sugestões para projetos de melhoria	85,37	14,63	80,92	19,08	81,98	18,02

CT: Concordo Totalmente, C: Concordo; N: Neutro; D: Discordo; DT: Discordo Totalmente

Tabela 3 - Resumo da seção Cultura Organizacional
Fonte: Elaborado pela autora

A análise dos dados da seção Liderança (**Tabela 4**) demonstra uma diferença na percepção dos entrevistados quando comparamos as três áreas. A maioria dos entrevistados (65,29%) concorda que os líderes do chão de fábrica são agentes de mudança da transformação *lean.* De modo geral, apenas 36,63% e 37,43%, acreditam que os líderes das áreas de Suporte e Apoio, respectivamente, são agentes de transformação.

Ainda, nota-se que os resultados envolvendo a liderança do Chão de Fábrica foram melhores em todas as questões quando comparadas às áreas de Suporte e Apoio. Para o Chão de Fábrica, o maior problema na opinião dos entrevistados (38,24%), é atender o fluxo de valor trabalhando em conjunto com as demais áreas. Outro ponto a considerar, é que no resultado geral nenhuma das afirmações relacionadas às áreas de Apoio e Suporte teve um percentual de concordância maior que 50%.

Questões	Nacional		Internacional		Geral	
	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT
Os líderes dessas áreas são agentes de mudança da transformação lean. (A. suporte)	19,51	**80,49**	41,98	**58,02**	36,63	**63,37**
Os líderes dessas áreas são agentes de mudança da transformação lean. (A. apoio)	37,50	**62,50**	37,40	**62,60**	37,43	**62,57**
Os líderes dessas áreas buscam atender o fluxo de valor trabalhando em conjunto com os demais departamentos e funções. (A. apoio)	46,34	53,66	35,38	**64,62**	38,01	**61,99**
Os líderes dessas áreas entendem o conceito de fluxo de valor. (A. suporte)	39,02	**60,98**	44,53	55,47	43,20	56,80
Os líderes dessas áreas buscam atender o fluxo de valor trabalhando em conjunto com os demais departamentos e funções. (A. suporte)	41,46	58,54	44,19	55,81	43,53	56,47
Os líderes dessas áreas entendem o conceito de fluxo de valor. (A. apoio)	53,66	46,34	43,51	56,49	45,93	54,07
Os líderes dessas áreas conhecem e se importam com o lean. (A. suporte)	51,22	48,78	48,46	51,54	49,12	50,88
Os líderes dessas áreas conhecem e se importam com o lean. (A. apoio)	58,54	41,46	46,92	53,08	49,71	50,29
A comunicação dos líderes com seus subordinados é efetiva e clara	63,41	36,59	46,51	53,49	50,59	49,41
Os líderes visitam frequentemente o local de trabalho (gemba)	65,85	34,15	49,61	50,39	53,53	46,47
Os líderes dessas áreas buscam atender o fluxo de valor trabalhando em conjunto com os demais departamentos e funções. (Chão de fábrica)	68,29	31,71	59,69	40,31	61,76	38,24
Os líderes da organização criam um forte senso de propósito ou missão	60,98	39,02	65,38	34,62	64,33	35,67
Os líderes dessas áreas são agentes de mudança da transformação lean. (Chão de fábrica)	75,61	24,39	62,02	37,98	65,29	34,71
Os líderes dessas áreas entendem o conceito de fluxo de valor. (Chão de fábrica)	75,61	24,39	64,62	35,38	67,25	32,75
Os líderes dessas áreas conhecem e se importam com o lean. (Chão de fábrica)	87,80	12,20	68,99	31,01	73,53	26,47

CT: Concordo Totalmente, C: Concordo; N: Neutro; D: Discordo; DT: Discordo Totalmente

Tabela 4 - Resumo da seção Liderança

Fonte: Elaborado pela autora.

Na seção Abordagem (**Tabela 5**), o ponto onde o maior número de entrevistados não concorda com a afirmação foi na questão do uso do MFV para enxergar desperdícios nos processos administrativos. Mais de 50% dos entrevistados não concorda que as áreas de Apoio e Suporte trabalham em conjunto com as demais para eliminar desperdícios e alcançar melhorias no fluxo. Além disso, mais uma vez, percebe-se que os pontos de maior concordância dos entrevistados estão relacionados ao Chão de Fábrica.

Questões	Nacional		Internacional		Geral	
	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT
O mapeamento do fluxo de valor é usado para enxergar os desperdícios dos processos administrativos	47,5	**52,5**	43,51	**56,49**	44,44	**55,56**
Essa área trabalha em conjunto com as demais áreas, conforme as interações do processo, para eliminar desperdícios e identificar melhorias no fluxo. (A. Suporte)	37,5	**62,5**	51,15	48,85	47,95	**52,05**
Essa área trabalha em conjunto com as demais áreas, conforme as interações do processo, para eliminar desperdícios e identificar melhorias no fluxo. (A. Apoio)	55	45	48,09	**51,91**	49,71	**50,29**
Os problemas identificados nessas áreas são tratados utilizando uma metodologia de análise e solução de problemas com tratativa da causa raiz. (A. Apoio)	52,5	47,5	49,61	50,39	50,3	49,7
Essas áreas possuem indicadores com metas definidas e que buscam a melhoria contínua. (A. Apoio)	65	35	48,85	**51,15**	52,63	47,37
Os problemas identificados nessas áreas são tratados utilizando uma metodologia de análise e solução de problemas com tratativa da causa raiz. (A. Suporte)	47,5	**52,5**	54,26	45,74	52,66	47,34
Essas áreas possuem indicadores com metas definidas e que buscam a melhoria contínua. (A. Suporte)	57,5	42,5	52,67	47,33	53,8	46,2
De modo geral, a organização utiliza o mapeamento do fluxo de valor para enxergar os desperdícios	65	35	53,44	46,56	56,14	43,86
Essa área trabalha em conjunto com as demais áreas, conforme as interações do processo, para eliminar desperdícios e identificar melhorias no fluxo. (Chão de fábrica)	80	20	66,92	33,08	70	30
Os problemas identificados nessas áreas são tratados utilizando uma metodologia de análise e solução de problemas com tratativa da causa raiz. (Chão de fábrica)	85	15	73,44	26,56	76,19	23,81
São definidas metas claras e mensuráveis para cada projeto	87,5	12,5	76,34	23,66	78,95	21,05
Essas áreas possuem indicadores com metas definidas e que buscam a melhoria contínua. (Chão de fábrica)	90	10	78,46	21,54	81,18	18,82
Os projetos de melhoria seguem uma metodologia definida para implementação	92,5	7,5	80,92	19,08	83,63	16,37

CT: Concordo Totalmente, C: Concordo; N: Neutro; D: Discordo; DT: Discordo Totalmente

Tabela 5 – Resumo da seção Abordagem

Fonte: Elaborado pela autora.

Na seção Treinamento e Conhecimento, as questões nas quais houve menor concordância estão ligadas as pessoas das áreas de Suporte e Apoio. A maioria dos entrevistados acredita que as pessoas dessas áreas não conhecem os sete desperdícios e as ferramentas para eliminá-los.

Questões	Nacional		Internacional		Geral	
	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT
As pessoas dessa área conhecem e combatem os sete desperdícios. (A. Suporte)	30,77	**69,23**	46,51	**53,49**	42,86	**57,14**
Pessoas dessas áreas conhecem e utilizam as ferramentas do *lean* para eliminar desperdícios. (A Suporte)	42,11	**57,89**	46,51	**53,49**	45,51	**54,49**
As pessoas dessa área conhecem e combatem os sete desperdícios. (A Apoio)	61,54	38,46	44,53	**55,47**	48,50	**51,50**
Pessoas dessas áreas conhecem e utilizam as ferramentas do *lean* para eliminar desperdícios. (A Apoio)	74,36	25,64	47,29	52,71	53,57	46,43
As pessoas dessa área conhecem e usam a metodologia da organização para análise e solução de problemas. (A Apoio)	62,50	37,50	51,15	48,85	53,80	46,20
As pessoas dessa área conhecem e usam a metodologia da organização para análise e solução de problemas. (A Suporte)	50,00	**50,00**	55,73	44,27	54,39	45,61
Essa área utiliza funcionários polivantes (A Suporte)	60,53	39,47	53,08	46,92	54,76	45,24
Essa área utiliza funcionários polivantes (A Apoio)	66,67	33,33	54,20	45,80	57,06	42,94
Pessoas dessas áreas são envolvidas em kaizens/projetos de melhoria realizados na organização. (A Suporte)	69,23	30,77	62,02	37,98	63,69	36,31
Pessoas dessas áreas são envolvidas em kaizens/projetos de melhoria realizados na organização. (A Apoio)	87,18	12,82	59,69	40,31	66,07	33,93
As pessoas dessa área receberam treinamento sobre os princípios do *lean* no último ano. (A Apoio)	65,00	35,00	66,41	33,59	66,08	33,92
As pessoas dessa área receberam treinamento sobre os princípios do *lean* no último ano. (A Suporte)	56,41	43,59	69,47	30,53	66,47	33,53
As pessoas dessa área conhecem e usam a metodologia da organização para análise e solução de problemas. (Chão de fábrica)	77,50	22,50	66,15	33,85	68,82	31,18
As pessoas dessa área conhecem e combatem os sete desperdícios. (Chão de fábrica)	79,49	20,51	66,67	33,33	69,64	30,36
Pessoas dessas áreas conhecem e utilizam as ferramentas do *lean* para eliminar desperdícios. (Chão de fábrica)	84,62	15,38	67,19	32,81	71,26	28,74
Essa área utiliza funcionários polivantes (Chão de fábrica)	82,05	17,95	72,31	27,69	74,56	25,44
As pessoas dessa área receberam treinamento sobre os princípios do lean no último ano. (Chão de fábrica)	82,50	17,50	77,69	22,31	78,82	21,18
Pessoas dessas áreas são envolvidas em kaizens/projetos de melhoria realizados na organização. (Chão de fábrica)	92,31	7,69	79,69	20,31	82,63	17,37

CT: Concordo Totalmente, C: Concordo; N: Neutro; D: Discordo; DT: Discordo Totalmente

Tabela 6 – Resumo da seção Treinamento e Conhecimento

Fonte: Elaborado pela autora.

Na seção Pessoas (**Tabela 7**) novamente, percebe-se a diferença entre o resultado do Chão de Fábrica e das áreas de Suporte e Apoio. O ponto mais frágil na opinião da maioria dos entrevistados refere-se às pessoas das áreas de Suporte (60,71%) e Apoio (52,66%) não acreditarem que as ferramentas do *lean* são aplicáveis as suas atividades.

Note-se que as questões referentes à resistência a mudança tem conotação negativa, assim não podem ser comparadas as demais, sendo apresentadas em separado e classificadas pelo percentual alcançado com respostas "concordo" e "concordo totalmente". Mesmo nesse ponto, os entrevistados consideram que as pessoas do Chão de Fábrica são menos resistentes á mudança comparadas às áreas de Apoio e Suporte.

Questões	Nacional		Internacional		Geral	
	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT
As pessoas dessas áreas acreditam que as ferramentas do *lean* são aplicáveis ao seu trabalho. (A. Suporte)	40,00	**60,00**	39,06	**60,94**	39,29	**60,71**
As pessoas dessas áreas acreditam que as ferramentas do *lean* são aplicáveis ao seu trabalho. (A. Apoio)	65,00	35,00	41,86	**58,14**	47,34	**52,66**
As pessoas dessas áreas frequentemente se envolvem em projetos de melhoria. (A. Suporte)	48,72	**51,28**	51,54	48,46	50,89	**49,11**
A empresa reconhece quem está comprometido com a melhoria contínua	69,23	30,77	50,00	**50,00**	54,44	45,56
As pessoas dessas áreas frequentemente se envolvem em projetos de melhoria. (A. Apoio)	69,23	30,77	53,08	46,92	56,80	43,20
A participação em projetos de melhoria é um dos fatores avaliados no desempenho do funcionário	58,97	**41,03**	57,69	42,31	57,99	42,01
As pessoas dessas áreas se preocupam com a qualidade, custo e prazo relacionado às suas atividades. (A. Apoio)	76,92	23,08	58,14	41,86	62,50	37,50
As pessoas dessas áreas se preocupam com a qualidade, custo e prazo relacionado às suas atividades. (A. Suporte)	71,05	28,95	62,02	37,98	64,07	35,93
As pessoas dessas áreas acreditam que as ferramentas do lean são aplicáveis ao seu trabalho. (Chão de fábrica)	82,50	17,50	65,12	34,88	69,23	30,77
As pessoas dessas áreas frequentemente se envolvem em projetos de melhoria. (Chão de fábrica)	82,05	17,95	71,32	28,68	73,81	26,19
As pessoas dessas áreas se preocupam com a qualidade, custo e prazo relacionado às suas atividades. (Chão de fábrica)	87,18	12,82	81,40	18,60	82,74	17,26
Questões* (com conotação negativa)	**Nacional**		**Internacional**		**Geral**	
	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT	C+CT	N+D+DT
As pessoas dessas áreas são resistentes à mudança. (A. Suporte)	51,28	48,72	47,29	52,71	**48,21**	51,79
As pessoas dessas áreas são resistentes à mudança. (A. Apoio)	41,03	58,97	46,51	53,49	**45,24**	54,76
As pessoas dessas áreas são resistentes à mudança. (Chão de fábrica)	38,46	61,54	39,84	60,16	**39,52**	60,48

CT: Concordo Totalmente, C: Concordo; N: Neutro; D: Discordo; DT: Discordo Totalmente

Tabela 7 – Resumo da seção Pessoas

Fonte: Elaborado pela autora.

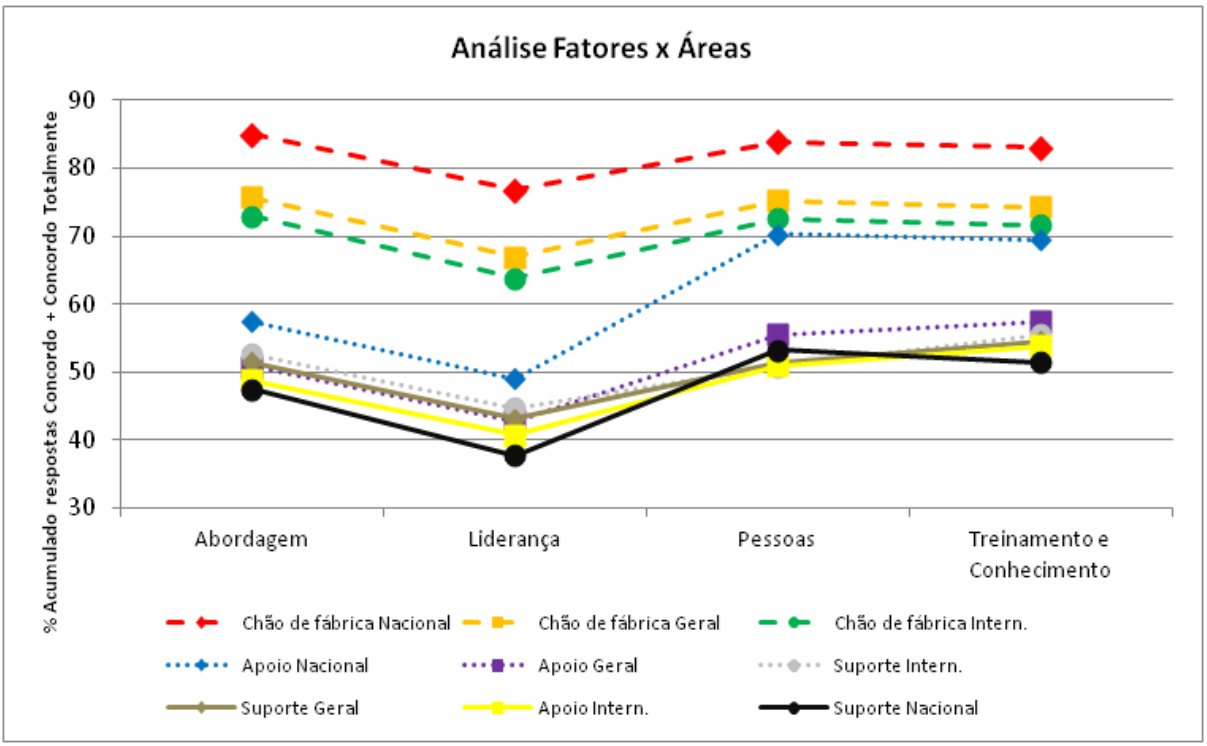
5.4 Análise fatores chave

Em primeiro lugar, chama a atenção o fato de que, embora mais de 75% dos entrevistados informou estar na jornada *lean* há mais de três anos, apenas 19,77% acredita ter sucesso na maioria das áreas ou total.

É notória a diferença entre todos os fatores quando comparamos os resultados entre chão de fábrica e as áreas de apoio e suporte. Para verificar se existe diferença significativa entre as três áreas, foram verificadas as questões que comparam o mesmo critério por meio do teste estatístico não-paramétrico de Friedman, o qual realiza um teste de comparação de grupos relacionados (SIEGEL, 1975, p. 189). Para todas as questões testadas, as respostas referentes ao chão de fábrica são diferentes, a 5% de significância, das respostas para as áreas de suporte e de apoio.

Para comparar os fatores chave e o seu desenvolvimento dentro de cada área pode-se observar a **Figura 4**, a qual ilustra os resultados médios de cada fator por área. O fator cultura organizacional por ser genérico, não aparece nessa análise. Claramente confirma-se que o chão de fábrica se destaca com resultados positivos em todos os quatro fatores.

Figura 4 - Resultado médio de cada fator x Áreas



Fonte: Elaborado pela autora

Em síntese, o fator liderança é o ponto fundamental para o sucesso, os líderes precisam ser o exemplo da mudança que se espera. Fica claro que para o sucesso do lean a organização deve estar com seus objetivos estratégicos alinhados promovendo uma cultura lean, dessa forma seus líderes estarão engajados e as pessoas motivadas (GREEF; FREITAS; ROMANEL, 2012; TAPPING; SHUKER, 2010). Nesse contexto, a liderança assume papel fundamental na disseminação da cultura *lean*.

5. Conclusão

O tema deste trabalho é o *lean office*, que busca traduzir os conceitos *lean*, tão utilizados na produção, para as áreas e processos administrativos. Como objetivo principal buscou-se identificar as dificuldades de implementação do *lean office*, através da análise de cinco fatores considerados chave para o sucesso da implementação do *lean*: cultura organizacional, liderança, abordagem, treinamento e conhecimento e pessoas.

Os itens em que os entrevistados apontam as maiores divergências são relacionados às áreas de apoio e suporte. O primeiro ponto de desacordo está relacionado aos líderes das áreas de apoio e suporte não serem agentes de mudança na transformação *lean*. Em seguida, os entrevistados acreditam que os líderes das áreas de apoio têm dificuldade em atender o fluxo de valor trabalhando em conjunto com os demais departamentos e funções. Ainda, podem-se destacar como ponto fraco das áreas de suporte, as pessoas dessas áreas não identificam aplicação das ferramentas *lean* em suas atividades e com isso não combatem os sete desperdícios.

É interessante destacar, que existiram algumas diferenças relevantes entre os resultados dos entrevistados nacionais e internacionais como, por exemplo, o interesse dos respondentes internacionais na área de marketing, enquanto entre os brasileiros é a área de menor representatividade. Além disso, os resultados nacionais foram mais positivos quando comparados aos internacionais, com exceção da área de suporte que teve no âmbito nacional o pior resultado.

A análise dos dados coletados demonstra que por se tratar de uma filosofia de gestão, a organização precisa estar comprometida a adotar uma cultura *lean*, e não somente utilizar suas técnicas e ferramentas. Assim, a implementação exige uma quebra de paradigma, principalmente gerencial, uma vez que a mudança deve ocorrer de cima para baixo e deve

envolver todos os níveis. Este é o primeiro desafio para adotar uma cultura enxuta (LIKER, 2005).

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção - Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

BABBIE, Earl. **Métodos de pesquisa *survey***. 2a. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

CHEN, Joseph C.; COX, Ronald A. **Value stream management for lean office - A case study**. American Journal of Industrial and Business Management, v. 02, n. 02, p. 17–29, 2012. Disponível em: <http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/ajibm.2012.22004>. Acesso em: 6 mar. 2013.

FREITAS, André Luís Policani; RODRIGUES, Sidilene Gonçalves. **A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach.** Simpep - Simpósio de Engenharia de Produção, v. XII, 2005.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As empresas são grandes coleções de processos.** RAE - Revista de Administração de Empresas, p. 6–19, 2000.

GREEF, Ana Carolina; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; ROMANEL, Fabiano Barreto. **Lean office: Operação, gerenciamento e tecnologias.** 1a. ed. São Paulo: Atlas, 2012. p. 223

KEYTE, Beau; LOCHER, Drew. **The complete lean enterprise - Value stream mapping for administrative and office process.** New York: Productivity Press, 2004. p. 160

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota - 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 316

LOCHER, Drew. **Lean office and service simplified - The definitive how-to guide.** 1a. ed. Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis Group, 2011.

MARCHWINSKI, Chet. **New survey: Middle managers are biggest obstacle to lean enterprise**. Disponível em: <www.lean.org>. Acesso em: 19 maio 2013.

MCMANUS, Hugh L. **Product development value stream mapping (PDVSM) Manual**. Cambridge: [s.n.], 2005. Disponível em: <http://lean.mit.edu/downloads/doc_download/1090-product-development-value-stream-mapping-manual>.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** 1a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Tânia Modesto Veludo De. **Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas.** Administração On Line, v. 2, n. 3, 2001. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art23/tania2.htm>.

SAURIN, Tarcisio Abreu; RIBEIRO, José Luis Duarte; MARODIN, Giuliano Almeida. **Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior.** Gestão & Produção, v. 17, n. 4, p. 829–841, 2010.

SCHERER, Jonatas Ost. **Gestão de riscos em projetos de implantação da metodologia lean.** 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1975.

TAPPING, Don; SHUKER, Tom. **Lean office: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas.** 1a. ed. São Paulo: Leopardo Editora, 2010.

TENÓRIO, Fernando Guilherme. **Tecnologia da informação - Transformando as organizações e o trabalho.** Rio de Janeiro: FGV, 2007.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. p. 427

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo.** 10a. ed. São Paulo: Editora Campos, 2004.

Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática

Bruno Braitt (UESC) – bbraitt@gmail.com

Diego de Castro Fettermann (UESC) – dcfettermann@gmail.com

Resumo: Alinhado com o processo de melhoria contínua, o presente artigo propõe desenvolver um procedimento de melhoria contínua para o controle de insumos de embalagem utilizando o método DMAIC. A utilização de ferramentas aplicadas ao DMAIC e incorporadas ao método proposto possibilitou a coleta e análise dos dados, obtendo resultados que validaram a utilização do método para a melhoria contínua do processo. Os resultados obtidos estimam reduções de 36,09% das perdas relacionadas a pedidos parados e de 4% no custo com o gerenciamento do estoque.

Palavras-chave: melhoria contínua, fluxo de materiais, gerenciamento do estoque.

Abstract: With the continuous process improvement, this article develops a continuous improvement procedure for inputs control in packaging process using the DMAIC method. The use of tools with the DMAIC enabled the data collection and analysis. The results validate the DMAIC use for continuous improvement process. The proposed reduced by 36.09% the stops orders and 4% costs with inventory management.

Keywords: continuous improvement, material flow, inventory management.

1. Introdução

Entre as características que dificultam o gerenciamento dos suprimentos em empresas de informática podem ser mencionados os curtos ciclos de vida dos produtos, a grande variedade de produtos, a baixa previsibilidade da demanda, a customização do produto durante o atendimento ao cliente (PARRA; PIRES, 2003). Além disso, a manutenção de baixos níveis de inventários e altos giros de estoques são variáveis importantes para competitividade das empresas deste setor (PARRA; PIRES, 2003).

Diante disso, é indicada a aplicação de abordagens para melhoria de processos, como o método DMAIC (PEREZ-WILSON, 1999; ECKES, 2011; PANDE et al., 2001; WERKEMA, 2002; CARVALHO; PALADINI, 2005). Sua aplicação alinhada com a produção enxuta é frequente na literatura, como na redução de perdas por paradas não programadas em indústria moageira (SERVIN et al., 2012), na integração da manufatura enxuta e seis sigma (STEPHEN, 2004), em melhoria de processos na saúde (PROUDLOVE et al., 2008) ou em melhorias de processos de pequenas empresas (KUMAR et al., 2006), entre outros.

A partir disso, esse estudo tem por objetivo desenvolver um procedimento de melhoria contínua para o controle de insumos de embalagem utilizando o método DMAIC. Essa proposta é resultado da ocorrência de registros de paradas de produção por falta dos insumos, sendo este um importante motivo de perdas no processo, resultando em atrasos de faturamento e não atendimento das exigências dos clientes.

2. Revisão de Literatura

O método DMAIC surgiu com a tarefa de reduzir variações, especialmente em processos de fabricação. O DMAIC possui funções similares aos seus antecessores na resolução de problema de fabricação, tais como o PDCA (DE MAST; LOKERBOOL, 2012). O DMAIC visa à melhoria do processo por meio da seleção correta de projetos e com etapas direcionadas para a solução de problemas dispostas de forma cíclica e contínua, contribuindo no processo de melhoria contínua. A integração de diversas ferramentas às fases do DMAIC contribui para estruturar um método sistemático e disciplinado, capaz de promover a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos e/ou serviços e/ou processos nas organizações (SANTOS, 2006; CARVALHO; PALADINI, 2005). Matos (2003) menciona que a abordagem passo-a-passo, definida através de etapas, a caracterização do problema e o entendimento das Características Críticas para a Qualidade (CTQ) são os principais fatores para o seu sucesso. A seguir, tem-se um breve detalhamento de cada etapa do DMAIC.

2.1. Definir (Define)

Nesta etapa deve-se identificar os processos críticos responsáveis pela geração de maus resultados, tais como: reclamações de clientes, altos custos de mão de obra, baixa qualidade de suprimentos, erros de forma, etc (CARVALHO; PALADINI, 2005). Nessa etapa recomenda-se a utilização da Carta de Projeto (Project Charter), documento formal que permite a realização de um estudo racional para o projeto (WERKEMA, 2013). Nesta carta é importante constar as informações sobre o núcleo que envolverá esclarecimentos sobre os resultados que estão sendo procurados, confirmando valor ao negócio, estabelecendo limites e recursos, comunicando metas e planos, e identificando os clientes e suas necessidades (LIN et al., 2013).

2.2. Medir (Measure)

Nesta etapa deve acontecer o refinamento e a focalização do problema (WERKEMA, 2013), desenvolvendo o levantamento dos dados históricos e análise do sistema de medição das variáveis de saída (MATOS, 2003). Nesta etapa, a coleta de dados é essencial para validar e quantificar o problema e/ou a oportunidade, objetivando a definição de prioridades e a tomada de decisões sobre os critérios que são necessários (LIN et al., 2013).

2.3. Analisar (Analyze)

Trata-se da etapa em que é realizada a identificação das variáveis que afetam o processo, sendo necessário encontrar as causas do problema para que se aprofunde nos detalhes, identificando a(s) atividade(s) críticas do mesmo (LIN et al., 2013). Além da análise dos dados coletados e da determinação das causas raízes de defeitos, também é possível identificar as diferenças entre o desempenho real e o planejado (SANTOS, 2006).

2.4. Melhorar (Improve)

Nesta etapa, determina-se a forma de intervenção para a redução do nível de defeitos do processos. Segundo Santos (2006), a garantia de melhoria do processo está associada a uma solução que seja capaz de eliminar e prevenir a ocorrência de problemas. Também é realizada a geração de ideias potenciais para a eliminação das causas fundamentais dos problemas, priorizados na etapa anterior (WERKEMA, 2002). Dentre ferramentas utilizadas nesta etapa estão DOE, FMEA, Brainstorming, 5W2H, entre outras (SATOLO et al., 2009; WERKEMA, 2013).

2.5. Controlar (Control)

A sustentabilidade da melhoria precisa de um sistema de controle para mantê-la dentro de intervalo de tolerância do processo. Nesta etapa, é confirmada a implantação da melhoria, a resolução do problema, a validação dos benefícios alcançados, as alterações necessárias aos procedimentos e instruções de trabalho, a implementação de ferramentas de controle e, por fim, a auditoria do processo e o monitoramento do desempenho (MATOS, 2003). Para esta etapa recomenda-se a utilização de CEP, histograma, técnicas de coleta de dados (SATOLO et al., 2009).

3. Metodologia

O método utilizado para melhoria do processo segue a sequência estruturada do DMAIC. O Quadro 1 apresenta as atividades, entradas, saídas e as ferramentas planejadas para cada etapa.

Quadro 4 - Etapas e atividades para aplicação do DMAIC

Etapas	Entradas	Atividades	Ferramentas	Saídas
Define	1. Registro de paradas do setor de Embalagem 2. Registro de Não Conformidade - Plano de Ação	1. Identificar o Problema 2. Especificar o problema 3. Mensurar variáveis	1. *Brainstorming* 2. Project Charter 3. Análise Econômica	1. Definição do problema 2. Escopo do projeto
Measure	1. Registro de paradas do setor de Embalagem 2. Relatório das Programações de Produção 3. Registro de Valores (R$) Diários do Estoque de Insumos de Embalagem	1. Coletar dados 2. Integrar dados 3. Confeccionar tabelas e gráficos 4. Mensurar perdas econômicas	1. Estratificação 2. Folha de Verificação 3. Histograma 4. Gráfico de Pareto 5. Análise Econômica	1. Gráfico com quantidade de OPs paradas 2. Gráfico com quantidade e tipos de insumos faltantes 3. Gráfico Monetário de OPs paradas 4. Tabela de Custo de aquisição das caixas
Analyse	1. Gráfico com quantidade de OPs paradas 2. Gráfico com quantidade de insumos faltantes 3. Gráfico Monetário de OPs paradas 4. Tabela de Custo de aquisição das caixas	1. Levantar possíveis causas 2. Investigar causa-raiz	1. *Brainstorming* 2. Análise Econômica 3. Diagrama de Causa e Efeito 4. 5 Porquês	1. Causa raiz da falta de insumos
Improve	1. Causa raiz da falta de insumos 2. Previsão de demanda das caixas 3. Registro de Valores (R$) Diários do Estoque de Insumos de Embalagem 4. Custo de aquisição das caixas	1. Propor melhorias 2. Propor ações corretivas para o problema 3. Comparar cenário atual com o do projeto de melhorias	1. *Brainstorming* 2. Método de Previsão de Demanda 3. Análise Econômica	1. Proposta de melhoria
Control	1. Proposta de melhoria	1. Estabelecer procedimento de implementação e acompanhamento	1. 5W2H	1. Plano de Ação de implementação

Fonte: O autor

3.1. Apresentação da empresa

A empresa está localizada no Pólo de Informática de Ilhéus e produz modelos de *desktop*, *notebooks* e *netbooks*. Além da unidade fabril também possui lojas próprias para a comercialização de seus produtos. A estratégia de vendas permite atender a vários tipos de clientes, desde pessoas físicas até editais de licitações de órgãos governamentais. Por conta disso produz computadores tanto com a logomarca da empresa quanto com logomarcas de

clientes. Esta unidade possui diversas certificações da área da informática, além das certificações ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

4. Resultados

4.1. Etapa Define

Os frequentes registros de paradas de produção e o registro de não conformidade para a falta de insumos de embalagem na Empresa foram o ponto de partida para o projeto. Para tanto, decidiu-se priorizar os insumos do tipo caixas, cuja falta resulta em grande impacto para o setor de Embalagem. A embalagem é o último estágio do processo de produção de computadores, sendo responsável por realizar a colagem de etiquetas de configuração e de componentes, além dos calços e das caixas, que facilitam o transporte e protegem os produtos. Apesar de um processo simples, suas paradas são responsáveis por perdas, resultantes dos atrasos de faturamento para empresa. São utilizadas cinco diferentes tipos de caixas para embalagem: tipo ‘H’, ‘N’, ‘S’, ‘PH’ e ‘A’. Uma análise de dados passados, correspondendo aos meses de Fevereiro, Março e Abril de 2013, constatou 173 Ordens de Produção (OP’s) que ficaram paradas no setor aguardando a chegada de caixas para embalagens. O valor de todos os pedidos que ficaram parados nesse período e que possuíam OP’s aguardando insumos de embalagem totalizaram o montante de R$ 7.018.359,41. O Quadro 2 apresenta a Carta de Projeto (Project Charter), criada para formalizar o projeto de melhoria no processo de controle dos insumos de embalagem.

Quadro 5 - Carta de Projeto

CARTA DE PROJETO
Redução das paradas de produção por falta de insumos de embalagem do tipo caixa
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA
Na fábrica de computadores da Empresa A, as paradas no processo de embalagens por falta de insumos do tipo caixa foram apontadas como um dos problemas na rotina de trabalho, inviabilizando o cumprimento do planejamento das ordens de produção (OPs) e, consequentemente, gerando o registro de uma não conformidade (RNC). A empresa utiliza cinco diferentes tipos de caixas para embalar seus produtos, são eles: TIPO H, TIPO N, TIPO S, TIPO PH, TIPO A
Nos primeiros meses do ano de 2013, o valor médio mensal das perdas de produção decorrentes das paradas foi elevado, resultando em uma não disponibilização dos computadores para o Estoque de Produto Acabado e, posteriormente, impactando na expedição e entrega ao cliente.
Estas paradas de produção provocaram perdas econômicas e atrasos no faturamento da empresa em virtude das não entregas aos clientes nos prazos previstos e, também, aos custos operacionais para retrabalho dos computadores. Os pedidos parados no período sob análise totalizavam173 ordens de produção (OPs) paradas por falta de caixas, que somados representaram monetariamente R$ 7.018.359,4 em faturamento para a Empresa A.
META
Reduzir as paradas de produção por falta de caixas para embalar os produtos por meio de melhorias de controle do insumo.
AVALIAÇÃO DO HISTÓRICO DO PROBLEMA
A partir do segundo mês de 2013, a fábrica da Empresa A teve um aumento de demanda não previsto com a antecedência necessária para que realizasse adequações aos pedidos dos insumos de embalagem do tipo caixa. A empresa não fazia uso de nenhum método de previsão de demanda, baseando-se apenas no histórico de pedidos e no controle das entradas e saídas do Estoque de Insumos. A forma como os pedidos eram feitos associada aos erros de inventários e valores incorretos de entrada e saída do estoque trouxeram consequências também para os meses de Março e Abril.
RESTRIÇÕES E SUPOSIÇÕES
Este projeto limita-se a apresentação de oportunidade de melhoria no controle de insumos de embalagem. Por isso, todos os gastos para implantação da solução a ser encontrada para o problema necessitarão de avaliação dos gestores envolvidos no processo de produção e da autorização da diretoria da empresa.
CRONOGRAMA INICIAL
1. DEFINIR - MARÇO/2013 2. MEDIR - ABRIL/2013 3. ANALISAR - MAIO/2013 4. MELHORAR - MAIO/2013 5. CONTROLAR - MAIO/2013

Fonte: O autor

4.2. Fase Measure

O planejamento do levantamento de dados utilizou a ferramenta de estratificação, por meio da qual se estabeleceu os critérios abaixo:

a) Tempo – Mensurar o tempo de paradas no processamento das OP's por falta de caixas no período de Fevereiro, Março e Abril de 2013. Variável mensurada: dias de parada.

b) Tipo – Mensurar a quantidade de ocorrências de falta de cada um dos cinco tipos de caixas que resultaram em OP's paradas. Variável mensurada: Quantidade de OPs paradas por falta de caixas.

c) Tipo – Mensurar o valor monetário de cada OP parada na produção aguardando a disponibilidade de insumos de embalagem. Variável mensurada: Valor em reais (R$) das OP's

d) Tipo – nível de estoque do insumo de embalagem durante o período de Fevereiro, Março e Abril de 2013. Variável mensurada: Quantidade de unidades do estoque de cada um dos cinco tipos de caixas.

e) Tipo: Mensurar o valor de cada um dos cinco tipos de caixas utilizadas no processo de embalagem. Variável mensurada: Valor unitário em reais (R$) de cada tipo de caixa.

O levantamento de dados iniciou-se pelos registros dos impactos de produção, identificando somente as paradas relacionadas à falta de caixas para o período. O levantamento desses dados foi realizado por meio da folha de verificação e apresentado de forma parcial para as embalagens mais críticas (tipo H, A e PH) (QUADRO 3).

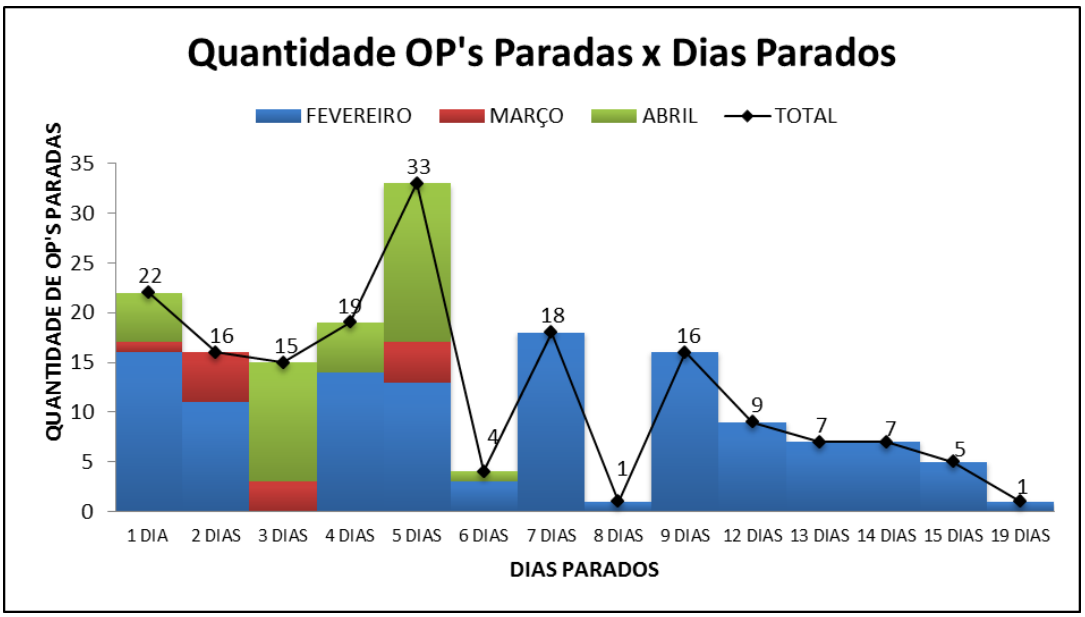
Quadro 6 - Folha de Verificação parcial utilizada para a coleta de dados

FOLHA DE VERIFICAÇÃO					
Área: Produção					
Fatores de estratificação: tipo de caixa, mês, número da OP, qtd de produtos, valor do pedido, tempo parado (em dias)					
Período: fev/13 a abril/2013					
Tipo de Caixa	**Período**	**Nº OP**	**Quantidade de Produtos** (unidades)	**Valor do Pedido**	**Tempo decorrido:** data de produção e data de finalização do processo (dias)
TIPO H	FEVEREIRO	**187	100	R$ 119.912,00	19
	FEVEREIRO	**249	10	R$ 14.160,10	15
	FEVEREIRO	**299	20	R$ 37.740,00	14
	FEVEREIRO	**397	5	R$ 7.516,00	9
	FEVEREIRO	**401	1	R$ 1.548,76	8
	MARÇO	**471	2	R$ 4.845,00	5
	MARÇO	**475	2	R$ 4.845,00	5
TIPO A	MARÇO	**694	20	R$ 20.245,60	5
	MARÇO	**693	50	R$ 67.064,00	5
	MARÇO	**692	100	R$ 119.128,00	3
	MARÇO	**756	220	R$ 114.681,60	3
	MARÇO	**690	250	R$ 130.320,00	3
	MARÇO	**672	50	R$ 73.564,00	2
	MARÇO	**574	100	R$ 184.628,00	2
	MARÇO	**691	50	R$ 39.564,00	2
	MARÇO	**695	50	R$ 85.814,00	2
	MARÇO	**764	8	R$ 5.760,00	2
	MARÇO	**774	30	R$ 15.638,40	1
TIPO PH	ABRIL	**088	225	R$ 203.042,25	6
	ABRIL	**085	150	R$ 147.000,00	5
	ABRIL	**086	75	R$ 89.250,00	5
	ABRIL	**087	300	R$ 222.951,00	5

Fonte: Adaptado de Werkema (2013)

Foi identificada a quantidade de dias que cada uma das 173 ordens de produção ficou aguardando as chegadas das caixas para finalizar o processamento (FIGURA 1). A disso, foi possível mensurar que 60% das ordens de produção paradas por falta de embalagem permaneceram até cinco dias aguardando as caixas para serem finalizadas e faturadas.

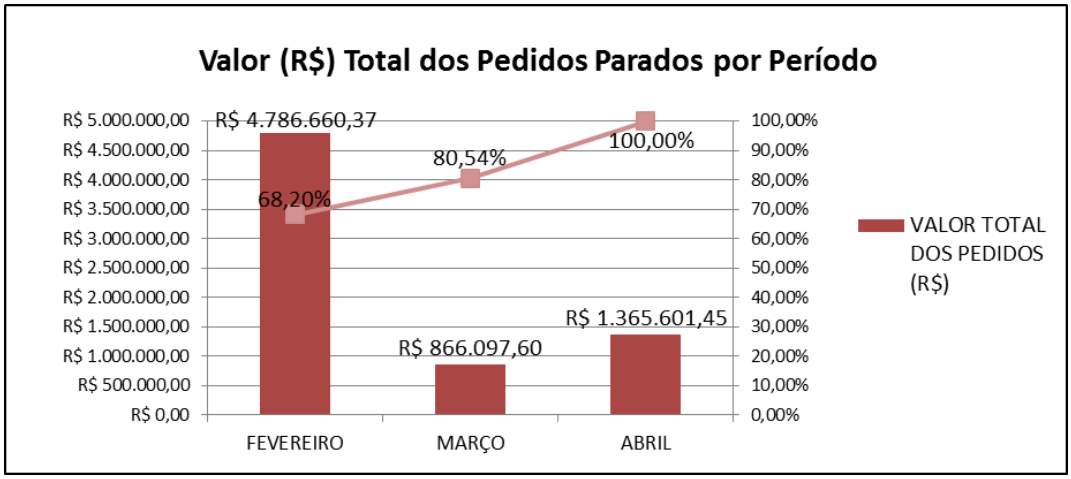
Figura 5 - Quantidade de dias que as OPs ficaram paradas por período



Fonte: O autor

Também foram identificados os valores para faturamento de cada OP parada, avaliando o tempo decorrido entre a data de entrada para a produção e a data de disponibilização para o estoque de produto acabado. Utilizou-se a técnica de análise econômica, levantando o valor de faturamento dos pedidos para mensurar o montante que ficou parado no processo de produção. Estes dados estão representados por um Gráfico de Pareto (FIGURA 2), o qual permitiu evidenciar o valor monetário total dos pedidos que ficaram aguardando os insumos de embalagem para serem finalizados e faturados pela empresa.

Figura 2 - Valor Total dos Pedidos Parados por Período



Fonte: O autor

Os custos de aquisição dos cinco tipos de caixas para cada período estão representados na Tabela 1, tendo sido mensurados por meio da multiplicação do custo unitário da caixa pela quantidade mensal adquirida.

CAIXA	CUSTO UNITÁRIO	FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL	
		QUANTIDADE MENSAL ADQUIRIDA	CUSTO TOTAL	QUANTIDADE MENSAL ADQUIRIDA	CUSTO TOTAL	QUANTIDADE MENSAL ADQUIRIDA	CUSTO TOTAL
TIPO A	R$ 3,86	9.072	R$ 35.017,92	6.947	R$ 26.815,42	6.674	R$ 25.761,64
TIPO S	R$ 3,64	4.673	R$ 17.009,72	4.754	R$ 17.304,56	6.041	R$ 21.989,24
TIPO N	R$ 1,98	3.307	R$ 6.547,86	5.510	R$ 10.909,80	5.070	R$ 10.038,60
TIPO H	R$ 5,33	207	R$ 1.103,31	619	R$ 3.299,27	1.000	R$ 5.330,00
TIPO PH	R$ 7,00	1.524	R$ 10.668,00	3.210	R$ 22.470,00	7.448	R$ 52.136,00
TOTAL MENSAL		**18.783**	**R$ 70.346,81**	**21.040**	**R$ 80.799,05**	**26.233**	**R$ 115.255,48**

Tabela 8 - Custos de aquisição das caixas no cenário atual
Fonte: O autor

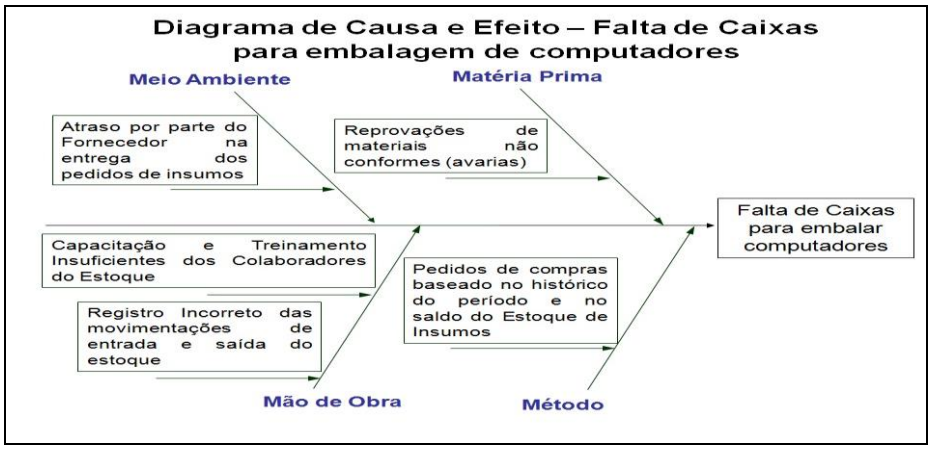
4.3. Fase Analyse

A partir dos dados da etapa anterior, foi possível identificar os tipos de insumos e as quantidades de caixas que resultaram nas paradas do processo de embalagem dos computadores e o prejuízo financeiro provocado pelas OP's paradas. No mês de Fevereiro, as 121 OPs paradas representaram R$ 4.786.660,37, correspondendo a 68,20% do montante analisado. Já em Março, somente 13 OP's ficaram paradas por falta de insumos, mas mesmo assim significaram R$ 866.097,60, representando 12,34% do montante. Por fim, no período de Abril, houve 39 OP's paradas que representaram R$ 1.365.601,45, correspondendo a 19,46% do montante analisado.

A quantificação das perdas econômicas ocasionadas pela quantidade de dias parados de cada OP foi arbitrada por meio da aplicação de taxa de 2,5% a.m. sobre o valor do pedido parado por falta do insumo. No período de Fevereiro as perdas foram estimadas em R$28.961,48. Para Março, as perdas foram estimadas em R$1.976,40. Já para Abril as perdas são representadas pelo valor de R$5.172,71. O somatório das perdas dos períodos é estimado em R$ 36.110,59.

Após a identificação e mensuração das falhas no processo de embalagem relacionadas à falta de caixas seguiu-se para a investigação da causa raiz do problema. O *brainstormig* possibilitou o levantamento de causas potenciais, representadas no diagrama de causa e efeito para a falta dos insumos (FIGURA 3).

Figura 3 - Diagrama de Causa e Efeito para a falta de caixas.



Fonte: O autor

A análise da falta de caixa gerou cinco causas potenciais, sendo a causa "Pedidos de compras baseado no histórico e no saldo do Estoque de Insumos" foi identificada como a causa raiz para o problema.

4.4. Fase Improve

A partir da identificação da causa raiz dos problemas, decidiu-se pela utilização de um método de previsão dos insumos para projeção de um novo cenário. Escolheu-se o método de técnica quantitativa média móvel simples (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010), pois a quantidade de dados referentes à utilização de insumos existentes no sistema de gestão da empresa limitava a utilização de modelos mais aprimorados, que necessitam de um maior número de dados. Para este projeto, estabeleceu-se a quantidade de 3 (*N*) períodos. Como o

período de análise deste projeto inicia-se no mês de Fevereiro de 2013, foram utilizados dados da demanda de caixas dos meses de Novembro e Dezembro de 2012 e de Janeiro de 2013.

Estabeleceu-se também para o projeto a adoção de estoque de segurança para os insumos, em virtude das constantes variações do mercado. A proposição desta ação exigiu a definição de um nível de serviço e, firmou-se o valor de 95%. Fernandes e Godinho Filho (2010) estabelecem uma relação entre fator de segurança, denominado de n, e o desvio padrão (σ) na determinação do estoque de segurança: $s = nx\sigma$. O valor do fator de segurança para o nível de serviço de 95% é de $n = 1{,}645$. A Tabela 2 apresenta a integração dos dados de previsão de demanda, demanda real, desvio padrão da demanda, fator de segurança e estoque de segurança.

CAIXA TIPO A						
Período	Previsão de Demanda	Desvio Padrão (σ)	Fator de Segurança (n)	Estoque de Segurança (s)	Previsão + Estoque de Segurança	Demanda Real
fev/13	5.327	2.270	1,645	3.735	9.061	3.613
mar/13	3.883	2.042	1,645	3.359	7.243	5.517
abr/13	4.335	1.790	1,645	2.945	7.279	3.960
CAIXA TIPO S						
Período	Previsão de Demanda	Desvio Padrão (σ)	Fator de Segurança (n)	Estoque de Segurança (s)	Previsão + Estoque de Segurança	Demanda Real
fev/13	3.798	627	1,645	1.031	4.828	4.485
mar/13	4.261	616	1,645	1.014	5.275	3.758
abr/13	4.179	542	1,645	892	5.071	4.474
CAIXA TIPO N						
Período	Previsão de Demanda	Desvio Padrão (σ)	Fator de Segurança (n)	Estoque de Segurança (s)	Previsão + Estoque de Segurança	Demanda Real
fev/13	1.650	788	1,645	1.296	2.946	**3.591**
mar/13	2.440	1.165	1,645	1.916	4.355	2.982
abr/13	3.044	1.077	1,645	1.772	4.816	2.004
CAIXA TIPO H						
Período	Previsão de Demanda	Desvio Padrão (σ)	Fator de Segurança (n)	Estoque de Segurança (s)	Previsão + Estoque de Segurança	Demanda Real
fev/13	383	153	1,645	251	634	345
mar/13	321	126	1,645	207	528	300
abr/13	346	114	1,645	188	533	467
CAIXA TIPO PH						
Período	Previsão de Demanda	Desvio Padrão (σ)	Fator de Segurança (n)	Estoque de Segurança (s)	Previsão + Estoque de Segurança	Demanda Real
fev/13	832	573	1,645	942	1.774	510
mar/13	817	494	1,645	813	1.630	**2.920**
abr/13	1.293	1.060	1,645	1.744	3.037	**6.060**

Tabela 9 - Previsão de demanda das caixas no cenário projetado
Fonte: O autor

A análise da Tabela 2 identifica três situações em que a demanda real foi superior ao previsto. No mês de Fevereiro, a demanda real para a caixa TIPO N é 645 unidades superior

ao previsto. Para o mês de Março, a caixa TIPO PH foi prevista 1.290 unidades a menos do que o necessário. Já em Abril, tem-se 3.023 unidades a menos do que a demanda real para a caixa TIPO PH.

Seguindo o mesmo procedimento anterior, estimou-se o valor monetário total das OP's para as situações em que a quantidade prevista é inferior a demanda real. O cálculo das perdas econômicas no cenário projetado é realizado utilizando a quantidade média de dias parados por falta de insumo (5 dias - ver Seção 4.2), com a taxa de 2,5% a.m, também utilizada na Seção 4.3 para mensurar as perdas no cenário atual. O Quadro 5 apresenta a perda resultante do atraso do faturamento dos pedidos embalados com as caixas TIPO PH e TIPO N, visto que as situações projetadas de falta de caixas são relacionadas somente aos dois modelos.

Quadro 7– Quantificação da perda resultante dos pedidos parados por falta de caixa

CAIXA	QUANTIDADE TOTAL DE PRODUTOS PARADOS	VALOR UNITÁRIO MÉDIO DO PRODUTO	VALOR TOTAL DOS PEDIDOS PARADOS	PERDAS RESULTANTES NO ATRASO DO FATURAMENTO
TIPO N	645	R$ 1.049,76	R$ 677.095,20	R$ 2.821,23
TIPO PH	4313	R$ 882,99	R$ 3.808.335,87	R$ 15,868,06
			R$ 4485.431,07	R$ 18,689,29

Fonte: O autor

Além disso, também foi contabilizado o custo de aquisição de todas as quantidades de embalagens dos produtos previstas pelo método de previsão de demanda. Os resultados indicam o custo para a manutenção do estoque de embalagens projetado a partir da implementação das melhorias (TABELA 2).

CAIXA	CUSTO UNITÁRIO	FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL	
		PREVISÃO + ESTOQUE SEGURANÇA	CUSTO TOTAL	PREVISÃO + ESTOQUE SEGURANÇA	CUSTO TOTAL	PREVISÃO + ESTOQUE SEGURANÇA	CUSTO TOTAL
TIPO A	R$ 3,86	9.061	R$ 34.977,38	7.243	R$ 27.957,18	7.279	R$ 28.098,63
TIPO S	R$ 3,64	4.828	R$ 17.575,00	5.275	R$ 19.201,38	5.071	R$ 18.458,31
TIPO N	R$ 1,98	2.946	R$ 5.832,72	4.355	R$ 8.623,47	4.816	R$ 9.535,95
TIPO H	R$ 5,33	634	R$ 3.380,23	528	R$ 2.816,71	533	R$ 2.842,46
TIPO PH	R$ 7,00	1.774	R$ 12.414,53	1.630	R$ 11.409,39	3.037	R$ 21.261,41
TOTAL MENSAL		**19.243**	**R$ 74.179,86**	**19.032**	**R$ 70.008,14**	**20.737**	**R$ 80.196,77**

Tabela 10 - Custos de aquisição das caixas no cenário projeto pelo método de previsão
Fonte: O autor

4.4.1. Comparação entre os cenários atual e projetado

Foram realizadas duas comparações entre o cenário atual e o projetado com as melhorias. Para tanto, foi avaliado o custo de manutenção do estoque na situação atual e para a projetada a partir da implementação do método de previsão de demanda. Além disso, também foi

calculado o custo do atraso do faturamento dos pedidos em razão da falta de embalagem no estoque. Utilizando estes dois indicadores foi possível constatar uma significativa economia (QUADRO 6).

Quadro 6– Comparativo entre a situação atual e a projetada

	Custo do Estoque (valor das unidades armazenadas de embalagens no estoque)	**Perda resultante do não faturamento por falta de embalagem**
Situação atual	R$ 266.401,34	R$ 36.110,59
Situação projetada	R$ 224.384,77	R$ 18.689,29
Redução	-15,77%	-48,24%

Fonte: O autor

Ao contabilizar o custo das caixas faltantes no estoque da situação projetada, ainda sim se atinge uma redução de 4% do custo geral do estoque de embalagens. Nas três situações em que o método de previsão utilizado no cenário projetado não identificou quantidades de caixas necessárias para suprir a demanda do período são explicadas por dois fatores. O primeiro caso pode ser explicado pelo lançamento de um novo produto que também utiliza a caixa TIPO N. Nos meses subseqüentes, os modelos antigos foram substituídos gradativamente pelo novo produto e, por isso, não há um comportamento crescente para a demanda da caixa TIPO N. O segundo fator interfere na demanda da caixa TIPO PH nos meses de Março e Abril. Neste caso, foram registrados novos clientes para pedidos de produtos cujas configurações são atendidas por essa caixa. Os pedidos dos novos clientes representaram uma entrada de 2.250 unidades em Março e de 4.410 unidades em Abril. Para ambos os casos, uma revisão qualitativa dos volumes previstos poderia contribuir para ajustar os valores previstos (TUBINO, 2008). Além disso, a implementação de modelos mais aperfeiçoados de previsão de demanda, tais como Box Jenkins e redes neurais poderiam prever com maior segurança os volumes de consumo de insumos, reduzindo os volumes de estoque e aumentando o nível de serviço.

4.5. Fase Control

A etapa anterior projetou um cenário para períodos temporais passados e, conforme previsto na Carta de Projeto (Seção 4.1), a implantação deste projeto para períodos subsequentes depende de avaliação da empresa. Mesmo assim, foi realizado um plano de ação em caso de implantação do projeto proposto, utilizando a ferramenta 5W2H (QUADRO 7).

Quadro 7

Objetivo: Implantar método de previsão	
O que fazer?	Utilizar método de previsão de demanda para os insumos de embalagem
Porque fazer?	Reduzir as paradas de produção por falta de insumos para embalar os computadores
Onde fazer?	Planilha de Controle de Insumos
Quem fará?	Setor de PCP
Quando fará?	A definir
Como fará?	Quantificar os valores utilizados de todo os insumos mês a mês
Quando vai custar?	Custos de aquisição dos produtos dependerão da demanda de cada período

Fonte: O autor

5. Conclusão

A partir da necessidade de implementar a melhoria contínua nos processos este artigo teve por objetivo propor um procedimento de melhoria contínua no controle de insumos de embalagem em uma empresa de computadores utilizando o método DMAIC. A adoção do DMAIC como procedimento de melhoria, juntamente a uma série de técnicas e ferramentas utilizadas na condução do projeto, resultou na redução estimada uma redução de 48,24% nas perdas causadas pelos dias parados dos pedidos estabelecer um custo de aquisição das caixas 4% menor, para todo o período analisado. A utilização da metodologia DMAIC contribuiu para atingir aos objetivos de eliminação de perdas no processo. O suporte da metodologia DMAIC para a filosofia enxuta se apresenta como uma alternativa para operacionalizar a melhoria contínua dos processos.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, M.M.; PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

DE MAST, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the six sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. **International Journal of Production Economics**, v. 139, p. 604-614, 2012.

ECKES, G. **A revolução Seis Sigma**: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

FERNADES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção**: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; SINGH, R. K.; TIWARI, M. K.; Perry, D. Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME: a case study. **Production Planning and Control**, v.17, n.4, p.407-423, 2006.

LI, M. C.; AL-REFAIE, A.; YANG, C. DMAIC approach to improve the capability of SMT solder printing process. **IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing**, v. 31, n. 2, p. 126-133, 2008.

LIN, C.; CHEN, F. F.; WAN, H.; CHEN, Y. M.; KURIGER, G. Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology. **Robotics and Computers-Integrated Manufacturing**, v.29, p. 93-103, 2013.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S.; CHOO, A.; Six Sigma: a goal theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, v. 21, p. 193-203, 2003.

MATOS, J.L. **Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC**. Dissertação (Mestrado). UFRGS, 2003.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R.R. **Estratégia Seis Sigma**: Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PARRA, P. H.; PIRES, S. R. I. Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. **Gestão e Produção**, v.10, n.1, p.1-15, 2003.

PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma: Compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

PROUDLOVE, N.; MOXHAM, C.; BOADEN, R. Lessons for lean in healthcare from using Six Sigma in the NHS. **Public Money and Management**, v.28, n.1, p.27-34, 2008.

SANTOS, A. B. **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma**: proposta e avaliação. Tese (Doutorado). UFSCAR, 2006.

SATOLO, E. G.; ANDRIETTA, J. M.; MGUEL, P. A. C.; CALARGE, F. A. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey. **Produção**, v.19, n.2, p.400-416, 2009.

SERVIN, C. A. L.; SANTOS, L. C.; GOHR, C. F. Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de perdas por paradas não programadas em uma indústria moageira de trigo. **Anais...** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves-RS, 2012.

STEPHEN, P. **Application of DMAIC to integrate Lean Manufacturing and Six Sigma**. Thesis Master of Science. Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2008.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Aplicação do conceito de *Lean Office* a um ambiente industrial com tipologia de produção ETO – *Engineer-to-Order*

Filipe Marafon de Paoli (UNINOVE) - filipe_paoli@hotmail.com

Valéria Freitas de Souza Andrade (UNINOVE) - fsvaleria@terra.com.br

Wagner Cesar Lucato (UNINOVE) – wlucato@uninove.br

Resumo: Os conceitos e práticas da Manufatura Enxuta têm sido usados pelas empresas para obter melhorias nos níveis de eficiência em suas atividades industriais. Contudo, os desperdícios nas empresas industriais, não se limitam apenas ao ambiente fabril, pois são também encontrados nas áreas administrativas, nas quais a utilização do *Lean Office* (escritório enxuto) procura empregar aqueles mesmos princípios às atividades não manufatureiras. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de verificar se seria possível utilizar eficazmente o conceito do *Lean Office* aplicado à engenharia e desenvolvimento de projetos em empresas com sistema de produção do tipo *Engineer-to-Order (ETO)* (engenharia e produto sob encomenda). Para isso, realizou-se uma pesquisa-ação em uma empresa que produz equipamentos de grande porte, todos seguindo os princípios de *ETO* e na qual o ambiente administrativo escolhido foi o Departamento de Engenharia de Sistemas Hidráulicos, responsável pelo desenvolvimento e concepção de projetos de cilindros hidráulicos montados em comportas utilizadas em usinas hidrelétricas. Como resultado da pesquisa desenvolvida, pôde-se verificar que o emprego dos princípios do *Lean Office* à engenharia e desenvolvimento de projetos nessa empresa operando em ambiente *ETO* pôde ser realizado de maneira eficaz e efetiva, eliminando diversos desperdícios então existentes naquela área.

Palavras-chave: *Manufatura enxuta; Engineer-to-order (ETO); Lean Office.*

Abstract: The concepts and practices of the Lean Manufacturing have been used by companies to obtain improvements in the efficiency levels of their manufacturing facilities. However, wastes in the manufacturing firms are not limited to the production floor because they are also present in the administrative areas in which the Lean Office utilization aims at employing those same principles to the non-manufacturing activities. In this context, the objective of this paper was to verify if the Lean Office concepts could be applied to the engineering and development of products made by Engineer-to Order (ETO) type companies. For that purpose an action research was developed in a firm dedicated to produce heavy apparatus following the ETO principles. The selected non-manufacturing area was the Hydraulic Systems Engineering Department that was responsible for the conception and development of hydraulic cylinders assembled to lock-gates used in hydro-electric power plants. As a result of this research, it was possible to verify that the principles of the Lean Office applied to the engineering and development of products in the company operating in an ETO environment could be effectively used, eliminating several wastes existing in that area.

Keywords: *Lean Manufacturing; Engineer-to-orde (ETO); Lean Office.*

1. Introdução

Desde a disseminação do conceito do *Lean Manufacturing (LM)* ou de Manufatura Enxuta ao mundo, por meio da publicação do livro *The machine that changed the world* - A máquina que mudou o mundo (WOMACK; JONES; ROOS, 1991), diversas indústrias têm se utilizado das práticas do *Lean Thinking* (pensamento enxuto), para obter eficiência em suas

atividades industriais. O *LM* é baseado no Sistema Toyota de Produção desenvolvido pela Toyota e que se concentra na eliminação de desperdícios, reduzindo estoques, melhorando o *lead time* (tempo de ciclo) dos processos e incentivando os funcionários a chamar a atenção para os problemas e sugerir melhorias para corrigi-los (WOMACK; JONES; ROOS, 1991).

O *LM* é muito mais do que uma técnica. Consiste em uma nova maneira de pensar e de uma visão holística do sistema de criar uma cultura em que todos na organização melhoram continuamente as operações (LIKER; FRANZ, 2011; LIKER, 2004). Muito tem sido estudado e trabalhado para que se possa enxergar e eliminar os desperdícios ao longo dos processos produtivos.

Contudo, os desperdícios nas empresas industriais, não se limitam apenas ao ambiente fabril, ou seja, são encontrados também nos ambientes administrativos (TAPPING; SHUKER, 2010; LANDMAN *et al*. 2009). A aplicação do conceito "*lean*", em ambientes administrativos, recebe o nome de *Lean Office (LO)* ou escritório enxuto (EVANGELISTA et al., 2013 ; GRONOVICZ et. al, 2013). Tapping e Shuker (2010), afirmam que de 60% a 80% dos custos envolvidos para atender a demanda do cliente são referentes a processos administrativos, havendo assim relevância para o estudo desse tema. Para Chen e Cox (2012) o *Lean Office (LO)* enfrenta mais dificuldades de utilização que o *LM* convencional devido à maior variação nos processos administrativos, menos informação por parte dos envolvidos e da falta de referências na literatura existente. O *LO* consiste na redução ou eliminação de desperdícios inerentes ao fluxo de informações já que, ainda segundo Hines e Taylor (2000), apenas 1% das informações geradas em uma empresa realmente agregam valor. Por outro lado, assim como na manufatura, o setor de serviços também apresenta desperdícios, que são um pouco mais difíceis de enxergar devido à suas características específicas e distintas (LANDMAN et al., 2009). A Tabela 1 apresenta uma relação das sete categorias de desperdícios originalmente apresentadas por Womack, Jones e Roos (1991) para a manufatura com os seus equivalentes no ambiente administrativo das empresas (KOVÁCS, 2012; LAREAU, 2002; SERAPHIM; DA SILA; AGOSTINHO, 2010).

Rother e Shook (2003) enaltecem a aplicação do mapeamento do fluxo de valor (VSM – *Value Stream Mapping*) como uma das ferramentas do *LO*, pois facilita a visualização dos fluxos de informações o que é fundamental para se enxergar as oportunidades de melhorias e de utilização dos conceitos do *LM* nas áreas administrativas. Em linha com essa constatação,

Tapping e Shuker (2010) comentam que a utilização dos princípios do *LM* às áreas não manufatureiras representa um grande potencial para a eliminação dos desperdícios presentes no fluxo de informações. Eles propõem oito passos para alcançar um fluxo de informação enxuto: a) comprometimento com o *lean*; b) escolha do fluxo de valor; c) aprendizado sobre o *lean*; d) mapeamento do estado atual; e) identificação de medidas de desempenho *lean*; f) mapeamento do estado futuro; g) criação dos planos Kaizen e h) implementação dos planos Kaizen.

Característica de Desperdício	Manufatura	Escritório
Superprodução	Produzir antes do tempo, gerando excesso de estoque.	Gerar mais informações em meio eletrônico ou papéis, além do que se faz necessário, ou antes, do momento correto.
Transporte	Movimento excessivo de pessoas ou peças, resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia.	Utilização excessiva de sistemas computacionais nas comunicações.
Estoque	Excesso de matéria-prima, de peças em processos e estoque final.	Alto volume de informação armazenada.
Defeitos	Problema de qualidade do produto ou serviço.	Erros frequentes de documentação, problemas na qualidade dos serviços ou baixa performance de entrega.
Processo Inadequado	Utilização errada de ferramentas, procedimentos ou programas.	Uso incorreto de procedimentos ou sistemas inadequados.
Movimentação	Desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens.	Movimentação excessiva de pessoas e informações.
Espera	Longos períodos de ociosidade de pessoas e peças, decorrentes, à máquinas paradas em manutenção ou preparação (*set up*), ou pessoas aguardando informações, desenhos, especificações, peças, etc.	Períodos de inatividade das pessoas e informações (aprovações de assinaturas), aguardando respostas, documentos fotocopiados, e esperas ao telefone.

Tabela 1 – Os sete desperdícios na manufatura e no escritório

Fonte: Adaptado de LAREAU (2002)

Por outro lado e segundo PIRES (1995), uma das maneiras de se diferenciar os sistemas produtivos é por meio do grau de participação do cliente final na definição do produto. São quatro as tipologias básicas de produção: *MTS (Make-to-Stock)* – produção para estoque, *ATO (Assembly-to-Order)* – montagem sob encomenda, *MTO (Make-to-Order)* –

produção sob encomenda e *ETO (Engineer-to-Order)* – projeto e produção sob encomenda. A tipologia *ETO* ou engenharia sob encomenda, é como se fosse uma extensão da *MTO*, sendo que o projeto do produto é desenvolvido quase que em sua totalidade mediante as especificações do cliente. Os projetos de produtos *ETO* só são iniciados após o recebimento formal dos clientes de todas as especificações necessárias. Nessa fase, são recebidas todas as características do produto requisitadas pelo cliente, bem como todos os detalhes pertinentes. Há também a participação do cliente desde a concepção do projeto até o desenvolvimento final do produto (LUSTOSA *et. al.* 2008; HILLETOFTH, 2012). Blevins (2004) cita que o ciclo de vida de projetos *ETO* consiste em um processo contínuo de descobertas, principalmente no que tange ao entendimento dos requisitos dos clientes. E, seguindo a linha de pensamento relacionada ao entendimento dos requisitos do cliente, para Pereira (2005), estes são os pontos mais importantes no processo de interação com a produção. Com relação à produção de produtos sob encomenda, Blevins (2004) ainda menciona que, em muitos casos, a fábrica recebe o projeto de engenharia do produto em um tempo menor do que o necessário para a realização da sua produção. Para Grabenstetter e Usher (2013), *ETO* é uma estratégia de crescimento na qual os clientes estão cada vez mais exigindo soluções customizadas para seus produtos.

Quando se tem a primeira visão dos conceitos e técnicas de produção enxuta, parece que esses não são possíveis de ser aplicados em ambientes de engenharia e produção sob encomenda *(ETO).* Encontram-se poucos registros na literatura sobre a utilização dos conceitos do *LM* em empresas com baixo volume e baixa repetibilidade dos produtos. Lareau (2002) afirma que ainda existe certo preconceito para com a aplicação dos conceitos e técnicas do *LM* em ambientes *ETO*, uma vez que ali isso é mais complexo e restrito tendo em vista o fato de que os produtos geralmente são únicos, customizados para cada aplicação, com um baixo volume e alto *lead time* (tempo de ciclo) de produção. Devido ao desconhecimento pleno da filosofia, muitas dificuldades são encontradas na aplicação dos conceitos de *LM* nesse tipo de produção. Em muitos casos os conceitos e técnicas do *LM* só são implantados no fluxo de materiais, deixando-se de lado o fluxo de informação, parte esta fundamental do fluxo de valor em famílias de produto oriundas de ambientes com tipologia de produção *ETO* (LAREAU, 2002). Segundo Lander e Liker (2007), este comportamento pode ser compreendido pelo fato das organizações estarem preocupadas em implementar uma "caixa

de ferramentas", de forma mecânica e não em compreender o pensamento *lean*, a fim de utilizá-lo de forma mais ampla.

Em vista do exposto, torna-se uma oportunidade interessante de pesquisa verificar se é possível se fazer a utilização eficaz dos conceitos do *Lean Manufacturing* (*LM)* por meio da aplicação das técnicas do *Lean Office* (*LO)* considerando-se as atividades administrativas de uma empresa que produza sob os princípios do *Enginee-to-Order (ETO).* Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo central verificar se a utilização dos conceitos do *LM* e do *LO*, aplicados a ambientes de engenharia sob encomenda, pode melhorar de maneira relevante a produtividade de um processo administrativo de uma empresa. Para isso a seguinte questão de pesquisa foi proposta: *É possível empregar de maneira eficaz o conceito do Lean Office (LO) aplicado à engenharia e desenvolvimento de projetos em empresas com tipologia de produção Engineer-to-Order (ETO)?* Para realizar essa investigação, desenvolveu-se uma pesquisa-ação na qual os princípios do *Lean Office* foram aplicados ao departamento de projetos de determinado produto (cilindros hidráulicos) de uma empresa do mundo real operando em ambiente *ETO* e os resultados dessa utilização foram devidamente medidos e avaliados. Como conclusão pôde-se verificar significativas melhorias no desempenho da área de projeto estudada como decorrência da utilização dos princípios do *LM* e do *LO* nas atividades de projetos de Engenharia.

2. Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos pelo presente trabalho, como método de pesquisa decidiu-se por utilizar a pesquisa-ação, pois no presente estudo, ao se aplicar os conceitos do *LO* a um processo de projeto de engenharia de uma empresa, realizou-se um trabalho com um pequeno grupo, motivado, interessado, com conhecimento adequado e com o objetivo de resolver um problema e gerar conhecimento cientifico (ZUBER-SKERRIT; FLETCHER, 2007). Além disso, os próprios pesquisadores fizeram parte do time que se dispôs a aplicar *LO* e medir os resultados resultantes da intervenção feita no processo administrativo selecionado para a pesquisa (COUGHLAN; COGHLAN, 2002; THIOLLENT, 2007).

Para selecionar a empresa a ser analisada na pesquisa-ação, Patton (1990) recomenda o uso de amostras com conteúdo *(purposeful sampling)*, isto é, situações das quais o pesquisador possa retirar quantidade relevante de informações importantes para o estudo. Dentre as várias estratégias sugeridas por Patton (1990) para eleger uma amostra com

conteúdo, este trabalho considera a amostragem de situações típicas na qual a empresa e processo administrativo a serem selecionados para apreciação deveriam apresentar condições adequadas para se avaliar os efeitos da utilização dos princípios do *LO*. Em linha com essa abordagem foram estabelecidos quatro critérios para a escolha da empresa / área administrativa que iria servir de base para a pesquisa-ação que fundamenta este trabalho: a) a empresa a ser selecionada deveria permitir aos pesquisadores compor uma equipe de projeto com seus engenheiros e técnicos para a aplicação do *LO*; c) ela deveria operar segundo os princípios *ETO*; c) possuir um processo administrativo importante no qual recursos significativos fossem empregados; e d) esse processo deveria possibilitar a adequada aplicação do *LO*.

Em pleno atendimento a esses critérios, selecionou-se uma indústria mecânica nacional, de grande porte, com 102 anos de existência, pertencente ao setor de bens de capital, com aproximadamente 600 funcionários e com participação destacada nos principais segmentos de mercado da construção mecânica pesada tais como: geração e energia, metalurgia, mineração e petróleo e gás. Como parte de suas características, verificou-se tratar-se de uma empresa que produz somente equipamentos de grande porte, todos seguindo os princípios de *ETO*. Para o presente trabalho, o ambiente administrativo escolhido, foi o Departamento de Engenharia de Sistemas Hidráulicos que é responsável pelo desenvolvimento e concepção de projetos de cilindros hidráulicos, montados em comportas utilizadas em usinas hidrelétricas. A título de exemplo, a Figura 1 ilustra um cilindro hidráulico propriamente dito e a Figura 2 mostra a sua montagem em uma comporta de uma usina hidrelétrica. No presente trabalho, foram considerados projetos de cilindros hidráulicos com 19 metros de comprimento, quando estão fechados e 38 metros, quando estão abertos, e com 450 milímetros de diâmetro. Nesses produtos são utilizados aproximadamente 2.100 litros de óleo hidráulico para o seu funcionamento. Para o direcionamento, gerenciamento e controle do processo de aplicação dos princípios do *LO* à atividade administrativa estudada, a equipe do projeto decidiu utilizar uma versão adaptada do DMAIC da técnica Seis Sigma.

Figura 1 – Cilindro hidráulico

Figura 2 – Cilindro montado

3. Pesquisa-Ação

Como já destacado, a pesquisa-ação que sustenta o presente trabalho foi apresentada e conduzida de acordo com a metodologia DMAIC da técnica Seis Sigma. No caso específico do presente trabalho, ela é utilizada como forma de direcionamento e gestão de projetos nas diversas etapas envolvidas. Conforme Werkema (2010), a metodologia DMAIC é assim chamada em virtude das letras correspondentes às iniciais das 5 etapas que a formam: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar).

Para início do projeto a ferramenta DMAIC foi utilizada da seguinte maneira:

Define (Definir) - Nesta fase, foi definido o escopo e a equipe designada para trabalhar no projeto, da qual fez parte um dos autores do presente trabalho. Foram também identificadas as variáveis necessárias para o estudo, sendo elas: tipo de cilindro hidráulico a ser projetado, produto por clientes, demanda dos clientes e equipe de projeto. Nesta etapa também foram estabelecidas duas metas: a) a redução dos tempos de interfaces internas (aumento da velocidade de entrega) e b) redução dos tempos de interface com os clientes.

Measure (Medir) – Seguindo os preceitos da filosofia do *LO*, foi analisada e mapeada a situação atual, utilizando a técnica do *Value Stream Mapping (VSM)* – mapeamento do fluxo de valor devidamente adaptado ao mapeamento do fluxo de informações do processo de projeto dos cilindros hidráulicos. Elaborou-se, assim, o que se convencionou chamar de Mapa do Fluxo de Informação – Atual (MFI – Atual), que deixa de ser anexado ao presente trabalho em função de sua extensão. Sua publicação aqui o tornaria impossível de ser lido, por maior que fosse a simplificação feita. Como resultado da análise realizada sobre as informações

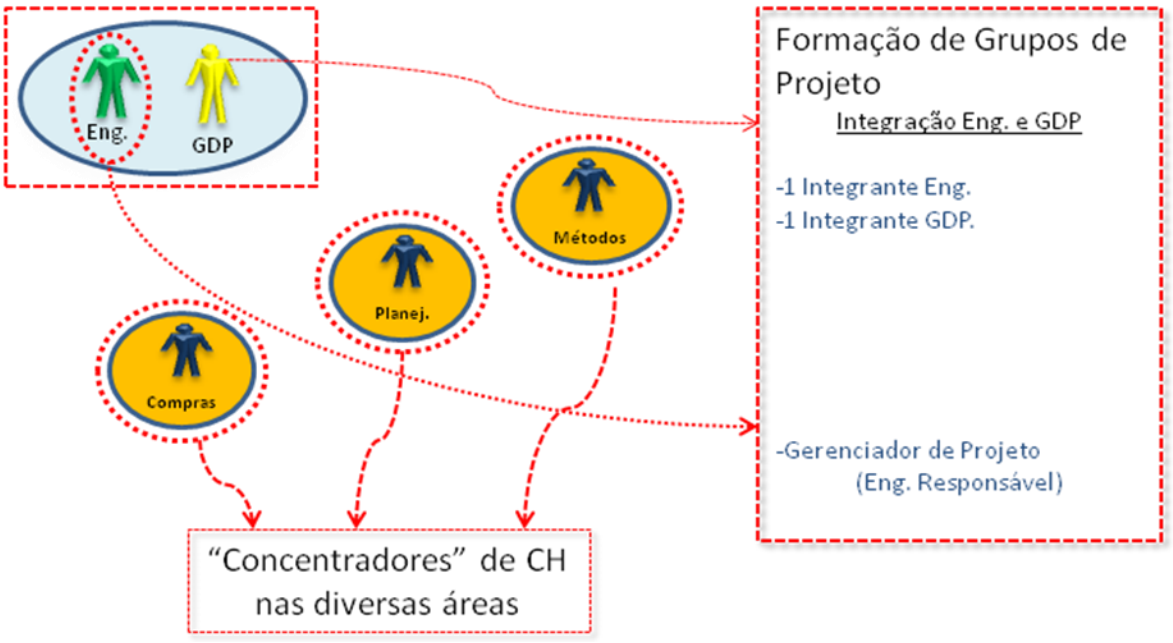
reveladas pelo MFI – Atual, foram levantadas as seguintes observações / oportunidades de melhorias: a) falta de visualização macro do projeto; b) esperas internas entre os departamentos (Engenharia, Compras e GDP - Gestão de Dados do Produto); c) refluxo de informações entre departamentos; d) interface empresa / cliente muito demorada; e) *Kick-off meeting* (reunião inicial): dinâmica da análise crítica pode ser otimizada; f) falta de padronização de fornecedores e itens dos cilindros hidráulicos, dificultando o processo de Compras; e g) falta de visão sistêmica e de um líder dos projetos dos cilindros hidráulicos. Ainda por meio do MFI – Atual, foi possível verificar que o *lead time* de desenvolvimento dos cilindros hidráulicos estudados era de 240 dias (do início do projeto até a emissão da última ordem de compra), sendo considerados 25% (60 dias) desse prazo como de agregação de valor e 75% (180 dias) de não agregação de valor.

Analyze (Análise) – Mediante a análise dos dados explorados no MFI - Atual e apresentados nas figuras anteriores foram definidos pela equipe de projeto os seguintes objetivos como situação alvo: a) formação de células de desenvolvimento de produto (Engenharia e GDP); b) quadros de gestão visual para acompanhamento e controle dos projetos; c) modificação da dinâmica do *kick-off meeting* para análise crítica; d) utilização de *checklists* direcionadores durante as fases de desenvolvimento do projeto; e) realização de validações/aprovações pré-agendadas e conjuntas (empresa / cliente); f) definição de *lead time* e processos padrões para controle de desenvolvimento dos cilindros hidráulicos (baseado em famílias de produtos); g) institucionalização do líder de projeto; h) orçamentos, custo dos produtos e orçamentos de encomenda passam a ser realizados pela própria engenharia; i) cadastro da árvore de produto realizado já na fase do orçamento; j) estabelecimento de padrões de reuniões para alinhamento dos projetos (Gerenciador – Concentradores). Os dados foram verificados de acordo com as interfaces críticas no processo de desenvolvimento dos cilindros hidráulicos e de acordo com as premissas de projetos e demandas do cliente. Com base em todas essas informações, foi projetada a "situação futura" por meio da elaboração do respectivo MFI - Futuro.

Improve (Melhorar) – Nesta fase foi realizado um Evento *Kaizen* (EK), com duração de 5 dias, no qual foram implementadas as melhorias identificadas e estruturadas no MFI - Futuro. Dentre essas, foi estipulada uma nova estrutura para o desenvolvimento dos cilindros hidráulicos, conforme a Figura 3. Foi definida uma pessoa no Departamento de Engenharia,

como sendo o gerenciador do projeto, uma vez que ela possui as informações pertinentes aos cilindros nos departamentos internos e nas interfaces com os clientes, a fim de reduzir o *lead time* de projeto (processo interno) e de aprovações de especificações/desenhos (processo externo). Ainda, foi destacada uma pessoa nos departamento de Compras, PCP e Métodos de Processos, como sendo concentradores de informações, com a finalidade de reduzir o lead time, em seus respectivos processos, pois a empresa não possuía células dedicadas por projetos ou unidades de negócios. E, dessa forma, as informações acabavam se perdendo o que explica o *lead time* de 240 dias para o processo de desenvolvimento dos cilindros hidráulicos. Para facilitar a compilação das informações por todos os envolvidos, foi desenvolvido um quadro de gestão visual de projetos, conforme ilustra a Figura 4, o qual é preenchido pelo gerenciador de projetos, em conjunto com os concentradores que se reúnem periodicamente em uma "reunião de alinhamento" para discutir sobre os projetos e resolver possíveis problemas que ocorram durante a fase de desenvolvimento. A cada semana, quando os concentradores se reúnem, eles fornecem informações de suas respectivas áreas ao gerenciador, que as transfere ao quadro de gestão visual, representado pela Figura 7. Para facilitar o preenchimento, foram utilizadas tarjetas metálicas coloridas com as seguintes designações: etiqueta verde – processo finalizado dentro do prazo; amarela – processo em andamento dentro do prazo, etiqueta laranja – processo finalizado, mas fora do prazo e vermelha – processo em andamento fora do prazo com risco de comprometer o *lead time* acertado com o cliente.

Figura 3 – Estrutura de célula proposta



Fonte: Empresa pesquisada.

Sendo assim, foi possível visualizar de forma rápida, clara e objetiva todas as etapas de todos os projetos, desde a inserção do pedido no sistema, até a compra do último item necessário antes da fabricação dos cilindros hidráulicos, informações essas que eram dispersas e até então mal utilizadas pela empresa estudada. Evidentemente, com a gestão visual das informações desenvolvida ficou bastante facilitada a identificação de potenciais problemas já que, caso haja possível atrasos no processo de desenvolvimento, são gerados pelos integrantes planos de ação corretiva, de forma a garantir a consecução dos prazos de entrega dos projetos.

Figura 4 – Quadro de Gestão Visual de Acompanhamento de Projetos

Data da última atualização			Quadro de Programação de Desenvolvimento dos CH s						
Projeto	Cliente	Pedido	Estudo Interfaces	Aprovação Cliente Final	Detalham. Projeto	Métodos Fabricação	Compras	Entrega (1° CH)	L.T. Restante (Proj./Entrega)
			I:	I:	I:	I:	I:		
			F:	F:	F:	F:	F:		
		Data Kick Off							
			I:	I:	I:	I:	I:		
			F:	F:	F:	F:	F:		
		Data Kick Off							
			I:	I:	I:	I:	I:		
			F:	F:	F:	F:	F:		
		Data Kick Off							

Fonte: Empresa pesquisada

Control (controlar) – E por fim, para garantir as ações que foram implementadas se mantivessem e que os novos padrões estabelecidos fossem realmente eficientes, foi definido um sistema de indicadores para monitoramento e acompanhamento dos projetos referentes a sistemas hidráulicos na empresa pesquisada. Os indicadores utilizados visam o acompanhamento dos projetos com a finalidade de redução do *lead time* de desenvolvimento.

4. Resultados

A implantação dos conceitos do *LO* na área de desenvolvimento de projetos hidráulicos foi relevante para a disseminação da cultura *lean* na empresa pesquisada. O projeto desenvolvido também permitiu ao Departamento de Engenharia de Sistemas Hidráulicos padronizar diversos componentes, o que facilitou a compra dos materiais, ponto este crucial no desenvolvimento dos produtos. A velocidade de entrega de projetos teve redução de aproximadamente 60%. Inicialmente era de 240 dias, e após a implementação do *LO* foi reduzido para 140 dias. As interfaces com clientes, que resultam na aprovação de propostas, desenhos, e discussões técnicas, teve redução de 50%. Inicialmente era de 60 dias, e passou para 30 dias. Com a implementação do projeto objeto deste trabalho, foi possível ter redução de 37% do *lead time* de desenvolvimento. E, finalmente, após a implementação do

LO, houve uma redução de 40% nos atrasos dos pedidos e também uma economia de 50% no *lead time* de entrega dos cilindros hidráulicos.

5. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo verificar a possível aplicação dos conceitos do *LO* em um processo não de manufatura em uma empresa que opera no ambiente *ETO*. Para isso desenvolveu-se uma pesquisa-ação na área de desenvolvimento de cilindros hidráulicos de uma empresa do setor de construção mecânica pesada que trabalha exclusivamente com itens *Engineer-to-Order*. O resultado da pesquisa-ação desenvolvida permitiu responder de maneira afirmativa à questão de pesquisa proposta uma vez que se pôde verificar que foi possível utilizar de maneira eficaz os princípios do *LO* aplicados à engenharia e desenvolvimento de projetos em uma empresa operando em ambiente *ETO*.

Assim, como se pode depreender do desenvolvimento feito, este trabalho traz contribuições tanto à teoria como à prática do *LM*. Em termos de geração de novos conhecimentos, este estudo mostrou que a viabilidade de utilização dos princípios do *LO* em atividades administrativas de empresas operando *ETO* agrega à teoria novas informações sobre a utilização do *LO*, lançando luz sobre um terreno no qual pouca pesquisa científica tem sido desenvolvida. Para os gestores envolvidos com a implantação do *LM* em suas respectivas empresas, o presente trabalho mostra que os conceitos de *LM* podem ser também eficazmente estendidos às áreas administrativas, por meio do *LO*, como forma de eliminar desperdícios e ganhar produtividade em áreas que não sejam de manufatura.

Finalmente, há que se ressaltar que o presente trabalho possui algumas limitações. Em primeiro lugar, por se tratar de pesquisa-ação desenvolvida em uma única empresa *ETO*, considerando um único tipo de produto, as conclusões aqui estabelecidas não devem ser generalizadas. Assim, como recomendações de estudos futuros sugere-se que o mesmo tipo de análise seja estendido para um maior número de empresas envolvendo uma gama maior de produtos distintos. Somente assim se poderá validar se as conclusões aqui estabelecidas terão maior poder de generalização.

REFERÊNCIAS

BLEVINS, P. **Project-Oriented Manufacturing** – How to resolve the critical business issues that impact organizational competitiveness. Cincinnati, OH: Encompix, 2004

COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action Research: Action Research for Operations management. **International Journal of Operation & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

CHEN, J. C.; COX, R. AValue Stream Management for Lean Office – A Case Study. **American Journal of Industrial and Business Management**, v. 2, n. 2, p. 17-29, 2012.

EVANGELISTA, C. S. et al. Lean Office – escritório enxuto: estudo da aplicabilidade do conceito em uma empresa de transportes. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 5, n. 1, p. 462-471, Jan./Jun. 2013.

GRABENSTETTER, D. H; USHER, J. M. Determining job complexity in an engineer to order environment for due date estimation using a proposed framework. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 19, p. 5728-5740, 2013.

GRONOVICZ. M.A et al. Lean Office: Uma Aplicação Em Escritório De Projetos. **Gestão & Conhecimento**, v. 7, n.1, p. 48–74, 2013.

HILLETOFTH, Per. **Differentiation focused supply chain design. Industrial Management & Data Systems**. Jonkoping, Sweden: Department of Industrial Engineering and Management, School of Engineering, Jonkoping University, 2012.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean - A guide to implementation**. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Center, 2000.

KOVÁCS, G. Productivity Improvement By Lean Manufacturing Philosophy. **Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering**, v. 5, n. 1, p. 41-45, 2012.

LANDER, E.; LIKER, J.K. The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 16, p. 3681-3698, 2007.

LANDMAN, R.et al. **Office**: aplicação da mentalidade enxuta em processos administrativos de uma empresa do setor metal - mecânico. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção,** Salvador, 2009. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_621_12763.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2014.

LIKER, J.L.; FRANZ J.K. **The Toyota way to continuous improvement**. New York: McGraw–Hill, 2011.

LAREAU, W. **Office Kaizen**: transforming office operations into a strategic competitive advantage. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2002.

LUSTOSA , L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

PEREIRA, M.M. **Avaliação de um ambiente computacional integrado para desenvolvimento de produtos no segmento de bens de capital com engenharia sob encomenda**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos: 2005

PIRES, S.R.I.: **Gestão Estratégica da Manufatura.** Piracicaba, SP: Editora UNIMEP, 1995.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SERAPHIM. E.C; DA SILVA. I.B; AGOSTINHO. O. L. Lean Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do posto médico da guarnição militar de campinas. **Gestão & Produção**. v. 17, n. 2, p. 235-242, 2010.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Value stream management for the lean office**: 8 steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas. Florence: Productivity Press, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 14.ed. São Paulo: Cortez, 2005.

WERKEMA, M.C.C. **Lean Seis Sigma. Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York, NY: Harper Collins, 1991.

ZUBER-SKERRIT, O.; FLETCHER, M. The quality of an action research thesis on the social sciences. **Quality Assurance Education,** v. 5, n. 4, p. 413-436, 2007.

Principios do Lean Manufacturing aplicados em uma fábrica de injeção de peças plásticas: análise do resultado operacional

Jeferson Silveira Pawlak (UNISOCIESC) – jpawlak@bol.com.br

Marcelo Macedo (UFSC) – marcelomacedo@egc.ufsc.br

Resumo: A capacidade de produção de uma empresa pode comprometer a eficiência dos setores clientes subsequentes, o que pode impactar nos resultados da organização. Nesse sentido, este artigo analisa o impacto da implantação dos conceitos do Lean Manufacturing (LM) nos resultados operacionais de uma fábrica de injeção de peças plásticas nos níveis tático e operacional. A pesquisa justifica-se pelo fato de proporcionar condições de aumentar a assertividade na escolha das iniciativas de melhoria a serem implementadas em uma fábrica de injeção de peças plásticas com o objetivo de melhorar seus resultados operacionais. O estudo em questão está estruturado em três fases: identificação do problema a ser solucionado, implantação dos conceitos do LM em uma família de produtos, e avaliação final do estudo com base no conhecimento adquirido, nos dados coletados durante a implantação do projeto e na comparação dos indicadores de desempenho definidos para os níveis tático e operacional. A partir dos dados apresentados, observa-se que as iniciativas de melhoria da função processo com base nos conceitos do LM foram bem sucedidas.

Palavras-chave: Lean manufacturing; Injeção de peças plásticas; Resultado operacional.

Abstract: The production capacity of a company may compromise the efficiency of the subsequent client sectors, which may impact the results of the organization. In this sense, this paper analyzes the impact of the implementation of the concepts of Lean Manufacturing (LM) in operating results of factory plastic injection parts at the tactical and operational levels. The research is justified by the fact provide conditions for increasing assertiveness in the choice of improvement initiatives to be implemented in a factory of plastic injection parts in order to improve its operating results. This study is structured in three phases: identifying the problem to be solved, the implementation of concepts of LM in a product family, and final evaluation of the study based on knowledge gained, the data collected during the project implementation and comparison performance indicators defined for the tactical and operational levels. From the data presented, it is observed that initiatives to improve the process function based on concepts from LM were successful.

Keywords: Lean manufacturing; Plastic injection; Operational results.

1. Introdução

Segundo Paim et al. (2009), a Engenharia de Produção evoluiu até o contexto atual adaptando-se às características econômicas e sociais em que estava inserida. Os quadros conceituais evolutivos, ou ciclos, que fazem parte da essência da Engenharia de Produção são a Administração Científica, o Lean Manufacturing, o Controle da Qualidade Total (TQC), a Reengenharia, a Teoria das Restrições e a Gestão por Processos.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), os benefícios de cada ciclo estavam relacionados a fatores como a melhoria das operações, a otimização dos processos através da eliminação dos desperdícios, a incorporação de ferramentas, a sistematização de tarefas para

gerir as operações, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços, o redesenho e a estabilização dos processos.

Para Nonaka e Takeuchi (1997), o cenário atual, caracterizado pela importância estratégica da informação e do conhecimento, exige que as organizações busquem a sua sobrevivência a longo prazo, através da combinação das práticas de sucesso do passado com a inovação que irá gerar resultados significativos para os chamados stakeholders ou partes interessadas.

Para Paim et al. (2009), o estudo realizado pelos principais fundadores da Toyota, os senhores Toyodo Sakichi, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, para combater os desperdícios, deu origem a um conjunto de princípios e técnicas, como por exemplo: a autonomação, o Kanban, a troca rápida de ferramentas, os dispositivos antifalha (poka yoke), o desdobramento da função qualidade (QFD), os arranjos físicos celulares, a análise de valor, a manutenção produtiva total, entre outras práticas, que passaram a compor a filosofia de produção conhecida como just in time (JIT).

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo a análise do impacto da implantação dos princípios do LM em uma família de produtos de uma fábrica de injeção de peças plásticas.

2. Implantação dos conceitos do LM em uma família de produtos de uma fábrica de injeção de peças plásticas

A implantação dos conceitos do LM na família de produtos tem como objetivo aumentar a produtividade em função da redução das perdas que existem nas interfaces dos processos, classificadas por Shingo (1996) em sete categorias: perdas por processamento, transporte, estoque, movimentação, superprodução, espera e defeitos. Ou seja, o foco será atuar na função processo, a fim de melhorar o fluxo de materiais e de informações nas etapas de planejamento da produção, injeção das peças plásticas, montagem e embalagem dos produtos fabricados.

No nível operacional, o sucesso desta iniciativa será mensurado pelo indicador de OEE, que é a multiplicação dos índices de qualidade, disponibilidade e desempenho. Espera-se que a implantação dos conceitos e práticas do LM melhore o indicador de OEE e,

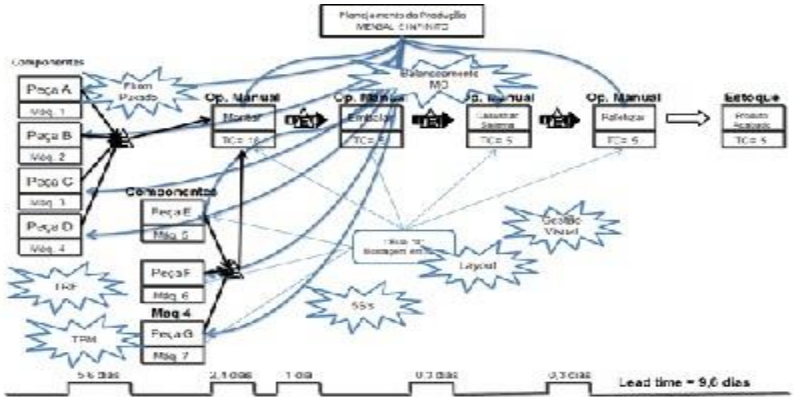
consequentemente, influenciem positivamente o indicador do nível tático, que é a quantidade de produtos vendidos, mas não disponíveis para a entrega.

2.1. Mapeamento do fluxo de valor

Para compreender o fluxo de materiais, informações e planejamento da família de produtos, elaborou-se o mapa de fluxo de valor para um produto desta família. O mapeamento permitiu a fácil visualização dos desperdícios ao longo da cadeia de produção, desde a programação da produção até a disposição dos produtos acabados para o estoque.

A figura 1 representa o mapa de fluxo de valor do estado atual deste produto.

Figura 1 – Mapa da situação atual



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

As práticas e as técnicas do LM implementadas na família de produtos podem ser identificadas pela cor azul no mapa de fluxo de valor.

2.2. Redes de fábricas focalizadas (minifábricas)

Pelo fato de ser complexa a administração de uma grande instalação, optou-se por separar a fábrica de injeção em 4 famílias de produtos e as famílias de produtos em processos comuns dedicados, sendo os processos divididos em dois grupos:

a) Processos puxadores: são responsáveis pela injeção da peça na qual os componentes serão montados; geralmente é a peça de maior dimensão do conjunto montado.

b) Injeção de componentes: fabricação das peças a serem utilizadas no componente puxador.

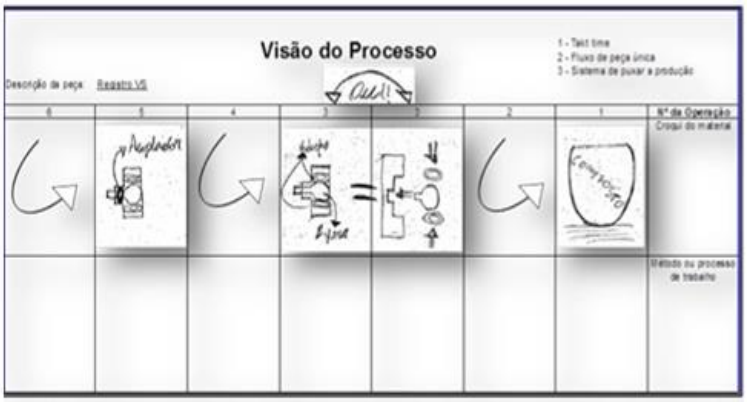
Cada minifábrica no interior da fábrica é autônoma em seus processos produtivos, administrativos e de informação, tendo uma estrutura hierárquica capaz de decidir sobre as questões relacionadas ao planejamento da produção, solicitação de insumos, sequenciamento, produção, qualidade e manutenção.

2.3. Máquinas simples e dedicadas

As máquinas utilizadas para a produção das peças plásticas são injetoras de baixa complexidade, fáceis de absorver variações de demanda, pois, ao trocar o molde, muda-se o produto produzido, sendo necessária a otimização dos tempos de setup para viabilizar a produção de pequenos lotes de produtos diferentes.

Para identificar os processos comuns, a fim de dedicar as injetoras para produtos específicos, foram utilizados mapas de processo. A figura 2 representa esta etapa do trabalho.

Figura 2 – Mapa do processo

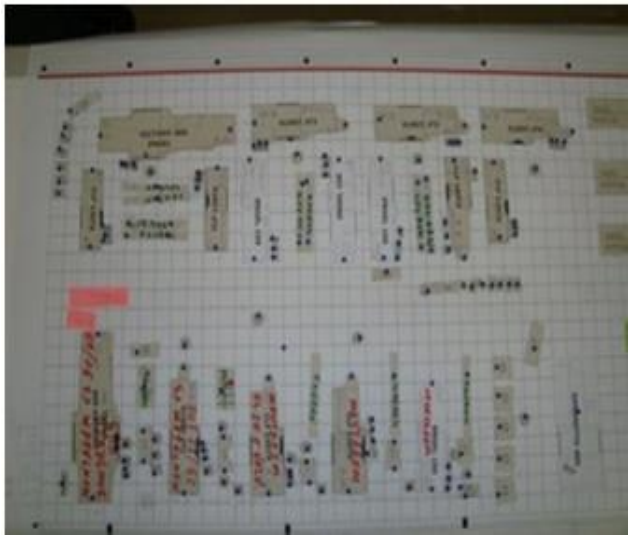


Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

2.4. Arranjo físico celular

A etapa seguinte consistiu em rever o arranjo físico, a fim de viabilizar as células de manufatura em formato de “U”, que são geralmente utilizadas para linhas mais curtas e possibilitam a implantação do conceito de fluxo unitário de uma peça, onde o produto movimenta-se pelo processo, um de cada vez, sem interrupções e estoques, ao ritmo determinado pela demanda dos clientes. Para viabilizar esta análise, foram utilizadas figuras em escala, recortadas em papel e coladas sobre uma folha quadriculada, conforme a figura 3.

Figura 3 – Definição dos arranjos físicos celulares

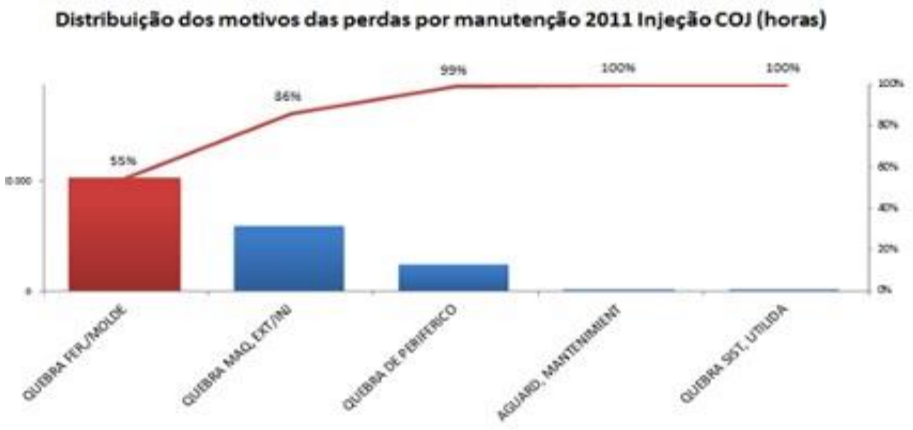


Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

2.5. Manutenção produtiva total

Para reduzir os tempos de espera, ocasionados pelas quebras não previstas, optou-se por implantar os conceitos de manutenção produtiva total nos moldes utilizados pela família de produtos, pois as interrupções do fluxo produtivo por problemas nos moldes representavam, em 2011, 55% do total das perdas de responsabilidade da manutenção, conforme mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 – Pareto das perdas de manutenção



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

A iniciativa consiste em restaurar as condições nominais dos moldes críticos e estabelecer uma rotina de verificação e correção preventiva, realizada por uma equipe específica antes (preparação) e após (triagem) a produção de um lote de peças.

A figura 4 é uma foto da equipe e da área dedicada a esta tarefa na família de produtos.

Figura 4 – Área de triagem e preparação de moldes

Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

2.6. Troca rápida de ferramentas

A redução do tempo de espera para a troca de ferramentas pode viabilizar a diminuição dos lotes de produção, aproximando o fluxo de produção ao lote unitário de peças.

As iniciativas para otimizar o tempo de troca das ferramentas concentraram-se em identificar as operações que são realizadas com a máquina parada, conhecidas como setup interno, e com a máquina em funcionamento, o setup externo. Através do acompanhamento de uma amostragem, observou-se que o setup interno era composto por três grandes tempos (atividades):

a) Realização da troca do molde por uma equipe de profissionais especializados e dedicados a esta tarefa, chamados de trocadores;

b) Tempo de espera (lacuna de tempo) entre o fim das tarefas realizadas pelos trocadores e o início da parametrização da injetora, para iniciar a produção das peças

do novo lote de produção, realizado por outra equipe, chamada de equipe de "setapeiros";

c) Parametrização da injetora e início de produção do novo lote de peças.

A figura 5 representa a composição dos tempos para a troca de ferramentas.

Figura 5 – Composição dos tempos para troca de ferramentas

Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

Após a identificação dos tempos que compõem a troca das ferramentas, as ações foram concentradas em reduzir a lacuna de tempo entre o fim da atividade de troca e a de início de produção.

Para viabilizar a redução, foi implantado um sistema de gestão visual para a programação e o sequenciamento da troca, a fim de não haver trocas simultâneas e de melhorar o fluxo de informações entre as equipes de troca e de início.

A figura 6 é uma foto do quadro de programação das trocas de moldes.

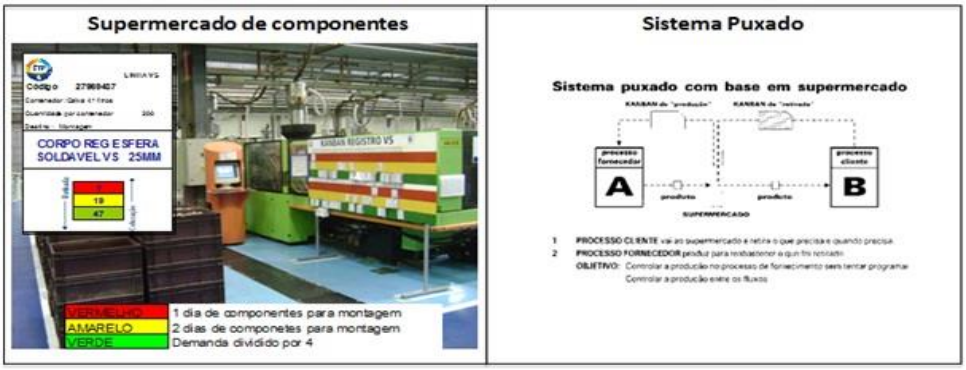
Figura 6 – Sequenciamento das trocas de ferramentas

Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

2.7. Kanban

Para a programação da produção de componentes, foi implantado um sistema Kanban de um cartão. O Kanban foi necessário, pois a maioria das injetoras que produzem componentes são compartilhadas. O Kanban serve para coordenar a produção puxada, levando-se em conta que as peças devem ser retiradas do supermercado e produzidas no momento exato em que são solicitadas pelos cartões. A figura 7 é um dos supermercados de componentes controlados pelo sistema Kanban da família de produtos.

Figura 7 – Supermercado controlado pelo sistema Kanban



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

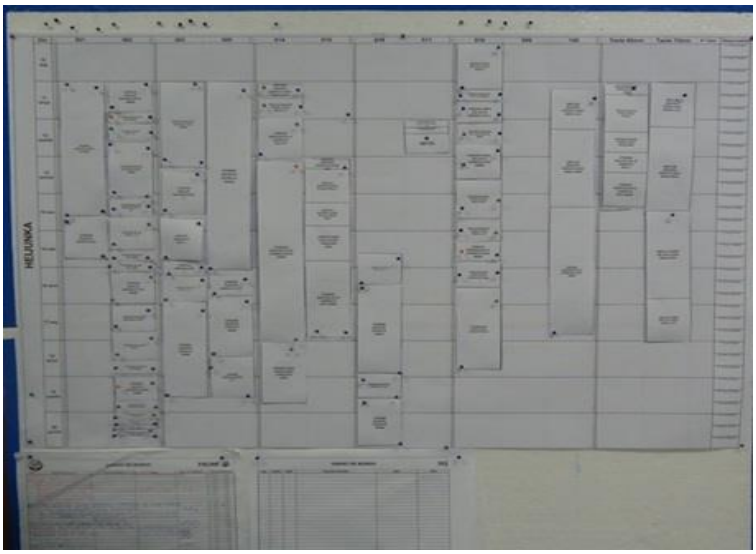
2.8. Nivelamento da produção

A programação da produção para os processos puxadores foi alterada de um período de 30 dias com visão de capacidade infinita, para um período de dez dias com capacidade finita, levando-se em consideração os recursos disponíveis e a produtividade individual dos equipamentos.

Essa programação teve o objetivo de alcançar um mix de produção que reduza os estoques de determinados itens, ao mesmo tempo em que aumente a flexibilidade do sistema, para atender às variações de demanda dos clientes, ao longo do mês.

Além disso, como ilustra a figura 8, implantou-se o sequenciamento da produção, utilizando-se quadros heijunka para racionalizar a utilização da mão de obra.

Figura 8 – Quadro para nivelamento da produção (heijunkabox)



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

2.9 Visibilidade

Os projetos de melhoria, os procedimentos operacionais, os indicadores de desempenho e a matriz de habilidade foram colocados em quadros de gestão, de forma a que todos possam facilmente identificar, acompanhar e compreender a direção dos esforços de melhoria.

Na figura 9, é possível visualizar um procedimento operacional padrão, utilizado em um processo de montagem da família de produtos e uma matriz de habilidade.

Figura 9 – Procedimento operacional padrão e matriz de habilidade

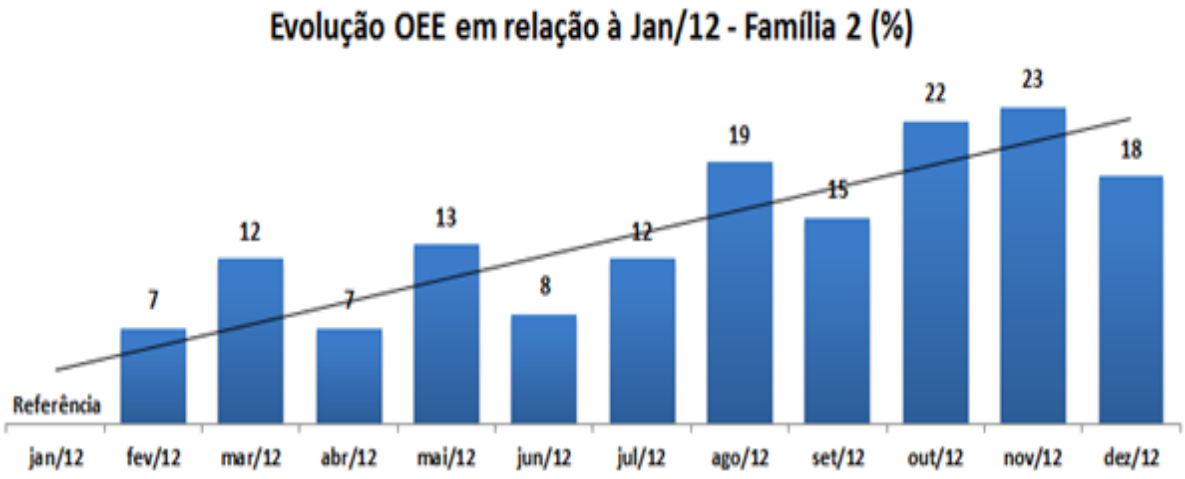
Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

3. Resultados alcançados com a implantação do LM na família de produtos

O indicador de desempenho, voltado ao sistema produtivo, utilizado para medir o sucesso das iniciativas do LM no nível operacional da família de produtos da fábrica de injeção de peças plásticas, foi o OEE (overall equipment effectiveness). Este indicador é calculado pela multiplicação dos índices de qualidade, disponibilidade e eficiência, pois o objetivo é mensurar a eliminação dos desperdícios da função processo, que, de acordo com Shingo (1996), é o foco das iniciativas do LM.

Em função das restrições do compartilhamento das informações da fábrica de injeção de peças plásticas, o indicador de OEE é exposto no gráfico 1 em percentual de evolução, tendo como referencial o resultado praticado no mês de janeiro de 2012.

Gráfico 1 – Evolução do OEE em 2012



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

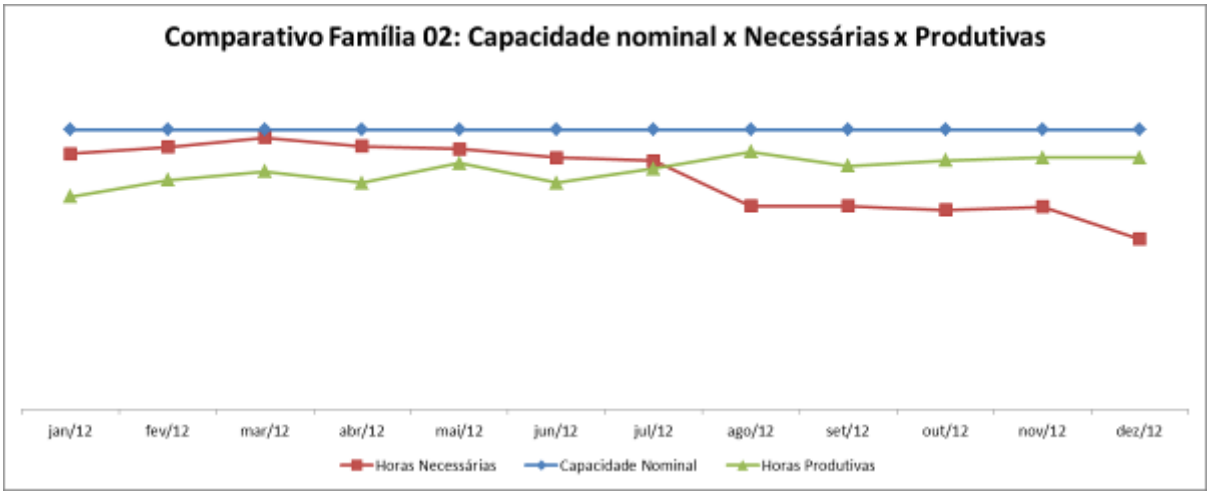
Observa-se que as iniciativas de melhoria implantadas impactaram significativamente na produtividade das injetoras de peças plásticas da família de produtos. Comparando-se o mês de janeiro com o de dezembro de 2012, pode-se afirmar que a capacidade nominal de produção da minifábrica de injeção de peças plásticas aumentou em 18 pontos percentuais.

Não foi possível mensurar o impacto individual de cada ferramenta, ou prática do LM, ao longo dos meses de 2012, pois para esta família, as iniciativas foram implantadas em um único estágio ao final do ano de 2011, pois foi construída uma nova área fabril, para a qual as injetoras de peças plásticas foram transferidas e os novos conceitos de produção adotados.

A melhoria do indicador de OEE foi atribuída à maturidade da equipe para trabalhar com o novo sistema produtivo.

Comparando-se a capacidade nominal com as horas necessárias e produtivas desta família no período de janeiro a dezembro, observou-se a evolução do desempenho, em função de as horas produtivas superarem as horas necessárias a partir do mês de agosto de 2012, conforme pode ser visto no gráfico 2.

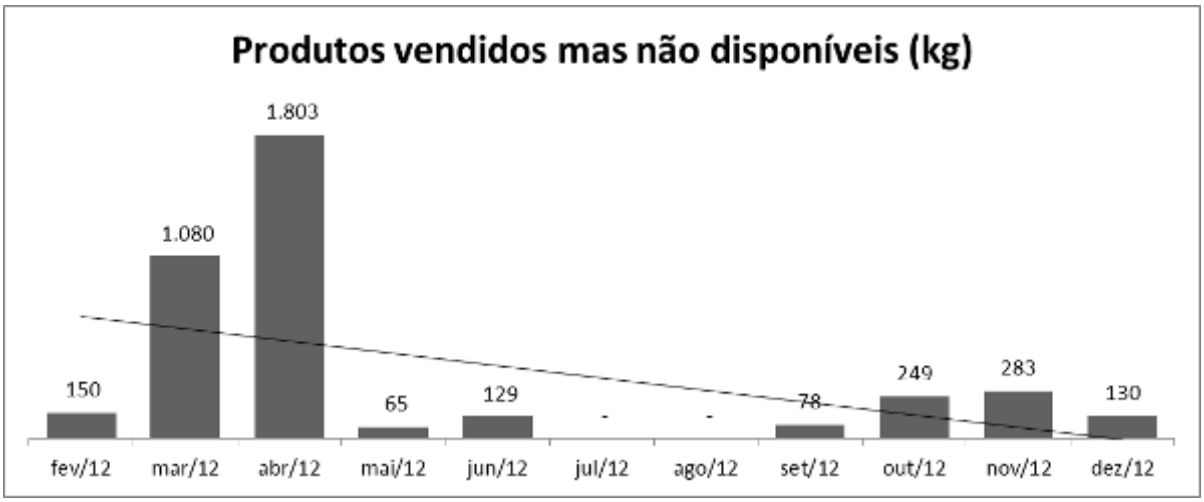
Gráfico 2 – Comparativo de desempenho da família de produtos



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

O fato de as horas produtivas terem superado as horas necessárias impactou positivamente na quantidade de produtos vendidos, mas não disponíveis para a venda, conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3 – Quantidade de produtos vendidos, mas não disponíveis para entrega



Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

O desempenho do indicador de atendimento ao plano de produção (horas produtivas) da família de produtos justifica-se em função da diminuição das horas improdutivas. Comparando-se o desempenho de fevereiro ao do mês de dezembro de 2012, a redução das paradas apresentaram uma evolução significativa, sendo os principais ganhos, representados pelo gráfico 4.

Gráfico 4 – Redução das horas improdutivas da família de produtos

Fonte: Fabrica de injeção de peças plásticas.

A partir dos dados apresentados no decorrer deste trabalho, observa-se que as iniciativas de melhoria da função processo com base nos conceitos do LM foram bem sucedidas quando comparados os indicadores do nível tático e operacional.

4. Considerações finais

Uma baixa eficiência na função operação e, ou na função processo pode acarretar na falta de capacidade de produção, o que pode comprometer não somente a eficiência das manufaturas, como também dos setores clientes subsequentes, e impactar nos resultados globais da organização. Nesse sentido, a questão que norteou esta pesquisa foi: Como a aplicação de princípios do Lean Manufacturing pode impactar nos resultados operacionais de uma fábrica de injeção de peças plásticas?

Para analisar o impacto da aplicação dos princípios do Lean Manufacturing nos resultados operacionais de uma fábrica de injeção de peças plásticas, definiu-se indicadores, voltados aos sistemas produtivos, que mensuram o impacto das iniciativas do LM nos resultados operacionais.

Os indicadores, voltados aos sistemas produtivos, utilizados no nível tático para a família de produtos foram o atendimento ao plano de produção e a quantidade de produtos vendidos, mas não disponíveis para entrega.

Para o nível operacional da família de produtos, à qual foram implantados os conceitos do LM, o indicador de desempenho foi o OEE, ou seja, a multiplicação dos índices de qualidade, desempenho e disponibilidade do grupo de injetoras que fazem parte dessa família.

Observou-se que as iniciativas de melhoria da função processo com base nos conceitos do LM foram bem sucedidas quando comparados os indicadores do nível tático e operacional.

Portanto, este trabalho pode ajudar a empresa a verificar a ocorrência de desvios entre os resultados operacionais pré-estabelecidos e os resultados alcançados, além de viabilizar a busca da melhoria contínua dos seus processos a partir da ciência, com a finalidade de formular recomendações para o alcance das metas de produção.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação dos conceitos do LM nas demais famílias de produtos da fábrica de injeção de peças plásticas.

REFERÊNCIAS

ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Em direção a uma teoria geral da administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero**. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; ALVAREZ, R.; PELLEGRIN, I; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTO, P. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CAMPOS, Vicente. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 8. Ed. INDG Tecs, 2004.

CAMPOS, Vicente. **O verdadeiro poder**. INDG Tecs, 2009.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da administração da produção.** Tradução de Eduardo D'Agord Schaan e outros. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEON, Agostinho M. **Medição do custo das perdas associadas ao processo produtivo de fabricação de celulose e papel**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

FERNANDES, Djair Roberto. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial**. Revista da FAE, v.7, n.1, p. 1-18. Curitiba, 2004

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just in time**. 1 ed., Belo Horizonte, Revista Produção On Line. 1995. Disponível em <scielo.br>..

HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

HRONEC, S. M. **Sinais vitais**. São Paulo: Makron Books,1994.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

MARTINS, P.; LAUGENI, P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MEYERS, Fred; STEWART, Jim R. **Motion and time study for lean manufacturing**. 2. ed. New Jersey: Prentice-hall, Inc., 1999.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: Bookman, 1989.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campos 1997.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Bookman Editora: Porto Alegre, 1997.

PAIM, R. et al. **Gestão de processos: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

POSSAMAI, O.; HANSEN, P. B. **Indicadores de desempenho gerencial**. Florianópolis: PPGEP UFRGS/UFSC, 1998.

REIFSCHNEIDER, Marina Becker. **Considerações sobre avaliação de desempenho**. Ensaio: aval. Pol. Públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 16, n. 58, Mar. 2008. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 22 out. 2012.

REIS, Tathiana. **Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: estudos de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2004.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. **Melhores desempenhos das empresas**. São Paulo: Makron Books, 1992.

SELLITTO, M. A.; WALTER, C. **Medição e pré-controle do desempenho de um plano de ações estratégicas em manufatura**. Gestão & Produção, v. 12, n. 3, p. 443-458, 2005 [on-line]. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 23 out. 2012.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero**. Porto Alegre, Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. Porto Alegre, Bookman, 1996.

SHOOK, J.; ROTHER, M. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute, 2003.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SPEAR, W.; BOWEN, H. **Decoding of the DNA the Toyota production system**. Harvard Business Review, set./out. 1999.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento de controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: lean thinking**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

A aplicação das práticas *lean manufacturing*: TRF, redução da base de fornecedores, recebimento JIT, *poka yokes* e ferramentas da qualidade: um estudo em uma empresa fabricante de transmissões

Daniel França Lazarin (UFU) – danielflazarin@pontal.ufu.br

Resumo: O presente trabalho trata do tema produção enxuta e tem como objetivo divulgar os resultados das práticas (técnicas, ferramentas, métodos) *lean manufacturing*: troca rápida de ferramentas (TRF), redução da base de fornecedores, recebimento *just-in-time* (JIT), dispositivos *poka-yoke* e ferramentas de controle da qualidade, utilizadas por uma empresa fabricante de transmissões mecânicas. O método de pesquisa escolhido foi o estudo de caso através da observação direta e realização de uma entrevista com um engenheiro da área de produção (operações).

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramentas; Redução da Base de Fornecedores; Recebimento JIT; *Poka Yoke*; Ferramentas da Qualidade.

Abstract: This paper deals with the subject lean production and aims to disseminate the results of the practices (techniques, tools, methods) lean manufacturing: single minute exchange of die (SMED), reduced supplier base, receiving just-in-time (JIT), poka-yoke devices and tools for quality control, used by a manufacturer of mechanical transmissions. The research method chosen was the case study by direct observation and conducting an interview with an engineer in the area of production (operations).

Keywords: SMED; Reduced Supplier Base; Receiving JIT; Poka Yoke; Quality Tools.

1. Introdução

As mudanças ocorridas nos últimos anos na política econômica quase sempre resultaram num aumento da competição nos mercados nacionais e internacionais, o que tem pressionado as empresas a desenvolverem sistemas de produção mais efetivos. Em busca de vantagens competitivas, as organizações investem em processos produtivos que buscam atender melhor as expectativas de seus clientes.

A *Toyota Motor Company* foi pioneira no processo de desenvolvimento do seu processo produtivo, culminando em um sistema de produção atualmente conhecido como o Sistema *Toyota* de Produção. Este sistema contribui para as melhorias na produção de produtos, eliminação de desperdícios, redução de custos, entre outros; trazendo assim uma vantagem competitiva frente ao mercado mundial.

Diante deste contexto, este estudo apresenta os resultados das práticas (técnicas, ferramentas, métodos) *lean manufacturing*: troca rápida de ferramentas (TRF), redução da base de fornecedores, recebimento *just-in-time* (JIT), dispositivos *poka-yoke* e ferramentas de controle da qualidade, utilizadas pela empresa estudada.

A seguir (seção 2) é apresentada a revisão bibliográfica da abordagem produção enxuta que esclarece os conceitos dos princípios e práticas desta abordagem para posteriormente descrever as cinco práticas estudadas neste trabalho. Depois são apresentados a metodologia de pesquisa (seção 3), um resumo da empresa estudada (seção 4), a aplicação das práticas da produção enxuta utilizadas pela empresa (seção 5) e por fim as considerações finais (seção 6).

2. A abordagem produção enxuta

Para fazer frente à manufatura em massa, a indústria automobilística japonesa, mais precisamente a Toyota, desenvolveu, na década de 1950, o chamado Sistema Toyota de Produção (STP), popularizado no ocidente pelo pesquisador do Programa Internacional de Veículos Automotores (*International Motor Vehicle Program* - IMVP) John Krafcik, com o nome de produção enxuta (PE) ou manufatura enxuta (ME). É "enxuta" por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK *et al.*, 1992).

O STP evoluiu da necessidade. Certas restrições no mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda, um destino que a indústria japonesa enfrentou no período do pós-guerra (OHNO, 1997).

De acordo com Womack *et al*. (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, os responsáveis pelo desenvolvimento desta nova abordagem, a qual objetivava aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios.

2.1 Princípios e práticas da produção enxuta

A fim de entender e analisar as diferentes abordagens que tratam da produção enxuta, é necessário, inicialmente, que os conceitos de princípios e práticas sejam esclarecidos.

Os princípios são as idéias, fundamentos, ensinamentos que norteiam a empresa na adoção de um modelo ou sistema, como o Sistema Toyota de Produção, modelo de estudo deste trabalho.

Pela revisão bibliográfica realizada, pode-se dizer que a PE tem como principais princípios (objetivos) eliminar ou minimizar desperdícios (SHINGO, 1996; OHNO, 1997) e obter altos volumes de produção com a flexibilidade necessária para atender as demandas e alterações do mercado de maneira eficaz (WOMACK e JONES, 1998).

Já as práticas são as técnicas, ferramentas e métodos que devem ser implementados.

Embora essas definições esclareçam um pouco mais a respeito da diferença entre os princípios e as práticas de um paradigma, é importante ressaltar que, na prática, é bastante difícil realizar esta separação. Tendo isso em vista, considera-se que os princípios estão mais relacionados a "qual objetivo que se deseja atingir" (fim), enquanto que as práticas se referem a "como se pode atingir tal objetivo" (meio).

A seguir são apresentadas as revisões bibliográficas das práticas troca rápida de ferramentas (TRF), redução da base de fornecedores, recebimento *just-in-time* (JIT), dispositivos *poka-yoke* e ferramentas de controle da qualidade.

2.1.1 Troca rápida de ferramentas (TRF)/redução dos tempos de setup

A troca rápida de ferramentas (TRF) pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos (*setups*), possibilitando a produção econômica em pequenos lotes. A utilização da TRF auxilia na redução dos tempos de atravessamento (*lead times*), possibilitando à empresa resposta rápida diante das mudanças do mercado. Outra vantagem da TRF é a produção econômica de pequenos lotes de fabricação, o que geralmente exige baixos investimentos no processo produtivo (SHINGO, 2000). Além disso, a TRF reduz a incidência de erros na regulagem dos equipamentos (HARMON e PETERSON, 1991).

Para Kannenberg (1994), *setup* ou tempo de preparação é o intervalo de tempo que se leva desde o término da última peça boa de um lote A até a saída da primeira peça boa do lote B.

A redução do tempo gasto em *setup* é condição necessária para diminuir o custo unitário de preparação. Tal redução é importante por três razões (HARMON e PETERSON, 1991):

a) Quando o custo de *setup* é alto, os lotes de fabricação tendem a ser grandes, aumentando o investimento em estoques;

b) As técnicas mais rápidas e simples de troca de ferramentas diminuem a possibilidade de erros na regulagem dos equipamentos; e,

c) A redução do tempo de *setup* resulta em aumento do tempo de operação do equipamento.

O processo de melhoria no tempo de troca de ferramentas proposto por Shingo (2000) é constituído de quatro estágios. No estágio 1, não se distinguem as condições de *setup* interno (que ocorrem com a máquina parada) e externo (que ocorrem com a máquina em operação). O objetivo é analisar a operação atual de *setup*, com participação dos operadores envolvidos na preparação em estudo. No estágio 2, considerado o mais importante da implantação da TRF, ocorre a distinção entre as operações de *setup* interno e externo. No estágio 3 ocorre análise da operação de *setup*, com o objetivo de verificar a possibilidade de converter operações de *setup* interno em externo. No estágio 4 é realizada análise de cada ação das operações de *setup* interno e externo, buscando observar eventuais oportunidades adicionais de melhoria.

2.1.2 Redução da base de fornecedores

Suzaki (1987) afirma que com a redução da base de fornecedores os relacionamentos entre compradores e fornecedores se tornam mais próximos e mais amigáveis, criando-se assim uma relação de parceria.

Para Parkhe (1993), os relacionamentos de parceria são definidos como: “acordos cooperativos relativamente duradouros entre empresas, envolvendo fluxos e ligações que usam os recursos e/ou estruturas de governança de organizações autônomas, para a realização conjunta de metas individuais associadas à missão corporativa de cada empresa patrocinadora”. O que isso significa é que se espera que fornecedores e consumidores cooperem, compartilhando recursos e habilidades, para alcançar benefícios conjuntos além dos que esperariam obter agindo sozinhos (SLACK *et al*., 2002).

De acordo com Slack *et al* (2002), as parcerias são relacionamentos próximos, cujo grau é influenciado por diversos fatores como:

a) Expectativas de longo prazo: relacionamentos de parceria implicam comprometimentos de prazo relativamente longo, mas não necessariamente permanentes;

b) Aprendizagem conjunta: os parceiros em um relacionamento estão comprometidos em aprender com a experiência e as percepções de cada um sobre as outras operações dentro da cadeia;

c) Resolução conjunta de problemas: embora as parcerias nem sempre se desenvolvam suavemente, abordar os problemas em conjunto pode aumentar a proximidade com o tempo;

d) Confiança: este é provavelmente, o elemento-chave em relacionamentos de parceria. Nesse contexto, confiança significa a disposição de um parceiro de relacionar-se com o outro tendo o entendimento de que o relacionamento será benéfico para ambos, mesmo que isso não possa ser garantido. Confiança é largamente tida como o elemento-chave em parcerias de sucesso, mas também, de longe, o elemento mais difícil de ser desenvolvido e mantido;

e) Poucos relacionamentos: embora os relacionamentos de parceria não impliquem necessariamente compras de uma única fonte, existe comprometimento da parte dos parceiros em limitar o número de consumidores e fornecedores com quem eles negociam. É difícil manter relacionamentos próximos com muitos parceiros diferentes de comércio;

f) Coordenação conjunta das atividades: devido ao fato de haver menos relacionamentos, torna-se possível coordenar as atividades como o fluxo de materiais ou serviço, pagamento e assim por diante;

g) Transparência de informações: a troca aberta e eficiente de informações é vista como elemento-chave em parcerias porque ajuda a construir a confiança entre os parceiros;

h) Compartilhamento do sucesso: uma atitude de compartilhar sucesso significa que ambos os parceiros trabalham juntos de modo a aumentar o volume total de benefício conjunto que receberão, em vez de manipular para maximizar sua própria contribuição individual.

2.1.3 Recebimento just-in-time (JIT)

Com o estreitamento dos relacionamentos entre clientes e fornecedores, busca-se obter um abastecimento (recebimento) de produtos *just-in-time* (JIT) na empresa, isto é, no

momento exato para a produção, eliminando assim desperdícios de inventários, operações de controle, espaço de armazenagem, capital imobilizado, entre outros.

Neste tipo de operação as entregas se tornam mais freqüentes e em lotes cada vez menores.

Um fator crítico para o sucesso do recebimento JIT é a localização geográfica do fornecedor em relação ao cliente. Para que seja viável realizar várias entregas em um curto período de tempo, é necessário que o fornecedor esteja cada vez mais próximo fisicamente do comprador. Muitas fábricas de autopeças constroem novas unidades próximas aos seus clientes, como é o caso de uma grande produtora de bancos, que fornece para as montadoras Ford e *General Motors* (GM). A empresa construiu uma fábrica em São Bernardo do Campo, que abastece exclusivamente a planta da Ford, e possui outras duas nas cidades de São José dos Campos e Santo André, que atendem à GM (REVISTA TECNOLOGÍSTICA, 1998).

De acordo com Slack *et al.* (2002), o recebimento *just-in-time* materializa o significado popular do termo JIT e forma a visão de componentes chegando ao processo de montagem justamente no momento necessário.

2.1.4 Dispositivos poka-yoke

São dispositivos a prova de erros destinados a evitar a ocorrência de defeitos nos processos produtivos.

Os *poka-yokes* procuram prevenir erros humanos, aumentam a segurança, eliminam produtos defeituosos e previnem danos às máquinas (MANIVANNAN, 2006).

De acordo com Shingo (1996), há duas maneiras nas quais o *poka-yoke* pode ser utilizado para corrigir erros:

- ✓ Método de controle: quando o *poka-yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, de forma que o problema possa ser corrigido;
- ✓ Método de advertência: quando o *poka-yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador.

O dispositivo *poka-yoke* em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de

inspeção. A inspeção é o objetivo, o *poka-yoke* é simplesmente o método (SHINGO, 1996). A seguir dois exemplos:

- ✓ Dispositivos que impedem uma peça de encaixar em um gabarito se algum erro operacional tiver sido feito;
- ✓ Dispositivos que impedem o início de um processo se alguma peça do processo anterior tiver sido esquecida.

O primeiro exemplo é apropriado para a auto-inspeção (trabalhadores são responsáveis por encontrar e corrigir defeitos gerados na própria operação), enquanto que o segundo exemplo é adequado para a inspeção sucessiva (trabalhadores checam o trabalho realizado pelos colegas).

2.1.5 Ferramentas de controle da qualidade

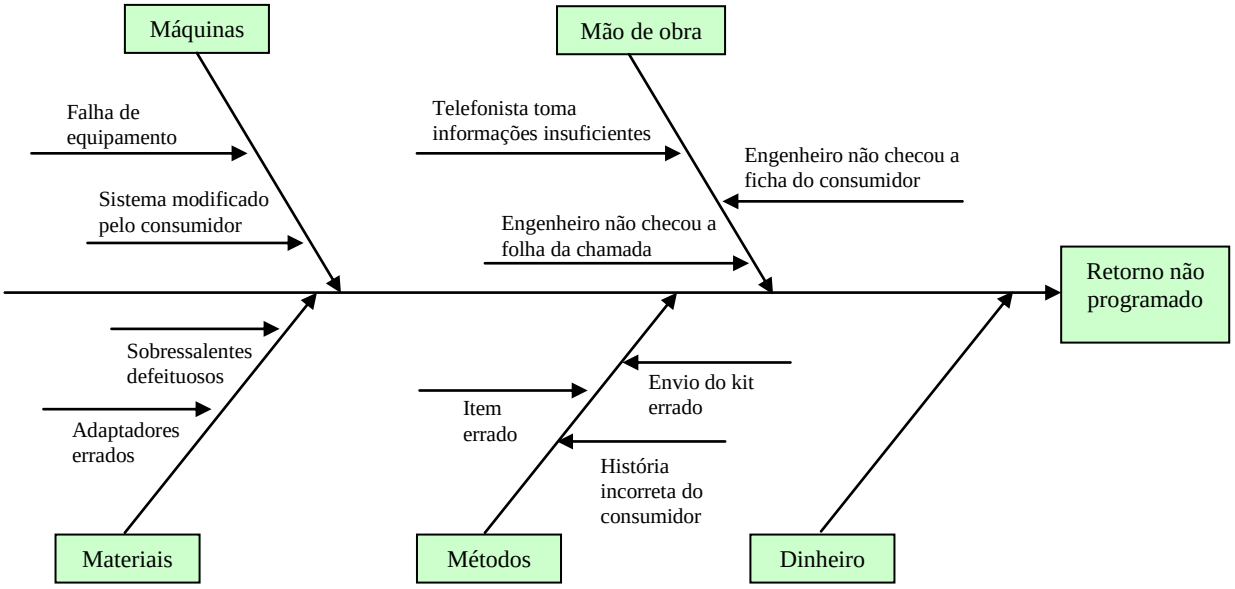
São recursos utilizados com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos de trabalho.

Algumas destas ferramentas são: diagrama de causa e efeito (Ishikawa), diagrama de Pareto, *brainstorming*, controle estatístico de processos (CEP) e análise do modo e efeito da falha (*failure mode and effect analysis* - FMEA).

Os diagramas de causa e efeito (que também são conhecidos como diagramas de "espinha de peixe" e "diagramas Ishikawa") são um método particularmente efetivo de ajudar a pesquisar as raízes de problemas. O procedimento para se desenhar um diagrama causa e efeito é o seguinte: 1) coloque o problema na caixa de "efeito"; 2) identifique as principais categorias para causas possíveis do problema. Embora qualquer categoria possa ser usada para os ramos centrais do diagrama, há cinco categorias comuns: equipamento, mão de obra, materiais, métodos e dinheiro; 3) use a busca sistemática de fatos e discussão em grupos para gerar possíveis causas sob essas categorias. Qualquer coisa que possa resultar em um efeito que está sendo considerado deveria ser listada como causa potencial; 4) registre todas as causas potenciais no diagrama sob cada categoria, e discuta cada item para combinar a esclarecer as causas (SLACK *et al*., 2002).

A figura 1 mostra um exemplo do diagrama de causa e efeito aplicado na empresa KPS.

Figura 1 - Diagrama de causa e efeito para retornos não programados na KPS



Fonte: Slack *et al.* (2002)

O diagrama de Pareto é representado por um gráfico de barras que ordena as freqüências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Mostra ainda a curva de percentagens acumuladas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos (MARTINS JR, 2002).

O *brainstorming* (tempestade de idéias) é uma ferramenta destinada à geração de idéias/sugestões criativas para os problemas organizacionais. É um processo de grupo em que os indivíduos emitem idéias de forma livre, em grande quantidade, sem críticas e o resultado é um refinado conjunto de idéias a ser utilizado em um tratamento posterior (EIGELES, 2003).

O controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta de monitoramento em tempo real do desempenho de processos. O CEP utiliza como dados de entrada medições de variáveis de processo que influenciam na qualidade dos produtos manufaturados (MONTGOMERY, 1985).

O processo é controlado efetuando-se medições da variável de interesse em pontos espaçados no tempo e registrando-se o resultado dessas medições em cartas de controle. A cada medição, compara-se o resultado obtido com os limites de controle que representam o

padrão esperado de operação do processo. Resultados de medições das variáveis de interesse (pontos na carta) fora dos limites de controle indicam a presença de causas especiais (atípicas) atuando na operação. Uma vez identificadas estas causas, pode-se atuar sobre elas, melhorando continuamente a qualidade do produto manufaturado (PAESE *et al*., 2001).

A ferramenta FMEA é um método desenvolvido para identificar, sistematicamente, falhas potenciais em sistemas, processos ou serviços, identificar seus efeitos e causas e definir as ações para reduzir ou eliminar os riscos a elas relacionados (TENG *et al*., 2006).

3. Metodologia

A pesquisa caracteriza-se pelo estudo de caso (método qualitativo) de caráter exploratório descritivo. A pesquisa qualitativa caracteriza-se por um foco maior na compreensão dos fatos do que propriamente na sua mensuração e, de acordo com Richardson (1985), é empregada em casos nos quais a riqueza dos detalhes é mais relevante do que as informações quantitativas.

Segundo Yin (1994), o estudo de caso é um método empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência.

A companhia escolhida para o estudo de caso foi uma empresa fabricante de transmissões mecânicas localizada em uma cidade do interior do estado de São Paulo.

As principais fontes de evidência para a realização do estudo foram a observação direta e a entrevista semi-estruturada com um engenheiro da área de produção (operações), responsável por cuidar de questões relacionadas com a manufatura enxuta como treinamentos, implementações, auditorias internas, entre outros.

4. A empresa estudada

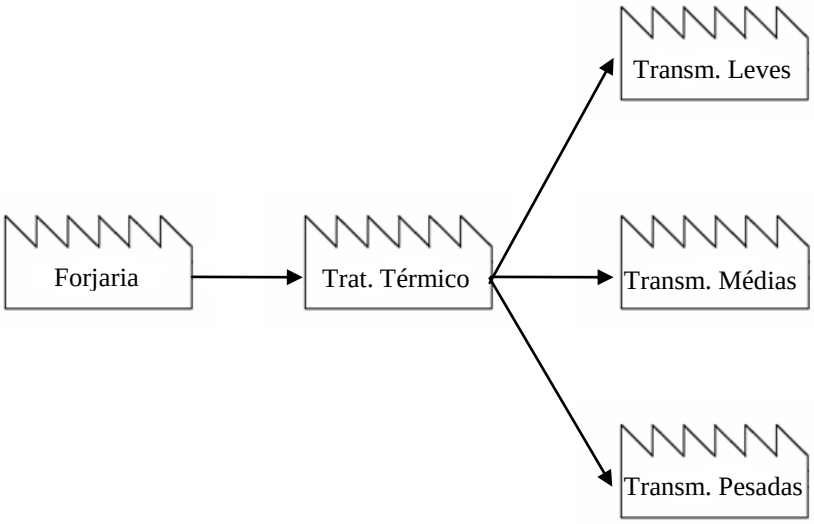
A empresa se encontra em uma área de 105 mil metros quadrados construídos, com a unidade de negócios distribuída em um espaço de 384 mil metros quadrados. A unidade fabrica transmissões mecânicas para veículos de passageiros, picapes, caminhões leves, médios, pesados e peças de reposição para as transmissões mecânicas.

A produção da planta estudada opera hoje através do sistema fazer para estoque (*make to stock*). As principais etapas do processo produtivo são: forjaria, tratamento térmico, usinagem e montagem.

Na planta estudada, há os setores de forjaria e unidade de tratamento térmico que abastecem os outros setores (mini-fábricas) das transmissões leves, médias e pesadas. Para os setores transmissões leves, médias e pesadas, há os processos de usinagem e montagem, conforme mostra a figura 2.

O arranjo físico (*layout*) presente é o arranjo celular para a operação de usinagem e o arranjo por produto (*flow shop*) para os demais processos.

Figura 2 – Etapas do processo produtivo



Fonte: Próprio autor

A planta possui no chão de fábrica aproximadamente 1680 funcionários para os três turnos de trabalho e 450 nas áreas administrativas.

Como principais clientes, a fábrica tem: Agrale, DaimlerChrysler, Ford, General Motors, International, Iveco, Renault, Nissan, Troller, Volkswagen e Volvo.

5. A aplicação das práticas da abordagem produção enxuta pela empresa

Este tópico busca apresentar as principais características das práticas (técnicas, ferramentas, métodos) *lean manufacturing:* troca rápida de ferramentas (TRF), redução da

base de fornecedores, recebimento *just-in-time* (JIT), dispositivos *poka-yoke* e ferramentas de controle da qualidade, utilizadas pela empresa estudada.

Para todas as práticas pedimos primeiramente para o entrevistado avaliar o estado atual de utilização das técnicas/ferramentas da manufatura enxuta (*degree of leanness*) dentro da empresa, de acordo com a seguinte escala:

1= não utilizado (0%);

2= em fase inicial de utilização (1% a 20%);

3= utilização em fase intermediária (21% a 50%);

4= utilização em fase desenvolvida (51% a 80%);

5= utilização em fase avançada (81% a 100%).

5.1 Troca rápida de ferramentas (TRF)/redução dos tempos de setup

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase avançada (nota 5) com relação ao seu grau de utilização.

Os estudos de redução dos tempos de *setup* (preparação das máquinas) ocorrem nas células de manufatura em que o desempenho não está satisfatório. Este estudo é feito pela formação de uma equipe de trabalho geralmente composta pelos operadores das células, supervisores, engenheiros de processos e representantes da equipe *lean manufacturing*. O objetivo principal para a empresa com a técnica de troca rápida de ferramenta (TRF) está em manter a máquina sempre em funcionamento, aumentando assim o tempo de operação do equipamento.

Já os benefícios segundo o entrevistado com a implantação desta prática estão na melhoria da produtividade e aumento na resposta diante das mudanças de mercado (maior flexibilidade).

5.2 Redução da base de fornecedores

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase intermediária (nota 3) com relação ao seu grau de utilização.

Na empresa estudada, os relacionamentos com os fornecedores na grande maioria são de médio (4 a 5 anos) e curto (1 a 2 anos) prazos. Pouquíssimos fornecedores são de longa

data. E os fatores determinantes hoje no relacionamento com qualquer fornecedor são o custo e a qualidade. A empresa lança novos produtos no mercado anualmente e faz parcerias no desenvolvimento de produtos com clientes e fornecedores.

Os benefícios em se trabalhar com esta prática não foram apontados pelo entrevistado.

5.3 Recebimento just-in-time (JIT)

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase intermediária (nota 3) com relação ao seu grau de utilização.

A maioria dos fornecedores da empresa, entrega os insumos no momento certo (*just-in-time*) e estes se encontram próximos, num raio de 5 a 200 quilômetros de distância da fábrica estudada. Geralmente o responsável pela entrega (transporte) das peças é o fornecedor, mas essa condição pode mudar dependendo do contrato realizado entre as partes.

O principal benefício com a prática do recebimento *just-in-time* está segundo o entrevistado na redução do espaço de armazenagem das peças nos estoques.

5.4 Dispositivos poka-yoke

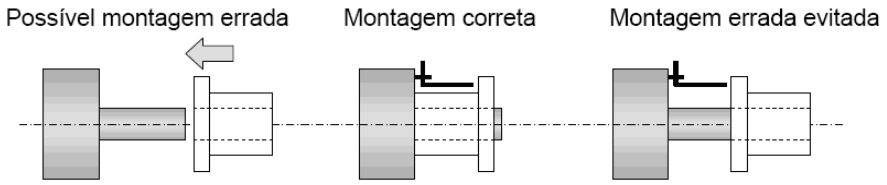
De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase intermediária (nota 3) com relação ao seu grau de utilização.

Na empresa existem três tipos de *poka-yokes*. No primeiro caso quando o dispositivo é acionado, a máquina pára de forma que o problema possa ser corrigido (método de controle automatizado).

No segundo caso quando o *poka-yoke* é ativado, um alarme soa ou uma luz sinaliza, visando alertar o problema para os operadores (método de advertência).

Já no último caso têm-se os dispositivos manuais (método de controle manual) como mostra a figura 3:

Figura 3 - Exemplo da utilização prática de poka-yoke manual



Fonte: Próprio autor

Os dois primeiros tipos de *poka-yokes* já vêm acoplados nas máquinas ou são comprados e instalados nos equipamentos ou linhas de processos/montagem.

Já o terceiro tipo é desenvolvido internamente na empresa através principalmente de opiniões dos próprios operadores.

Segundo o entrevistado, os benefícios da utilização dos dispositivos à prova de erros estão na eliminação/redução dos defeitos e melhoria da produtividade.

5.5 Ferramentas de controle da qualidade

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase desenvolvida (nota 4) com relação ao seu grau de utilização.

As ferramentas de controle da qualidade utilizadas pela empresa estudada são: PDCA, diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*), diagrama de Pareto, controle estatístico de processo (CEP), análise de modo e efeito de falha (FMEA), Seis Sigma e metodologia 8D (oito disciplinas). A tabela abaixo mostra os oito passos/disciplinas desta metodologia (8D).

1- Equipe de abordagem	Estabelecer um pequeno grupo de pessoas com o conhecimento, tempo, autoridade e competência para resolver o problema e implementar ações corretivas. O grupo deverá selecionar um líder de equipe.
2- Descrever o problema	Descrever o problema em termos mensuráveis. Especifique o problema do cliente interno ou externo e descrevê-lo em termos específicos.
3- Implementar e verificar a curto prazo as ações corretivas	Definir e implementar as ações intermediárias que vai proteger o cliente do problema até que a ação corretiva permanente é implementada.
4- Definir e verificar as causas	Identificar todas as causas potenciais que poderiam explicar porque ocorreu o problema. Teste cada causa potencial contra a descrição do problema e dos dados. Identificar alternativas de ações corretivas para eliminar a causa raiz.
5- Verifique as ações corretivas	Confirmar que as ações corretivas selecionadas resolvem o problema para o cliente e não irão

	causar efeitos colaterais indesejáveis. Definir outras ações, se necessário, com base na gravidade potencial do problema.
6- Implementar as ações corretivas	Definir e implementar as ações corretivas necessárias permanentes. Escolha os controles para garantir que a causa seja eliminada. Acompanhar os efeitos a longo prazo e implementar controles adicionais, se necessário.
7- Prevenir a recorrência	Modificar as especificações, o treinamento de atualização, o fluxo de trabalho de revisão, melhorar as práticas e procedimentos para prevenir a recorrência deste e de todos os problemas semelhantes.
8- Felicitar a equipe	Reconhecer os esforços coletivos da equipe. Divulgue sua realização. Compartilhe o seu conhecimento e aprendizado.

Tabela 1 - Oito passos/disciplinas da metodologia 8D

Destas ferramentas listadas, os operadores passam por treinamento em PDCA, diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*) e diagrama de Pareto. Já os funcionários ligados à área de qualidade passam por treinamento em CEP, FMEA, Seis Sigma e 8D.

O principal benefício com a utilização destas ferramentas está segundo o entrevistado na redução dos defeitos.

6. Considerações finais

Na década de 1950, as empresas japonesas do setor automobilístico, em especial a *Toyota Motor Company*, começaram a desenvolver métodos diferentes de fabricar veículos em relação aos utilizados pela indústria americana, conhecido na época como sistema de produção em massa (OHNO, 1997; WOMACK *et al.*, 1992; CUSUMANO, 1989). A quebra desse paradigma resultou em um novo modelo de produção, conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP).

Com a implantação de novos sistemas de produção, verifica-se geralmente que ocorrem mudanças nas estratégias de produção, na coordenação do fluxo de materiais e informações e ainda, nas relações entre clientes e fornecedores, e estes podem ter impactos importantes nas formas organizacionais implementadas.

Diante deste contexto, este trabalho buscou divulgar os resultados de cinco práticas da produção enxuta utilizadas por uma empresa fabricante de transmissões mecânicas, fazendo

com que este estudo contribua na redução da lacuna que separa os conceitos teóricos da prática adotada pelas fábricas.

Referências

CUSUMANO, M.A. **The Japanese automobile industry**. Cambridge: The Council on East Asian Studies, Harvard University, p.262-319, 1989.

EIGELES, D. Facilitating shared vision in the organization. **Journal of European Industrial Training**, v. 27, n. 5, p. 208-219, 2003.

Fábrica dedicada viabiliza Just-in-Time. **Revista Tecnologística**, ano III, n.º 27, fevereiro 1998, p. 6-10

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. **Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

KANNENBERG, G. **Proposta de sistemática para implantação de troca rápida de ferramentas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MANIVANNAN, S. Error proofing enhances quality. **Manufacturing Engineering**, November, pp 99-104, 2006.

MARTINS JR, V.A**. Ferramentas da qualidade.** Móbile Chão de fábrica, Curitiba, 2002.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to Statistical Quality Control**. New York: John Wiley and Sons, 1985.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAESE, C.; CATEN, C. T.; RIBEIRO, J. L. D. Aplicação da análise de variância na implantação do CEP. **Revista Produção**, São Paulo, v.11, n.1, pp. 17-26, 2001.

PARKHE, A. Strategic alliance structuring. **Academy of Management Journal**, v.36, p. 794-829, 1993.

RICHARDSON, R.J., **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, N. *et al*. **Administração da Produção.** 2 ed. São Paulo: Atlas. 2002.

SUZAKI, K. **The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement.** New York: The Free Pres, 1987.

TENG, S. G.; HO, S. M.; SHUMAR, D.; LIU, P. C. Implementing FMEA in a collaborative supply chain environment. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 23, n. 2, p. 179-196, 2006.

WOMACK, J.P. *et al*. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

YIN, R.K. **Case study research: design and methods**. 2.ed. Sage, 1994.

Aplicabilidade do Lean Thinking na Gestão de Serviços de TI

Eliana Santos de Oliveira (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós Graduação – São Paulo - Brasil) - santos.elianasantos@gmail.com

Profª Dra Marilia Macorin de Azevedo (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós Graduação – São Paulo – Brasil) - marilia.azevedo@fatec.sp.gov.br

Reinaldo José de Oliveira (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós Graduação – São Paulo - Brasil) - rjo.oliveira@yahoo.com.br

Profº Antonio Cesar Galhardi (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós Graduação – São Paulo - Brasil) - galhardi.antoniocesar@gmail.com

RESUMO: A gestão de serviços de TI possui como objetivo assegurar que os serviços de TI sejam executados de forma assertiva e eficiente agregando valor para a organização. Para auxiliar nesse processo existem diversos *frameworks* e metodologias com o objetivo de melhorar os segmentos relacionados a TI, desde o desenvolvimento de sistemas até o relacionamento com o cliente. Entretanto, todos esses recursos podem burocratizar os processos de TI e fazer com que a TI se afaste de seu objetivo principal. Para auxiliar os gestores a tornar a TI eficiente, esse artigo realiza um estudo exploratório com o intuito de verificar se os princípios do *Lean Thinking* podem contribuir positivamente para a gestão de serviços de TI e de que forma esses princípios podem ajudar a área de TI a melhorar os seus serviços.
Palavras Chave: Gestão de Serviços de TI, *Lean Thinking*

ABSTRACT: The management of IT services, has aimed to ensure that IT services are performed assertively and effectively adding value to the organization. To assist in this process there are several frameworks and methodologies aimed at improving the segments related to IT, from the development of systems to the customer relationship. However, all these features can bureaucratising IT processes and make IT go away from your main goal. To assist managers to make efficient IT while lean, this article conducts an exploratory study in order to ensure that the principles of Lean Thinking can contribute positively to the management of IT services and how these principles can help the area of IT to improve their services.
Keywords: IT Service Management, *Lean Thinking*

1. Introdução

A Tecnologia da Informação nos últimos anos tem adquirido uma importância significativa dentro das organizações, e deixou de ser uma área administrativa e passou a ser uma área provedora de informações estratégicas que influencia a tomada de decisão e contribui para o crescimento da organização.

Agregar valor ao negócio, suportar a tomada de decisão e padronização de processos são alguns dos principais desafios da gestão de serviços de TI. Em um mercado onde as mudanças são cada vez mais rápidas é preciso assegurar que o ambiente de TI possa atender as necessidades do negócio do nível estratégico até o nível operacional.

Diante dessa responsabilidade é necessário que a área de TI invista na efetiva melhora de seus serviços bem como de sua gestão, nesse contexto a TI começa a ser vista como serviço e passa sofrer os mesmos problemas.

A área de serviços tem dificuldade em encontrar práticas de gestão adequadas a sua realidade e em alguns casos são utilizadas adaptações realizadas da indústria para a área de serviços.

Algumas iniciativas de adaptação que possuem origem na indústria foram bem sucedidas na área de serviços, um desses exemplos é a utilização da filosofia *Lean*(Pensamento Enxuto) que ao ser adaptada para outras áreas obteve sucesso e a partir daí surgiram algumas variações: *Lean Service* (Pensamento *Lean* aplicado à área de serviços em geral); *Lean Software Development* (Pensamento *Lean* aplicado ao desenvolvimento de software) e *Lean Health Care (*Pensamento *Lean* aplicado à área da saúde).

A partir desse contexto, o objetivo deste artigo é verificar se os princípios do *Lean Thinking* podem contribuir positivamente para a gestão de serviços de TI e de que forma esses princípios podem ajudar a área de TI a melhorar os seus serviços.

Nesse estudo será realizada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos relacionados à área de serviços, Tecnologia da Informação e *Lean Thinking.*

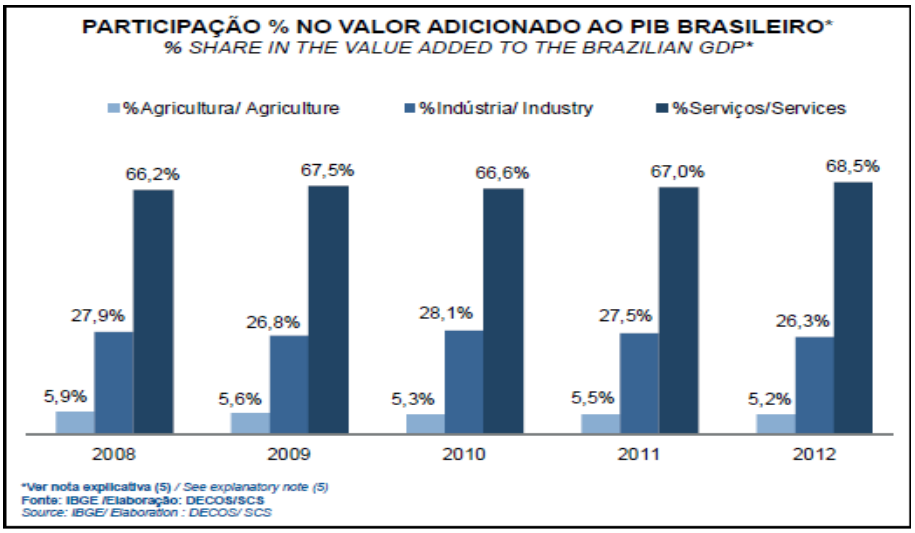
2.1 Conceito de Serviço

Atualmente o setor de serviços responde por uma fatia considerável da economia brasileira e em algumas localidades responde por toda a receita gerada, como por exemplo, nas cidades turísticas.

De acordo com o *Relatório Serviços Panorama do Comércio Internacional Dados Consolidados de 2012*, elaborado pelo Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior do Governo Federal, afirma que, no ano de 2012 o setor terciário respondeu por 68,5% do PIB com um pequeno acréscimo em relação ao ano anterior onde de acordo com dados do IBGE a participação foi de 67%.

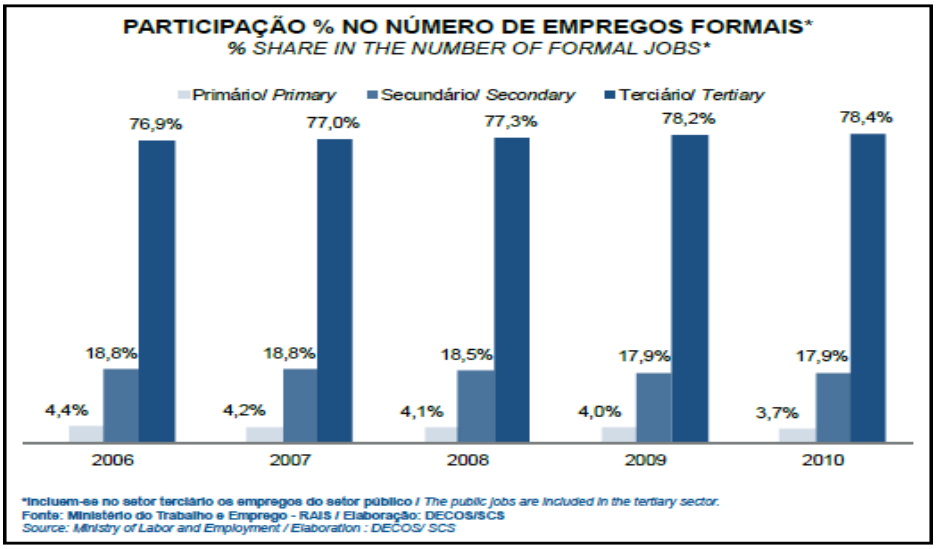
O setor terciário responde ainda por 78,5% dos empregos formais do país, conforme dados do Ministério do Trabalho no ano de 2010.

Figura 01: Participação do setor de serviços na composição do PIB brasileiro.



Fonte: Relatório – Serviço Panorama do Comércio Internacional – Dados Consolidados 2012

Figura 02: Participação do setor de serviços na geração de empregos formais.



Fonte: Relatório – Serviço Panorama do Comércio Internacional – Dados Consolidados 2012

Dada à importância do setor de serviços na economia é interessante ter claro quais são os principais conceitos da área de serviços.

Fitzsimmons (2004) define serviço como uma experiência perecível, intangível, desenvolvida para o consumidor que desempenha o papel de coprodutor.

Gonroos (2007) define serviço como um processo que consiste em um conjunto de atividades intangíveis onde normalmente ocorrem interações entre o cliente e o prestador de serviço, e nessa interação são propostas soluções para o problema do cliente.

Dessa forma, compreende-se que serviço é um processo que gera e agrega valor para o cliente, onde o cliente tem participação ativa, moldando e alterando as características do serviço de acordo com a sua necessidade e, ao final do processo, o "produto" gerado apresenta características únicas.

Como principais características de serviço destacam-se:

Participação do cliente na concepção do serviço: Diferente da manufatura, na área de serviços o cliente tem uma participação direta na concepção do serviço - o cliente participa e modifica a configuração do serviço durante o seu processo de concepção. Uma influência interessante que a participação do cliente exerce no serviço é no que se refere ao ambiente, na manufatura; por exemplo, numa fábrica de automóveis o ambiente é sujo e barulhento, porém esse fator não atinge o comprador que não é exposto a esse ambiente, pois a exposição e compra do automóvel é realizada em um *show room* elegante, limpo e organizado. Porém, em um restaurante ou hospital, as características do ambiente de produção do serviço implicam diretamente na impressão que o cliente tem do serviço; por isso, esses ambientes recebem atenção especial no que se refere a sua apresentação (FITZSIMMONS, 2004).

Intangibilidade: Serviços são intangíveis, ou seja, serviços são ideias ou conceitos, diferente do produto que é um objeto; por isso as inovações em serviços não são patenteáveis. A natureza intangível dos serviços dificulta a experiência do consumidor, pois, quando se trata da escolha de produto, é possível testar; porém, quando se trata de serviços, o cliente precisa se basear na reputação da empresa (FITZSIMMONS, 2004).

Produção e consumo simultâneo: Diferente do que ocorre na produção de bens, em serviços a produção do serviço e seu consumo ocorrem de maneira simultânea. Por conta dessa característica, os serviços não podem ser estocados e o controle de qualidade deve ser

realizado no mesmo momento em que o serviço é prestado, pois não há como realizar inspeção e qualquer falha no processo é facilmente percebida pelo cliente.

2.2 Gerenciamento de Serviços de TI

O aumento da utilização dos recursos disponibilizados pela área de Tecnologia da Informação contribuiu para o crescimento e a evolução da tecnologia e também para que as organizações se tornassem cada vez mais dependentes da tecnologia para a realização de suas operações. Diante desse cenário, é latente a necessidade de desenvolvimento de práticas que possam contribuir para a melhoria dos serviços prestados pela TI (MARIANO; NETO; PEREIRA, 2012).

O gerenciamento dos serviços de TI implica diretamente na eficiência das operações realizadas pela empresa. A ocorrência de falhas nos serviços de TI pode afetar diretamente os processos da empresa e causar prejuízos da ordem de milhões de dólares, conforme exibe o quadro 01:

Quadro 1: Organizações que foram prejudicadas por falhas na TI.

Empresa	Data	Ocorrência
AT&T	Abril de1998	A atualização da versão do sistema prevista para ser realizada em 6 horas, levou 26 horas. Custo de US$ 40 milhões em descontos nas faturas de serviço devido ao não-cumprimento de acordos de nível de serviço celebrados com os seus clientes finais.
eBay	Junho de 1999	Indisponibilidade durante 22 horas devido à falha no sistema. Custo estimado entre US$ 3 e 5 milhões em receitas e declínio de 26% no valor das ações.
Hershey's	Setembro de1999	Falhas no sistema devido à estratégia de implementação de nova versão. Custo não-estimado com o atraso no envio de encomendas, 12% de redução nas vendas do trimestre e diminuição de 19% no lucro líquido do trimestre em relação ao mesmo período do ano anterior.

Fonte: (MAGALHÃES; PINHEIRO, 2007).

O gerenciamento de serviços de TI tem o objetivo de alocar os recursos de TI e gerenciá-los para que, no ato da execução e entrega do serviço, o cliente possa perceber a qualidade empregada no serviço, e evitar impactos negativos para o negócio. O gerenciamento de serviços precisa adotar uma postura proativa frente ao atendimento prestado para a organização e atuar de forma a atender as necessidades e expectativas. (MAGALHÃES; PINHEIRO, 2007). A implementação e integração dos processos de gerenciamento de TI visam garantir um controle contínuo das atividades (HORA; LEITE; RODRIGUES; et.al,2010).

2.3 Lean Thinking

O Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) é uma forma de especificação de valor onde é realizada a compreensão do funcionamento de todo o processo e em seguida são definidos os seguintes itens: definição da melhor sequência para a realização das atividades; execução das tarefas de uma única vez e sem interrupções, sempre com o intuito de gerar valor para o cliente (WOMACK; JONES, 2004).

A ideia da realização de um determinado trabalho com o mínimo de desperdício e o máximo de eficiência é uma ideia enxuta (WOMACK; JONES, 2004).

A principal característica do pensamento enxuto é localizar e especificar o que é de fato valor percebido pelo cliente. Para isso, são propostos cinco princípios que podem auxiliar os gestores na aplicação do pensamento enxuto nas organizações (COSTA; JARDIM, 2010).

- ✓ *Identifique o que é valor para o cliente:* Esse princípio parte do pressuposto de que valor é tudo aquilo que gera benefícios para a um prazo e custo específicos, ao identificar o valor para o cliente deve-se levar em consideração o que o cliente realmente necessita e a partir desse conceito procura-se atender as expectativas (WOMACK; JONES, 2004).
- ✓ *Mapeie o fluxo de valor e identifique o desperdício:* Refere-se ao entendimento de todas as etapas e passos necessários para que o processo (serviço ou produção de bens) gere o valor esperado pelo cliente; identificar e eliminar toda e qualquer forma de desperdício (WOMACK; JONES, 2004).
- ✓ *Implante o fluxo contínuo:* A implantação do fluxo de valor contínuo consiste em fazer com o que o valor do processo flua pela cadeia sem interrupções desnecessárias, que ocorra de maneira sincronizada e eficiente (BORCHARDT; PEREIRA; SELLITTO, 2010).
- ✓ *Adoção de um sistema de produção puxada:* Um determinado produto ou serviço só pode ser produzido a partir da solicitação do cliente, ou seja, só há trabalho a partir da solicitação de uma demanda caso não haja demanda não há trabalho, dessa forma evita-se o desperdício (BORCHARDT; PEREIRA; SELLITTO, 2010).
- ✓ *Busca pela Perfeição:* Esse princípio estabelece que mesmo após a modelagem e implantação do processo *Lean*, é necessário buscar continuamente o aperfeiçoamento e melhoria dos processos (WOMACK; JONES, 2004).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada é a pesquisa bibliográfica referente ao tema *Lean Thinking* e Gestão de Serviços de TI. Utilizando livros e artigos científicos, a pesquisa bibliográfica possui como vantagem a possibilidade de pesquisar em diversas fontes e de diversos pontos de vista (GIL, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a aplicação eficaz do pensamento enxuto no gerenciamento de serviços de TI é necessário primeiro identificar qual é o valor que os serviços de TI oferecem ao cliente. De maneira geral, é possível listar três fluxos de valor:

a) Assegurar a disponibilidade dos recursos de TI sem falhas e sem interrupções;
b) Disponibilizar novas funcionalidades;
c) Suportar o cliente sobre como as novas tecnologias disponibilizadas que podem ser utilizadas da melhor forma possível (LOADER, 2013).

Existem ainda outras formas dos serviços de TI oferecerem valor ao cliente, levando em consideração que a área de TI oferece soluções para as diversas áreas da organização, dessa forma nos tópicos abaixo mostram uma espécie de roteiro para que o gestor de serviços em TI possa aplicar o pensamento enxuto.

- ✓ **Identificar o valor para o cliente:** A identificação de valor que um serviço de TI pode agregar ao cliente pode ser realizada através da resposta aos seguintes questionamentos:

a) Qual a necessidade do cliente?
b) O cliente realmente necessita do serviço da maneira solicitada? Se não qual é o serviço que o cliente precisa?
c) Qual o objetivo que o serviço de TI atende?
d) Se o serviço não for prestado ao cliente quais serão os prejuízos causados ao negócio?
e) Se o serviço for prestado corretamente qual o ganho real percebido pelo cliente?
f) Existem outras formas de oferecer esse serviço?

- ✓ **Mapear o fluxo de valor e identificar o desperdício:** Após a identificação do valor é necessário traduzir essas respostas para um formato visual para que seja possível enxergar o fluxo que o serviço prestado irá executar até entregar o valor esperado pelo cliente. Ao

analisar a representação visual do processo deverá ser possível obter as seguintes informações:

a) Identificar o início do serviço.
b) Identificar todos os requisitos necessários para a realização do serviço.
c) Identificar o valor(ganho) que o serviço implantado agrega ao cliente.
d) Identificar os indicadores que permitam a análise do desempenho do serviço.
e) Identificar a finalização do serviço e se o mesmo atingiu os resultados esperados.

✓ **Implantar o fluxo contínuo:** Nessa etapa é importante identificar quais são as situações que podem atrapalhar a execução contínua do serviço e após a identificação buscar formas de impedir que essas situações impactem no desempenho do serviço.

✓ **Adotar um sistema de produção puxada:** A prestação de serviço de TI pode ser classificada de duas formas:

Demanda Constante: O cliente não tem a necessidade de solicitar o serviço cada vez que necessita e sim o serviço é fornecido continuamente, como no fornecimento de acesso a internet e serviço de e-mail, que após a formalização do contrato devem ser prestados continuamente.

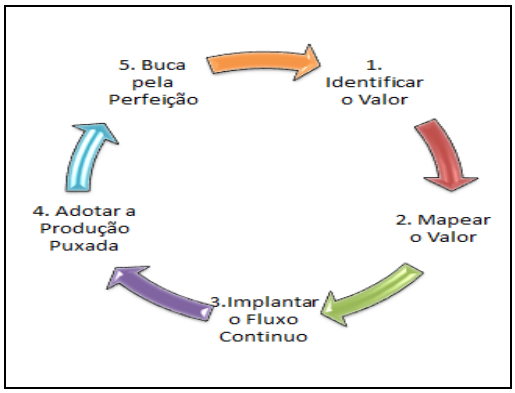
Demanda Esporádica: O cliente deve solicitar o serviço sempre que necessário, a extração de informações da base de dados, alterações e melhoria de funcionalidades em sistemas da informação.

Em ambos os casos o gestor deve manter um monitoramento contínuo especialmente das demandas constantes para assegurar que o serviço está sendo entregue da maneira acordada. No caso das demandas esporádicas é importante atender a demanda assim que recebida e ter cautela para que não sejam entregues funcionalidades ou itens que não foram solicitados pelo cliente, esse tipo de prática é vista como desperdício.

✓ **Busca pela Perfeição:** Refere-se à busca pela melhoria contínua por meio da análise constante do serviço oferecido e a busca por alternativas que possam melhorar de maneira significativa o serviço como um todo.

É possível aplicar os princípios do *Lean Thinking* em diversos outros serviços de TI e inclusive combinar com outras metodologias de gerenciamento de serviços. O roteiro sugerido pode ser sintetizado com a figura abaixo:

Figura 03: Etapas do pensamento enxuto



Fonte: A autora

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo realizado é perceptível que os princípios do *Lean Thinking* podem ser aplicados no gerenciamento de serviços de TI como uma alternativa para auxiliar a TI a identificar o que realmente agrega valor ao negócio.

A aplicação desses conceitos pode ser realizada conforme sugerido no artigo através do *check list* que irá auxiliar o gestor a pensar o processo através da ótica do pensamento enxuto e dessa forma evitar o desperdício.

Esses princípios podem ser aplicados em outros serviços da área de TI tais como: desenvolvimento de software; engenharia de requisitos, entre outras áreas, e auxiliar o gestor a mapear e identificar o valor do serviço percebido pelo cliente.

A partir dessa percepção é possível atuar de forma a melhorar a eficiência do serviço de maneira contínua e, sobretudo enxergar itens que podem burocratizar a prestação de serviços em TI e contribuir para que tanto a prestação de serviços como a gestão desses serviços possa ocorrer de maneira enxuta.

REFERÊNCIAS

BORDCHARDT, Miriam; PEREIRA, Giancarlo Medeiros; SELLITTO; Miguel Afonso. **Presença dos Princípios da Mentalidade Enxuta e Como Introduzi-los nas Práticas de Gestão das Empresas de Transporte Coletivo de Porto Alegre.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132010000100003&script=sci_arttext> Acesso em: 28/10/2013

COSTA, Ricardo Sarmento; JARDIM, Eduardo. G.M. - **Os Cinco Passos do Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*)**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.trilhaprojetos.com.br> Acesso em: 17/09/2013

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J.; **Administração de Serviços, Operações, Estratégia e Tecnologia da Informação.** 4ªedição; Porto Alegre: Bookman, 2004.

HORA, Henrique Rego Monteiro; LEITE, Charlene da Silva; RODRIGUES, José Gabriel Peixoto; SOUSA, Tatiana da Silva. **Gerenciamento de Serviços de TI: Um Estudo de Caso em uma Empresa de Suporte Remoto em Tecnologia da Informação**. Disponível em: <www.uff.br/sg/index.php/sg/article/download/V5N2A2/V5N2A2> Acesso em: 31/10/2013

LOADER, Niels. **Lean IT Melhor Desempenho com custos Menores**. Disponível em: < www.quintgroup.com_content_library_PDF_White_Papers_Whitepaper_Lean_IT_in_Healthcare_UNIV_POR_7.75x10.5_LR.pdf> Acesso em: 01/11/2013

MAGALHÃES, Ivan Luizio; PINHEIRO, Walfrido Brito. **Gerenciamento de serviços de TI na prática- Uma abordagem com base na ITIL: inclui ISO/IEC 20.000 e IT/Flex** – São Paulo: Novatec, 2007.

MARIANO, Sandro R.H.; NETO, Bruno Jacob Gomes; PEREIRA, Fábio Luis Gomes. **Melhoria dos Serviços de TI Através da Aplicação de Um Modelo de Governança e Ferramentas de Qualidade: Um Estudo de Caso.** Disponível em: < www.uff.br/sg/index.php/sg/article/download/V7N4A3/V7N4A3> Acesso em: 01/11/2013

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Relatório Serviços Panorama do Comércio Internacional.** 2012. Disponível em : http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1377202302.pdf Acesso em: 14 nov 2013

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

A Utilização dos Principios do *Lean Production* na Engenharia de Requisitos de Software: Apresentação dos Resultados Iniciais da Pesquisa

Eliana Santos de Oliveira (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós Graduação – São Paulo - Brasil) **-** santos.elianasantos@gmail.com

Profª Dra Marilia Macorin de Azevedo (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós Graduação – São Paulo - Brasil) **-** marilia.azevedo@fatec.sp.gov.br

Resumo: O estudo tem o objetivo de apresentar os resultados preliminares de uma pesquisa realizada junto aos profissionais da área de software; nessa pesquisa são apresentados alguns cenários onde o respondente é levado a refletir sobre as aplicações dos princípios da produção enxuta na engenharia de requisitos. Para a fundamentação teórica da pesquisa são apresentados os principais conceitos e problemas da área de engenharia de requisitos, além de conceitos sobre metodologias ágeis. A análise dos dados está fundamentada nesses princípios. Como resultado preliminar percebe-se que alguns conceitos da filosofia Lean são bem aceitos pelos profissionais da área de software, mas existem ainda conceitos que precisam ser trabalhados e experimentados na prática para que possam ser validados pela comunidade de profissionais.

Palavras-chave: Lean; Software; Requisitos; Metodologias Ágeis.

Abstract: The study aims to present the preliminary results of a survey conducted among professionals in the software area, this research presents some scenarios where the respondent is led to reflect on the applications of the principles of lean production in requirements engineering. For the theoretical foundation of the research are presented the main concepts and problems in the area of requirements engineering, as well as concepts about agile methodologies, data analysis is based on these principles. As a preliminary result is noticed that some concepts of Lean philosophy are well accepted by professionals in the software but there are still concepts that need to be worked out and tested in practice in order to be accepted by the professional community.

Keywords: Lean; Software; Requirements; Agile Methodologies

1. Introdução

Com as mudanças cada vez mais velozes e a exigência de cumprimento de diversos requisitos de qualidade, a área de engenharia de requisitos de software precisa se adequar aos novos tempos onde a rapidez, qualidade e cumprimento do prazo de entrega são requisitos indispensáveis para a execução dos projetos.

Diante desse cenário, a utilização das metodologias tradicionais tem se tornado cada vez mais difícil, pois a alteração constante de requisitos, situação bastante comum nos projetos de software, não tem apoio na metodologia tradicional o que pode gerar retrabalho e diagnóstico equivocado do escopo do projeto, problemas que se não são solucionados na fase inicial do

projeto podem levar a graves consequências e aumento significativo nos custos finais do projeto.

Em meio a esse cenário surgem na década de 90 as metodologias ágeis, baseadas na filosofia *Lean*. Originária do Japão no período pós-guerra, o *Lean* apresenta como principal bandeira a eliminação de desperdício dos processos. A ideia principal é a execução dos processos de maneira enxuta e com foco na qualidade e também a simplificação dos processos de trabalho.

O objetivo das metodologias ágeis é trazer para o mundo do desenvolvimento de software a simplificação dos processos e a agilidade, que a indústria *Lean* já utiliza. O manifesto ágil se assemelha ao *Lean* em especial no aspecto ligado a questão da valorização das pessoas em detrimento dos processos, ou seja, os membros da equipe e seu bem-estar tem muito mais valor do que o mero cumprimento de processo. A mesma situação acontece no *Lean* onde a especialização e o conhecimento do colaborador nos processos é bastante valorizado.

Tendo em vista esse cenário, o presente estudo mostra os resultados preliminares alcançados durante uma pesquisa em que são apresentadas algumas situações comuns nos projetos de software confrontadas com os princípios do *Lean*, com o objetivo de apurar qual é a percepção dos profissionais com relação à utilização dos princípios do *Lean* na engenharia de requisitos.

2. Fundamentação Teórica

Nessa seção do estudo são apresentados os principais conceitos que foram utilizados como base para a construção das questões que compõem esse questionário e utilizadas também para embasamento técnico na análise dos resultados obtidos.

2.1. Engenharia de Requisitos de Software

A Engenharia de Requisitos de Software está inserida no contexto da engenharia de *software*, e é responsável pelo levantamento, entendimento e documentação dos requisitos junto ao usuário.

Segundo Kotonoya e Sommerville (1997) o termo engenharia de requisitos refere-se ainda a todas as atividades realizadas para a descoberta, documentação e manutenção de um conjunto de requisitos para o desenvolvimento de um determinado sistema. Pode-se dizer

ainda que a engenharia de requisitos de software é a disciplina que atua na determinação dos objetivos e funções dos requisitos de software.

Segundo Pressman (2011), engenharia de requisitos pode ser definida como: "a área de engenharia de software responsável pelo entendimento dos requisitos, inicia-se na comunicação dos requisitos e vai até a etapa de modelagem".

A engenharia de requisitos tem um papel importante dentro do projeto de desenvolvimento de software, pois é a responsável por definir qual é o escopo das alterações, o que será de fato desenvolvido e qual a prioridade de cada item. Se nessa etapa o diagnóstico do projeto for realizado de maneira incorreta as chances de fracasso e retrabalho no projeto aumentam de maneira significativa.

Arruda (2009) cita como sendo os principais problemas da área de engenharia de requisitos:

a) Falta de definição clara dos requisitos: na maioria dos projetos os *stakeholders* não sabem exatamente o que o sistema deve fazer e isso gera impactos no momento da construção do sistema.

b) Estrutura da organização: em organizações com uma estrutura rígida, há certa dificuldade em acessar os usuários que detém as informações necessárias para o desenvolvimento do sistema.

c) Resistência por parte dos usuários: geralmente os usuários apresentam um pouco de resistência ao processo de levantamento de requisitos, especialmente quando as alterações no sistema ou a implantação de um sistema já existente implica em mudança na sua rotina.

d) Falta de tempo hábil para o processo de requisitos: em alguns projetos o tempo destinado ao desenvolvimento dos requisitos é reduzido e em alguns casos até mesmo subtraído para que possa ser atendido o prazo de desenvolvimento e entrega (ARRUDA, 2009).

Parte dos problemas que impactam a engenharia de requisitos é de origem externa e social, e exigem muito mais do que a correta utilização das inúmeras ferramentas existentes no mercado, exigem sim, habilidades sociais e de relacionamento por parte do analista.

2.2 Metodologias Ágeis

A partir da década de 90 surgiram os métodos ágeis com a proposta de utilização de formatos de trabalho que suportem o processo de mudança e apoie a equipe de desenvolvimento na tratativa dessas mudanças.

Para encorajar os profissionais a utilizarem essa abordagem, em fevereiro de 2001 um grupo de 17 especialistas criaram um documento chamado Manifesto Ágil, onde foram descritos os valores e os objetivos da abordagem ágil (FAGUNDES, 2005).

A abordagem ágil se apoia em quatro valores, que define as preferências e o enfoque que deve ser dado a cada área do processo de desenvolvimento de software:

- ✓ Indivíduos e interações **valem mais** do que processos e ferramentas.
- ✓ Um software funcionando **vale mais** do que uma documentação extensa.
- ✓ A colaboração do cliente **vale mais** do que a negociação do contrato.
- ✓ Responder as mudanças **vale mais** do que seguir um plano.

A abordagem ágil acredita que a utilização desses valores pode auxiliar na condução dos projetos de forma que os resultados possam ser alcançados de maneira satisfatória.

2.3 Lean Thinking

O Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) é uma forma de especificação de valor onde é realizada a compreensão do funcionamento de todo o processo e em seguida são definidos os seguintes itens: definição da melhor sequência para a realização das atividades; execução das tarefas de uma única vez e sem interrupções, sempre com o intuito de gerar valor para o cliente (WOMACK; JONES, 2004).

A ideia da realização de um determinado trabalho com o mínimo de desperdício e o máximo de eficiência é uma ideia enxuta (WOMACK; JONES, 2004).

A principal característica do pensamento enxuto é localizar e especificar o que é de fato valor percebido pelo cliente. Para isso, são propostos cinco princípios que podem auxiliar os gestores na aplicação do pensamento enxuto nas organizações (COSTA; JARDIM, 2010).

Identifique o que é valor para o cliente: Esse princípio parte do pressuposto de que valor é tudo aquilo que gera benefícios para a um prazo e custo específicos, ao identificar o valor para o cliente deve-se levar em consideração o que o cliente realmente necessita e a partir desse conceito procura-se atender as expectativas (WOMACK; JONES, 2004).

Mapeie o fluxo de valor e identifique o desperdício: Refere-se ao entendimento de todas as etapas e passos necessários para que o processo (serviço ou produção de bens) gere o valor esperado pelo cliente; identificar e eliminar toda e qualquer forma de desperdício (WOMACK; JONES, 2004).
Implante o fluxo contínuo: A implantação do fluxo de valor contínuo consiste em fazer com o que o valor do processo flua pela cadeia sem interrupções desnecessárias, que ocorra de maneira sincronizada e eficiente (SELLITTO; BORCHARDT; PEREIRA, 2010).
Adoção de um sistema de produção puxada: Um determinado produto ou serviço só pode ser produzido a partir da solicitação do cliente, ou seja, só há trabalho a partir da solicitação de uma demanda caso não haja demanda não há trabalho, dessa forma evita-se o desperdício (SELLITTO; BORCHARDT; PEREIRA, 2010).
Busca pela Perfeição: Esse princípio estabelece que mesmo após a modelagem e implantação do processo *Lean*, é necessário buscar continuamente o aperfeiçoamento e melhoria dos processos (WOMACK; JONES, 2004).

4. Análise dos Dados

Os dados apresentados nessa pesquisa foram extraídos de um questionário elaborado para esse fim e foram analisados de acordo com a fundamentação teórica exposta nesse estudo. Nesta seção serão apresentadas as conclusões preliminares que foram obtidas por meio da análise dos dados.

4.1 Caracterização dos Respondentes

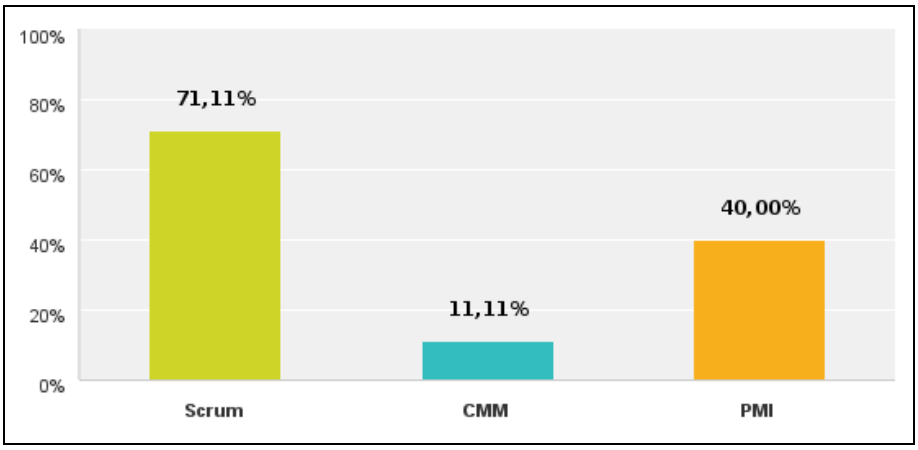
A pesquisa foi respondida por 53 profissionais da área de software que possuem o seguinte perfil:

- ✓ No que se refere ao porte da empresa, 62,3% dos respondentes atuam em empresas consideradas de grande porte (acima de 99 funcionários).
- ✓ Com relação ao segmento da empresa, 88,7% são do setor de serviços.
- ✓ Os dados relacionados ao tempo de experiência na função se concentram em: 32,1% possuem de 5 a 10 anos de experiência; 28,3% possuem de 3 a 5 anos de experiência; 18,9% possuem mais de 10 anos de experiência.

As questões foram formuladas com o objetivo de avaliar a percepção dos profissionais no que se refere à utilização dos princípios do *Lean* na engenharia de requisitos de software.

Entre as questões apresentadas está a questão: *Atualmente você e sua equipe utilizam alguma metodologia para auxiliar no levantamento de requisitos e desenvolvimento de software? Se sim, qual é a metodologia utilizada?*

Gráfico 01 – Metodologia utilizada no desenvolvimento do software



Fonte: A Autora

A maioria dos respondentes utiliza atualmente a metodologia SCRUM, que é um método ágil para o desenvolvimento de software; atualmente é a ferramenta mais utilizada pelas equipes, e entre as principais vantagens estão: Participação do cliente; Valorização da Equipe; Entrega de valor ao cliente, valores esses que se assemelham aos princípios do *Lean*. Esses resultados mostram uma tendência, onde as empresas e os profissionais têm buscado cada vez mais a simplificação e desburocratização dos processos além da possibilidade de trabalho em um cenário mais enxuto e com cada vez menos desperdício.

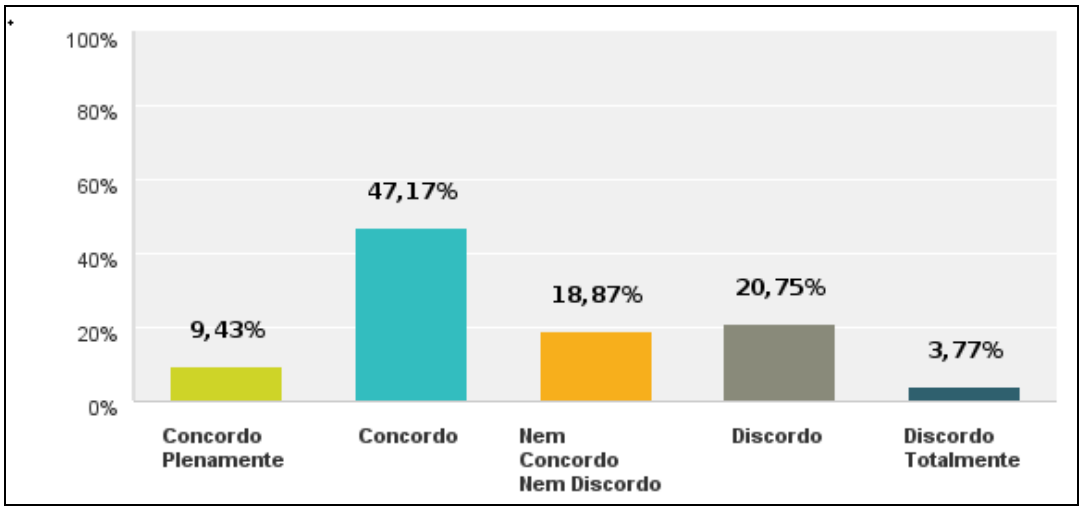
Os resultados apontam para um dado interessante 22,8% dos respondentes utilizam mais de uma metodologia durante o processo de desenvolvimento de software, ou seja, muitos profissionais combinam as metodologias entre si de acordo com a etapa e com as necessidades especificas daquela etapa na qual se encontra o projeto.

A questão: *De acordo com Fadel e Silveira (2010), a antecipação de funcionalidades não solicitadas pelo cliente, mas que podem ser solicitadas em um futuro próximo é uma prática comum em projetos de software. Pela ótica da filosofia Lean, esse procedimento é considerado um desperdício, pois concentra-se tempo, esforço e recurso para uma funcionalidade que não foi solicitada pelo cliente. Você concorda com o posicionamento citado pelo autor?*

Essa questão apresenta uma das principais características do *Lean Software Development* (Pensamento *Lean* aplicado ao desenvolvimento de software) que considera a antecipação de funcionalidades como um desperdício; esse tipo de situação é bastante comum

em projetos de software, especialmente em projetos onde o nível de certeza sobre o sistema, o público que irá utilizar e quais os problemas que serão resolvidos é muito baixo; ou seja, não se sabe ao certo como o software deverá se comportar. Então, para evitar retrabalho, são implementadas diversas funcionalidades que possivelmente serão utilizadas, mas que na maioria das vezes não são necessárias e tão pouco utilizadas pelo cliente. O resultado da pesquisa mostra que 47,17% dos respondentes concordam e 9,43% concordam plenamente, de que a antecipação de funcionalidades pode ser considerada um desperdício.

Gráfico 02 – Antecipação de Funcionalidades



Fonte: A Autora

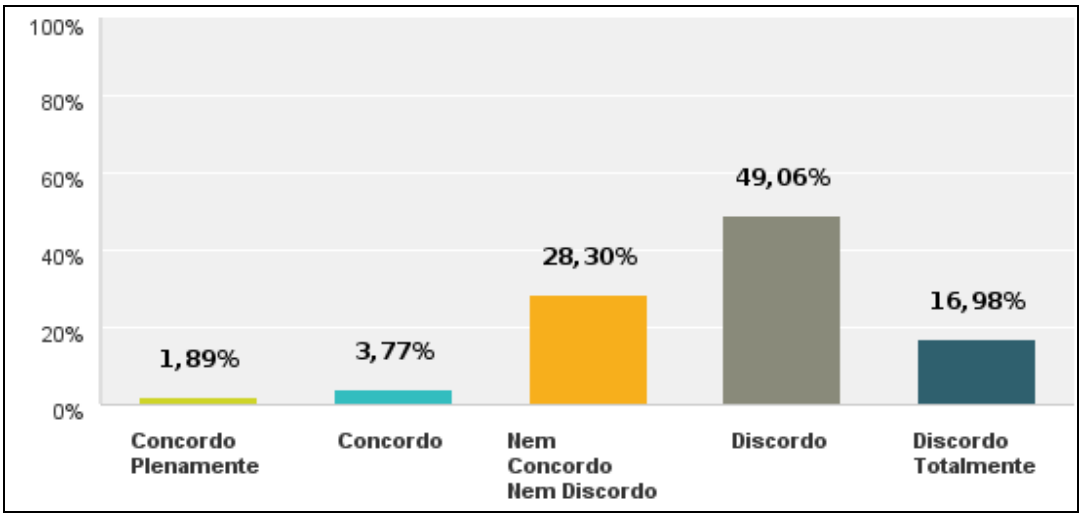
A questão: *Imagine o cenário: O cliente solicitou o adiantamento da entrega do projeto, ou seja o que deveria ser realizado em 6 meses deve ser realizado em 5 meses. Ao olhar para o cronograma você decide reduzir o tempo de trabalho da engenharia de requisitos. Essa redução é realizada e de fato o tempo total do projeto é reduzido. Você concorda com essa decisão?*

O objetivo dessa questão é apurar se na percepção dos profissionais de TI o tempo de levantamento e análise de requisitos são de fato relevantes no projeto, pois um dos principais problemas da engenharia de requisitos, segundo Arruda(2009), é a falta de tempo hábil para a realização do levantamento de requisitos em detrimento de outras fases do projeto.

Entretanto, os resultados da pesquisa mostram que na percepção dos profissionais a redução do tempo para a etapa de requisitos não significa que haverá uma redução no tempo total do projeto; essa atitude pode inclusive elevar o prazo de desenvolvimento do projeto,

pois um levantamento de requisitos inadequado leva a uma má definição do escopo do projeto o que pode custar mais tempo e dinheiro. O resultado da pesquisa mostra que 49,06% discordam dessa afirmação e 16,98% discordam totalmente, o que pode ser analisado como um indicativo de que na percepção dos profissionais essa prática pode trazer mais lucro do que prejuízo.

Gráfico 04 – Redução no tempo para levantamento de requisitos



Fonte: A Autora

A questão: *De acordo com Pressman (2011) a etapa de análise de requisitos é propícia para o entendimento das necessidades do usuário, para a partir daí propor uma solução que atenda as necessidades do cliente. Na ótica do Lean segundo Womack e Jones(2004) todo o processo (solução) deve agregar valor ao cliente, e para isso é necessário entender com profundidade toda a atividade. Partindo dessas duas afirmações, pode-se dizer que na etapa de análise de requisitos é possível definir o que de fato agrega valor ao cliente e implementar, e o que não agrega valor deve ser descartado. Com relação a essa afirmação você:*

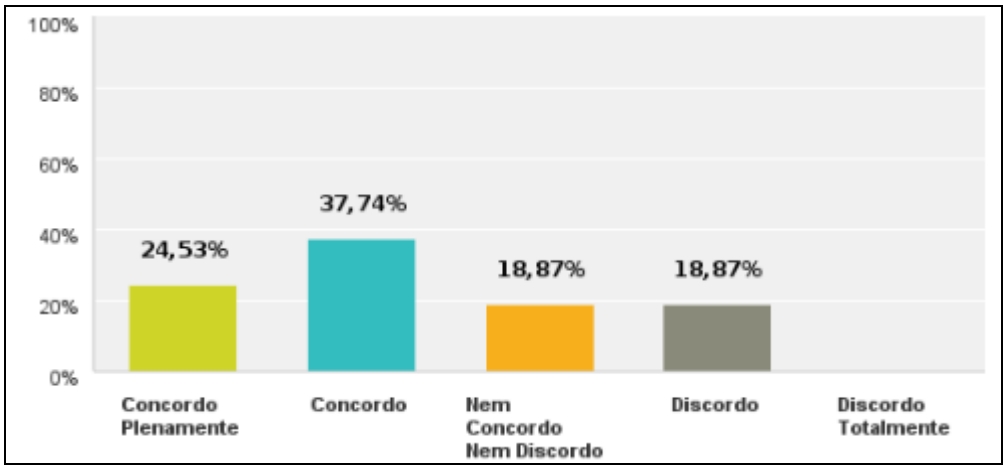
Essa questão une dois conceitos importantes: o primeiro de que a análise de requisitos é importante para o entendimento da necessidade do cliente e o segundo conceito, que vem do *Lean*, é a identificação do que é valor para o cliente e como entregar esse valor ao cliente.

A união desses dois conceitos pode mudar a forma como é realizada a análise de requisitos onde além de entender a necessidade do cliente pode-se buscar já nessa etapa agregar e entregar valor ao cliente; com essa visão, torna-se possível eliminar desperdícios e

funcionalidades desnecessárias ao focar em somente entregar o que é importante primeiro, e é desse conceito que derivam as metodologias ágeis para desenvolvimento de software.

Os resultados apontam que nessa situação 37,74% dos candidatos concordam e 24,53% concordam plenamente com a ideia de que a etapa de análise de requisitos é propícia para o entendimento real do negócio e dessa forma definir o que de fato agrega valor ao cliente. Essa prática é vantajosa, pois ao se identificar o que é valor para o cliente é possível direcionar o desenvolvimento do projeto para que as funcionalidades que agregam valor sejam disponibilizadas ao cliente, além de combater o desperdício de tempo e recurso com o mapeamento de funcionalidades desnecessárias ainda contribui para minimizar a complexidade do software.

Gráfico 05 – Análise de Requisitos e Fluxo de Valor

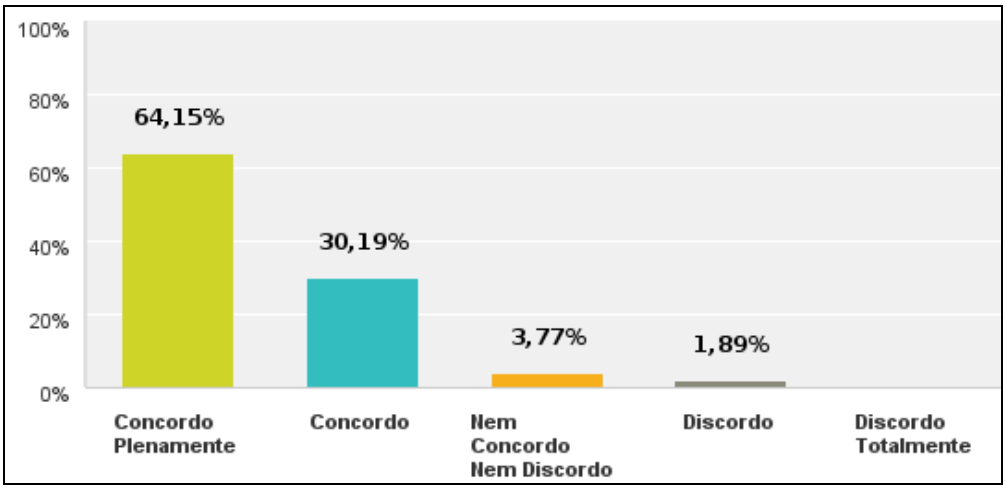


Fonte: A Autora

A questão: *Além da documentação escrita que é gerada ao longo de todo o processo, a demonstração visual dos requisitos solicitados pelo cliente pode auxiliar tanto no entendimento da solicitação como no mapeamento do fluxo de valor que esse requisito agrega para o cliente.*

O *Lean* cita como boa prática a representação visual dos processos para auxiliar no entendimento e no mapeamento do fluxo de valor e a prática de representação visual dos requisitos já é bastante utilizada na engenharia de requisitos, especialmente para a definição e exemplificação de processos complexos ou no desenho de novos processos no sistema.

Gráfico 06 – Representação visual do processo



Fonte: A Autora

Os resultados da pesquisa apontam que 64,15% dos respondentes concordam com a afirmação e 30,19% concordam totalmente de que a utilização da linguagem visual facilita a compreensão tanto por parte dos usuários como por parte dos profissionais.

5. Considerações Finais

Os resultados preliminares da pesquisa mostram que na percepção dos profissionais de TI a utilização dos princípios do pensamento enxuto é bem recebida e parte dessa aceitação é creditada à utilização das metodologias ágeis durante o desenvolvimento de software e também aos casos de sucesso que a indústria tem tido com a utilização do *Lean*.

De acordo com os dados do relatório de *Chaos Report* do ano de 2012, a utilização de metodologias ágeis tem contribuído significativamente para o aumento da taxa de sucesso dos projetos de software que utilizam essas práticas.

É importante lembrar que as áreas de engenharia de software e também a de requisitos são áreas relativamente novas se comparadas com a indústria e por isso é difícil encontrar um modelo que aplicado e seguido à risca resolva todos os problemas em todos os tipos de projetos.

Diante desse cenário, é visto que a utilização de princípios possa em alguns casos ser mais eficiente do que a utilização de uma metodologia completa, pois os princípios podem ser aplicados com mais liberdade, pois não há regras e sim é o próprio profissional que define como usar e quando usar, sempre olhando para a sua necessidade.

Enfim, os resultados preliminares apontam que na percepção dos profissionais de TI a utilização dos princípios da produção enxuta podem ser aplicados no dia a dia dos projetos, realizadas as devidas adaptações e sempre levando em consideração as peculiaridades de cada projeto.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Natasha de Souza. **Engenharia de Requisitos: Como Prevenir e Reduzir Riscos.** 2009. Disponível em: <http:\\www.aedb.br/seget/artigos11/30114261.pdf> Acesso em: 02 mar 2014

COSTA, Ricardo Sarmento; JARDIM, Eduardo. **G.M. - Os Cinco Passos do Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*).** 2010. Disponível em: <http://www.trilhaprojetos.com.br> Acesso em: 01 mar 2014.

FAGUNDES, Priscila Bastos. **Framework Para Comparação e Análise De Métodos Ágeis.** 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements Engineering - Processes and Techniques.** John Willy & Sons, 1997.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software – Uma Abordagem Profissional**: 7ª edição.São Paulo: Editora Mc Graw Hill, 2011.

SELLITO, Miguel Afonso; BORCHARDT Miriam; PEREIRA, Giancarlo Pereira. 2010. **Presença dos princípios da mentalidade enxuta e como introduzi-los nas práticas de gestão das empresas de transporte coletivo de Porto Alegre.** Disponível em: http://www.prod.org.br/doi/10.1590/S0103-65132010005000009 Acesso em:11 fev 2014

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

A aplicação das práticas *lean manufacturing*: produção sincronizada, *kanban*, padronização do trabalho e manutenção produtiva total: um estudo em uma empresa fabricante de transmissões

Daniel França Lazarin (UFU) – danielflazarin@pontal.ufu.br

Resumo: O presente trabalho trata do tema produção enxuta e tem como objetivo divulgar os resultados das práticas (técnicas, ferramentas, métodos) *lean manufacturing*: produção sincronizada (*takt-time*), sistema de controle *kanban*, padronização do trabalho e manutenção produtiva total, utilizadas por uma empresa fabricante de transmissões mecânicas. O método de pesquisa escolhido foi o estudo de caso através da observação direta e realização de uma entrevista com um engenheiro da área de produção (operações).

Palavras-chave: Produção Enxuta; Produção Sincronizada; *Kanban*; Padronização do Trabalho; Manutenção Produtiva Total.

Abstract: This paper deals with the subject lean production and aims to disseminate the results of the practices (techniques, tools, methods) lean manufacturing: synchronized production (takt-time), kanban control system, standardization of work and total productive maintenance, used by a manufacturer of mechanical transmissions. The research method chosen was the case study by direct observation and conducting an interview with an engineer in the area of production (operations).

Keywords: Lean Manufacturing; Practices Synchronized Production; Kanban; Standardization of Work; Total Productive Maintenance.

1. Introdução

As mudanças ocorridas nos últimos anos na política econômica quase sempre resultaram num aumento da competição nos mercados nacionais e internacionais, o que tem pressionado as empresas a desenvolverem sistemas de produção mais efetivos. Em busca de vantagens competitivas, as organizações investem em processos produtivos que buscam atender melhor as expectativas de seus clientes.

A *Toyota Motor Company* foi pioneira no processo de desenvolvimento do seu processo produtivo, culminando em um sistema de produção atualmente conhecido como o Sistema *Toyota* de Produção. Este sistema contribui para as melhorias na produção de produtos, eliminação de desperdícios, redução de custos, entre outros; trazendo assim uma vantagem competitiva frente ao mercado mundial.

Diante deste contexto, este estudo apresenta os resultados das práticas (técnicas, ferramentas, métodos) *lean manufacturing*: produção sincronizada (*takt-time*), sistema de

controle *kanban*, padronização do trabalho e manutenção produtiva total (TPM), utilizadas pela empresa estudada.

A seguir (seção 2) é apresentada a revisão bibliográfica da abordagem produção enxuta que esclarece os conceitos dos princípios e práticas desta abordagem para posteriormente descrever as quatro práticas estudadas neste trabalho. Depois são apresentados a metodologia de pesquisa (seção 3), um resumo da empresa estudada (seção 4), a aplicação das práticas da produção enxuta utilizadas pela empresa (seção 5) e por fim as considerações finais (seção 6).

2. A abordagem produção enxuta

Para fazer frente à manufatura em massa, a indústria automobilística japonesa, mais precisamente a Toyota, desenvolveu, na década de 1950, o chamado Sistema Toyota de Produção (STP), popularizado no ocidente pelo pesquisador do Programa Internacional de Veículos Automotores (*International Motor Vehicle Program* - IMVP) John Krafcik, com o nome de produção enxuta (PE) ou manufatura enxuta (ME). É "enxuta" por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK *et al.*, 1992).

O STP evoluiu da necessidade. Certas restrições no mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda, um destino que a indústria japonesa enfrentou no período do pós-guerra (OHNO, 1997).

De acordo com Womack *et al*. (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, os responsáveis pelo desenvolvimento desta nova abordagem, a qual objetivava aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios.

2.1 Princípios e práticas da produção enxuta

A fim de entender e analisar as diferentes abordagens que tratam da produção enxuta, é necessário, inicialmente, que os conceitos de princípios e práticas sejam esclarecidos.

Os princípios são as idéias, fundamentos, ensinamentos que norteiam a empresa na adoção de um modelo ou sistema, como o Sistema Toyota de Produção, modelo de estudo deste trabalho.

Pela revisão bibliográfica realizada, pode-se dizer que a PE tem como principais princípios (objetivos) eliminar ou minimizar desperdícios (SHINGO, 1996; OHNO, 1997) e obter altos volumes de produção com a flexibilidade necessária para atender as demandas e alterações do mercado de maneira eficaz (WOMACK e JONES, 1998).

Já as práticas são as técnicas, ferramentas e métodos que devem ser implementados.

Embora essas definições esclareçam um pouco mais a respeito da diferença entre os princípios e as práticas de um paradigma, é importante ressaltar que, na prática, é bastante difícil realizar esta separação. Tendo isso em vista, considera-se que os princípios estão mais relacionados a "qual objetivo que se deseja atingir" (fim), enquanto que as práticas se referem a "como se pode atingir tal objetivo" (meio).

A seguir são apresentadas as revisões bibliográficas das práticas produção sincronizada (*takt-time*), sistema de controle *kanban*, padronização do trabalho e manutenção produtiva total (TPM).

2.1.1 Produção sincronizada (takt-time)

A palavra alemã "*takt*" serve para designar o compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de "ritmo de produção", quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães (SHOOK, 1998).

Segundo Alvarez e Antunes Junior (2001), o *takt-time* é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção; é o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas. Sob uma perspectiva operacional, o tempo disponível para produção não é necessariamente igual à duração do expediente. Em situações reais, deve-se descontar os tempos de paradas programadas, tais como manutenção preventiva dos equipamentos, paradas por razões ergonômicas, etc. Sendo assim, pode-se afirmar que:

· Tempo disponível para produção = período de trabalho - paradas programadas

Em uma linha de produção, a cada intervalo definido pelo *takt-time*, uma unidade deve ser terminada. Por exemplo, para uma linha de montagem de automóveis com demanda diária

de 300 unidades e tempo disponível para produção de 10 horas (600 minutos), o *takt-time* será de 2 minutos. Ou seja, a cada 2 minutos deve sair um carro pronto no final da linha.

De acordo com Alvarez e Antunes Junior (2001), a qualidade assegurada é um dos elementos necessários ao bom funcionamento do sistema, que é incapaz de operar quando da ocorrência de interrupções constantes. A formação de operários multifuncionais é outra condição necessária, vinculando-se ao desenvolvimento da robustez do sistema e da capacidade de adaptação às variações nas condições externas e internas.

O emprego do *takt-time* tende a reduzir a flexibilidade de resposta dos sistemas de produção com relação às flutuações de volume e *mix*. Esse aspecto acentua a necessidade da existência de sistemas/esquemas de planejamento capazes de antecipar e dissipar as flutuações de curto prazo na demanda, através do nivelamento da demanda e/ou da produção. Artifícios desse tipo pressupõem a existência de uma estrutura de PCP de alto nível (plano agregado, plano mestre de produção, etc.) e uma forte articulação com as estruturas de vendas e mercado (ALVAREZ e ANTUNES JUNIOR, 2001).

Segundo Iwayama (1997), um dos objetivos da utilização do *takt-time* para a gestão dos fluxos dos materiais é clarear as prioridades para melhorias na fábrica. A imposição de um ritmo mais acelerado (diminuição do *takt-time*) serve para destacar as operações e os equipamentos que restringem a capacidade de produção. Esse tensionamento pode ser entendido como elemento indutor e direcionador da realização de melhorias.

2.1.2 Sistema de controle kanban

O *kanban* é um sistema da manufatura enxuta que coordena a produção de todos os itens necessários, na quantidade e no momento necessários, de acordo com a demanda dos produtos finais (produção puxada).

Kanban é a palavra japonesa para cartão ou sinal. Ele é algumas vezes chamado de "correia invisível", que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado (SLACK *et al*., 2002).

Na utilização do sistema *kanban* pressupõe-se que exista determinada quantidade de peças nos armazéns (estoques) entre as estações de trabalho. Em outras palavras, é assegurada a disponibilidade de peças suficientes para a formação dos produtos num dado período de

trabalho. O processo subseqüente, visto como um "cliente" deve ir ao processo precedente, o "fornecedor", para adquirir as peças necessárias já prontas. O processo precedente, por sua vez, produz a exata quantidade retirada, reabastecendo o armazém, entendido como um "supermercado" (LAGE JUNIOR e GODINHO FILHO, 2008).

De acordo com Shingo (1996), os tipos de *kanbans* usados no Sistema Toyota de Produção são o de produção e movimentação ou transporte.

Um *kanban* de produção é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida nesse tipo normalmente inclui número e descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para a qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos. Já um *kanban* de movimentação ou transporte é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Esse tipo de *kanban* normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para qual ele deve ser enviado (SLACK *et al*., 2002).

2.1.3 Padronização do trabalho

Ao se falar em trabalho padrão é necessário verificar as mudanças ocorridas na organização do trabalho com os princípios do engenheiro Frederick Winslow Taylor, que teve início no início do século XX, através do modelo de administração conhecido como taylorismo ou administração científica, que se caracterizava pela investigação científica dos aspectos do trabalho (estudo dos tempos e métodos).

O estudo de tempos é uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho (SLACK *et al*., 2002).

Já o estudo de métodos procura observar e desenvolver a maneira a qual o trabalho é executado (GILBRETH e GILBRETH, 1917). A abordagem do estudo de método envolve seguir sistematicamente seis passos, sendo eles: (i) selecionar o trabalho a ser estudado; (ii) registrar todos os fatos relevantes do método presente; (iii) examinar estes fatos criticamente e na seqüência; (iv) desenvolver o método mais prático, econômico e efetivo; (v) implantar o

novo método; e (vi) manter o método pela checagem periódica dele em uso (SLACK *et al*., 2002).

As principais idéias de Taylor, naquela época, eram que o trabalho fosse dividido em tarefas e que a cada uma delas houvesse o método correto de executá-las, por meio de tempos estabelecidos e ferramentas adequadas. Com a divisão das responsabilidades, coube a gerência definir os tempos e métodos de maneira que o operário conseguisse se concentrar somente na execução de sua atividade (IIDA, 2005).

De acordo Yoshino (2008), a padronização das operações é representada por documentos (folha de operações), com instruções de trabalho elaborada para cada etapa do processo produtivo, assim como os tempos operacionais e rendimento planejado em termos de padrão de produção.

Os objetivos da padronização, segundo Monden (1994) são:

a) A obtenção da alta produtividade através do trabalho operacional;

b) A obtenção do balanceamento de linha entre todos os processos em termos de tempo de produção e;

c) Somente uma quantidade mínima de material em processo, denominada quantidade padrão de processo é manipulada pelos operários sem quaisquer desperdícios de movimentação.

Com a padronização das tarefas, busca-se obter o máximo de produtividade com a identificação e padronização dos elementos de trabalho que agregam valor e a eliminação das perdas (SPEAR e BOWEN, 1999).

2.1.4 Manutenção produtiva total (TPM)

A manutenção produtiva total (*total productive maintenance* - TPM) é definida segundo Nakajima (1988) como: “a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos, onde o conceito de manutenção produtiva trata-se de uma gestão da manutenção que reconhece a importância da confiabilidade, manutenção e eficiência econômica das operações de manufatura. Na TPM, o operador é o responsável tanto pela manutenção da máquina como pela operação.

No Japão, onde a TPM se originou, ela é vista como uma extensão natural na evolução de manutenção corretiva para manutenção preventiva. A manutenção produtiva total adota alguns dos princípios de trabalho em equipe e *empowerment* (autonomia), bem como uma abordagem de melhoria contínua para prevenir falhas. Também vê a manutenção como um assunto de toda a empresa, para a qual todas as pessoas podem contribuir de alguma forma (SLACK *et al*., 2002).

Os objetivos da manutenção produtiva total foram definidos pelo Instituto Japonês de Manutenção Industrial (*Japan Institute of Plant Maintenance* - JIPM), considerando 5 dimensões:

a) Criar uma organização que maximize a eficiência dos sistemas produtivos;

b) Gerenciar a planta como uma organização que minimize as perdas, através do estabelecimento de metas orientadas a "zero acidentes" e "zero defeitos", ao longo do ciclo de vida dos elementos produtivos;

c) Envolver todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo o desenvolvimento de novos produtos, vendas e administração;

d) Envolver todos os funcionários desde a alta gerência até os operadores de chão de fábrica;

e) Orientar as ações visando atingir a meta de "zero perdas" utilizando-se das atividades de pequenos grupos de trabalho (SUZUKI, 1994).

3. Metodologia

A pesquisa caracteriza-se pelo estudo de caso (método qualitativo) de caráter exploratório descritivo. A pesquisa qualitativa caracteriza-se por um foco maior na compreensão dos fatos do que propriamente na sua mensuração e, de acordo com Richardson (1985), é empregada em casos nos quais a riqueza dos detalhes é mais relevante do que as informações quantitativas.

Segundo Yin (1994), o estudo de caso é um método empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência.

A companhia escolhida para o estudo de caso foi uma empresa fabricante de transmissões mecânicas localizada em uma cidade do interior do estado de São Paulo.

As principais fontes de evidência para a realização do estudo foram a observação direta e a entrevista semi-estruturada com um engenheiro da área de produção (operações), responsável por cuidar de questões relacionadas com a manufatura enxuta como treinamentos, implementações, auditorias internas, entre outros.

4. A empresa estudada

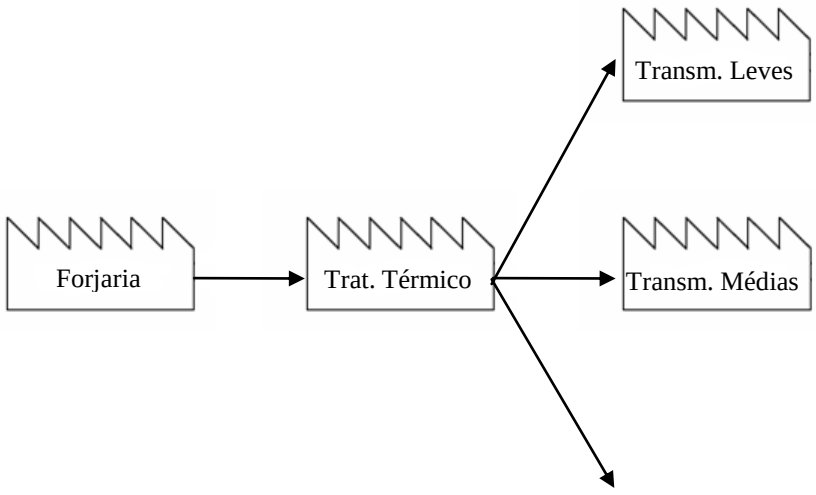
A empresa se encontra em uma área de 105 mil metros quadrados construídos, com a unidade de negócios distribuída em um espaço de 384 mil metros quadrados. A unidade fabrica transmissões mecânicas para veículos de passageiros, picapes, caminhões leves, médios, pesados e peças de reposição para as transmissões mecânicas.

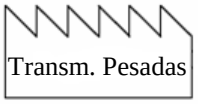
A produção da planta estudada opera hoje através do sistema fazer para estoque (*make to stock*). As principais etapas do processo produtivo são: forjaria, tratamento térmico, usinagem e montagem.

Na planta estudada, há os setores de forjaria e unidade de tratamento térmico que abastecem os outros setores (mini-fábricas) das transmissões leves, médias e pesadas. Para os setores transmissões leves, médias e pesadas, há os processos de usinagem e montagem, conforme mostra a figura 1.

O arranjo físico (*layout*) presente é o arranjo celular para a operação de usinagem e o arranjo por produto (*flow shop*) para os demais processos.

Figura 1 – Etapas do processo produtivo





Fonte: Próprio autor

A planta possui no chão de fábrica aproximadamente 1680 funcionários para os três turnos de trabalho e 450 nas áreas administrativas.

Como principais clientes, a fábrica tem: Agrale, DaimlerChrysler, Ford, General Motors, International, Iveco, Renault, Nissan, Troller, Volkswagen e Volvo.

5. A aplicação das práticas da abordagem produção enxuta pela empresa

Este tópico busca apresentar as principais características das práticas (técnicas, ferramentas, métodos) *lean manufacturing* produção sincronizada (*takt-time*), sistema de controle *kanban*, padronização do trabalho e manutenção produtiva total (TPM), utilizadas pela empresa estudada.

Para todas as práticas pedimos primeiramente para o entrevistado avaliar o estado atual de utilização das técnicas/ferramentas da manufatura enxuta (*degree of leanness*) dentro da empresa, de acordo com a seguinte escala:

1= não utilizado (0%);

2= em fase inicial de utilização (1% a 20%);

3= utilização em fase intermediária (21% a 50%);

4= utilização em fase desenvolvida (51% a 80%);

5= utilização em fase avançada (81% a 100%).

5.1 Produção sincronizada (takt-time)

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase desenvolvida (nota 4) com relação ao seu grau de utilização.

Na empresa estudada há reuniões mensais entre as estruturas de vendas (mercado), planejamento e controle da produção (PCP) e logística, com o intuito de sincronizar a produção a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para a produção.

O principal benefício em se trabalhar com o *takt time*/produção sincronizada segundo o entrevistado está na tentativa de se oferecer um melhor atendimento ao cliente principalmente com relação aos prazos de entrega.

5.2 Sistema de controle kanban

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase avançada (nota 5) com relação ao seu grau de utilização.

O sistema *kanban* está presente na empresa em praticamente todos os processos produtivos (interno) como forjaria, usinagem, montagem, processos logísticos e possui relações com alguns fornecedores (externo), isto é, estes fornecedores estão ligados, conectados no processo "puxador" da empresa.

Já com os clientes a comunicação é feita somente através do sistema ERP (Oracle) através das ordens de serviço.

Na empresa há três tipos de *kanbans* que são o de produção, transporte e ferramental. Este último controla o nível de estoque das ferramentas da produção a partir de seu desgaste com o uso.

O principal benefício citado pelo entrevistado foi a redução de estoques de peças devido à coordenação da produção de todos os itens necessários, na quantidade e no momento necessários, de acordo com a demanda dos produtos finais.

5.3 Padronização do trabalho

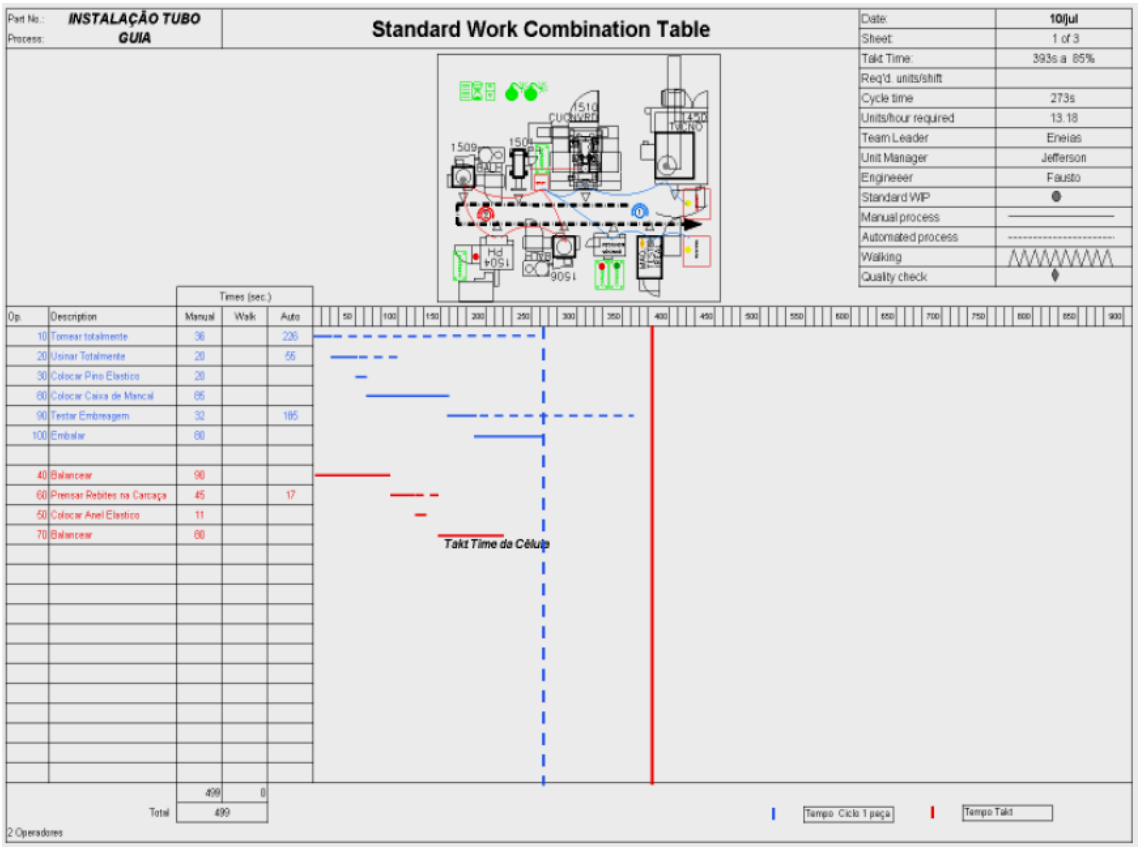
De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase desenvolvida (nota 4) com relação ao seu grau de utilização.

Todo operador que inicia suas atividades na empresa, recebe treinamento de como executar o trabalho padrão na área em que irá trabalhar. Após treinado e apto para executar a tarefa, são realizadas avaliações, auditorias internas anuais com o propósito de controlar as operações.

Acontece também o estudo de novas formas de trabalho principalmente nos processos produtivos que não estão atingindo as metas estipuladas pela empresa e este estudo ocorre através do mapeamento de todas as atividades e a cronoanálise de cada etapa com a participação dos operadores, supervisores, representantes da equipe *lean manufacturing* e engenheiros de processos.

Toda área de trabalho possui folhas de operações (documentos com instruções de trabalho) para todos os processos produtivos, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Exemplo de uma folha de operações



Fonte: Próprio autor

De acordo com a figura acima, as linhas horizontais tracejadas representam o tempo de máquina operando e as linhas horizontais contínuas representam o tempo de operação manual. A linha vertical tracejada vertical representa o tempo de ciclo da célula e a linha vertical continua representa o tempo *takt time*.

O principal benefício com o trabalho padrão segundo o entrevistado está na busca constante em se obter o máximo de produtividade com a padronização das tarefas que agregam valor.

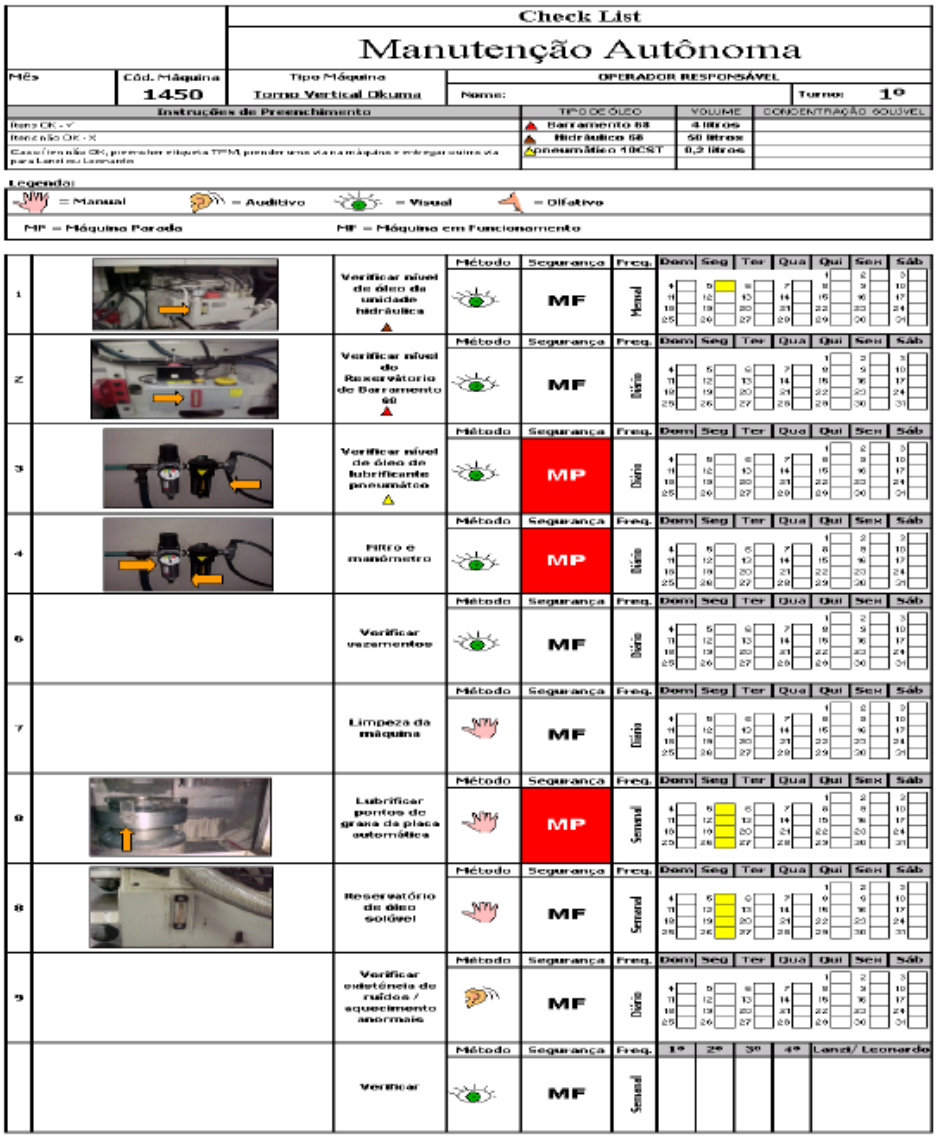
5.4 Manutenção produtiva total (TPM)

De acordo com o entrevistado, esta prática está em uma fase desenvolvida (nota 4) com relação ao seu grau de utilização.

Na empresa, o operador realiza manutenções preventivas na máquina através de atividades simples como verificações, troca de óleos e filtros; substituição de parafusos, entre outras. Já as atividades mais complexas são realizadas pelas equipes de manutenção da fábrica. Todos os operadores passam por constantes treinamentos em manutenção preventiva antes de iniciarem suas atividades como operador de máquina com o propósito de se evitar quebras e paradas das máquinas.

Para garantir as atividades de manutenção preventiva, existe um *check list* que deve ser preenchido pelo operador e este depois é verificado pela equipe de manutenção, conforme mostra a figura 3.

Figura 3 – Exemplo de um check list da manutenção preventiva



Check List

Manutenção Autônoma

Mês	Cód. Máquina	Tipo Máquina	OPERADOR RESPONSÁVEL	
	1450	Torno Vertical Okuma	Nome:	Turno: 1º

Instruções de Preenchimento	TIPO DE ÓLEO	VOLUME	CONCENTRAÇÃO SOLÚVEL
Itens OK - √	Barramento 68	4 litros	
Item não OK - X	Hidráulico 68	50 litros	
Caso item não OK, preencher etiqueta TPM, prender uma via na máquina e entregar outras via para Lanzi ou Leonardo	Pneumático 10CST	0,2 litros	

Legenda:

= Manual = Auditivo = Visual = Olfativo

MP = Máquina Parada MF = Máquina em Funcionamento

		Método	Segurança	Freq.	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
1	Verificar nível de óleo da unidade hidráulica		MF	Mensal							
2	Verificar nível do Reservatório de Barramento 68		MF	Diário							
3	Verificar nível de óleo de lubrificante pneumático		MP	Diário							
4	Filtro e manômetro		MP	Diário							
6	Verificar vazamentos		MF	Diário							
7	Limpeza da máquina		MF	Diário							
9	Lubrificar pontos de graxa da placa automática		MP	Semanal							
8	Reservatório de óleo solúvel		MF	Semanal							
5	Verificar eventuais ruídos / aquecimento anormais		MF	Diário							
	Verificar		MF	Semanal	1º	2º	3º	4º	Lanzi/ Leonardo		

Fonte: Próprio autor

Todas os dias antes do início de cada turno são realizadas nas áreas de trabalho reuniões em que se discutem os seguintes assuntos: principais problemas ocorridos com as máquinas, suas causas raízes e planos de ação para evitar futuras paradas.

O principal benefício da manutenção está segundo o entrevistado na melhoria do OEE (*overall equipment effectiveness* - eficácia geral de equipamento) das máquinas, que é baseado em três aspectos de desempenho: velocidade, ou taxa de atravessamento do equipamento (seu tempo de ciclo); qualidade do produto ou do serviço que produz; e tempo que está disponível para operar.

6. Considerações finais

Na década de 1950, as empresas japonesas do setor automobilístico, em especial a *Toyota Motor Company*, começaram a desenvolver métodos diferentes de fabricar veículos em relação aos utilizados pela indústria americana, conhecido na época como sistema de produção em massa (OHNO, 1997; WOMACK *et al.*, 1992; CUSUMANO, 1989). A quebra desse paradigma resultou em um novo modelo de produção, conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP).

Com a implantação de novos sistemas de produção, verifica-se geralmente que ocorrem mudanças nas estratégias de produção, na coordenação do fluxo de materiais e informações e ainda, nas relações entre clientes e fornecedores, e estes podem ter impactos importantes nas formas organizacionais implementadas.

Diante deste contexto, este trabalho buscou divulgar os resultados de quatro práticas da produção enxuta utilizadas por uma empresa fabricante de transmissões mecânicas, fazendo com que este estudo contribua na redução da lacuna que separa os conceitos teóricos da prática adotada pelas fábricas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.R.; ANTUNES JUNIOR, J.A.V. *Takt-time:* conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v.8, n.1, p. 1-18, 2001.

CUSUMANO, M.A. **The Japanese automobile industry**. Cambridge: The Council on East Asian Studies, Harvard University, p.262-319, 1989.

GILBRETH, F. W.; GILBRETH L. M. **Applied Motion Study.** New York: Sturgis and Walton. p. 27, 29. 1917.

IIDA, I. **Ergonomia:** projeto e produção. 2 ed.rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

IWAYAMA, H. **Basic Concept of Just-in-time System**. Mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR, 1997.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, vol.15 n.1, 2008.

MONDEN, Y. **Toyota Production System:** an integrated approach to just-in-time. (Second Edition). London: Chapman e Hall, 1994.

NAKAJIMA, S. **Total productive maintenance.** Productivity Press, 1988.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RICHARDSON, R.J**.,** ***Pesquisa social*****:** métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1985.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHOOK, Y. Bringing the Toyota Production System to the United States: A personal perspective", in LIKER, J. (org.): **Becoming Lean:** Inside Stories of U.S. Manufacturers**.** Productivity, Portland, EUA, 1998.

SLACK, N. *et al*. **Administração da Produção.** 2 ed. São Paulo: Atlas. 2002.

SPEAR, S., BOWEN, H. K**. Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review, Sep./Oct. 1999.

SUZUKI, T. **TPM in process industries.** Portland: Productivity Press Inc. 1994.

WOMACK, J.P. *et al*. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

YIN, R.K. **Case study research***:* design and methods. 2.ed. Sage, 1994.

YOSHINO, R.T. **Proposta de um sistema de produção enxuta para o segmento calçadista**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação e Área de Concentração em Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

Avaliação do processo de atendimento em uma loja de telefonia celular por meio da aplicação dos conceitos de teoria das filas e simulação

Robinson José Catalini (UNIMEP) – rojcatalin@unimep.br

Maria Célia de Oliveira Papa (UNIMEP-MACKENZIE) – mceliamat@yahoo.com.br

Rodrigo Ferro (UNIMEP) – rrferro@unimep.br

André Luis Helleno (UNIMEP-MACKENZIE) – alhelleno@gmail.com

Resumo

O volume de trabalhos relacionados com a área de pesquisa operacional vem crescendo nos últimos anos em função do aumento da complexidade e exigências sobre os sistemas de produção. Nesse sentido, o presente trabalho propõe aplicar os conceitos da teoria das filas e simulação para avaliar a capacidade de atendimento em uma loja de telefonia celular. Busca-se estudar o comportamento do modelo existente na visão do atendimento e, com isso compreender como o processo de fila ocorre. A partir deste modelo, busca-se avaliar os recursos em uma situação futura de forma a manter os indicadores de qualidade do atendimento. Este trabalho justifica-se por tratar-se de um serviço relacionado a um bem de consumo de grande inserção em nosso cotidiano. Os resultados obtidos mostram que para este caso é possível manter os indicadores de qualidade do atendimento com um número menor de atendentes.

Palavras chave: Teoria das Filas, Simulação, Serviço.

Astract

The volume of work related to the field of operations research has been growing in recent years due to the increasing complexity and demands on production systems. In this sense, this paper proposes to apply the concepts of queuing theory and simulation to evaluate the service capacity in a cell phone store. We seek to study the behavior of the existing model in the view of care and thereby understand how the process occurs queue. From this model, we seek to assess the resources in a future situation in order to maintain the quality indicators of care. This work is justified because it is a related to a commodity of great integration into our everyday service. The results show that for this case it is possible to keep the indicators of quality of care with fewer attendants.

Keywords: queue line , simulation, service.

1. Introdução

O desenvolvimento de ferramentas e estudos relacionados com a simulação do fluxo de produção tem-se expandido ao longo de décadas (Kusiak, 1986). Diversas áreas estão utilizando e criando modelos para entender seus processos e assim obter melhor uma eficiência dos recursos existentes (Martínez, 2005).

Segundo Freitas (2001) a simulação permite que vários cenários com diferentes configurações sejam avaliados na busca do cenário ideal. Law e Kelton (1991) apontam a utilização da simulação para as seguintes situações: desenvolver e analisar sistemas de manufatura; melhorar e analisar sistemas de atendimento; analisar sistemas financeiros e

econômicos; desenvolver e analisar sistemas de transporte; evoluir sistemas de comunicação; apoiar a tomada de decisões.

Como exemplo de aplicação da simulação, destaca-se o estudo de caso de Al-Aomar (2011), o qual utilizou a simulação aplicar as ferramentas da manufatura enxuta na ótica de três indicadores: produtividade; tempo de ciclo e WIP ("*work in process*"). Como forma de validar o cenário desenvolvido na simulação, foi utilizada a teoria das filas. Ao final do estudo, chegou-se a conclusão que o resultado encontrado por meio da simulação foi considerado equivalente aos resultados calculado segundo a teoria das filas.

Em outro exemplo, Baykasoglu e Durmusoglu (2012) desenvolveram um trabalho para avaliar a implantação de um processo flexível por meio de simulação. A definição do fluxo do material, as estratégias de saída dos produtos e as estratégias de espera foram modeladas para determinar qual o melhor cenário a ser escolhido tomando como base a variedade de produtos. Ao final do estudo, houve redução na quantidade de peças durante o processo de fabricação e o aumento na variedade de produtos não teve impacto negativo no atendimento dos pedidos.

Este estudo avaliou o processo de atendimento em uma loja que comercializa aparelhos e linhas telefônicas de uma determinada operadora.

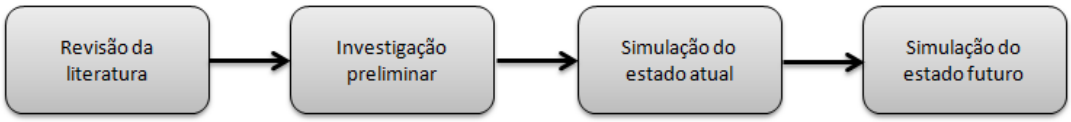
Atualmente este tipo de serviço é regulamentado e avaliado por agências governamentais. O controle é realizado mensalmente, no qual a qualidade do serviço de atendimento deve ser de 95% de atendimentos abaixo de 30 minutos. Um resultado abaixo deste percentual implica em multas e suspensão da licença de comercialização do serviço.

Em função disso, o dimensionamento da quantidade de recursos (atendentes) torna-se um fator importante e complexo neste tipo de serviço. Para desenvolver este estudo, foi disponibilizado pela loja o resumo dos dados de atendimento de um período de 30 dias. Neste resumo observa-se que 30,0% do total de atendimentos estão abaixo de 30 segundos.

Com base nesses dados propõe-se aplicar os conceitos de teoria das filas e simulação para dimensionar a capacidade de atendimento em uma loja de telefonia celular. Busca-se avaliar o comportamento sobre a questão do atendimento e com isso compreender como o processo de fila ocorre.

Para isso, o estudo foi desenvolvido de acordo com as seguintes etapas:

Figura 1 – Etapas do trabalho.



Fonte: Próprio autor

3. Teoria das Filas e Simulação

O termo "fila" provém da dedução ou relação para com outro termo – "espera". Muitos trabalhos evidenciam o conceito, mas Hillier e Lieberman (1988) discutem com propriedade a formação da fila quando apresentam que *"os clientes requerendo serviços são gerados no tempo por uma fonte de chegada"*. A relação que fornecem ainda está relacionada ao fato de passar a fazer parte de um sistema quando um cliente passa a esperar por um serviço ou produto. Desta forma, entende-se que uma fila é caracterizada pelo número máximo de elementos (clientes) que a mesma possa conter em espera por um serviço ou produto.

A fila está relacionada a fatores como o tempo de atendimento dos elementos e a fonte de chegada, a qual pode ser definida como taxa média de chegada. Esta taxa ocorre de forma aleatória, mas pode apresentar, segundo Hillier e Lieberman (1988), um padrão estatístico representado por uma distribuição de Poisson.

Ainda sobre a aleatoriedade da formação da fila, Duckworth (1972) informa que quanto mais aleatório for o processo pela demanda de um serviço, maior deverá ser o tempo de espera de um cliente.

Lim et al (2012) comentaram que na situação de um hospital, mais precisamente na área de emergência, uma fila torna-se um elemento de risco para a questão do índice de mortalidade. Concluíram que a melhoria nesta questão contribui para a segurança e resultados gerais do hospital.

Diversas maneiras de estudo das filas são analisados no trabalho de Lim et al (2012). É possível observar que quando usa-se um serviço normalmente encontra-se uma única fila. Todas as questões são agrupadas, independente do tempo de atendimento.

Lange et al. (2013) aplicaram a teoria das filas para estimar a taxa de chegada no atendimento de um setor em um aeroporto com o objetivo de dimensionar a quantidade de atendentes disponíveis para garantir a qualidade do atendimento. A validação dos novos

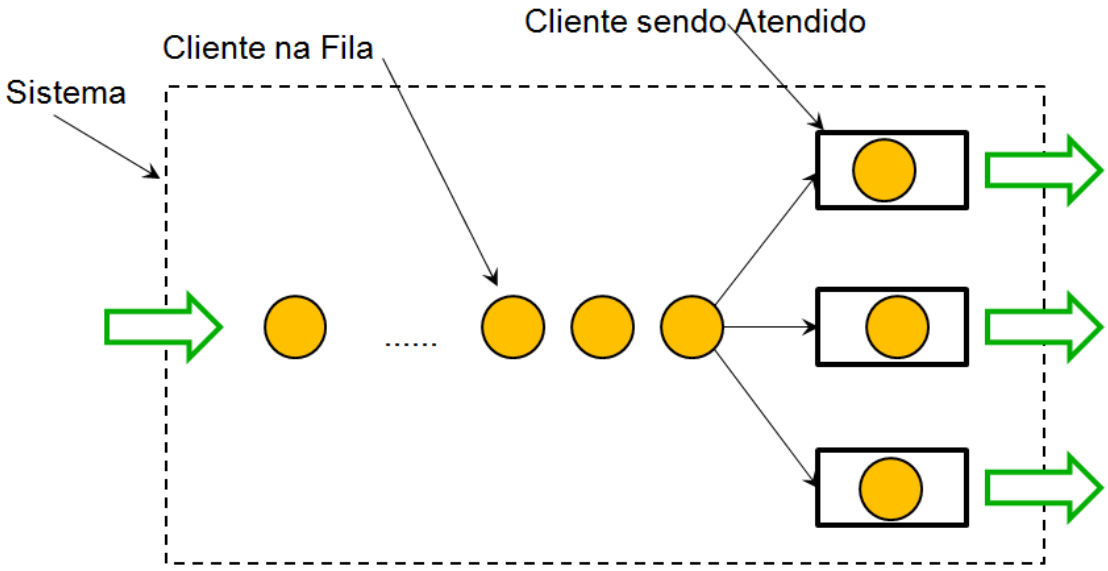
cenários se deu por meio de simulação e os resultados identificaram que houve redução no custo desta operação. Isso se deu por meio da redução da quantidade de atendentes no setor estudado.

Em outra aplicação, Lin e Chen (2012) desenvolveram um modelo baseado na teoria das filas com o objetivo de avaliar um sistema de produção puxada gerenciada por meio da ferramenta kanban.

Para a avaliação e o dimensionamento de um sistema de socorro por meio de ambulâncias, Singer e Donoso (2008) utilizaram as técnicas da teoria das filas, no qual foram mapeadas as distribuições dos atendimentos utilizando um levantamento histórico, em seguida foi possível avaliar a necessidade de compra de novas ambulâncias para a frota.

Quando se deseja estudar as características de uma fila, é necessário conhecer os elementos que a compõe. A figura 2 ilustra os elementos de uma fila.

Figura 2 – Elementos de uma fila conforme, adaptado de Prado (1999)



Fonte: Próprio autor

Neste sentido, Joustra, Sluis & Dijk (2010) discutiram ainda o risco de questionamento por parte dos clientes. Dificilmente um mesmo cliente deverá questionar sobre mais de uma situação estando numa única fila. Com isso, a situação da fila única pode trazer vantagens para o serviço. Informaram ainda que a capacidade dos colaboradores deve ser observada e

ajustada para servir os diferentes níveis requeridos de questionamento, o que contribui com a variabilidade do serviço.

Desta forma pode-se optar por:

a) Trabalhar com uma única fila, com os colaboradores atendendo todos os tipos de situação. Neste modelo, a possibilidade de ociosidade por parte dos colaboradores dificilmente ocorrerá. Obrigatoriamente, uma maior probabilidade de fila ocorre;
b) Trabalhar com mais de uma fila, segregando os tipos de questionamentos por parte dos clientes. Nesta situação, dependendo das categorias formadas e separadas por colaborador, pode-se surgir certa ociosidade, ou ter um processo desbalanceado.

No estudo de caso, é possível observar que o critério adotado foi o de fila unida.

O estudo da simulação vem, ao longo dos anos, sendo favorecido pelo desenvolvimento acentuado de *hardware* e *software* relacionados com os sistemas computacionais.

Na simulação, como tratou Freitas (2001), as operações têm sido auxiliadas e os computadores buscam uma similaridade para qualquer tipo de processo. Freitas (2001) ainda definiu simulação como "a modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo".

Ainda, Freitas (2001) comenta a importância da simulação como o meio de se buscar um estudo preventivo, evitando assim, custos desnecessários e um melhor resultado após a implantação de um determinado processo.

Nos dias atuais, implementar um projeto implica num alto risco de incertezas operacionais. A simulação vem como um ferramental de alta importância para minimizar tal risco.

Definida por Harrel et al. (2002), simulação é um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real, para avaliar como este sistema se comporta com mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno.

Freitas (2001) afirma que a simulação é a utilização de técnicas matemáticas, empregadas em computadores digitais, as quais permitem imitar o funcionamento de praticamente qualquer operação ou processo do mundo real.

Law e Kelton (1991) defendem que a simulação é um modelo matemático, geralmente aplicado por meio de computadores, que representa um sistema real. Banks (1998) afirma que a simulação é a reprodução de um sistema real através de modelos matemáticos.

Embora os testes realizados em ambientes reais sejam ideais para avaliar as mudanças de um sistema, esta prática pode ser dispendiosa ao que se diz respeito a custo e tempo. Neste cenário, vários autores utilizam a simulação para resolverem problemas de tomadas de decisões em sistemas de produção.

Nomden e Zee (2008) desenvolveram um modelo de simulação contemplando informações como tempo de processamento, histórico de falhas e *setup*. O objetivo deste estudo foi desenvolver rotas para o fluxo de materiais e abastecimento para que as dificuldades de tempo de entrega dos produtos fossem minimizadas. Ao final do trabalho três pontos ficaram evidentes: (1) um pequeno número de rotas alternativas, na sua maioria é suficiente para este sistema, (2) a distribuição das rotas fixas é preferível, e (3) recursos secundários adicionais (novos equipamentos) são relevantes apenas em condições específicas.

Jeong e Phillips (2011) aplicaram a simulação em uma empresa fabricante de extintores de incêndio portáteis com o objetivo de avaliar qual o melhor layout dentre três tipos diferentes modelados. Ao final da simulação, um deles foi considerado a melhor opção para o sistema. Após isso o mesmo modelo foi utilizado para otimizar a quantidade de *pallets* necessários para abastecer a fábrica.

Vinod e Sridhaaran (2011) utilizaram a simulação para definir o melhor método de programação do sistema de produção, levando em conta o tempo total de manufatura do produto. Sete diferentes escalas de produção foram testadas no modelo de simulação e os resultados desta simulação foram submetidos a testes estatísticos para validar os dados. Ao final do trabalho concluiu-se que o modelo desenvolvido *neste* estudo atendeu os objetivos da pesquisa.

Harrel et al. (2002) definem eventos discretos como sendo uma ação instantânea que ocorre em um momento único. Para Banks (1998), a simulação de eventos é composta por entidades que podem ser pessoas, peças ou equipamentos, e quando alguma entidade executa ações, estas causam efeitos no sistema.

Segundo Law e Kelton (1991), a simulação de eventos discretos consiste em um modelo que evolui ao longo do tempo por uma representação em que as variáveis do estado mudam instantaneamente as ações ocorridas.

4. Resultados e discussões

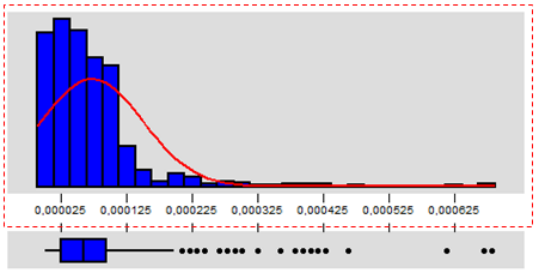
Considerando as etapas definidas no método desse trabalho, a etapa da aplicação consiste em fazer um estudo preliminar a partir dos dados fornecidos pela empresa.

A empresa avaliada está localizada em uma cidade do interior do estado de São Paulo e possui três colaboradores (atendentes). Os dados utilizados foram limitados em 30 dias, considerando que o processo ocorre no período semanal entre segunda-feira a sexta-feira das 9:00- 18:00 h e aos sábados das 9:00 - 13:00 h.

Os dados contém um montante de 710 observações (atendimentos). Destes, foram subtraídos 90 observações em função de atendimentos cancelados. Os atendimentos cancelados são processos abertos no sistema e encerrados logo a seguir. O que evidencia um desvio nos dados analisados. Sem a exclusão destes elementos, a média de tempo por atendimento foi da ordem de 00:00:06h (seis segundos) e com a exclusão o resultado foi de 00:03:48h (três minutos e quarenta e oito segundos). Torna-se importante esta segregação em virtude de muitos clientes que retiraram a senha de atendimento terem desistido no meio do processo, saindo então da fila. Se fossem mantidos, o tempo de espera na fila teria um falso desvio, conforme ilustra a figura 3.

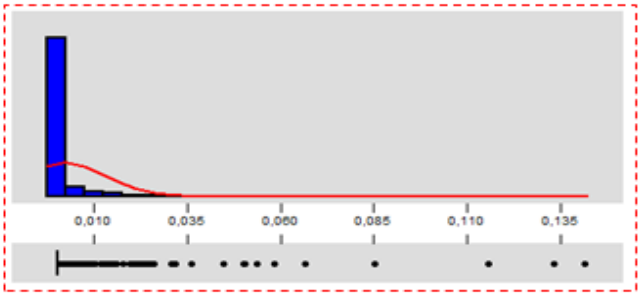
Figura 3 - Estudo preliminar do comportamento dos atendimentos.

(a)



Comportamento com os atendimentos cancelados.

(b)



Comportamento considerando as exclusões dos

atendimentos cancelados.

Fonte: Próprio autor

Observa-se na figura 3, que os dados seguem uma distribuição Exponencial negativa. Este fato foi observado para as duas situações.

Os parâmetros do processo usados para a simulação do estado atual estão apresentados na tabela 1.

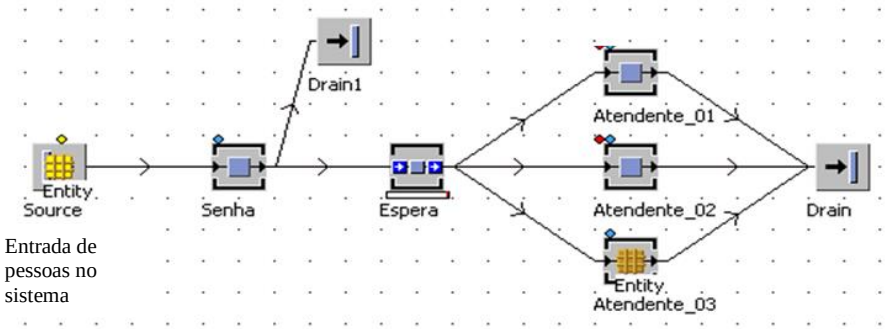
Tabela 1: Parâmetros do estado atual

Parâmetro	*Estado atual*
Taxas de entrada	15’00” (Média) 2’00” (Menor) 1h00’00” (Maior)
Retirada de senha	Tempo de processo 0 (zero)
Capacidade do sistema	Quantidade máxima de pessoas na espera 10
Atendentes	3 atendentes, tempo de atendimento Exponencial Negativa 3’48” (Média) 4” (Menor) 3h23’00” (Maior), 85% do tempo disponível para atendimento e 15% do tempo para outras atividades

Fonte: Próprio autor

A simulação foi realizada no sistema *Plant Simulation*, na qual utilizou-se o modelo ilustrado na figura 4.

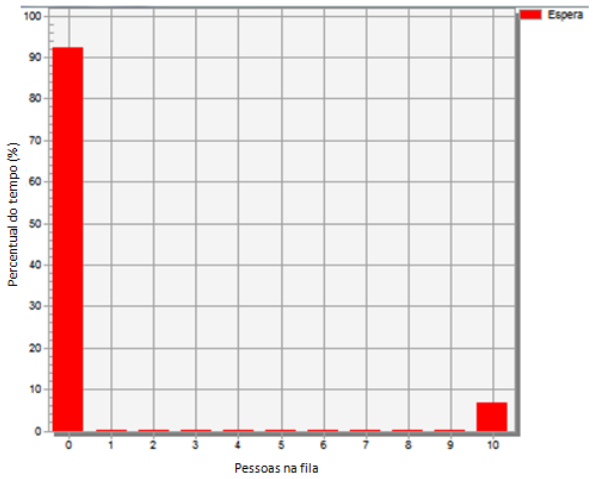
Figura 4: Modelo do estado atual



Fonte: Próprio autor

Os dados do estado atual mostram que o sistema apresenta uma capacidade máxima de 2619 atendimentos, considerando uma capacidade máxima de 92% como tempo da fila em sua capacidade mínima, o que consiste em uma pessoa pelo menos na fila, conforme mostra a figura 5.

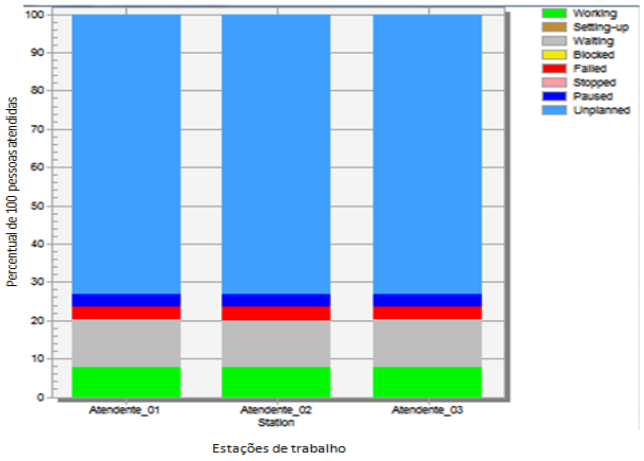
Figura 5 – Análise dos resultados no estado atual. Indicação do tempo em que a fila permanece com capacidade mínima



Fonte: Próprio autor.

Além disso, observa-se que os tempos de atendimento são da ordem de 8% da utilização do tempo total disponível para o dia de trabalho, considerando o uso de três atendentes, conforme ilustra a figura 6.

Figura 6 – Análise do tempo de uso dos atendentes



Fonte: Próprio autor.

A partir dos resultados observados na simulação do estado atual, este trabalho propõe simular o estado futuro a partir dos seguintes dados, de acordo com a tabela 2.

Parâmetro	*Estado futuro*

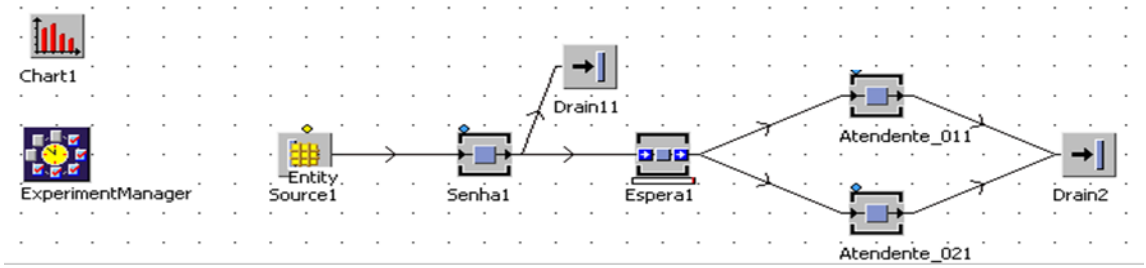
Taxas de entrada	Exponencial Negativa: 15’00” (Média) 2’00” (Menor) 1h00’00” (Maior)
Retirada de senha	Tempo de processo 0 (zero)
Capacidade do sistema	Quantidade máxima de pessoas na espera 10
Atendentes	Atendentes: 2 atendentes, tempo de atendimento Exponencial Negativa 3’48” (Média) 4” (Menor) 3h23’00” (Maior), 85% do tempo disponível para atendimento e 15% do tempo para outras atividades

Tabela 2: Parâmetros do estado futuro

Fonte: Próprio autor.

O modelo utilizado para representar o estado futuro é ilustrado na figura 7.

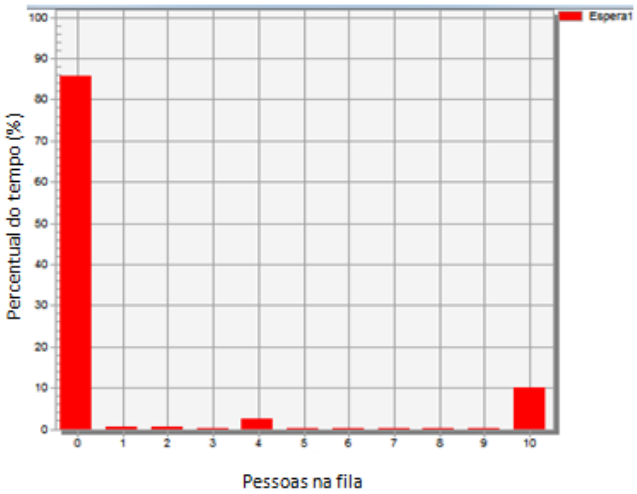
Figura 7: Modelo do estado futuro



Fonte: Próprio autor.

A capacidade de atendimento na condição futura (2 atendentes) é de 2566 atendimentos, considerando uma taxa de 85% do tempo na fila com a capacidade mínima, conforme figura 8.

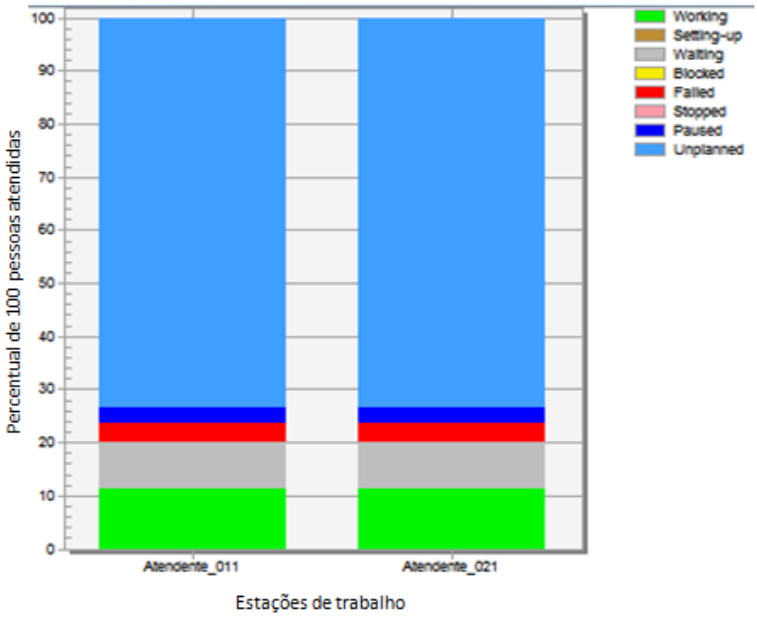
Figura 8 - Tempo de espera no processo otimizado



Fonte: Próprio autor.

De acordo com a figura 8, uma taxa de 12% do tempo total disponível está sendo utilizado. A figura 9 traz uma estratificação quanto aos tempo utilizados para cada atendente neste formato.

Figura 9 - Tempo utilizado após a otimização, agora com dois atendentes



Fonte: Próprio autor.

O resultado da figura 9 deixa evidente que mesmo sem o processo de simulação a situação atual do negócio comporta um incremento no volume de atendimento. Considerando o volume dos atendimentos iniciais da ordem de 710 ocorrências, pode-se verificar que é possível chegar a um número muito superior, na ordem de 2619 atendimentos e, excluindo-se um dos atendentes este número de atendimentos deve ser reduzido para a quantia de 2566.

5. Conclusões

É possível perceber que há uma folga quanto à capacidade de atendimentos. Os dados reais mostraram um total de 710 atendimentos, mas o estudo mostrou que a capacidade máxima do sistema é da ordem de 2619 como capacidade máxima. Mesmo considerando apenas dois atendentes o número de atendimentos é reduzido para 2566, o que ainda é muito superior à quantidade real.

No modelo inicial, verificou-se que a fila mantém-se 92% na quantidade mínima e que mesmo após a otimização este número é reduzido para 85%, sendo este um valor expressivo, pois, verifica-se que praticamente não há formação da fila de espera, o que evidência o fato do número de atendentes estar acima do necessário.

Entende-se que neste instante não se justifica a quantidade de três atendentes, visto que pela simulação, apenas dois atendentes já são suficientes e mesmo assim, pressupõem que haverá ociosidade. Tal evento está relacionado também com os períodos sazonais, férias, horário de almoço e descanso dos atendentes. Isto é o que foi justificado pela loja quanto à existência dos atendentes atuais.

6. Limitações deste trabalho

As limitações deste trabalho estão ligadas a uma situação onde o modelo de negócio possui uma rápida expansão, o que provoca novos estudos mediante a mudança do comportamento do mesmo. Também, o propósito deste estudo está ligado a apenas uma pequena fatia área da pesquisa operacional. Outros trabalhos devem ser analisados com propósitos semelhantes.

Como sugerido anteriormente, indica-se a continuidade do estudo, avaliando o comportamento dos dados e uma avaliação do modelo de negócio.

REFERÊNCIAS

ABDY, Zeeshan R. & HELLINGA, Bruce R.. **Analytical Method for Estimating the Impact of Transit Signal Priority on Vehicle Delay**. Journal of Transportation Engineering, Vol 137, nº 8, 2011.

AOMAR, R.A. **Handling multi-lean measures with simulation and simulated annealing**. Journal of the Franklin Institute, 2011.

BANKS, J. **Handbook of simulation**. New York : Jerry Banks, 1998.

BAYKASOGLU, A. e DURMUSIGLU, Z. D. U. **Flow time analyses of a simulated flexible job shop by considering jockeying**. Int J Adv Manuf Technol. pp. 693-707, 2012.

DUCKWORTH, Walter E. **Guia à Pesquisa Operacional**. Editora Atlas, São Paulo, 1972.

ERICKSSON, Henrik; BERGBRANT, Ing-Marie; BERRUM, Ingela & MORCK, Boel. **Reducing queues: demand and capacity variations**. International Journal of Health Care Quality Assurance, Vol 24, nº 8, 2011.

FREITAS, Paulo J. Filho. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas**. Visual Books Editora, Florianópolis, 2001.

GARCIA, Claudio. **Modelagem e Simulação de Processos Industriais e de Sistemas Eletromecânicos**. Ed. USP, São Paulo, 1977.

HARREL, C.R., et al. **Simulação. Otimizando os sistemas**. São Paulo : IMAN, 2002.

HILLIER, Frederick S. & LIEBERMAN, Gerald J**. Introdução à Pesquisa Operacional**. Editora Campus Ltda, São Paulo, 1988.

JEONG, K.Y. & PHILLIPS, D.T. **Application of a concept development processo to avaluate process layout using VSM and simulation**. Journal of Industrial Engeneering and Management. 2011, Vol. 4, 2.

JOUSTRA, Paul; SLUIS, Erik van der & DIJK, Nico M. van. **To pool or not to pool in hospitals: a theoretical and practical comparison for a radiotherapy outpatient department**. Ann Oper Res, Vol 178, 2010.

KACZYNSKI, William H., LEEMIS, Lawrence. M. & DREW, John H.. **Transient Queueing Analysis**. Journal on Computing, Vol 24, nº 1, 2012.

KUSIAK, Andrew. **Application of operational research models and techniques in flexible manufacturing systems**. European Journal of Operational Research. Vol. 24, 1986.

LAW, A. M. e KELTON, D. **Simulation Modeling and Analysis**. McGraw-Hill, 1991.

LIM, Morgan E.; NYE, Tim; BOWEN, James M.; GOEREE, Ron & TARRIDE, Jean-Eric. **Mathematical Modeling: The Case of Emergency Department Waiting Times**. International Journal of Technology Assessment in Health Care, Vol 28, 2012

MARTÍNEZ, Ernesto, C. **Statistical Simplex Method for Experimental Design in Process Optimization**. Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol 44, 2005.

NOMDEN, G. e ZEE, D.J.V. **Virtual cellular manufacturing: Configuring routing flexibility**. International Journal of Production Economics. 2008, 112.

PARDOA, Maria J. & FUENTE, David de La. **Optimal selection of the service rate for a finite input source fuzzy queuing system**. Fuzzy Sets and Systems, Vol 159, 2008.

PRADO, D. **Teoria das filas e da simulação**. Belo Horizonte : Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

SALIBY, Eduardo. **Repensando a Simulação – A Amostragem Descritiva**. Ed. UFRJ, Rio de Janeiro, 1989.

SINGER, M. e DONOSSO, P. **Assenssing an ambulance service with queuing theory**. Computer & Operation research. 2008, Vol. 35, 2008.

VINOD, V. e SRIDHARAN, R. **Simulation modelind and analysis of due-date assigment methodes and scheduling decision rules in a dynamic job shop production system**. International Journal of Production Economics. 2011, 129.

Aplicação do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma serraria

Jordão Cabral Moulin (Araupel) – jordaoc@araupel.com.br

Cleyton Xavier Leite (Araupel) – cleyton@araupel.com.br

Valdir P. do Vale (Araupel) – valdir@araupel.com.br

Célio F. V. Sarmento (Araupel) – celio@araupel.com.br

Resumo: A análise do OEE permite a identificação das perdas em ambiente fabril, envolvendo os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade, sendo que esta ferramenta é utilizada com finalidade de aumentar a produção e reduzir custos. Assim, o objetivo do presente trabalho foi utilizar a ferramenta de eficácia global dos equipamentos em uma serraria para auxiliar na melhoria contínua dos equipamentos e na eficiência da produção. O processo da serraria e de fluxo contínuo, os tempos de paradas e número de toras por minuto foram mensurados manualmente para o cálculo da disponibilidade e desempenho respectivamente, outros dados para cálcular estes dois indíces foram obtidos no *software* de gestão da produção da serraria, a coleta de dados foram realizadas durante o período de 10 dias. Foi observado que os resultados de OEE foram baixos em todos os dias, sendo causado pelo baixo desempeho da serraria. Com o auxílio da ferramenta do OEE foi possível verificar que a produção pode ser aumentada com melhorias no processo para evitar as pequenas paradas.

Palavras-chave: Serraria; Melhoria; Produção.

Abstract: The analysis of OEE allows identification of losses in manufacturing environment , involving levels of availability , performance and quality , and this tool is used with the purpose to increase production and reduce costs . The objective of this study was to use the tool overall effectiveness of the equipment in a sawmill to assist in the continuous improvement of equipment and production efficiency . The process of continuous mill , times of stops and number of logs per minute were measured manually to calculate the availability and performance respectively other data to calculate these two indices were obtained in the mill software , data collection was performed during the period of 10 days. It was observed that the results of OEE were low in every day, being caused by low performance sawmill. With the aid of the tool OEE was possible to verify that production can be increased with improvements in process to avoid short breaks .

Keywords: Sawmill; Improvement; Production .

1. Introdução

No âmbito industrial são comumente os desafios relacionados à utilização eficiente dos recursos disponíveis operacionais de mão-de-obra e de produção. Em sistemas de produção contínua espera-se obter elevadas produções, embora a produtividade dependa diretamente da eficiência das suas operações críticas ou gargalos (MORAES; SANTORO, 2006).

Nas indústrias são realizados estudos referentes à capacidade de produção visando à redução de custos e aumento da produção em curto prazo. Sendo que os desafios de melhoria de produção estão nos sistemas operacionais da empresa e nos seus colaboradores.

Segundo Hansen (2006) as industriais tem utilizado a ferramenta do Índice de Eficiência Global do Equipamento – OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para melhorar sua produção e reduzir custos, sendo que também é utilizada como indicador de qualidade nas empresas. Pois, segundo Santos e Santos (2007), com este indicador é possível melhorar a eficácia da produção sem a necessidade de grandes investimentos.

A análise do OEE permite a identificação das perdas em ambiente fabril, envolvendo os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade. Conforme Hansen (2006) a disponibilidade é o tempo total que o equipamento realmente é utilizado para transformar a matéria prima em produto final; o desempenho é referente a máxima produção do equipamento em determinado período de tempo e; a qualidade é baseado no número de produto produzido com qualidade satisfatória em relação ao total de produto fabricado.

De acordo com Moellmann et al. (2006) o OEE também é utilizado como análise precisa para o direcionamento de ações que visam a diminuição dos gargalos de determinados setores da empresa. Segundo Cavalcante et al. (2012), com o auxilio do OEE é possível obter um aumento de capacidade dos equipamentos ao trabalhar em cima dos principais tempos perdidos.

Segundo Hansen (2006) o OEE adequado para processos em lotes é de 85%, e maiores que 90% para processos discretos e contínuos, e maiores ou iguais a 95% para indústrias de fluxo contínuo.

Em função da importância que a ferramenta de OEE possui no auxilio para melhoria de produção e redução custos na indústria, o objetivo do presente trabalho foi utilizar a ferramenta de eficácia global dos equipamentos na serraria para auxiliar na melhoria contínua dos equipamentos e na eficiência de produção.

2. Metodologia

O trabalho foi realizado na serraria da Empresa Araupel S/A, localizada em Quedas do Iguaçu – PR. A serraria é de grande porte com processo contínuo, a qual utiliza madeira de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifólia*, os diâmetros de ambas variam de 15 a 50 cm e idade de 10, 14, 19 e 28 anos, os comprimentos são de 3 e 3,6 metros. Na serraria é realizado o desdobro de toras para obtenção de tábuas e posteriormente serem secas.

2.1. Período de avaliação do OEE

A coleta de dados para a análise de OEE foi realizada no mês de fevereiro de 2014, sendo feita durante 10 dias que a serraria estava em funcionamento e apenas em 1 turno da empresa. Na Tabela 1 pode ser visualizada a data de coleta de dados e sua nomenclatura utilizada no presente trabalho.

Tabela 11 – Data de coleta de dados e a nomenclatura dos dias

Data	Dia
03/02/2014	1
04/02/2014	2
05/02/2014	3
06/02/2014	4
07/02/2014	5
10/02/2014	6
11/02/2014	7
22/02/2014	8
24/02/2014	9
25/02/2014	10

Fonte: Elaborado pelos autores

2.2. Medição do OEE

De acordo com Hansen (2006) o OEE é calculado a partir dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade.

Como o processo da serraria é contínuo, a disponibilidade foi mensurada pelo tempo de parada de cada máquina manualmente e foram verificados os motivos dessas paradas. Para o obtenção da disponibilidade foi utilizado o seguinte cálculo:

Disponibilidade (%) = (Tempo Real Trabalhado / Tempo Teórico Trabalhado)*100

Para análise do desempenho foi utilizada a principal máquina do setor da serraria que realiza o primeiro desdobro da tora, sendo uma serra fita geminada. A velocidade do processo de desdobro da tora varia com o seu diâmetro, assim, foi medido o número de toras processadas por minuto manualmente para cada classe diamétrica e ao final do turno foi obtido o tempo de desdobro de cada classe diamétrica no *software* da serraria para o cálculo

teórico de toras processadas no turno. A Equação para obter o número teórico de toras por turno foi realizada conforme o cálculo a seguir:

$$\text{Número Teórico de Toras Processadas} = D_1*Temp1 + D_2*Temp2 +...+ Di*Tempi$$

Em que:
D_1 = Número de toras por minuto (tora com o 1º diâmetro do turno);
Temp.1 = Tempo que a tora do 1º diâmetro do turno foi processada (min);
D_2 = Número de toras por minuto (tora com o 2º diâmetro do turno);
Temp.2 = Tempo que a tora do 2º diâmetro do turno foi processada (min);
D_i = Número de toras por minuto (tora com o ultimo diâmetro do primeiro turno);
Temp.i = Tempo que a tora do ultimo diâmetro do 1º turno foi processada (min);

O número total de toras processadas no turno foi obtido no *software* da serraria. O cálculo de desempenho foi realizado conforme o cálculo a seguir:

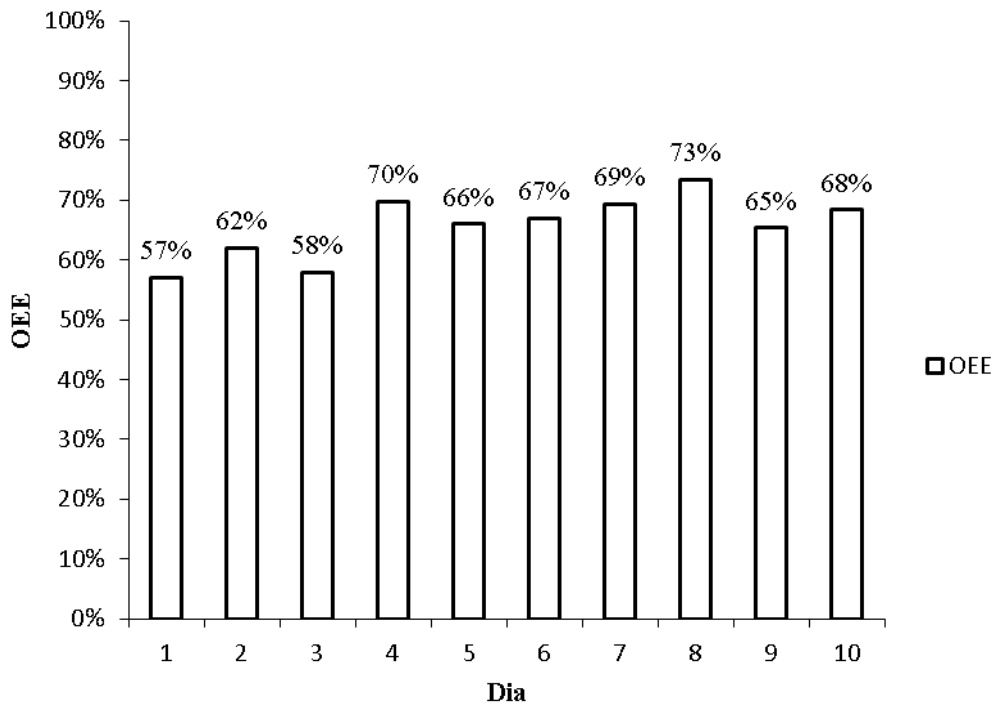
$$\text{Desempenho (\%)} = (\text{Número Real de Toras Processadas} / \text{Número Teórico de Toras Processadas})*100$$

O parâmetro de qualidade não foi considerado neste trabalho, em função da perda de produto final por causa de qualidade insatisfatória ser quase nula. Assim, o OEE foi calculado pela multiplicação da disponibilidade e desempenho.

3. Resultados

Os resultados do OEE da serraria foram relativamente baixos, em que os valores variaram de 57 a 73%, sendo que Hansen (2006) indica um OEE acima de 85% para processos contínuos, os resultados por dia podem ser visualizados na Figura 1.

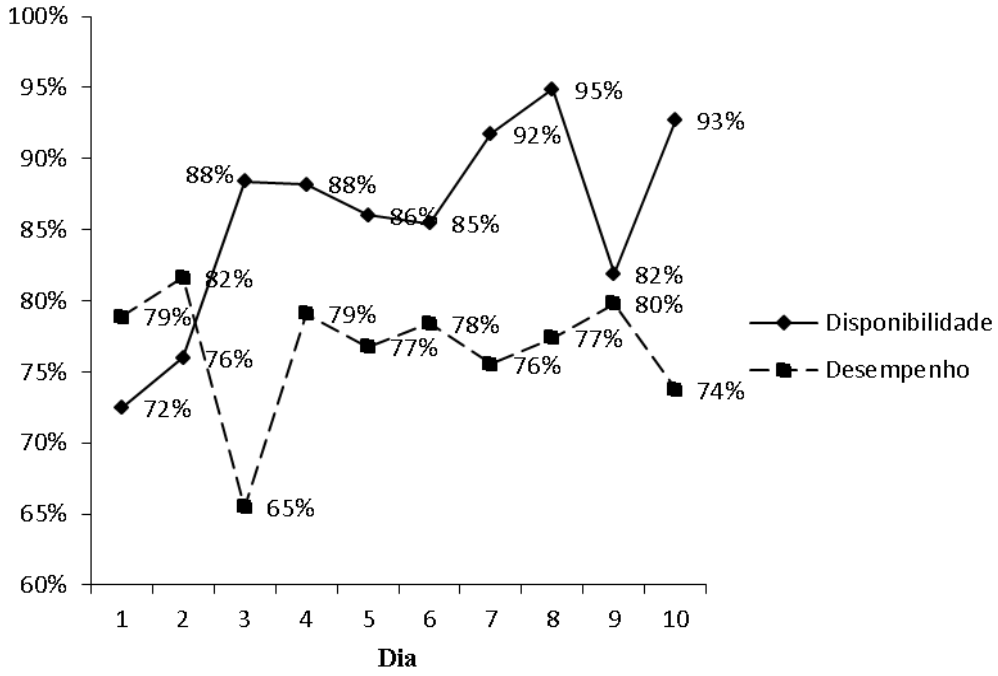
Figura 6 – Eficiência Global do Equipamento



Fonte: Elaborado pelos autores

Os menores valores do dia 1 e 2 foram por causa da baixa disponibilidade, sendo que os motivos das paradas da serraria foram o mau contato de um cabo do classificador de tábuas no dia 1 e no dia 2 houve queda de energia. Os resultados de disponibilidade e desempenho podem ser visualizados na Figura 2. Podendo ser observado também, que o baixo resultado do dia 3 foi causado pelo baixo desempenho.

Figura 7 – Disponibilidade e desempenho



Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 2 pode ser observado que os valores de disponibilidade foram relativamente altos, com exceção do dia 1 e 2. No entanto a causa dos baixos valores do OEE foi o resultado do desempenho, em que o maior valor obtido foi de 82% no dia 2.

De acordo com Costa (2011) o desempenho é influenciado pela velocidade do equipamento e por pequenas paradas. Em função disso, foi verificado que o baixo desempenho do presente trabalho foi ocasionado por pequenas paradas, as quais foram visualizadas durante a coleta de dados e pode ser observado que essas paradas eram de até 1 minuto, embora em grandes quantidades.

4. Resultados

A ferramenta de OEE foi útil e conclusiva para auxiliar em como a produção na serraria pode ser melhorada. Os resultados de OEE para todos os dias analisados foram considerados relativamente baixos, principalmente por causa do processo do setor da serraria ser contínuo.

Com base na análise das ferramentas de disponibilidade e desempenho foi possível visualizar que a principal causa do baixo OEE foi em função do desempenho, em que seus baixos valores foram ocasionados por pequenas paradas.

Estes resultados possibilita a empresa aumentar sua produção no setor de serraria com melhorias no processo para evitar as pequenas paradas.

5. Referências

CAVALCANTE, C. C.; ALBERTIN, M. R.; FEITOSA, P. P. B.; SAMPAIO, C. B. P.; DIAS, M. J. **Implantação de metodologia de gestão de OEE em fábrica de refratários.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NORDESTE, 7, 2012, Mossoró. **Anais...**Mossoró: VII SEPRONe, 2012.

COSTA, J. **Implantação de indicador de desempenho global em uma empresa de injeção de plástico**. 2011. 53f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

HANSEN, R. C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros.** 1. Ed. Artmed, 2006, 264 p.

MOELLMANN, A. H.; ALBUQUERQUE, A, S.; CONTADOR, J. L.; MARTINS, F. A. S. **Aplicação da teoria das restrições e do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação. Revista Gestão Industrial.** Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 89-105, 2006.

MORAES, L. H.; SANTORO, M. C. **Medida de eficiência em linhas de produção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2006.

SANTOS, A. C.; SANTOS, M. J. **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (oee) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2007.

Os Custos dos Sete Desperdícios apontados pelo Sistema Toyota de Produção

Ricardo Gonçalves de Faria Corrêa (UFRGS) – ricardofariacorrea@gmail.com

Jonatas Ost Scherer (UFRGS) – josoceania@yahoo.com.br

Juliano Denicol (UFRGS) – juliano_denicol@hotmail.com

Resumo: Um dos fatores decisão para a implantação do Sistema Toyota de Produção (STP) é a redução dos custos associada à redução dos sete desperdícios. O objetivo desse trabalho é fornecer uma classificação que relaciona esses desperdícios com as perdas apontadas pela literatura de custos. A matriz de relacionamento proposta foi construída com base na literatura, sendo sua validação realizada em uma empresa de componentes. Como resultado obteve-se um quadro que relaciona desperdícios com perdas que orientam o cálculo dos custos associados aos sete desperdícios do STP, o que possibilitará a quantificação dos custos decorrentes dos desperdícios no STP.

Palavras-chave: Sete desperdícios; Sistema Toyota de Produção; Custos; Perdas

Abstract: *One of the decision factors for implementing the Toyota Production System (TPS) is the cost decrease associated with the seven wastes reduction. The aim of this paper is to provide a classification that relates these wastes with losses indicated by the cost literature. This classification was contextualized in a electronic components company that justified the classification. As a result a table relates TPS waste and cost losses guiding the calculation of costs associated with the seven wastes of TPS was obtained.*

Keywords: *Seven wastes; Toyota Production System and costs; Losses.*

1. Introdução

O Sistema Toyota de Produção (STP) aponta sete desperdícios de produção que devem ser evitadas para não prejudicar a produção (OHNO, 1988; SHINGO, 1989), todavia, os custos associados a esses desperdícios não são explicitamente associados. Este trabalho se propõe a relacionar os desperdícios apontados pelo STP com as perdas monetárias associadas a eles.

A partir da literatura de análise gerencial de custos as perdas decorrentes dos desperdícios do STP podem ser quantificadas e expressas em valores monetários. Essa quantificação dos desperdícios tende a tornar a implantação do STP e, principalmente a sua justificativa, mais robusta e apoiada em benefícios tangíveis. Do ponto de vista prático, a tangibilização do benefício obtido pela eliminação ou redução das perdas do STP pode tornar o processo de decisão de implantação do STP mais rápido e baseado em fatos e dados.

O trabalho aqui proposto pretende apontar os custos relacionados a cada desperdício do STP. Uma vez apontada a perda, bastaria recorrer a literatura de custos para chegar-se a quantificação efetiva dos benefícios que o STP proporciona. Deste modo, o artigo propõe uma solução qualitativa que orienta a quantificação dos custos associados aos desperdícios do STP.

Como exposto, a relação com os custos é para orientar a quantificação dos desperdícios, logo, custos que não representam desembolsos ou que representam benefícios intangíveis não serão abordados.

A estrutura do trabalho consiste em um referencial teórico que apresenta as sete perdas do STP e as perdas e custos apontados pela análise gerencial de custos. Na sequência, o modo como essas duas áreas se relacionam é descrito e as suas relações são debatidas e apresentadas no contexto de uma empresa de componentes eletrônicos. Por fim, conclui-se sobre as principais contribuições do artigo.

2. Referencial Teórico

Nessa seção são apresentados os desperdícios no Sistema Toyota de Produção e as perdas relacionadas a custos.

2.1. Desperdício no Sistema Toyota de Produção

A eliminação dos desperdícios é parte central do Sistema Toyota de Produção (STP). A concepção do STP é que o preço de venda subtraído dos custos indicará o lucro que a empresa obterá, sendo o preço de venda determinado pelo mercado. Considerando uma tendência decrescente para o preço de venda, a redução de custos ganha relevância para manter e maximizar a lucratividade. Desta forma, a empresa deve buscar a eliminação dos desperdícios e a melhoria continua, para assim, reduzir seus custos e também maximizar os lucros. Para Chauhan e Singh (2012), a eliminação dos desperdícios é um dos principais parâmetros da produção enxuta, juntamente com a melhoria contínua e o sistema *just in time*. Já Ahlström e Karlsson (2000), consideram a eliminação dos desperdícios um dos oito princípios que caracterizam o STP.

A Toyota identificou sete tipos de desperdícios (OHNO, 1988; SHINGO, 1989), sendo estes: superprodução, transporte, movimentação, espera, processamento desnecessário, estoque e produção com defeito (Tabela 1). Outros autores, como Liker (2004), adicionaram

um oitavo tipo de desperdício associado a não utilização da criatividade dos empregados. Com a expansão da utilização do STP para indústrias diversas que a manufatureira, propostas de adequação dos tipos de desperdícios são encontradas na literatura. Sternberg et al. (2013), por exemplo, propõem a utilização da abordagem da produção enxuta para indústria de transportes rodoviários, para tanto, adaptaram os sete tipos de desperdícios propostos por Ohno as características específicas desta indústria, substituindo as perdas por estoque e movimentação por outras duas associadas ao planejamento incorreto da utilização dos recursos e a aceitação de negócios não lucrativos.

Tipo de desperdício	Definição
Superprodução	Produção antes ou mais do que o necessário.
Transporte	Transporte dos materiais com paradas desnecessárias ou de forma ineficiente.
Movimentação	Movimentação desnecessária exigindo tempo e energia.
Espera	Materias ou recursos aguardando para produzir ou serem processados.
Processamento desnecessário	Realização de etapas desnecessárias no processo ou duração além da necessária.
Estoque	Ocorrência de estoque nos processos, deve se buscar o fluxo contínuo.
Produção com defeito	Produção de peças defeituosas.

Tabela 12 - Sete tipos de desperdício do STP (Ohno, 1988).

Fonte: Próprio autor.

Diferentes abordagens para tratar os desperdícios são encontradas na literatura. Rawabdeh (2005) apresenta um modelo de relacionamento entre os sete tipos de desperdício propostos por Ohno para ambientes produtivos com layout funcional e um modelo de avaliação destes desperdícios. Já Souza e Carpinetti (2014), propõem a utilização do FMEA como ferramenta para avaliação dos desperdícios e direcionamento das ações de melhoria. Pavnaskar et al. (2003) apresentam uma proposta de modelo relacionando as ferramentas e práticas *lean* com os diferentes tipos de desperdício. Enquanto Murugaiah et al. (2010), utilizam a ferramenta dos 5 porquês para analisar os desperdícios dentro da empresa.

2.2. Análise Gerencial de Custos

Kliemann Neto (2009) define que gasto é composto por custos e perdas. Sob a ótica gerencial de custos, a redução de perdas passa pelo entendimento da formação dos custos e da

identificação de onde ocorrem as perdas. Nesse intuito, sistemas de custos são estudados e aprimorados para permitir que essas informações sejam geradas.

Kraemer (1995) Kliemann Neto (2009) e Bornia (2010) definem um sistema de custos como uma combinação de princípios e métodos. Os princípios estão ligados aos objetivos do sistema e à variabilidade dos custos, eles consideram os elementos componentes dos custos. Custos fixos, variáveis e perdas são esses componentes. Os métodos de custeio estão associados ao processamento dos dados e à alocação dos custos. Eles definem como os elementos geradores de custos (departamentos, atividades, recursos, matérias-primas e mão de obra) são atribuídos aos objetos de custos, produtos, por exemplo. Em um sistema de custos, as perdas são identificadas através do uso dos princípios de custeio.

Segundo Bornia (2010) as perdas de custos são categorizadas em: ociosidade, ineficiência, retrabalho e refugo. Kliemann Neto (2009) vai um pouco além ao acrescentar outras duas perdas: quebras e sobras. Este autor apresenta perdas relacionadas diretamente com o consumo de matéria prima. A descrição de cada uma dessas seis peras é apresentada na Tabela 2.

Perda de Custos	Definição
Quebras	Perdas de matéria-prima não passíveis de recuperação.
Sobras	Perdas de materiais que não foram utilizados na composição do produto.
Retrabalhos	Perdas advindas do reprocessamento de materiais semiacabados ou produtos fora das especificações.
Refugos	Materiais semiacabados ou produtos fora das especificações requeridas pelo processo ou pelos clientes, para os quais não haja a possibilidade ou não seja vantajoso o retrabalho.
Ociosidades	Disponibilidades de tempo dos recursos não aproveitadas integralmente na produção do produto.
Ineficiências	Perdas oriundas dos desvios ocorridos durante a execução do processo com relação às especificações de projeto.

Tabela 13 – Seis perdas associadas a custos (KLIEMANN NETO, 2009).

Fonte: Próprio autor.

A identificação de cada perda está associada com os princípios de custeio que servem como parâmetros de avaliação de desempenho e indicam quando as perdas ocorrem. A comparação entre princípios de custeio permite que as perdas sejam detectadas. Para compreender como isso ocorre, é necessário definir os três princípios de custeio (Tabela 3).

Princípio de Custeio	Definição
Absorção total	Considera todos os gastos da organização, englobando custos tanto fixos quanto variáveis, assim como também as ineficiências do processo. Ele é utilizado para a avaliação de estoques, contabilidade financeira, órgãos públicos e também para a tomada de decisão de longo prazo.
Absorção ideal	Assim como o princípio anterior, considera custos fixos e variáveis, porém não computa as ineficiências do processo no custo final, uma vez que rateia os custos não pelas unidades vendáveis, mas sim pela capacidade de produção. Esse princípio é utilizado como mote para o processo de melhoria, pois gera a informação de custo ideal, sem perdas no processo.
Variável	Computa apenas os custos variáveis ao produto, pois considera os custos fixos como despesas do período. Sua utilização se dá em decisões de curto prazo, onde os custos fixos não são relevantes.

Tabela 14 – Seis perdas associadas a custos (BORNIA, 2010).

Fonte: Próprio autor.

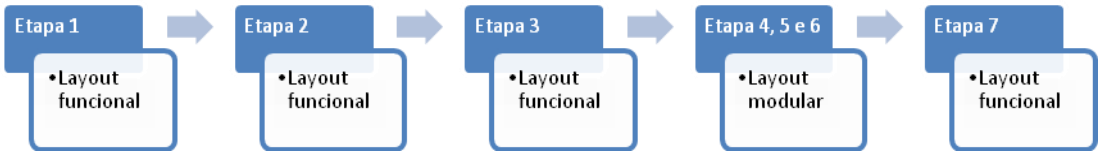
Kliemann Neto (2009) destaca que o princípio de custeio por absorção total captura o desempenho efetivo do processo, enquanto que o custeio por absorção ideal e o variável servem como parâmetros para avalia-lo e para indicar aonde ocorreram as perdas.

3. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos de pesquisa desse trabalho possuem natureza aplicada, abordagem qualitativa, objetivos explicativos e como procedimentos a revisão da literatura e a avaliação das relações propostas em uma empresa de grande porte.

O relacionamento entre as perdas do STP e os custos se dá através do cruzamento das primeiras perdas com as segundas, identificando quais tipos de desperdício do STP resultam em perdas de custos.

Figura 1 - Fluxo de produção esquemático da empresa avaliada.



Fonte: Próprio autor.

O estudo tomou como cenário de aplicação uma empresa multinacional de grande porte produtora de componentes eletrônicos. A unidade avaliada está localizada no sul do Brasil, sendo a produção majoritariamente voltada à exportação. A Figura 1 apresenta o fluxo

de produção da empresa. A produção ocorre em sete etapas, sendo as etapas 4, 5 e 6 arranjadas em layout modular, enquanto as demais são organizadas dentro de um layout funcional devido a suas peculiaridades.

4. Resultados

Os sete desperdícios propostos por Ohno (1988) e os seis tipos de perdas relacionados por Kliemann Neto (2009) foram utilizados como base para identificação do relacionamento entre desperdícios e perdas. A partir das definições apresentadas nas Tabelas 1 e 2 foi construída uma matriz de relacionamento entre os desperdícios do SPT e os diferentes tipos de perdas (Quadro 1). O oitavo tipo de desperdício encontrado na literatura, como o proposto por Liker (2004), está associado a fatores intangíveis. Em função do foco do trabalho estar na classificação de fatores tangíveis, este tipo de desperdício não foi considerado.

Quadro 1 - Relação entre tipo de desperdício e perdas de custos

	Perdas de Custos					
Tipo de desperdício	Quebras	Sobras	Retrabalhos	Refugos	Ociosidades	Ineficiências
Superprodução				X		X
Transporte						X
Movimentação						X
Espera					X	X
Processamento desnecessário	X		X	X		X
Estoque						X
Produção com defeito	X	X	X	X		X

Fonte: Próprio autor.

A matriz de relacionamento proposta foi realizada em uma empresa de componentes eletrônicos. A partir das experiências observadas na empresa, foi possível identificar e exemplificar a relação entre os tipos de desperdício do STP e as perdas de custos.

Os desperdícios de superprodução estão associados às perdas por quebras e ineficiências. Foi observado que determinados *part numbers* com volume de vendas baixo e esporádico permaneciam como estoque de produto semiacabado por um determinado período de tempo aguardando novos pedidos, caso estes pedidos não se concretizassem, o estoque de produto era lançado como quebra por razões gerenciais. As ineficiências do processo,

expressas na variabilidade do volume produzido dentro da especificação desejada por lote, por exemplo, geravam perdas por ineficiência.

Características específicas do processo produtivo da empresa analisada resultavam em desperdícios de transporte e, por conseguinte em perdas por ineficiência. Etapas do processo, como a etapa 1, que demanda um ambiente climatizado, inviabiliza econômica e tecnicamente a formação de módulos de produção. Desta forma, os lotes percorrem longos caminhos entre as diferentes etapas de produção.

Perdas por ineficiência eram geradas também por desperdícios de movimentação. Verificou-se em alguns módulos de produção que o arranjo dos equipamentos acarretava em desperdícios de movimentação do operador para atender as demandas das máquinas, bem como, movimentação cruzada das peças dentro do módulo.

Desperdícios gerados por espera de peças no processo geraram perdas por ociosidade e ineficiência. As peças antes de serem processadas na etapa 6 deviam aguardar por um determinado número de horas (conforme o *part number*) a fim de estabilizar suas propriedades físicas e elétricas. Caso a programação de produção não estivesse bem sincronizada, por exemplo, resultando em dois lotes disponíveis para a mesma máquina em momentos muito próximos, eram ocasionadas perdas por deixarem os recursos produtivos esperando o lote para ser testado. Ademais, falhas no controle do tempo de espera, poderiam deixar o recurso produtivo sem uso de forma desnecessária.

Processamento desnecessário, como a deposição de camada metálica excessiva na etapa 2, rebarbamento fora das especificações na etapa 3 poderiam gerar perdas por quebras, retrabalho e refugo. Ademais, o ajuste dos parâmetros fora da especificação nas diferentes etapas no processo poderia gerar perdas por ineficiência.

Fatores como a variação na qualidade das matérias-primas e variabilidade na capabilidade das máquinas, bem como fatores associados ao tamanho de lote mínimo, acabavam por gerar estoque em processo. Caracterizando desta forma como perdas por ineficiência.

Quebras, sobras, retrabalhos e refugos resultavam da produção com defeito, ocasionando também perdas por ineficiência. A produção com defeito pode estar associada a diversos fatores e origens, como por exemplo, falhas operacionais, falhas mecânicas e qualidade da matéria-prima e insumos entre outros.

A avaliação realizada na empresa validou a proposta de relacionamento entre desperdícios e perdas proposta no Quadro 1. Exemplos de desperdícios verificados na empresa puderam ser relacionados com os tipos de perdas propostos. As perdas associadas à ineficiência está relacionada aos sete desperdícios do STP, sendo que os desperdícios por transporte e movimentação poderiam ser quantificados exclusivamente em função das perdas por ineficiência. Para os demais cinco desperdícios, os custos decorrentes seriam contabilizados pela composição do custo de mais de um tipo de perda.

5. Conclusão

A literatura do STP identifica diferentes tipos de desperdícios possíveis no ambiente industrial. A quantificação destes desperdícios é importante para tomada de decisões embasadas em dados. Porém, há uma lacuna na literatura referente à quantificação dos custos associados aos desperdícios.

Visando quantificar os desperdícios do STP é proposta uma matriz de relacionamento entre os desperdícios do STP e os tipos de perdas encontrados na literatura de custos. A matriz foi construída tomando coma base à literatura referente aos temas desperdício e perdas, sendo esta validada através da avaliação dos relacionamentos em uma empresa de grande porte.

A matriz de relacionamento relaciona os desperdícios com ao menos um tipo de perda, permitindo desta forma a quantificação dos custos dos desperdícios. A avaliação realizada na empresa corroborou com as relações propostas entre desperdícos e perdas.

Através da possibilidade da quantificação das perdas proposta pela matriz de relacionamento o cálculo da redução de custos proporcionada pela implantação do STP torna-se mais objetivo. Embora a implantação do STP proporcione benefícios que vão além de fatores tangíveis, este trabalho ocupou-se de classificar os tangíveis. Assim, o oitavo tipo de desperdício, apontado por Liker (2004) como a não utilização da criatividade dos funcionários, não foi classificado devido à intangibilidade desse benefício em uma análise *ex ante*. Do mesmo modo, todos os demais benefícios intangíveis não foram orientados para um futuro cálculo de custos.

Para trabalhos futuros espera-se a demonstração quantitativa da mensuração das perdas monetárias associadas aos desperdícios apontados pelo STP, bem como, a validação da matriz de relacionamento proposta em empresas com perfis diferentes.

REFERÊNCIAS

AHLSTRÖM P., KARLSSON C. (2000) Sequences of manufacturing improvement initiatives: the case of delayering. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 11, p. 1259-1277.

BORNIA, A.C. **Análise Gerencial de Custos**. Porto Alegre: Atlas, 2010

CHAUHAN G., SINGH T.P. (2012), Measuring parameters of lean manufacturing realization. **Measuring Business Excellence**, v. 16, n. 3, p. 57-71.

KLIEMANN NETO, F.J. **Análise Gerencial de Custos.** (2009) Apostila da Disciplina de Custos da Produção, Porto Alegre: PPGEP/UFRGS.

KRAEMER, TH. **Discussão de um Sistema de Custeio Adaptado às Exigências da Nova Competição Global.** Dissertação de Mestrado em Engenharia, PPGEP (UFRGS), Porto Alegre, 1995.

LIKER, J. (2004), **The Toyota Way: 14 Management Principles form the World's Greatest Manufacturer**, CWL Publishing Enterprises, New York, NY.

MURUGAIAH U., BENJAMIN S.J., MARATHAMUTHU M.S., MUTHAIYAH S. (2010) Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 5, p. 527-540.

OHNO, T. (1988), **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**, Productivity Press, Cambridge, MA.

PAVNASKAR S. J., GERSHENSON J. K., JAMBEKAR A. B. (2003) Classification scheme for lean manufacturing tools. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 13, p. 3075-3090.

RAWABDEH I.A. (2005) A model for the assessment of waste in job shop environments. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 8, p. 800-822.

SHINGO, S. (1989), ***A Study of the Toyota Production System***, Productivity Press, Portland, OR.

Modelo integrado de gestão da produção: aplicação dos princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade suportado pela transformação cultural da organização

José Roberto Xavier Alves (ITA) – j.robertoalves@ig.com.br

João Murta Alves (ITA) – murta@ita.br

Resumo: A busca de um desempenho superior do processo produtivo tem sido uma das formas empregadas pelas organizações para enfrentar os ataques da concorrência estimulados pelo atual cenário econômico globalizado. Uma manufatura eficiente aliada às questões ambientais confere a empresa condições favoráveis para manter a melhoria contínua e uniforme no seu desempenho competitivo. Este artigo propõe um modelo de gestão da produção integrando os princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade suportado pela transformação cultural da organização, visando ganhos de produtividade, satisfação dos seus clientes e uma adequação da empresa as mudanças ocorridas no mercado com o efeito da globalização. A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho teve uma abordagem qualitativa, optando-se inicialmente por uma pesquisa bibliográfica, seguida de uma pesquisa exploratória, abrindo possibilidades para uma futura pesquisa ação. O resultado obtido foi um modelo de gestão de produção, que atende a proposta deste artigo, e seu método de implementação que define uma sequência lógica de eventos, dando ênfase inicialmente as atividades de analise, estruturação e planejamento, preparando o ambiente para as etapas de implementação, estabilização e avaliação dos resultados, facilitando a integração dos princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade, contando com suporte das iniciativas de transformação cultural da organização.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta. Gestão de Produção. Transformação Cultural. Sustentabilidade.

Abstract: The pursuit of superior performance of the production process has been one of the ways employed by organizations to face the attacks of competition stimulated by the present global economic scenario. An efficient manufacturing combined with environmental awareness gives to the company favorable conditions to maintain a consistent continuous improvement in its competitive performance. This article proposes a production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by cultural transformation of the organization to achieve gains in productivity, customer satisfaction and the adequacy of the company's market changes with the effect of globalization. The research methodology adopted in this study was a qualitative approach, by opting initially for a literature search, followed by an exploratory research, opening up possibilities for future action research. The result achieved was a model of production management, which serves the purpose of this article, and its implementation method defining a logical sequence of events, initially emphasizing the analyze activities, structuring and planning, preparing the environment for the deployment steps, stabilization and evaluation of results, facilitating the integration of the principles of lean manufacturing and sustainability, supported by cultural transformation initiatives.

Keywords: Lean Manufacturing. Production Management. Cultural Transformation. Sustainability.

1. Introdução

A busca de uma maior eficiência operacional é uma condição vital nas empresas para manterem-se inseridas no cenário econômico, e a melhoria no desempenho do processo

produtivo, tem sido uma das formas mais empregadas pelas organizações visando enfrentar a concorrência em uma economia em crescente globalização.

Para Silva, Santos e Castro (2012) uma estratégia de manufatura torna a empresa mais competitiva e proporciona uma diferenciação percebida por seus clientes no mercado em que atua. Alves (2001) enfatiza que para uma empresa manufatureira desenvolver e manter vantagens competitivas dentro de um mercado cada vez mais globalizado deve atribuir à produção uma visão estratégica, buscando continuadamente o aprimoramento do modelo de gestão do seu processo produtivo. Slack (2002) cita que uma manufatura de alto desempenho pode ser obtida fundamentalmente por: produtos de alta qualidade, velocidade de processamento, custo, flexibilidade e confiabilidade, de modo a possibilitar que a empresa se ajuste a um mercado cada vez mais dinâmico.

Uma das formas de conseguir uma manufatura com estas características é através da adoção de uma estratégia focada no sistema produtivo da empresa. Neste caso, a manufatura enxuta, que visa obter ganhos de produtividade através do combate aos desperdícios gerados no ambiente produtivo, tem sido uma alternativa largamente adotada pela indústria dos mais diversos segmentos para esta finalidade (RAMESH e KODALI, 2012).

As iniciativas de sustentabilidade, que recomenda o equilíbrio entre o resultado operacional, o respeito às pessoas e a preservação do meio ambiente, também é um item valorizado pelos clientes a ser considerado pela empresa (MILNE e GRAY, 2013).

Face ao exposto, questiona-se: é possível desenvolver um sistema de gestão de produção integrando os princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade? Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de gestão de produção e seu método de implementação integrando os princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade suportado pela transformação cultural da organização.

2. Referencial teórico

Partindo da premissa que os conceitos envolvendo a manufatura enxuta, sustentabilidade e cultura organizacional têm sido largamente explorados no meio acadêmico, estando disponível em mídias uma vasta gama de material em livros, artigos, anais de congressos, teses e dissertações, optou-se por concentrar este trabalho na proposta do modelo de gestão e seu método de implementação com a integração destes referidos conceitos.

2.1. O sistema manufatura enxuta

O sistema de manufatura enxuta, oriundo da filosofia de produção *Just-in-Time* iniciada na década de 50 no Japão, foi desenvolvido pela Toyota Motor Company em um período que enfrentava condições empresariais muito diferentes das gigantes ocidentais da época, a Ford e General Motors. Enquanto estas se utilizavam de produção em massa, economias de escala e grandes equipamentos para produzir o máximo possível de peças com o menor custo possível, a Toyota no Japão pós-guerra tinha um mercado reduzido e também tinha que produzir uma variedade de veículos na mesma linha de montagem para satisfazer seus clientes, assim, a chave para suas operações era a flexibilidade (LIKER,2005).

Segundo Womack e Jones (2004) um dos principais objetivos da manufatura enxuta é implantar uma filosofia de melhoria contínua que permite às empresas reduzir custos, melhorar processos e eliminar o desperdício para aumentar a satisfação do cliente e a margem de lucro.

A manufatura enxuta é um revolucionário conjunto de técnicas conceitualmente diferente do sistema de produção tradicional. Seus princípios são simples e lógicos, focados na identificação e eliminação de perdas. Todavia, baseiam-se muito na forma de pensar e executar o trabalho diário dentro da empresa, pois requer uma mudança radical na maneira como as pessoas olham para o processo de fabricação. Por isso exige uma mudança cultural para conseguir a disciplina necessária na aplicação dos novos conceitos e princípios, aumentando as chances de êxito na implementação da manufatura enxuta (ALVES, 2010).

2.2. Sustentabilidade

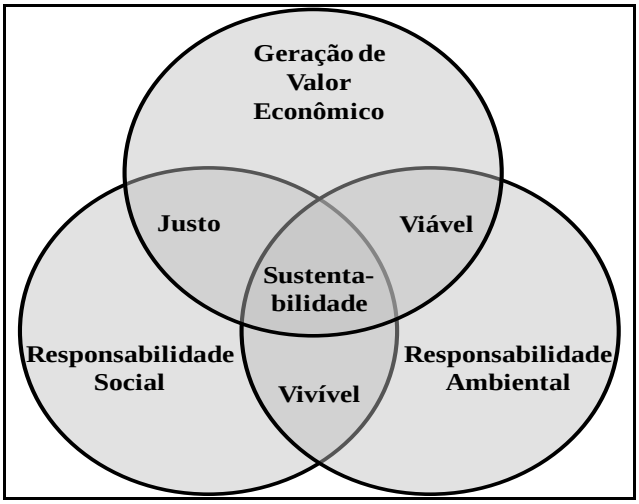
Segundo Guarnieri (2011) a exploração desenfreada dos recursos naturais para atender o aumento do consumo causou uma elevação da geração de resíduos e degradação do planeta, juntamente com os crescentes desastres ambientais.

A sustentabilidade tem sido percebida pelas organizações como uma vantagem competitiva, visto que muitas ações ou atitudes que foram inovadoras do passado, hoje viraram moda e servem de base para leis e regulamentações governamentais que tornam o mercado progressivamente mais restritivo. Um exemplo foi a regulamentação da EU ETS (*European Union Emission Trade Scheme*) em janeiro 2005 pelos países membros da união europeia para combater as mudanças climáticas, abordando o comércio de emissão de

carbono. Mais de 11.000 empresas de diversos setores supervisionadas pela EU ETS têm suas emissões de carbono monitoradas e limitadas (BLACK et al, 2013 ; FALKNER,2013).

Dentro da abordagem de desenvolvimento sustentável, Elkington (1997) apresentou o conceito *Triple Bottom Line* (TBL), estabelecendo uma relação de equilíbrio na gestão empresarial entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais, de modo a incluir metas de sustentabilidade nas práticas de negócio. Ele mede o resultado econômico da empresa, levando em consideração o grau da responsabilidade social e ambiental. A Figura 1, ilustra as interações entre os três pilares da sustentabilidade propostos por de Elkington (1997).

Figura 1: Pilares da sustentabilidade (*Triple Bottom Line*)



Fonte: Adaptado de Oliveira et al (2012)

A interseção entre os pilares sociedade e o meio ambiente resulta em uma relação "vivível" ou suportável. Entre os pilares ambiental e econômico tem-se uma relação "viável". Entre os pilares social e econômico a relação é "justa". A interseção dos três resulta no alcance da sustentabilidade (OLIVEIRA et al, 2012).

Santos (2010) afirma que a abertura dos mercados no Brasil a partir de 1990, tem feito com que a indústria busque o desenvolvimento dos sistemas produtivos de forma sustentável, sendo esta uma condição vital para que as empresas manufatureiras prosperem neste novo cenário. Silva e Quellas (2006) acrescentam que as corporações tem buscado o equilíbrio entre o que é economicamente viável e o que é ecologicamente sustentável e socialmente desejável. Neste contexto as organizações que adotam políticas internas associadas com a sustentabilidade tem desenvolvido uma vantagem competitiva para atuar em mercados de difícil penetração, onde possuir uma manufatura sustentável é o principal fator.

2.3. Cultura organizacional

A cultura organizacional abrange um conjunto de valores, normas, crenças, hábitos e costumes que são compartilhados de forma coletiva (CHIAVENATO, 2008 ; MOTTA, 1999). Zanelli e Silva (2013) acrescentam que entender as características culturais da organização é fundamental para o processo de gerenciamento de sua mudança, a fim de obter uma rápida absorção de uma nova iniciativa e sua sustentação a longo prazo.

Para Stahl e Bounds (1991) as transformações organizacionais efetivas são, na verdade transformações culturais, pois a mudança só será efetiva se os sistemas organizacionais significativos se mantiverem inalterados, mesmo que seus mentores e maiores defensores dos projetos e iniciativas não estejam mais atuantes na empresa.

Segundo Chiavenato (2008) desenvolvimento organizacional é um método de mudança planejada entre os indivíduos de uma organização e suas relações de trabalho, no sentido de propiciar o crescimento e o desenvolvimento das potencialidades das pessoas, com o propósito de mudar atitudes, valores, comportamentos, de tal maneira que a empresa possa melhor se adaptar às novas conjunturas. Portanto, conclui-se que gerenciar o processo de mudança cultural é essencial para assegurar as transformações necessárias na organização, a fim de obter implantações bem-sucedidas de projetos e sustentáveis a longo prazo.

3. O modelo proposto e sua metodologia de implementação

O desenvolvimento de melhorias no desempenho do processo produtivo é um senso comum em qualquer organização, pois está diretamente ligado ao resultado operacional e rentabilidade do negócio. Soluções baseadas nos princípios da manufatura enxuta têm sido ultimamente uma das opções mais adotadas pelas indústrias para a obtenção de ganhos de produtividade e redução de custos operacionais (RAMESH e KODALI, 2012).

O objetivo desta Seção é apresentar uma proposta de um modelo de gestão de produção integrando os princípios da manufatura enxuta e sustentabilidade, suportado pela transformação cultural da organização para manter as melhorias a longo prazo.

3.1. Critérios para elaboração do modelo proposto

O modelo proposto foi elaborado com base nos assuntos apresentados na revisão bibliográfica deste trabalho, de modo a introduzi-los paulatinamente na organização,

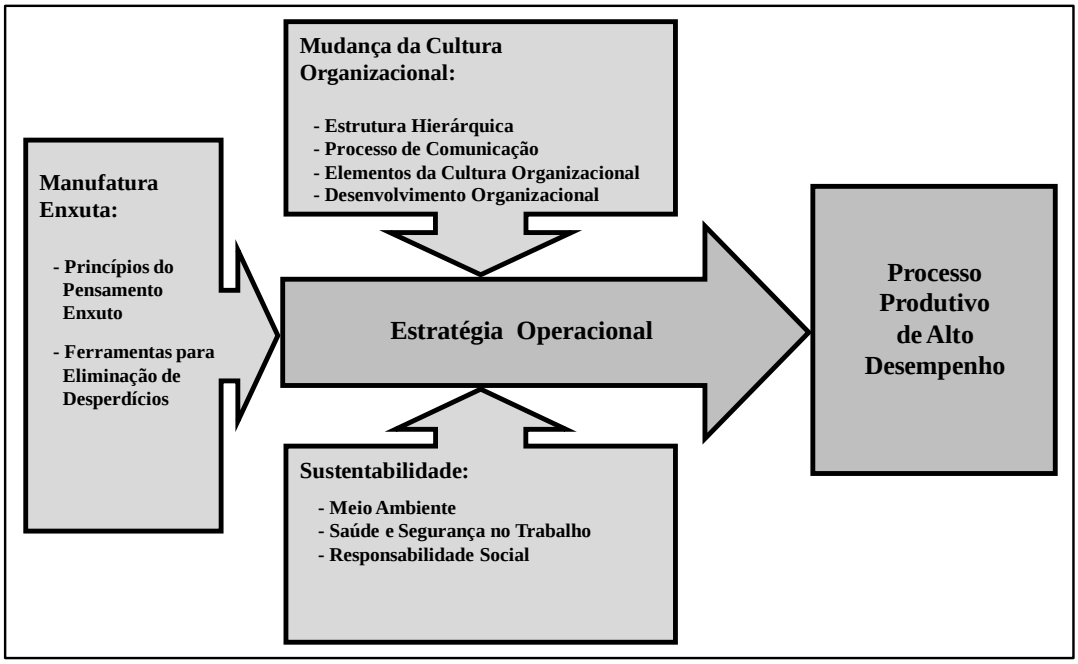
formando um sistema de gestão de produção integrado, de forma estruturada e fundamentado nos conceitos da manufatura enxuta, sustentabilidade e na transformação cultural.

3.2. Estruturação do modelo proposto

Este modelo foi estruturado pela integração dos conceitos da manufatura enxuta, desenvolvimento sustentável por meio do equilíbrio entre o resultado operacional, o respeito às pessoas e a preservação do meio ambiente - seguindo os conceitos do *Triple Bottom Line* - e transformação cultural da organização aliado ao desenvolvimento organizacional, a fim de assegurar a sustentação de melhorias a longo prazo. Doravante este modelo será tratado neste trabalho como SIGMAS (Sistema Integrado de Gestão de Manufatura e Sustentabilidade).

A Figura 2 ilustra a estrutura básica do modelo proposto, cujo objetivo principal é desenvolver um processo produtivo de alto desempenho, visando melhorar a competitividade da empresa.

Figura 2: Estruturação básica do modelo proposto



Fonte: O Autor

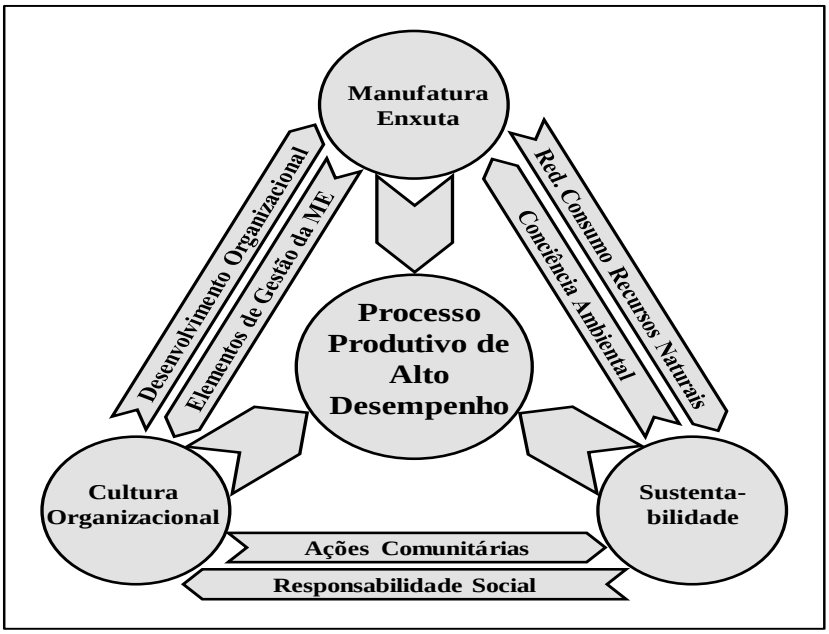
Neste modelo, os princípios da manufatura enxuta e suas ferramentas possuem a função de buscar a eliminação dos desperdícios. A sustentabilidade introduz ao modelo os elementos de preservação do meio ambiente, a preocupação com a saúde e segurança do trabalhador e a responsabilidade social. O enfoque na cultura possui a função de acelerar a transformação cultural, através da alteração de algumas características como valores e comportamentos. O

desenvolvimento organizacional visa identificar e solucionar os problemas críticos da estrutura, relacionados com os papéis e responsabilidades de cada um, habilidades, conhecimento e fluxo de informações.

3.3. Operacionalidade do modelo proposto

O modelo proposto integra os conceitos da manufatura enxuta e sustentabilidade apoiados pela transformação cultural da organização, por meio de uma metodologia de implementação que estabelece uma conexão direta entre as atividades operacionais e os objetivos de desempenho interno da empresa. A Figura 3 apresenta as interações entre os pilares do modelo proposto.

Figura 3: O modelo proposto SIGMAS e suas interações



Fonte: O Autor

3.3.1. Interação entre manufatura enxuta e sustentabilidade

Os princípios do desenvolvimento sustentável proporcionam a empresa uma manufatura saudável resultante do uso racional de insumos, recursos naturais e uma menor geração de resíduos. A manufatura enxuta tem como base a eliminação dos desperdícios gerados no ambiente de produção. Enquanto que os princípios da sustentabilidade influenciam o sistema de manufatura enxuta, criando uma consciência ambiental, este responde com redução de desperdícios e menor uso de recursos.

A eficácia desta interação pode ser medida por indicadores de desempenho específicos, como por exemplo: consumo de energia elétrica por unidade produzida (quilowatt por unidade), resíduo gerado no processo industrial por unidade produzida (quilo por unidade), número de casos de acidente de trabalho por hora trabalhada, entre outros.

3.3.2. Interação entre manufatura enxuta e cultura organizacional

A implementação de uma estratégia competitiva fundamentada nos conceitos da manufatura enxuta demanda uma mudança organizacional para ser bem-sucedida. A mudança cultural possibilita sustentar o sistema de manufatura enxuta, aproveitando o capital humano em toda sua plenitude, não apenas em sua capacidade de trabalho físico, mas também na sua capacidade de inovação e criatividade, gerando com isso o desenvolvimento da cultura de melhoria contínua, melhorando assim, cada vez mais a competitividade da empresa.

Esta interação pode ser medida periodicamente por indicadores de desempenho específicos, como por exemplo: quantidade de sugestões de melhorias por funcionário, quantidade de horas de treinamento por funcionário, pesquisa interna de satisfação de funcionários e pesquisa interna de maturidade nos conceitos da manufatura enxuta.

3.3.3. Interação entre cultura organizacional e sustentabilidade

A cultura organizacional abrange um conjunto de valores, normas, crenças, hábitos e costumes que são compartilhados de forma coletiva, definindo a identidade da empresa. A sustentabilidade se preocupa com um desenvolvimento sustentável, procurando satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. A cultura da organização é impactada pelas políticas e processos criados em torno da sustentabilidade, fortalecendo as crenças e valores disseminados em todos os níveis da organização, de modo a tornar claro que a preocupação da empresa não é somente a geração de valor econômico, mas também com os impactos positivos na sociedade, meio-ambiente e no futuro dos seus próprios negócios.

Esta interação pode ser medida por indicadores específicos, como por exemplo: quantidade de projetos de ação social e quantidade de pessoas impactadas por atividades de ações sociais promovidas pela empresa, entre outros.

3.4. Requisitos para a implementação do método proposto

Para a obtenção de êxito na implementação do SIGMAS, é essencial o engajamento de funcionários de todos os níveis da organização, principalmente dos lideres das áreas de suporte à produção. O nível mais alto na hierarquia da área de manufatura da empresa, muitas vezes representada pelo Gerente de Produção, é o responsável principal por conduzir o processo de implementação e é sua responsabilidade envolver as demais lideranças funcionais, assim como prover os recursos necessários para o aprendizado e estruturação das equipes de trabalho e suas respectivas funções. Ter na equipe um especialista em programas de melhoria contínua e um especialista em desenvolvimento organizacional é um pré-requisito vital para apoiar as atividades de treinamento nos elementos do sistema , avaliar as lacunas de liderança, da estrutura organizacional e prover um plano para supri-las, e também para assumir o papel de agentes de mudança da cultura organizacional.

O método de implementação apresentado no item 3.5 descreve ações específicas em uma sequência lógica, de modo a trazer resultados sustentáveis na medida em que o processo de implementação avança, desenvolve as habilidades dos funcionários enquanto promove o envolvimento de todo o time trazendo uma maior estabilidade aos processos.

3.5. O Método de implementação

O método de implementação deste modelo está estruturado em cinco fases, denominadas: 1)Estruturação do processo de implementação, 2)Planejamento da implementação, 3)Implementação das melhorias, 4) Estabilização dos processos e 5)Compartilhando conhecimento e melhora contínua.

O Quadro 1 apresenta de forma detalhada as fases e seus respectivos passos.

Quadro 1: Fases e passos para implementação do SIGMAS

SEQUÊNCIA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SIGMAS		
Primeira fase - Estruturação do processo de implementação		**Período**
Passo 1	Fazer um diagnóstico preliminar da empresa	12
Passo 2	Definir um líder para o processo de implementação	à
Passo 3	Criar uma equipe para conduzir o processo de implementação	16
Passo 4	Selecionar uma área piloto representativa para iniciar o processo	Semanas
Segunda fase - Planejamento da implementação		**Período**
Passo 5	Definir e padronizar os indicadores de desempenho e controles visuais	18
Passo 6	Elaborar para a área piloto um mapa de fluxo de valor do estado atual e futuro	à
Passo 7	Avaliar as lacunas organizacionais e criar planos de desenvolvimento	22
Passo 8	Definir um plano de certificação das normas ISO14001/ OHSAS18001/ SA8000	Semanas
Terceira fase - Implementação das melhorias		**Período**
Passo 9	Implementar um programa de melhoria contínua	18 à
Passo 10	Implementar 5S, TPM, SMED através de eventos kaizens	22
Passo 11	Implementar sistema de produção puxada/ nivelamento de produção/ kanban	Semanas
Quarta fase - Estabilização dos processos		**Período**
Passo 12	Obter certificação das normas ISO14001/ OHSAS18001/ SA8000	16 à
Passo 13	Estabelecer auditoria de verificação dos elementos implementados na área piloto	20
Passo 14	Estabelecer metodologia de solução rápida de problemas	Semanas
Quinta fase - Compartilhando conhecimento e melhoria contínua		**Período**
Passo 15	Avaliar resultados da área piloto e caso necessário tomar medidas de correções	8
Passo 16	Atualizar o mapa de fluxo de valor da área piloto (estado atual e futuro)	à
Passo 17	Definir próximos passos e planos de expansão para outras áreas	12
Passo 18	Incorporar ao SIGMAS as lições aprendidas	Semanas

Fonte: O Autor

3.5.1. Primeira fase: Estruturação do processo de implementação

Esta fase estabelece as condições fundamentais e as atividades preparatórias para iniciar o processo de mudança de maneira estruturada.

- ✓ *Passo 1: Fazer um diagnóstico preliminar da empresa*

Esta avaliação preliminar tem o propósito de avaliar a estrutura da empresa, o processo produtivo e sua estabilidade, indicadores de desempenho e evidenciar áreas prioritárias para o inicio do projeto.

- ✓ *Passo 2: Definir um líder para o processo de implementação*

Um agente de mudança com profundos conhecimentos em manufatura enxuta e com dedicação de tempo integral deve ser nomeado para conduzir o processo de implementação.

- ✓ *Passo 3: Criar uma equipe para conduzir o processo de implementação*

Uma equipe composta pelos líderes dos departamentos funcionais, normalmente gerentes, deve ser criada para planejar e acompanhar a evolução dos trabalhos e remover barreiras.

- ✓ *Passo 4: Selecionar uma área piloto representativa para iniciar o processo*

Dependendo to tamanho da empresa, uma área representativa do setor produtivo, diagnosticada no passo 1, deve ser selecionada para submeter-se ao processo inicial de transformação.

3.5.2. Segunda fase: Planejamento da implementação

Nesta fase as oportunidades de melhoria da área piloto são levantadas e priorizadas pela Equipe de Implementação. As equipes de trabalho são treinadas e preparadas para assimilar novos conhecimentos e se envolvem mais ativamente no processo de mudança.

- ✓ *Passo 5: Definir e padronizar os indicadores de desempenho e controles visuais*

Os indicadores chaves de processo precisam ser revistos ou validados para que representem medições de desempenho comparáveis com os demais setores produtivos, podendo ser um indicador de produtividade, eficiência, eficácia, qualidade (retrabalho/ refugo), custo, etc. A Equipe de Implementação deve determinar os mais adequados em função dos objetivos do projeto proposto.

Para este caso, é sugerida a utilização de quatro indicadores:

a) *Lead time* do processo: compreende o tempo entre a entrada de um produto na primeira etapa do processamento e a saída do produto acabado na ultima etapa. Este é um indicador macro do sistema produtivo, que representa a interação entre os três pilares do modelo proposto.

b) Geração de resíduos por unidade produzida: é uma medida de eficácia ambiental relativa entre a quantidade de itens produzidos e a geração de resíduos industriais em um determinado período. Este indicador é expresso em quilos por unidade (Kg/unidade).

c) Cultura Organizacional: expresso em porcentagem (%), é o resultado da média simples de três subindicadores, os quais são obtidos por meio de pesquisas interna e externa: (i) Conhecimento interno do SIGMAS; (ii) Satisfação do cliente interno e (iii) Satisfação do cliente externo. Estas pesquisas são conduzidas periodicamente por meio de questionários específicos e tabuladas de 0 a 100% em cada uma de suas questões.

d) Responsabilidade Social: Quantidade de pessoas da comunidade no entorno impactadas com eventos de ações sociais promovidas pela empresa.

- ✓ *Passo 6: Elaborar para a área piloto um mapa de fluxo de valor do estado atual e futuro*

O mapa de fluxo de valor (MFV) permite um entendimento completo do estado atual do processo e expõe as oportunidades de melhoria em todas as etapas. O MFV é uma importante ferramenta de melhoria contínua. Uma vez implementado o estado futuro, este se torna o estado atual, permitindo a realização de um novo mapa do estado futuro, e assim sucessivamente.

- ✓ *Passo 7: Avaliar as lacunas organizacionais e criar planos de desenvolvimento*

Um desenvolvimento organizacional focado no desenvolvimento das habilidades, conhecimento e comportamento das pessoas deve acompanhar a transformação da empresa, de modo a apoiar a estratégia de manufatura e eficácia operacional.

- ✓ *Passo 8: Definir um plano de certificação das normas ISO14001/ OHSAS18001/*

SA8000

A implementação do SIGMAS prevê a incorporação das normas ISO 14001 para a gestão ambiental e direciona a redução de desperdícios e consumo de recursos naturais, da OHSAS 18001 para motivar a eliminação das interrupções do processo produtivo causado por acidentes de trabalho e os custos relacionados com afastamentos de colaboradores, e da SA8000 para possibilitar ganhos de produtividade motivados pelo respeito ao ser humano, não impondo jornadas excessivas e abusos que causam fadiga. Um plano para obter estas certificações deve ser criado em paralelo com as atividades de implementação do modelo.

3.5.3. Terceira fase: Implementação das melhorias

O planejamento executado na fase anterior permitiu a identificação de oportunidades de melhoria, criação do plano de treinamento, preparação da liderança e equipes de trabalho. Nesta fase, as mudanças começam a ser implementadas juntamente com os principais elementos de sustentação, novos aprendizados são adquiridos através da prática e os primeiros resultados começam surgir.

- ✓ *Passo 9: Desenvolver um programa de melhoria contínua*

Desenvolver na empresa a cultura da melhoria contínua é o ponto central do modelo SIGMAS. Ter as pessoas motivadas a usar sua capacidade de inovação e criatividade para buscar diariamente formas de melhorar seu trabalho é um dos desafios a ser alcançado pela transformação cultural. Um programa de melhoria contínua, baseado na sugestão de idéias, deve ser implantado para permitir a participação individual e coletiva de funcionários de todos os níveis da organização.

Um plano para realização mensal de eventos Kaizen, tipicamente com duração de uma semana, deve ser elaborado para reforçar os conceitos do modelo, com foco na realização de melhorias de 5S, segurança, ergonomia, produtividade e redução de desperdícios em uma área pré-determinada. O evento Kaizen de uma semana é estruturado da seguinte forma: 1º dia: treinamento da equipe nos conceitos e objetivos do evento; 2º dia: diagnóstico do estado atual; 3º dia: proposta de melhoria; 4º dia: implementação das melhorias e 5º dia: padronização e medição dos resultados.

- ✓ *Passo 10: Implementar 5S, TPM e SMED*

O 5S é uma importante ferramenta para criar uma área de trabalho limpa, organizada e mais segura. Auxilia na identificação de desperdícios e fornece um alicerce básico para o desenvolvimento dos outros elementos da manufatura enxuta.

A Manutenção Produtiva Total (TPM) enfoca na diminuição dos desperdícios associados à baixa disponibilidade dos equipamentos por interrupções não planejadas devido a quebra ou mal funcionamento, através do envolvimento dos operadores na manutenção de seu próprio equipamento.

O tempo decorrido entre a última peça produzida de um lote e a primeira peça boa do lote seguinte é denominado tempo de preparação do equipamento ou tempo de *setup*. Este

tempo não adiciona valor ao produto, portanto é desperdício e precisa ser minimizado para proporcionar flexibilidade aos sistemas de produção.

A Equipe de Implementação deve definir uma equipe de trabalho para por em prática estes elementos na área piloto através de um evento Kaizen, conforme mencionado no passo 9 com o envolvimento direto dos operadores da área piloto.

- ✓ *Passo 11: Implementar sistema de produção puxada/ nivelamento de produção/ kanban*

O sistema de reabastecimento de materiais dentro de uma organização com pensamento enxuto tem o objetivo de ter no local de produção: (i) as peças corretas, (ii) no momento em que são necessárias e (iii) somente na quantidade necessária. Este sistema deve controlar os níveis totais de inventario dentro de uma célula de produção e também entre as estações de trabalho, acionando o reabastecimento somente quando a quantidade de estoque estiver abaixo nos limites estabelecidos.

3.5.4. Quarta fase - Estabilização dos processos

As mudanças executadas precisam ser estabilizadas para evitar degradação. Os elementos desta fase tem por objetivo principal a padronização das melhorias e estabelece os métodos de monitoramento e de solução de problemas.

- ✓ *Passo 12: Obter certificação das normas ISO14001/ OHSAS18001/ SA8000*

A Equipe de Implementação deve definir uma equipe de trabalho – vinculada a área de Saúde, Segurança e Meio Ambiente – para conduzir a implementação das normas ISO 14001, OHSAS 18001 e SA8000.

- ✓ *Passo 13: Estabelecer auditoria de verificação dos elementos implantados na área piloto*

O envolvimento e comprometimento dos colaboradores na implementação do SIGMAS é um dos fatores chave de sucesso, portanto para monitorar e avaliar a evolução e maturidade dos elementos implementados na terceira fase – Implementação das melhorias – um método de auditoria deve ser estabelecido com o objetivo de avaliar o comportamento, conhecimento e a aplicação correta das ferramentas da manufatura enxuta.

- ✓ *Passo 14: Estabelecer metodologia de solução rápida de problemas*

A ocorrência de problemas nas áreas de produção, causados por desvios do padrão estabelecido ou por instabilidade dos processos impactam o fluxo de materiais e causam efeitos indesejáveis se não forem rapidamente solucionados. Uma metodologia de solução rápida de problemas deve ser desenvolvida para permitir uma abordagem estruturada dos problemas e prover uma rápida solução que permita voltar o processo as condições normais.

3.5.5. Quinta fase - Compartilhando conhecimento e melhora contínua

Ao chegar nesta fase, a implementação do SIGMAS na área piloto foi concluída com substanciais melhorias no sistema produtivo e nas habilidades e conhecimento dos lideres e membros das equipes de trabalho e as bases da melhoria contínua foram estabelecida. Esta fase incorpora ao modelo as lições aprendidas e define os próximos passos para a expansão do projeto as demais áreas da empresa.

- ✓ *Passo 15: Avaliar resultados da área piloto e caso necessário tomar medidas de correções*

Uma vez concluída a implementação dos elementos do SIGMAS na área piloto e notado uma estabilização dos processos demonstrado pela melhoria dos indicadores de desempenho definidos no passo 5. A Equipe de Implementação deve fazer uma análise crítica destes resultados juntamente com os resultados das auditorias implementadas no passo 13 e avaliar as oportunidades de melhorias. Correções devem ser tomadas para posteriormente repetir a análise critica e, assim sucessivamente até que se chegue a uma condição satisfatória.

- ✓ *Passo 16: Atualizar o mapa de fluxo de valor da área piloto (estado atual e futuro)*

O MFV do estado futuro, elaborado no passo 6, agora completamente implementado, se torna o estado atual, portanto, recomenda-se a realização de uma nova rodada para a atualização do MFV estado atual e criação do novo mapa do estado futuro, aplicando desta maneira a filosofia da melhoria contínua na área piloto.

- ✓ *Passo 17: Definir próximos passos e planos de expansão para outras áreas*

Concluído o ciclo de implementação na área piloto, com evidencias de substanciais melhoras e estabilidade nos processos, alcançadas através da aplicação do SIGMAS e demonstrados por meio dos indicadores de performance, deve-se agora compartilhar as melhores práticas e aprendizado adquirido com as demais áreas da empresa. Portanto, uma nova área foco deve ser definida para mais um ciclo de aplicação prática do modelo.

- ✓ *Passo 18: Incorporar ao SIGMAS as lições aprendidas*

Visando a melhoria contínua, as lições aprendidas ao longo da implementação do SIGMAS na área piloto devem ser incorporadas ao modelo. A Equipe de Implementação deve fazer uma analise crítica das eventuais dificuldades, dúvidas na execução ou interpretação dos passos reportados pelas equipes de trabalho e promover as devidas melhorias, esclarecimentos e transformá-las no novo padrão.

4. Conclusão

Encontrar uma forma de melhorar o desempenho do processo produtivo tem sido um desafio para muitas organizações manufatureiras que visam enfrentar a concorrência em uma economia em crescente globalização. Incorporar à manufatura os aspectos ambientais confere

à empresa condições favoráveis para manter a melhoria continua dos processos e imagem perante a sociedade. Em resposta à questão de pesquisa, este trabalho propõe um modelo de gestão de produção e seu método de implementação integrando os princípios da manufatura enxuta e da sustentabilidade suportado pela transformação cultural da organização. O modelo conta com o suporte das ferramentas da manufatura enxuta para eliminar desperdícios no ambiente produtivo e obter ganhos de produtividade. A integração ao modelo dos conceitos de sustentabilidade possibilita ganhos adicionais por meio das iniciativas de redução do uso de recursos naturais e geração de resíduos industriais. As políticas de responsabilidade social proporcionam uma visão mais humana da empresa, mediante apoio a trabalhos comunitários. A transformação cultural é estimulada no modelo pelas ações de desenvolvimento organizacional para proporcionar conhecimento e desenvolvimento das potencialidades das pessoas com o propósito de mudar atitudes, valores, comportamentos e resultados. O método de implementação define uma sequência lógica de eventos, dando ênfase inicialmente as atividades de analise, estruturação e planejamento, preparando o ambiente para as etapas de implementação, estabilização e avaliação dos resultados.

A etapa seguinte será testar o modelo proposto neste trabalho em uma aplicação real para a validação de sua efetividade.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.M. **Proposta de um modelo híbrido de gestão da produção: aplicação na indústria aeronáutica**. Campinas: Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

ALVES, J.R.X. **Aplicação de um modelo de gestão da manufatura enxuta com foco na transformação cultural: aplicação em uma empresa da indústria automotiva**. São José dos Campos: Tese (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010.

BLACK, B.C.; HASSENZAHL, D.M.; STEPHENS, J.C.; WEISEL, G.; GIFT, N. **Climate change: an encyclopedia of science and history**. Santa Barbara, CA: ABC-Clio, 2013.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2008.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st Century business**. Oxford: Capstone, 1997.

FALKNER, R. **The handbook of global climate and environment policy**. Oxford,UK: Wiley-Blackwell, 2013.

GUARNIERI, P. **Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Editora Clube de Autores, 2011.

LIKER, J.K. **O modelo toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MILNE, M. J. ; GRAY, R. **W(h)ither ecology? The triple bottom line, the global reporting initiative, and corporate sustainability reporting. Journal of Business Ethics**. v.118, n.1, p.13-29, 2013.

MOTTA, P.R. **Transformação organizacional: teoria e prática de inovar**. Rio de Janeiro: QualityMark,1999.

OLIVEIRA, L.R.; MEDEIROS, R.M.; TERRA, P.B.; QUELHAS, O.L.G. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**. Produção, São Paulo, v.22, n.1. p.70-82, 2012.

RAMESH, V. ; KODALI, R. **A decision framework for maximising lean manufacturing performance**. International Journal of Production Research. v.50, n.8, p.2234-2251, April 2012. Disponível em: <http://doi:10.1080/00207543.2011.564665>

SANTOS, R.F. **Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos**. São José dos Campos: Tese (Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010.

SILVA, E.M. ; SANTOS, F.C.A. ; CASTRO, M. **Análise das relações entre estratégia de produção e desempenho operacional**. Produção, São Paulo, v.21, n.3, p.502-516, maio/ago. 2012. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000009>

SILVA, L.S.A.; QUELHAS, O.L.G. **Sustentabilidade empresarial e o impacto no custo de capital próprio das empresas de capital aberto**. Gestão & Produção, São Carlos, v.13, n. 3, p385-395, Dec. 2006.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STAHL, M.J.; BOUNDS, G.M. **Competing globally through costumer value: the management of strategic supra-systems**. Westport: Quorum Books, 1991.

WOMACK, J.P. ; JONES,D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2004.

ZANELLI, J.C. ; SILVA, N. **Interação humana e gestão: a construção psicossocial das organizações de trabalho**. 3ª ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 20

Congresso de Sistemas LEAN

Uso integrado de simulação 4D com prática *Lean* em um empreendimento de um Hotel em Porto Alegre

Rafaela Bortolini (NORIE/UFRGS) – bortolinirafaela@gmail.com

Fernanda Justin Chaves de Souza (NORIE/UFRGS) – nandajc_ufrgs@hotmail.com

Carlos Torres Formoso (NORIE/UFRGS) – formoso@ufrgs.br

Resumo: *Lean Construction* e BIM são abordagens utilizadas, separadamente, pela indústria da construção civil mundial, na busca da melhoria da gestão da construção. Apesar de ser um grande desafio a implementação destas duas abordagens de forma conjunta, alguns estudos apontam que há um aumento significativo dos benefícios para todos os envolvidos, embora haja uma carência de estudos empíricos, que comprovem os resultados positivos desta implementação integrada, na etapa de planejamento e controle da construção. O objetivo do presente trabalho é apresentar uma evidência empírica sobre o uso integrado de BIM 4D e *Lean Construction*, mostrando os seus respectivos benefícios. Este trabalho foi desenvolvido com base em uma breve revisão de literarura sobre o tema e através de um estudo de caso, realizado em um empreendimento em construção, em Porto Alegre, onde se utilizou simulação 4D, uma ferrementa BIM, associada à técnica *Lean* de reunião de curto prazo, no planejamento da obra. Os resultados demonstraram como uma abordagem combinada de BIM e *Lean* pode ser aplicada na fase de execução da obra, uma vez que, percebeu-se que, uma obra com ambiente com práticas da construção enxuta pode facilitar a adoção da tecnologia BIM.

Palavras-chave: BIM; *Lean*; Simulação 4D, Sistema *Last Planner*.

Abstract: Lean Construction and BIM are approaches used separately by the global construction industry, in the pursuit of construction management improvement. Despite being a major challenge the implementation of these two approaches together, some studies indicate that there is a significant increase in benefits for all involved, but there is a lack of empirical studies that demonstrate the positive results of the integrated in the stage of planning and control of construction. The objective of this work is to present empirical evidence on the integrated use of 4D BIM and Lean Construction, showing their benefits. This work has developed based on a brief literature review on the subject and through a case study conducted in a project under construction in Porto Alegre, where were used 4D simulation, a BIM tool associated with Lean technical, meeting short-term planning of the work. The results have demonstrated how a combined approach of BIM and Lean can be applied in the implementation phase of the work, since it was realized that with a work environment of lean construction practices can facilitate the adoption of BIM technology.

Keywords: BIM; *Lean*; 4D *Simulation*; *Last Planner System*.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a indústria da construção civil vem buscando as melhores técnicas de gestão da construção, que apoiem o aumento da produtividade e da qualidade, a eliminação dos desperídicios e a redução do custo e do tempo de entrega de um projeto de construção (CLEMENTE, 2012). Dentro deste contexo, surgiram as abordagens *Lean Construction* e BIM, que dão suporte ao alcance destes benefícios. Segundo Sacks *et al.* (2009) o BIM, como processo e metodologia, tem caracteríticas que são essenciais na eliminação de desperdícios

na construção, estimulando a implementação de *Lean* e oferecendo características que promovam um melhor fluxo de trabalho.

Sacks *et al.* (2010 a) afirmam que os projetos de construção envolvem vários intervenientes distintos, que, em muitos casos, trabalham simultanemante, resultando em canteiros de obra congestionados e consequentemente em tempo de espera, retrabalho, movimentação e manuseio de materiais desnecessário, estoques de materiais e espaços de trabalho não utilizados, etc. Com isso, um dos grandes desafios na busca da eficiência de uma construção é conseguir um fluxo de trabalho contínuo com o mínimo de desperdício possível, porém, isso requer não apenas o planejamento apropriado da construção, mas também, a eficácia na gestão da produção.

O planejamento colaborativo é uma das principais contribuições do *Lean Construction*, e busca alcançar uma compreensão mais profunda e antecipada das atividades planejadas. Isto é possível através do uso de simulação e planejamento 4D, no qual trata-se de um modelo BIM 3D conectado ao planejamento da obra, que usa a simulação para demonstrar as atividades a serem executadas, para um determinado período (CIRIA 725, 2013).

Estudos como o de Sacks *et al.* (2010 b) e de Khanzode *et al.* (2006) indicam que existem sinergias entre os conceitos de BIM e *Lean*, e que quando adotados de forma integrada, contribuem significativamente, para a melhoria da gestão da construção. Ao mesmo tempo, percebe-se que há uma necessidade de trabalhos empíricos que mostrem suas aplicações de maneira integrada, em projetos de construção (BHATLA e LEITE, 2012).

Nas seções seguintes são apresentados a metodologia, uma rápida abordagem sobre os temas envolvidos neste trabalho, uma descrição do estudo de caso desenvolvido, os resultados deste estudo e, por fim, a conclusão.

3. Metodologia

O estudo empírico foi realizado em uma obra de construção de um hotel, localizada em Porto Alegre – RS, onde foi feito um acompanhamento do planejamento e montagem das estruturas metálicas. A empresa responsável pela montagem destas estruturas também fabrica as peças empregadas na obra. A mesma atua em três segmentos: sistemas multiandares,

sistemas construtivos e sistemas estruturais. A obra deste estudo se caracteriza pelo sistema multiandares.

O estudo foi realizado ao longo dos meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2014 e contou com a participação da primeira autora deste artigo, do engenheiro responsável pela obra e do mestre de obra. Inicialmente foi feito a modelagem do empreendimento para realização da simulação 4D. Em seguida, foram realizadas reuniões com os responsáveis da obra para apresentação do modelo de simulação para discussão de alternativas de sequência de montagem, bem como para definição de equipamentos a serem utilizados na obra em estudo. Através dessas definições, houve um aprimoramento do modelo e a escolha do melhor cenário de execução a ser adotado na obra. O estudo seguiu com a implementação deste modelo de planejamento no canteiro de obra com a participação em reuniões de curto prazo semanalmente. Durante os meses do estudo houve coleta de dados e registro fotográfico das atividades desenvolvidas.

4. Revisão

A revisão traz uma breve definição do que vem a ser BIM e *Lean Construction*, bem como identifica duas interações entre estes dois conceitos, que abordam simulação 4D e planejamento de curto prazo, a partir das interações identificadas por Sacks *et al.* (2010 b).

4.1. Lean Construction

Womack *et al.* (1990) definiram *Lean Production* como uma abordagem que busca a melhor maneira de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma determinada empresa, com os demais envolvidos no processo, desde clientes a operadores, onde é possível fazer cada vez mais com menos. Shingo (1996) complementa como sendo um sistema de eliminação de perdas. Ohno (1997) fala que a ideia básica do *Lean Production* está na redução das sete perdas (por superprodução, tempo de espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimentação e defeitos).

Lean Construction (LC) é uma adaptação dos princípios *Lean Production*, originados na indústria automobilística japonesa, com o Sistema Toyota de Produção, para a indústria da construção civil (KOSKELA, 1992; 2000). Os principais princípios da LC são o aumento do valor entregue ao cliente final, a redução de desperdícios e a melhoria contínua (Koskela, 2000).

Segundo Khanzode *et al.* (2006), os pesquisadores de LC defendem uma mudança na visão tradicional de transformação na construção para uma visão mais holística, que trata como equivalentes em importância os conceitos de transformação, fluxo e valor. Koskela (2000) defende que a transformação na construção acontece quando um conjunto de entradas são convertidas em um conjunto de saídas e o processo mantém esta transformação dentro de um conjunto de restrições, que normalmente incluem custo, cronograma, etc. O ponto de vista de valor refere-se ao valor que será gerado, a partir da construção, para o cliente final. Quanto que o fluxo refere-se ao fato de que a construção é realmente um conjunto de atividades interdependentes, porém distintas, que necessitam fluir para concluir a obra a tempo e dentro do orçamento.

Algumas empresas já possuem LC como ideologia de transformação dos processos de construção, e passaram a adotar a tecnologia BIM, para obter uma maior colaboração entre as equipes de projetos, durante as etapas de projeto e construção. É o caso da empresa que foi o objeto de estudo deste trabalho.

4.2. BIM

De acordo com Eastman *et al.* (2011), BIM (*Building Information Modelling*) é uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Para Deutsch (2011), BIM envolve os aspectos: pessoas, processo e tecnologia. Já Succar *et al.* (2009) analisam BIM como um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação, a partir de dados associados num formato digital, em todo ciclo de vida da edificação.

Os principais benefícios do uso do BIM são: detecção/prevenção de conflitos, melhor tomada de decisão através da visualização, melhor comunicação através da interoperabilidade e prevenção a erros (EASTMAN *et al.*, 2011), porém pode ser um processo lento, pois envolve o engajamento das pessoas (ARAYICI *et al.*, 2011b).

Com relação ao planejamento da construção, BIM não auxilia significamente os construtores a realizarem um planejamento detalhado, antes da fase da construção. No entanto, isso não diminui a importância das atividades de planejamento e controle durante a construção, que é um dos principais usos das práticas *Lean* e BIM integrados.

4.3. Interação entre Lean e BIM

Conforme descrito acima, observa-se que, os conceitos de BIM e *Lean*, embora sejam distintos e com diferentes iniciativas, causam profundos impactos na construção civil, quando aplicados de forma independente (SACKS *et al.*, 2010b). Os mesmos autores identificaram sinergias entre estes dois conceitos e desenvolveram uma matriz, a partir dos princípios *Lean* e funcionalidades BIM, que resultou em 56 interações. Destas 56 interações, o presente trabalho faz menção a duas, as quais estão relacionadas com o uso de simulação 4D e planejamento e controle da construção:

- ✓ 40. BIM fornece um ambiente de visualização ideal para o projeto durante toda a fase de projeto e construção e permite a simulação dos métodos de produção, equipamentos temporários e processos. Modelagem e animação de sequências de construção em ferramentas 4D oferecem uma oportunidade única de visualizar os processos de construção, para a identificação de conflitos de recursos no tempo e no espaço e resolver questões de construtibilidade. Isso permite a otimização do processo, melhorando a eficiência e segurança e pode ajudar a identificar os gargalos e melhorar o fluxo.
- ✓ 49. As funções de apoiar e facilitar a tomada de decisão participativa proporcionam mais e melhores informações para todos os envolvidos e ampliam o leque de opções que podem ser consideradas. Claro, elas não podem por si só garantir que a alta administração adotará uma abordagem de construção de consenso.

Na literatura encontra-se alguns estudos práticos da implementação integrada de *Lean* e BIM, mas ainda há uma necessidade de um número maior de estudos, comprovando as interações sugeridas por Sacks *et al.* (2010b) e outras que outros pesquisadores possam vir a descobrir.

4.4. Simulação 4D

O *layout* das áreas de armazenamento de material e outras instalações temporárias necessitam de um planejamento cuidadoso a fim de minimizar os custos de deslocamento e movimentação de recursos, além de respeitar as restrições operacionais e de segurança (SAID & EL-RAYES, 2013). A facilidade de visualização do modelo 4D, para o planejamento do canteiro, ocorre através da integração do modelo geométrico 3D com o cronograma de

atividades. O modelo 4D auxilia os planejadores na tomada de decisão ao permitir a visualização do trabalho em sequência, a possibilidade de montar cenários alternativos a serem testados antes de serem executados de fato e a visualização de potenciais problemas logísticos (CHAU *et al.*, 2004; HARTMANN *et al.*, 2008). Além disso, o uso do 4D auxilia na detecção de conflitos espaciais entre as atividades, permitindo o gerenciamento proativo dos espaços nos canteiros de obra (AKINCI *et al.*, 2002). Essa identificação prévia de conflitos aumenta a precisão do cronograma de obra (HARTMANN *et al.*, 2008).

O planejamento da produção da construção tem como objetivo descobrir os meios para alcançar e manter a produção mais eficiente e diante disso há a necessidade de considerar várias opções no planejamento, fazer análises de *trade-off*, sendo o modelo 4D a ferramenta de auxílio na tomada de decisão, que oferece suporte para o planejamento da produção (LEINONEN *et al.*, 2003). As simulações 4D funcionam como ferramentas de comunicação para revelar potenciais gargalos e como um método para melhorar a colaboração.

Segundo Webb *et al.* (2003), a utilização de 4D traz ainda mais benefícios, tais como: treinar de forma eficaz, e se comunicar com as equipes de construção; acompanhar a evolução do projeto, comparando o planejado com *as-built*; melhorar entregas de materias *just-in-time*, que são particularmente importantes em locais de construção, onde o espaço é mínimo e ajudar a superar as barreiras linguísticas para os membros da equipe de construção, especialmente no contexto das atividades de construção internacionais.

Sacks *et al.* (2009) afirmam que a simulação 4D pode auxiliar a verificar os requisitos de espaço a serem cumpridos, a situação da atividade executada anteriormente, a disponibilidade de materiais, a identificação de estações de trabalho e caminhos, a exibição de informações no local de trabalho melhorando a eficácia do planejamento e controle da produção. Além disso, na simulação 4D a comunicação visual tende a aumentar a participação dos trabalhadores nos esforços de melhoria contínua, pois permite uma compreensão e resposta rápida aos problemas, como o controle é simplificado, reduz a propensão a erros e fornece transparência no processo, como um impacto positivo sobre a motivação dos trabalhadores.

Brien (2003) afirma que ferramentas 3D e 4D existentes são uma tentativa de controlar a incidência de alterações em canteiros de obra. Ferramentas 3D/4D ajudam a melhorar projetos, reduzindo a incidência de tempo e conflitos espaciais em canteiros de obras, além de melhorar o fluxo de materiais e a confiabilidade do cronograma (BRIEN, 2003). As

ferramentas 3D/4D podem reduzir o número de alterações em canteiros obra, porém, a natureza dos projetos é dinâmica, elas não retiram as mudanças no cronograma do projeto (Brien, 2003).

Enquanto ferramentas 4D comunicam efetivamente a intenção do projeto, a comunicação na última fase é fraca, ou seja, a entrega de informações sobre o produto aos trabalhadores durante a execução não ocorre da melhor maneira pois ainda depende de visualizações formais de desenho da informação que pode ser impresso em papel (SACKS *et al.*, 2010).

5. Desenvolvimento

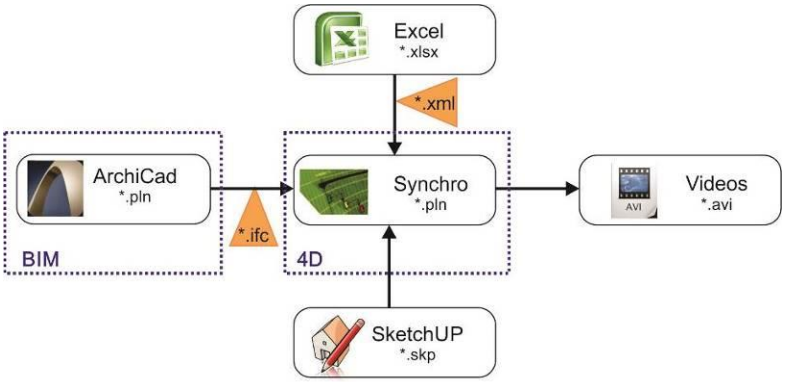
A interação entre BIM e *Lean*, no que se refere à simulação 4D de atividades, pode ser evidenciada em um estudo realizado em uma obra de estrutura metálica, destinada à instalação de um hotel. Esta obra é constituída de dois edifícios, sendo um com quatro andares de estacionamento e outro com oito andares de hotel totalizando em torno de 7.050,00m². Tanto o prédio do estacionamento quanto o do hotel foram divididos em três etapas de execução.

O prazo de entrega do empreendimento era curto e havia a necessidade de um estudo, a fim de possibilitar a visualização de cenários alternativos de montagem da obra, para identificar a forma mais produtiva e rápida de execução. Diante disso, a simulação 4D foi utilizada para a geração automática de cenários alternativos, além da identificação de conflitos de recursos no tempo.

O estudo iniciou com a modelagem do empreendimento em BIM no software *Archicad*, a partir de um modelo da estrutura principal da obra fornecido pela empresa com extensão de arquivo interoperável (*.ifc)[2]. Após a modelagem, foi utilizado o software de simulação 4D denominado *Synchro*, para simular a execução do empreendimento no tempo. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a fase de modelagem com os diferentes softwares envolvidos

[2] IFC - Industry Foundation Classes: segundo Froese (2003) é um formato padrão de dados orientado ao objeto que possibilita a interoperabilidade entre diferentes softwares da indústria AEC.

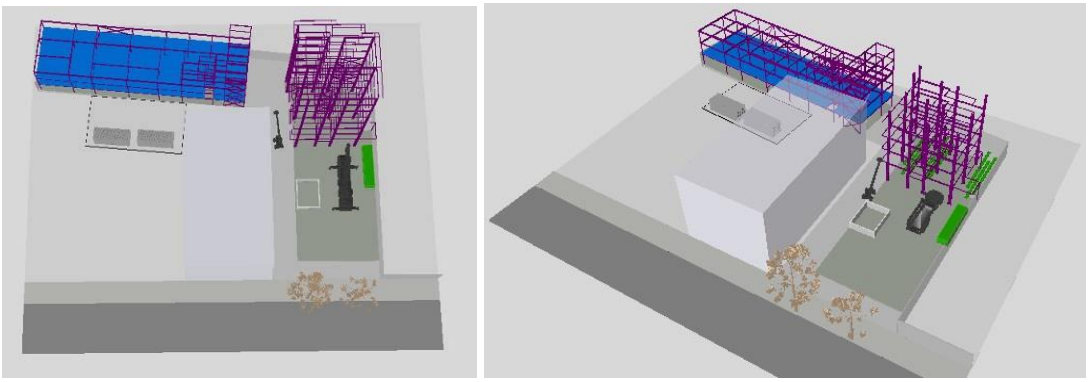
Figura 1 – Softwares envolvidos na modelagem



Fonte: O autor

No *software* de simulação, os elementos da obra foram vinculados com as atividades do cronograma fornecido pela empresa. A partir disso, foram realizadas reuniões para discussão e aprimoramento do modelo. Através das reuniões com o uso da ferramenta de simulação 4D obteve-se um maior entendimento dos conflitos e das interferências que a obra poderia sofrer, de acordo com o ataque de execução da obra, com o tipo de equipamento a ser utilizado para montagem da estrutura, bem como da localização das áreas de estoque e áreas de vivência do canteiro. Houve uma grande discussão dos equipamentos a serem utilizados na obra, tendo em vista o tamanho estreito do lote no qual a obra se encontrava, com pouco pátio para operações logísticas e áreas de estoque. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra uma imagem do modelo 4D.

Figura 2 – Imagem retirada do software de simulação



Fonte: O autor

A partir da apresentação do modelo na obra, foi realizada uma primeira coleta de dados, para verificar se o planejamento do canteiro estava seguindo o modelo proposto

durante a fase de execução. Nesta coleta, observou-se que o planejamento realizado não estava sendo seguido totalmente e, a partir disso, houve uma discussão a fim de encontrar uma solução, para o problema de falta de aderência do planejamento, sendo um dos motivos a falta de visualização do planejamento realizado na simulação 4D. Por ser feita em meio eletrônico, sentiu-se a necessidade de trazer o planejamento para o canteiro de forma que se tornasse mais visual para os trabalhadores, tendo em vista que apenas a pesquisadora sabia operar o software de simulação. A obra estava em fase de implantação do sistema *Last Planner* com reuniões de curto prazo, diante disso houve a possibilidade de acompanhamento desta implantação. Juntamente com o engenheiro responsável da obra, decidiu-se fazer um planejamento do canteiro da obra semanal, através de um painel feito na reunião de curto prazo, como mostra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Neste painel, foram inseridas imagens do planejamento inicial feito na simulação 4D, para ter como referência aquilo que já havia sido planejado e um espaço com a planta baixa do canteiro para realizar o planejamento semanal. Na semana seguinte, era feito a coleta de dados para verificar se o planejamento havia sido seguido e levantar as causas do não cumprimento.

Figura 3 – Painel para planejamento do canteiro

Fonte: O autor

6. Resultados

A simulação 4D teve resultado positivo na fase inicial de planejamento da obra, com discussões de definição de execução da obra, seleção de equipamentos e áreas de estocagem. Com isso, obteve-se um maior entendimento dos possíveis conflitos, que a obra poderia enfrentar com falta de espaço e interferência de movimentação de equipamentos. A partir

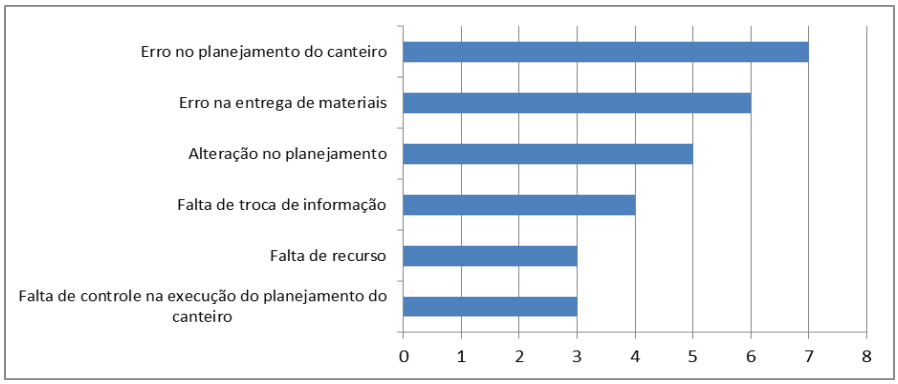
dessa identificação, foi possível tomar providências para minimizar estes conflitos e melhorar o fluxo da obra.

No entanto, durante a fase de execução da obra, houve a necessidade de um dispositivo visual, para permitir visualizar o que foi planejado na simulação 4D no canteiro de obra, e possibilitar novas discussões a respeito deste planejamento com o engenheiro responsável e o mestre de obra. A simulação não se tornou uma ferramenta fácil para implantação do planejamento do canteiro, para dialogar e discutir o seu replanejamento. Houve a necessidade de criar um painel, para que os encarregados da obra pudessem apresentar suas ideias de replanejamento.

Diante disso, o painel com as imagens do planejamento 4D como referência, se tornou uma ferramenta mais fácil para implantação do planejamento do canteiro de obra. Tanto o engenheiro quanto o mestre de obra puderam participar do planejamento com mais facilidade, tendo em vista que apenas a pesquisadora sabia operar o *software* de simulação 4D.

A partir dos dados coletados nas visitas ao canteiro, agruparam-se as causas do não cumprimento do planejamento em categorias e concluiu-se que as principais estavam diretamente ligadas às causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho das reuniões de curto prazo. As principais causas do não cumprimento do planejamento do canteiro podem ser vistas na Figura 4.

Figura 4 – Causas do não cumprimento do planejamento do canteiro

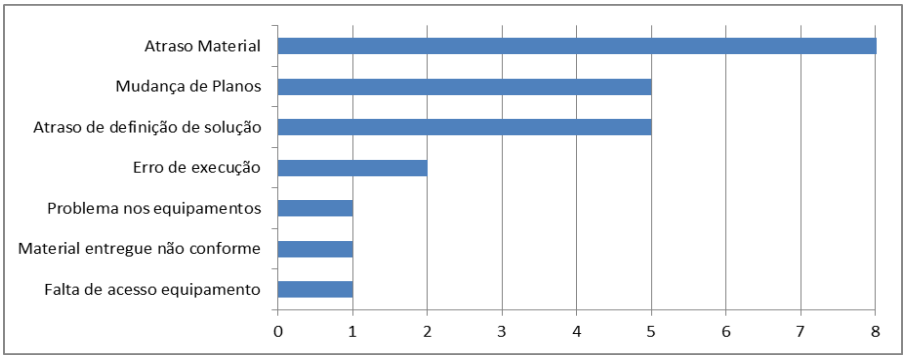


Fonte: O autor

A causa mais corrente, erro no planejamento, está ligada ao atraso de entrega de materiais e à falta de informação na reunião de planejamento sobre as entregas de materiais, o que acarretava em uma não definição de um espaço para um determinado material, que deveria ser estocado na obra. As causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho do curto prazo

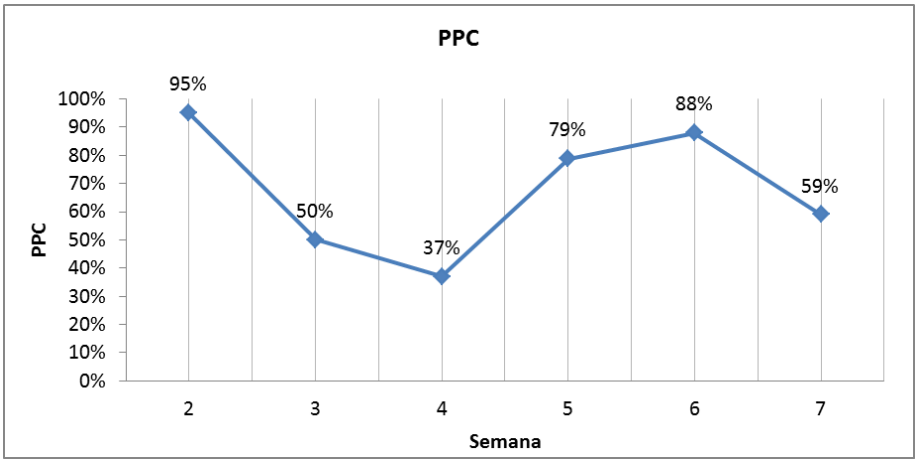
podem ser vistas na Figura 5 e o PPC (Percentual de Pacotes Concluídos) das semanas acompanhadas pela pesquisadora podem ser vistas na Figura 6.

Figura 5 – Causas do não cumprimento do planejamento de curto prazo



Fonte: O autor

Figura 6 – Percentual de Pacotes Concluídos



Fonte: O autor

Diante do gráfico, pode ser identificado que a principal causa do não cumprimento dos pacotes de trabalho no curto prazo foi devido ao atraso de material, que impossibilitou a execução da atividade de montagem, caracterizando um PPC muito variável.

Tanto no curto prazo quanto no planejamento do canteiro, a causa mais corrente do não cumprimento do planejamento está relacionada com material. Há uma interação forte entre os dois, o que evidenciou que é válido realizar os dois planejamentos juntos na obra. Porém, a interação entre o planejamento de atividades com o planejamento do canteiro poderia ter sido mais efetiva se na obra estivesse sendo utilizado o planejamento de médio prazo também. O *layout* da obra era dinâmico, mas exigia certo tempo para remover

restrições, por isso, a importância de aplicar em obra o planejamento de médio prazo, prática do sistema *Last Planner*, para poder identificar as restrições e removê-las, sem ter de levá-las para o curto prazo.

Além disso, a utilização da simulação 4D para o planejamento aumentou a confiabilidade do cronograma de obra, ao identificar conflitos de escolha de equipamentos e definição de ataque de obra que são facilmente visualizados na simulação se comparados a métodos tradicionais que utilizam gráficos de barra.

7. Conclusões

A partir do exposto acima é possível concluir que há significativos benefícios no uso integrado de BIM e *Lean* na fase de execução de obra. Alguns princípios *Lean* facilitam a adoção do BIM no planejamento do canteiro de obra utilizando a simulação 4D. O princípio da remoção de restrições, por exemplo, pode ser utilizado de modo que o canteiro deve estar limpo para receber determinado tipo de material, ou seja, sem restrições que impeçam que a atividade possa ser executada. Outro princípio *Lean* relacionado seria as causas da não realização de alguma tarefa, as quais são investigadas para saber seu real motivo. Este princípio pode ser utilizado no gerenciamento do canteiro de obra, a fim de identificar os motivos que estão levando a falta de cumprimento do *layout* do canteiro proposto, por exemplo, e através desta identificação poder solucionar o motivo.

Conclui-se que o planejamento das atividades de execução da obra e o planejamento do canteiro devem seguir juntos, pois há uma interação entre os dois. Essa interação pode ser facilitada pelo uso da tecnologia BIM em um ambiente com práticas *Lean.* A interação número 40 de Sacks *et al.* (2010) aponta que BIM fornece um ambiente ideal de visualização dos processos de construção, e isto permite a otimização do processo. Esta interação foi a mais significativa encontrada no estudo deste artigo. A outra interação de Sacks *et al.* (2010) identificada no estudo foi a de número 49, a qual aborda a questão da facilidade de tomada de decisão por parte dos envolvidos, devido ao modelo de simulação apresentar alternativas visuais de possibilidade de construção. Como pode-se perceber, ambas interações foram identificadas e evidenciadas como o objetivo do trabalho propôs.

A falta de evidências empíricas faz com que muitas empresas relutem em aceitar uma nova ideologia na gestão da construção, pois a indústria da construção busca por resultados comprovados a conceitos, por isso a importância em se evidenciar esta ligação (C725, 2013).

No estudo realizado, também identificou-se a necessidade da realização de reuniões de médio prazo (prática *Lean*) para que a interação fosse mais forte entre o planejamento de execução de atividades e o planejamento do canteiro utilizando ferramenta BIM.

REFERÊNCIAS

AKINCI, Burçu; FISCHER, Martin; KUNZ, John. **Automated generation of work spaces required by construction activities**. Journal of construction engineering and management, v. 128, n. 4, p. 306-315, 2002.

ARAYICI, Yusuf; COATES, Paul; KOSKELA, Lauri. et al. **Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice**. Automation in Construction, v. 20, n. 2, p. 189–195, 2011b.

O'BRIEN, William J. **4D CAD and dynamic resource planning for subcontractors: case study and issues.** 4D CAD and Visualization in Construction: Developments and Applications, p. 101, 2003.

BHATLA, Ankit; LEITE, Fernanda. **Integration Framework of BIM with The Last Planner System**. In: International Conference of the International Group for Lean Construction, 20. San Diego, CA, 2012.

DAVE, Bhargav; KOSKELA, Lauri; KIVINIEMI, Arto; TZORTZOPOULOS FAZENDA, Patrícia; & OWEN, Robert **CIRIA 725 - Implementing Lean in Construction.** London: CIRIA, 2013.

CHAU, Kwong; ANSON, M.; ZHANG, J. P. **Four-dimensional visualization of construction scheduling and site utilization**. Journal of construction engineering and management, v. 130, n. 4, p. 598-606, 2004.

CLEMENTE, José Manuel. **Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização – um caso de estudo.** 143p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2012.

DEUTSCH, Randy. **BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice.** 1st ed. ed. John Wiley & Sons, Inc., 2011.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. BIM Handbook: **A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, 2nd Edition. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2011.

HARTMANN, Timo; GAO, Ju; FISCHER, Martin. **Areas of application for 3D and 4D models on construction projects.** Journal of Construction Engineering and management, v. 134, n. 10, p. 776-785, 2008.

LEINONEN, Jarkko; KÄHKÖNEN, Kalle; HEMIÖ, Tero; RETIK, Arkady; LAYDEN, Andrew. **New construction management practice based on the virtual reality technology. In** ISSA, Raymond; FLOOD, Ian; O'BRIEN, W. (Ed.). **4D CAD and visualization in construction: developments and applications.** Taylor & Francis, 2003.

KHANZODE, Atul, FISCHER, Martin, REED, Dean, BALLARD, Glenn. **A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process**. CIFE, Stanford University, 2006.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction, Technical Report No.72 Center for Integrated Facility Engineering.** Department of Civil Engineering, Standford University (1992).

KOSKELA, Lauri. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Tese de Doutorado no Technical Research Center of Finland, Espoo – Finland, 2000.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.

SACKS, Rafael; TRECKMANN, Malte; and ROZENFELD, Ophir. **Visualization of Work Flow to Support Lean Construction.** J. of Construction Engineering and Management, Vol. 135, No. 12, pg. 1307-1315. 2009.

SACKS, Rafael; DAVE, Bhargav; KOSKELA, Lauri; OWEN, Robert. **Analysis framework for the interaction between lean construction and building information modelling,** Proceedings for the XVII IGLC, Taiwan, 2010a.

SACKS, Rafael, KOSKELA, Lauri, DAVE, Bhargav, OWEN Robert. **Interaction of Lean and Building Modeling in Construction.** J. of Construction Engineering and Management, Vol. 134, Issue: 5, American Society of Civil Engineers, pg. 968. 2010b.

SAID, Hisham; EL-RAYES, Khaled. **Optimal Material Logistics Planning in Congested Construction Sites.** In: Construction Research Congress 2012@ sConstruction Challenges in a Flat World. ASCE, 2012. p. 1580-1589.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. **Measuring BIM performance: Five metrics**. Architectural, Engineering and Design Management, v. 8, n. 2, p. 120–142, 2012. TÉCHNE. : PINI, v. 149, ago. 2009.

WEBB, Robert ; SMALLWOOD, John; HAUPT, Theo. **The potential of 4D CAD as a tool for construction management**. Journal of Construction Research, v. 5, n. 01, p. 43-60, 2004.

WOMACK, James; JONES, Daniel. **"Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Organization"**, Simon and Schuster, 1996.

A aplicação do conceito “Lean Manufacturing” para prestação de serviços de manutenção de aeronaves

Rafael Lucio Matias (Centro Universitário Newton Paiva) – rafa.matias@hotmail.com

Carolina Nunan (Centro Universitário Unibh) – carolina.nunan@prof.unibh.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é aplicar o *Lean Manufacturing* em uma empresa prestadora de serviços aéreos, em específico na área de manutenção. Para a execução da pesquisa exploratória foi realizado, *a priori*, um estudo teórico a respeito de manufatura enxuta, sua abrangência e evolução, bem como pontos relevantes sobre prestação de serviços e gestão da manutenção. Num segundo momento, foram realizados pesquisa documental, observação direta, além de entrevista a nível gerencial, com auxílio de um roteiro semi estruturado, e benchmarking em uma empresa do mesmo setor. A partir da apuração de dados, buscou-se a aplicação *in loco*, por meio do mapeamento do processo de manutenção e aplicação do *Lean Manufacturing*, focando na busca por melhorias na produtividade. Os resultados apurados apontam para uma necessidade de revisão do processo, em virtude de ociosidade, atrasos, retrabalhos e exigência de altos níveis de qualidade do serviço, que incidem, diretamente, na segurança dos voos.
Palavras-chave: Lean Manufacturing; Serviços; Gestão da Manutenção.

Abstract: The objective of this work is to apply the Lean Manufacturing in a company providing air services in particular in the area of maintenance. For carrying out the exploratory research was conducted, a priori, a theoretical study on lean manufacturing, the scope and evolution of this concept, as well as relevant aspects of service provision and maintenance management. Secondly, documentary research, direct observation were used in addition to the managerial level interview with the aid of a semi-structured script, and benchmarking a company in the same industry. From the polling data, we sought to in situ application, by mapping the maintenance and application of Lean Manufacturing process, focusing on the search for productivity improvements. The calculated results indicate a need for review of the case by virtue of idleness, rework and demand high levels of service quality, which focus directly on flight safety.

Keywords: Lean Manufacturing; Services; Maintenance Management.

1. Introdução

Visando entender a aplicabilidade do conceito *Lean Manufacturing*, o conceito de prestação de serviços, gestão da manutenção e gestão da qualidade, diante o fenômeno da globalização e internacionalização das empresas, este trabalho tem como finalidade identificar como uma empresa de manutenção de aeronaves pode melhorar seus processos, focando em melhores níveis de produtividade e qualidade, assegurando que todas as aeronaves estejam sempre em segurança para assumir os voos e operações da companhia.

O Termo *Lean Manufacturing* foi desenvolvido a partir do livro "A Máquina que Mudou o Mundo" (*The Machine that Changed the World*) de Womack, Jones e Roos,

publicado nos EUA, em 1990. Com esta criação, a indústria japonesa utiliza esta ferramenta para alcançar grandes diferenças e reduções significativas de perdas e desperdícios, utilizando maquinas e conceitos que resultam em melhoria de qualidade e produtividade.

Instituído a partir da *Toyota Motor Company*, a criação deste conceito se deu pela necessidade de desenvolver métodos diferentes de fabricação de veículos, como utilizado em produção em massa pela *Ford Company* na indústria americana. Assim com este novo método, tornava-se capaz de competir e produzir produtos por meio do Sistema de Produção Enxuto ou Sistema Toyota de Produção, também conhecido como *Lean Manufacturing.*

Incialmente, o método teve como foco sua aplicação em indústrias. Porém, nos dias atuais, este conceito se disseminou e tem sido empregado em diversas áreas, em destaque para a prestação de serviços.

Este estudo se desenvolveu em uma empresa prestadora de serviços aéreos, em específico na área de manutenção das aeronaves, CMA (Centro de Manutenção Aeronáutica), criado em 2006 e localizado em Confins, Minas Gerais, no período de maio a dezembro de 2013. Há doze anos no mercado nacional e há dez no internacional, com voos pela América do Sul e Caribe, sua área de manutenção sempre apresentou desperdícios e perdas em seu processo.

Neste contexto, através de uma pesquisa bibliográfica sobre o *Lean Manufacturing*, Gestão da Manutenção e Gestão de Serviços, buscou-se levantar os pontos nevrálgicos para se iniciar o estudo.

Em seguida, através de observação direta, foi possível todo o mapeamento do processo, bem como levantamento dos gargalos e pontos susceptíveis a falhas. Durante este processo, contou-se também com a pesquisa documental, que envolveu diversos relatórios de gerenciamento da manutenção, e também o AMM - *Aircraft Maintenance Manual*, manual elaborado pelo fabricante da aeronave, que indica todas as manutenções preventivas programadas e caso ocorra uma manutenção corretiva, quais podem ser efetuadas pela companhia e quais devem ser executadas pelo fabricante.

Pesquisa exploratória, operada de forma empírica, em um centro de manutenção de aeronaves, teve uma fonte de fundamentação teórica, através de pesquisa bibliográfica,

fundamentada por meio de consulta a livros, sites e em periódicos da área da Engenharia de Produção.

Também como coleta de dados foram realizados uma entrevista com o gerente da área, através de questionário semi estruturado e um *benchmarking* numa empresa pioneira no serviço de táxi aéreo, fundada em 1958 e com sede em Belo Horizonte, Minas Gerais.

De posse de todas as informações, foi possível identificar seis das sete perdas defendidas pelo modelo *Lean* e a partir desse ponto, foi possível analisá-las e propor melhorias.

Os resultados apurados mostraram que a revisão de todo processo, e também nova reorganização das sub áreas eram necessárias para melhor produtividade e qualidade dos serviços.

2. Lean Manufacturing: origem, características e importância

Originado no Japão após a devastação da segunda guerra mundial, o conceito de produção enxuta surgiu com a necessidade de aumento da produção em grandes escalas das indústrias japonesas e o intuito de ser mais competitiva que as empresas norte-americanas, que adotavam a produção em larga escala (OHNO, 1997).

Iniciada na *Toyota Motor Company*, caracterizando o sistema criado por Henry Ford[3] e General Motors, criou-se então, o termo Manufatura Enxuta - *Lean Manufacturing*, ou sistema Toyota de Produção para este sistema gerencial focado em reduzir toda e qualquer perda, mantendo a qualidade dos produtos, diminuindo os custos de fabricação e envolvendo todos inseridos no processo produtivo. Slack (2009 p.454) afirma que: "a abordagem enxuta de gerenciar operações é fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e (acima de tudo) em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo". Assim, todos os desperdícios e falhas devem ser evitados na produção em massa, pois os custos de maquinários e equipamentos envolvidos no processo produtivo são altos para estarem parados ou aguardando manutenção.

[3] Henry Ford – Estadunidense, fundador da "*Ford Motor Company"* responsável pela criação da montagem em massa da linha automotiva em menos tempo e menos custo.

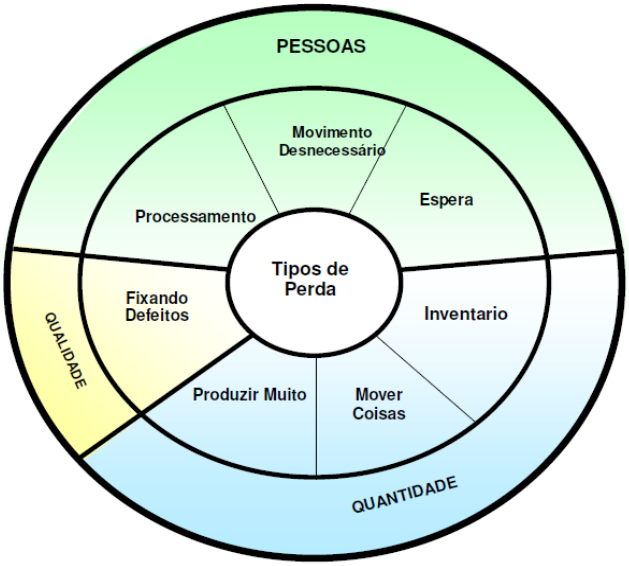
Esta filosofia de produção adotada em todo o mundo utiliza diferentes conceitos, fundamentando a ideia de produção em larga escala.

> Operações enxutas – Significa mover-se na direção de eliminar todos os desperdícios de modo a desenvolver uma operação que é mais rápidos, mais confiáveis, produz produtos e serviços de mais alta qualidade e, acima de tudo, opera com custo baixo. (SLACK, 2009 p.452).
> A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO, 1997 p.42).

Visando então eliminar os desperdícios encontrados durante o processo produtivo, a manufatura enxuta trabalha gerenciando todos os fatores envolvidos na produção e mantendo um estoque de materiais necessários para que as máquinas e linhas de montagem permaneçam trabalhando simultaneamente, sem que sejam necessárias interrupções por falta de mão de obra, materiais ou falta de manutenção nos equipamentos. O termo "enxuto", de forma geral, caracteriza a ideia de "enxugar a fábrica", reduzindo esforço humano e espaço físico utilizando maquinário que possam reduzir o trabalho manual dos empregados e aumente a produção de produtos acabados.

Slack (2009) afirma que o desperdício é caracterizado por qualquer atividade que não agregue valor. Assim o conceito de *Lean Manufacturing* cuja finalidade é identificar e eliminar os sete tipos de perdas que podem ser encontrados durante o processo produtivo. Para minimizar ou eliminar então estas perdas, foca-se em três pontos denominados primordiais para eliminação das perdas geradas no processo produtivo, são elas: pessoas, qualidade e quantidade.

Figura 1 – Sete tipos de perdas



Fonte: RIANI, A. (2006, pag. 17)

Ohno (1997) afirma que quando grandes quantidades são produzidas, o custo unitário de mão de obra é reduzido. Entretanto, nota-se a necessidade de investimento em máquinas de alto desempenho. Assim caracterizou-se a grande mudança da era artesanal de produção para a produção em série. Os custos evitados na contratação de mão de obra de diferentes áreas eram então investidos em máquinas que desempenhavam a função destes com maiores índices produtivos e reduzidos números de falhas.

2.1. Sete perdas

Existem sete tipos de desperdícios gerados em um processo de produção, que devem ser evitados ao máximo, pois é um processo que aumenta o custo, porém não gera lucro a empresa porque não agrega valor. De acordo com Manfredini (2008), o esforço gasto para se produzir um bem como sendo um trabalho real mais os desperdícios, sugerindo a seguinte equação:

Capacidade atual = trabalho + desperdício

Dessa forma Rosa (1998) classifica as sete perdas da seguinte forma:

- ✓ **Perdas por Superprodução**: considerada como uma das maiores perdas, pois reflete na área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos e obsoletismo. Esta pode ser causada por vários motivos dentre eles: quando a produção é maior do que a necessidade do cliente; produzir pelo simples fato de haver pessoas ociosas; compra de matéria-prima em maior quantidade do que o necessário; produtos estocados aguardando serem comercializados. Para evitar esse tipo de perda usa-se só produzir o necessário e quando precisar;

- ✓ **Perdas por espera:** acontece no período em que nenhum processo está sendo executado e mesmo assim está gerando custo, esperando por máquinas, pessoas ou até equipamentos;

- ✓ **Perdas por transporte*:*** ocorre quando há a necessidade de se movimentar para buscar recursos, ferramentas em outro lugar, no mesmo momento da

execução da operação. Deixando os materiais necessários próximos ao processo, diminui-se consideravelmente a perda;

- ✓ **Perdas por processamento*:*** são excessos de processos, ou seja, realizar alguma etapa além do que o produto precisa para atingir suas características básicas (fazer além do que ele tenha pedido, ele não irá pagar por esse serviço). Para diminuir essa perda, é necessário realizar um produto padrão e claro, eliminando possíveis duvidas e realinhar os padrões a serem seguidos;

- ✓ **Perdas por estoque*:*** Refere-se aos custos gerados pela manutenção e movimentação de estoque de matéria-prima, material em processo e produtos acabados. De acordo com Rosa (1998) perda por estoque significa "dinheiro parado", e é importante ter um giro rápido, movimentando o estoque;

- ✓ **Perdas por movimentação*:*** deve-se a movimentos desnecessários executados pelo operador na hora da operação. Segundo Manfredini (2008), nos almoxarifados, sobre a bancada de trabalho, qualquer movimento de um membro de time ou máquina não agregam valor. Uma boa forma de minimizar essa perda é posicionar melhor os operadores, diminuindo a movimentação;

- ✓ **Perdas por desperdício, retrabalho, correção*:*** repetir ou corrigir um processo ou uma etapa gera desperdício. Na maioria das vezes, acontece quando um produto não é aprovado pelo setor de qualidade e é necessário fazer o retrabalho. Produtos defeituosos implicam em desperdícios de materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos. Para resolver esse tipo de problema é necessário um estudo de causa raiz para resolvê-la. (ROSA, 1998).

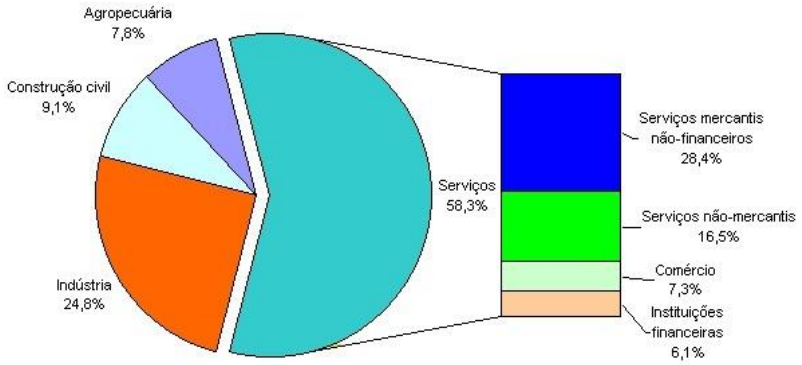
3. Prestação de Serviços

Segundo Fitzsimmons (2010), no inicio do século XX, somente três em cada dez trabalhadores nos Estados Unidos estavam empregados no setor de serviços. Os demais atuavam na agricultura e na indústria. Em 1950, o nível de empregos na área de serviços atingia 50% da força de trabalho. Hoje, o setor de serviços norte-americano emprega, aproximadamente, oito em cada dez trabalhadores. Durante os últimos 90 anos, pode-se

perceber uma importante evolução na sociedade, que deixou de ser predominante baseada na manufatura para ser baseada em serviços.

No Brasil, este panorama não é diferente. O IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - divulgou em seus resultados o aumento no PIB de 58% relativo ao setor de serviços nas últimas décadas, representados pelo gráfico 1:

Gráfico 1: PIB Brasil Participação por Atividades (1999 - 2007)



Fonte: IBGE, Departamento de Contas Nacionais (2007).

Com estes dados, nota-se a grande procura pela área de serviços e diferença comparada com as demais áreas responsáveis pela geração de empregos e desenvolvimento de produtos.

Fitzsimmons (2010) afirma ainda que em serviços deve-se fazer uma distinção entre insumos e recursos, para os serviços. Os insumos são os próprios consumidores, e os recursos são os bens facilitadores, a mão de obra dos funcionários e o capital sob o comando do gestor. Assim, para funcionar, o sistema de serviços deve interagir com os clientes no papel de participantes do processo de serviços. Como a chegada de clientes ocorre de acordo com a sua vontade e com demandas únicas, quanto ao sistema de serviços, combinar a capacidade do serviço com a demanda é um desafio.

Várias são as características relacionadas à prestação de serviço, dentre estas:

- ✓ Qualidade: cada processo de produção deve passar produtos com qualidade para a seguinte etapa, a qualidade deve ser assegurada ao longo de todo o processo, os

funcionários atuantes da área de serviços deve aprender que o valor de prestar serviços sem defeitos é bastante importante para que se evite o retrabalho. (LARRY, 2004);

- ✓ Flexibilidade: é minimizar os fatores de restrição na produção, ou seja, é ter a capacidade de obter os materiais rapidamente para que esse prazo não se estenda, devido às diversas demandas que forem surgindo. (RIANI, 2007);
- ✓ Relação com os fornecedores: manter um contato próximo com os fornecedores é importante, pois, assim pode-se assegurar um tempo de espera curto, e com isso, planos de entrega cada vez melhores.

3.1. Gestão da Manutenção

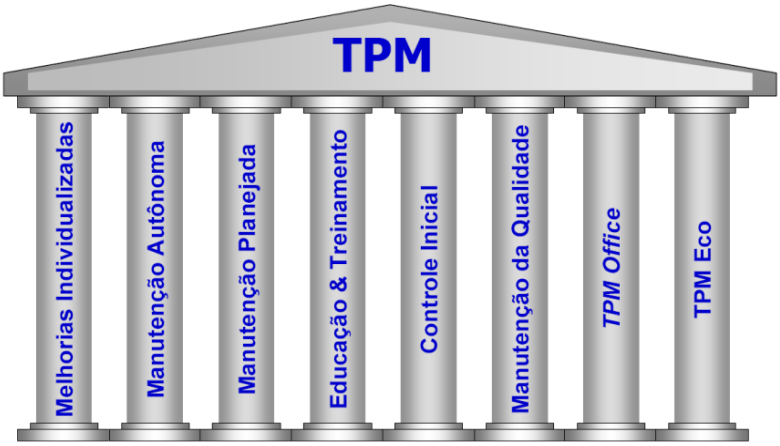
Durante a cadeia produtiva, outro fator que se destaca é a necessidade de gerenciar a manutenção de todos os equipamentos e máquinas envolvidos no processo, visando controle e acompanhamento, para que falhas e defeitos sejam evitados e não interrompam o funcionamento do processo produtivo.

O TPM[4] - *Total Productive Maintenance* - principal ferramenta de gerenciamento da manutenção, segundo Verri (2012, p.34) é aplicado em conjunto com as técnicas da qualidade total, aumentando a qualidade e a produtividade das indústrias. Este conceito assegura que a manutenção de todos os equipamentos seja feita de forma controlada e dentre seus objetivos, se destaca a ideia de zero defeitos, zero acidentes e zero quebras/falhas, resultando em aumento da produtividade, melhoria da qualidade e redução de custos.

Aplicando o conceito do TPM, foca-se então em oito pilares que resultam em uma melhor forma de trabalho e redução dos defeitos e falhas que podem ser encontrados. A figura 2 aponta estes pilares.

Figura 2 – Pilares do TPM

[4] TPM – Modelo de gestão que visa à eficiência máxima do sistema produtivo através da eliminação de perdas e do desenvolvimento do homem e sua relação com o equipamento.



Fonte: FERNANDES (2010)

De acordo com Verri (2012), a gestão de manutenção pode ser dividida em manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva e tem assumido papel estratégico nas organizações, atualmente.

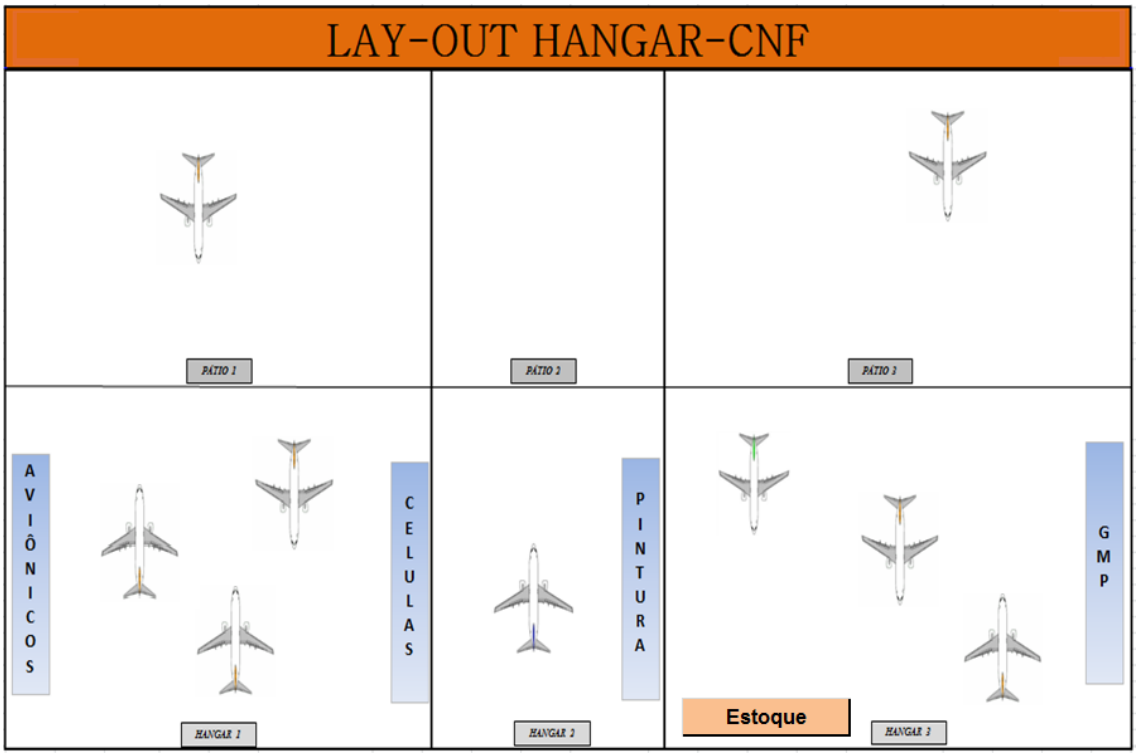
4. Levantamento de Dados

Nesta etapa, a pesquisa documental e observação direta foram cruciais para o desenvolvimento desta etapa. Observou-se que, o setor de manutenção preventiva era dividido em três seções de trabalho:

- ✓ GMP – Grupo Moto Propulsor - é a parte responsável por controlar e dar manutenção nos motores das aeronaves;
- ✓ Células - é considerada a parte designada para acompanhar e reparar toda a parte estrutural da aeronave;
- ✓ Aviônicos - destina-se a controlar todos os componentes eletroeletrônicos que integram as aeronaves.

Paralelamente a estas seções, também havia uma seção especifica de pintura e aparência aeronáutica, onde eram feitos todos os retoques de pintura, lavagem e limpeza das aeronaves. Para visualização do funcionamento deste método inicial de trabalho empregado no CMA, a figura 3 representa o layout das seções de trabalho.

Figura 3 – Layout Método de Trabalho 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2013)

5. Análise dos Dados

Após o levantamento de dados e entendimento do processo de manutenção, foram identificadas as perdas citadas pela filosofia *Lean Manufacturing*:

- ✓ Perda por Superprodução: durante o período de análise, esta perda não foi identificada;
- ✓ Perda por Espera: para liberação da aeronave, a fim de assumir voo em condições seguras, é necessário que todas as seções tenham finalizados os trabalhos, de forma sequencial. Verifica-se a perda por espera, quando se consegue finalizar todo o trabalho em uma seção de trabalho, mas a aeronave não pode assumir voo por depender da liberação de outra seção. Este atraso pode ser ainda maior quando alguma discrepância não programada é encontrada e necessita de atenção e reparos mais detalhados;
- ✓ Perda por Transporte: por possuir um grande espaço físico para atender todas as aeronaves que necessitam passar simultaneamente por manutenção, a companhia utiliza os três hangares de manutenção. Para estas manutenções é necessária à utilização de ferramentas básicas e materiais para substituição e reparo, assim torna-se

inevitável a solicitação de materiais na ferramentaria e estoque localizados em diferentes pontos nos hangares, à medida de sua necessidade.

- ✓ Perda por Processamento: a companhia não desenvolveu registros das instruções de trabalho e padronização dos serviços. Com isso, o conhecimento se tornou tácito, privilégio dos profissionais mais experientes, que estabeleciam uma relação de dependência com os demais colaboradores. A perda, neste caso, é justamente quando este profissional mais experiente não está disponível e a disseminação d conhecimento não acontece;

- ✓ *Perda por Estoque*: retrata a necessidade de reposição de um determinado material, e o mesmo não se encontra disponível. Neste caso, denomina-se que a aeronave está em processo de AOG - *aircraft on ground* ou como aeronave no chão;

- ✓ *Perda por Movimentação*: devido à falta de programação e planejamento de chegadas e saídas das aeronaves para manutenção, há problemas de movimentação interna. É comum a necessidade de interromper uma manutenção para movimentos de outras aeronaves dentro dos hangares.

- ✓ *Perda por Desperdício e Retrabalho:* alguns materiais utilizados em grandes quantidades, durante a manutenção, são retirados em pacotes fechados no estoque. Após o termino, os materiais que não foram utilizados são impossibilitados de voltar ao estoque para serem utilizados em outro *check* de manutenção, incidindo em risco de desperdício e perdas.

Após o mapeamento do processo, identificação das seis perdas, entrevista com o gestor da área, foi realizado um *benchmarking* externo na área de manutenção de uma empresa pioneira em táxi aéreo, situada em Belo Horizonte, Minas Gerais.

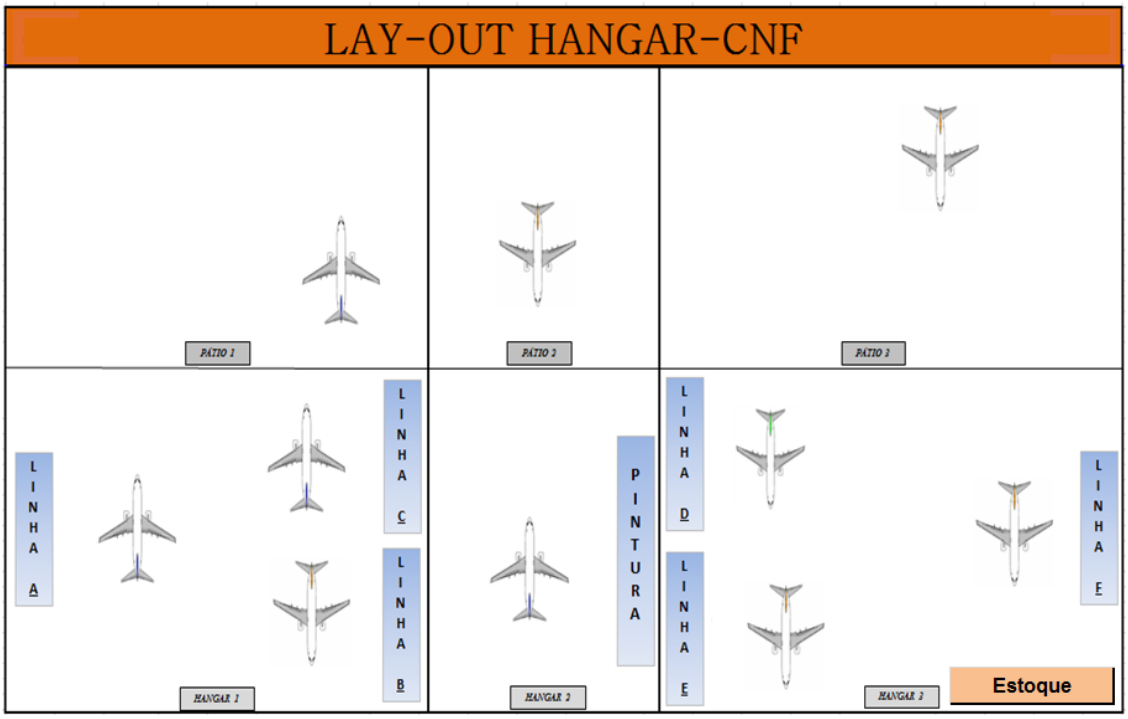
- De forma resumida, os principais pontos apurados foram: Necessidade de "*Job Rotation*" entre as linhas de manutenção, desenvolvendo treinamento para qualificação total dos colaboradores envolvidos. Para redução da perda por estoque, nota-se a necessidade de melhoria em controle de estoque e necessidade de sistemas e inventários que possam informar índices de estoque de segurança. Para redução das perdas por retrabalhos, identifica-se a necessidade de padronizar serviços como a

inspeção da manutenção realizada pelos mecânicos. Os inspetores que executam esta verificação podem então trabalhar com um *check list* e passar a acompanhar a manutenção durante toda a etapa e não somente verificar o resultado final. Assim, etapas não conformes ou falhas que forem identificadas podem ser corrigidas e solucionadas antes da etapa final de manutenção. Nesta verificação, os inspetores acompanham um passo a passo de atividade e premissas que devem ser seguidas para assim finalizar a manutenção de forma segura e produtiva.

6. Resultados

A princípio, foram propostas mudanças nos processos e na divisão da equipe do setor de manutenção, que refletiram num novo layout de operação, de acordo com a Fig.4:

Figura 4 – Layout Método de Trabalho 2



Fonte: Elaborado pelos autores (2013)

A partir daí, foi possível nova análise das seis perdas, que apontaram melhoria de desempenho da área:

- ✓ Perda por Espera: os serviços de GMP, células e aviônicos passaram a ser executados, simultaneamente;
- ✓ *Perda por Transporte:* implantaram-se pequenas estações de kanbans em cada linha de manutenção, fornecendo ferramentas básicas para o processo de manutenção, eliminando a necessidade movimentação até a ferramentaria. Agregou-se também um novo colaborador em cada linha de manutenção, denominado profissional de apoio, responsável por requisitar todos os materiais no estoque antes do início do processo.
- ✓ *Perda por Processamento*: a companhia normatizou instruções básicas de trabalho, focando o que é realmente importante no processo e treinamentos para padronizar os serviços de manutenções prestados.
- ✓ *Perda por Estoque*: a filosofia *Just in Time* foi implantada, visando um *lead time* mais preciso, com programação definida com três messes de antecedência;

- ✓ *Perda por Movimentação:* acompanhando a programação desenvolvida nesta nova fase, as aeronaves são alocadas em cada linha de manutenção de acordo com o tipo de serviço que será executado, sem impedir a movimentação de outras quando necessário. Assim, serviços que demandam menor tempo são alocados no hangar um e serviços que levarão maior tempo de parada são alocados no hangar três.
- ✓ *Perda por Desperdício e Retrabalho*: todos os materiais utilizados durante a manutenção foram fracionados e o controle do estoque passou a ser realizado de forma unitária evitando desperdício por sobra de materiais não utilizados.

7. Considerações Finais

A filosofia Lean vai muito além do complexo objetivo de reduzir desperdícios. Para efetivá-la, há de ter uma mudança cultural, que envolva concientização dos envolvidos, na busca por aquilo que realmente, agregue valor ao produto ou serviço.

É fato que os consumidores estão cada vez nais exigentes e buscam alto níveis de serviços e qualidade. E sendo assim, este comportamento obriga as cadeias de suprimentos a buscarem processos enxutos, seja seu comportamento responsivo ou eficiente, e que maximizem seu excedente, através do alinhamento estratégico.

A demanda por serviços aéreos tem crescido nos últimos anos no Brasil, devido à ascensão das classes C e D e pelas políticas *low cost* das companhias. Por isso, o esforço contínuo na melhoria das operações e na manutenção da vantagem competitiva.

Para a empresa em questão, uma das ações necessárias à implantação do *Lean Manufacturing* foi a disseminação do conhecimento técnico entre as equipes, fazendo com que houvesse uma junção de profissionais das três áreas envolvidas no processo de manutenção. Desta forma, foi possível ampla visão deste processo, podendo ampliar competências e experiências.

Além disso, através da alteração do layout, as aeronaves puderam passar pela manutenção, de forma simultânea, sem espera; o estoque de ferramentas foi descentralizado e seu controle fracionado, evitando a necessidade de maior movimentação dos profissionais e perdas do restante do lote; inciou-se a normatização de procedimentos, com o registro das

instruções de trabalho; buscou-se uma aproximação junto aos forncedores de peças, com intuito de implantar o *just in time*, através de uma programação trimestral, contribuindo para a maior integração da cadeia e redução da armazenagem; ajustou-se o fluxo das aeronaves dentro do hangar, evitando a parada da fila; e por fim, estabeceu-se um plano de treinamento, visando melhoria na qualificação dos profissionais.

A literatura que trata dessa abordagem para o setor de serviços ainda é escassa, se comparada àquela direcionada à produção industrial, o que torna o estudo ainda mais desafiador. A expressão "*Lean Service*" se consolida cada vez mais e toma personalidade própria.

Portanto, esta pesquisa assume um caráter preliminar e gera perspectivas de novos estudos, buscando a satisfação dos consumidores, que no caso, incide em segurança plena nos vôos.

8. Referências Bibliográficas

FERNADES, João Mario. **TPM Manutenção Produtiva Total**. Disponível em: http://www.pessoal.utfpr.edu.br/jmario/arquivos/TPM.pdf Acesso em: 13/11/13

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. **Administração de Serviços.** 6ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 583p.

IBGE. **Pesquisa Anual de Serviços**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/comercioeservico/pas/analisepas99.shtm Acesso em: 28 mar. 2014.

MANFREDINI, Marcel Fermo; SUSKI, Cássio Aurélio. **Aplicação do lean manufacturing para minimização de desperdícios gerados na produção.** Disponível em: http://antiga.ceplan.udesc.br/arquivos/observasc/APLICACAO_DO_LEAN_MANUFACTURING_PARA_MINIMIZACAO_DE_DESPERDICIOS_GERADOS_NA_PRODUCAO.pdf. Acesso em: 28 mar. 2014.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala. Porto Alegre**: Artes Médicas, 1997.

RIANI, Aline Mattos. **Estudo De Caso: O Lean Manufacturing Aplicado Na Becton Dickinson.** Disponível em: http://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_jan2007_alineriani.pdf. Acesso em: 28 Mar. 2014.

ROSA, Fabiana Pires *et al*. **Proposta de uma classificação de perdas para a construção civil.** Disponível em: http://congr_tgpe.pcc.usp.br/anais/Pg347a354.pdf. Acesso em: 28 mar. 2011.

SLACK, Nigel *et al*. **Administração da Produção.** 8ª Ed. São Paulo: Atlas S.A., 1999. 450-479 p.

VERRI, Luiz Alberto. **Manutenção Industrial**. Editora Qualimark, Rio de Janeiro. 2012. 128p.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T., 1998, **A Mentalidade Enxuta nas Empresas,** 4 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda.

Mapeamento de fluxo de valor na análise de desempenho de processo produtivo: aplicação em uma agroindústria

Léony Luis Lopes Negrão (UEPA) – leonynegrao@gmail.com

Kellen Cristina Marques da Silva (UEPA) – kellenmarquesds@gmail.com

Victor Yuji Ferreira Sakaguchi (UEPA) – eng.yuji@hotmail.com

Mariana Pereira Carneiro (UEPA) – mariana_karneiro@yahoo.com.br

Resumo: A ideia de otimização de processos produtivos tem estado nas discussões e estratégias delineadas para a manutenção da competitividade dos empreendimentos, e que a indústria por meio deste objetivo qualificador de desempenho possa alcançar diferencial no mercado. Este artigo tem como objetivo central, a exposição de uma análise do processo produtivo de uma agroindústria de beneficiamento de polpa de fruta, e mediante utilização de ferramentas e princípios da produção enxuta em especial o Mapeamento de Fluxo de Valor *(Value Stream Mapping*), o qual possibilitou a identificação das atividades que não agregam valor ao produto. O trabalho foi realizado por meio de visitas na empresa para o levantamento de dados e informações utilizando técnicas de entrevistas não estruturadas com o gerente da empresa, cronometragem e filmagem do processo produtivo, para o levantamento de parâmetros que viabilizasse a elaboração de mapas do estado atual e proposição de mapas do estado futuro do processo produtivo da referida agroindústria. Os resultados evidenciam eficácia do Mapeamento de Fluxo de Valor, mormente no que tange a clara exibição dos pontos a serem melhorados nas diversas etapas do processo produtivo. Conseguiu-se chegar a avanços significativos no processo e atenuar drasticamente os desperdícios no fluxo de matérias e pessoas interno a agroindústria analisada. Pode-se ultimar que a citada ferramenta mostrou-se extremamente válida quando se busca melhorias em cadeias produtivas sem recorrer a novas tecnologias ou gastos excessivos.

Palavras-Chave: Produção Enxuta; *Lean*; Mapeamento de Fluxo de Valor; Agroindústria; Polpa de Frutas.

Abstract: The idea of optimizing production processes has been outlined in the discussions and to maintain the competitiveness of enterprises, strategies and the industry through this qualifier can achieve performance goal differential in the market. This article has as its central objective, the exposure of an analysis of the production process of an agribusiness processing of fruit pulp, and by using the principles and tools of lean production in particular Value Stream Mapping (Value Stream Mapping) which enabled the identification of activities that do not add value to the product. The study was conducted through visits to the company's data collection and technical information using unstructured interviews with the manager of the company, timing and filming of the production process, to survey parameters that make feasible the mapping of the current state and proposition maps the future state of the production process of that agribusiness. The results show the effectiveness of Value Stream Mapping, especially concerning the clear view of the points to be improved in various stages of prodution. Gotta get to significant advances in process and dramatically lessen the waste stream materials and internal people agribusiness analyzed. You can finalize the aforementioned tool proved to be extremely valuable when seeking improvements in supply chains without resorting to new technologies or overspending.

Keywords: **Lean Production, Lean, Value Stream Mapping, Agribusiness, Fruit Pulp**.

1. Introdução

Um dos maiores desafios organizacionais ao longo do tempo, sempre foi conseguir produzir cada vez mais com a mesma capacidade produtiva e com uma qualidade superior. Esta busca contínua

pelo aperfeiçoamento ininterrupto tem forçado as organizações a focalizarem nas atividades de processos produtivos que verdadeiramente agregam valor aos produtos.

O que não é diferente para o ambiente dos empreendimentos pertencentes aos sistemas agroindustriais, em especial para o objeto de análise deste trabalho, uma agroindústria de processamento de polpas de frutas de médio a grande porte sediada em um município do interior do Estado do Pará, distante a 208 km da capital paraense.

No inicio de 2002 a fábrica foi expandida, para o acréscimo de novos produtos ao portfólio, compreendendo até frutas de outras regiões. A nova unidade fabril teve então capacidade para beneficiar 5 mil toneladas de frutas anualmente. A agroindústria adquire toda a produção de frutas da região do Vale do Acará, auferindo matéria-prima de cerca de 2,5 mil agricultores locais.

Segundo o gerente industrial, há atualmente cerca de 100 funcionários na fábrica, e são processadas polpas de açaí, maracujá, cupuaçu, acerola, graviola, muruci, taperebá e abacaxi. As polpas são comercializadas congeladas e pasteurizadas em pacotes de 100g, 1Kg e em tambores de 190L. Os maiores consumidores são os estados do Pará e Amapá e em termos de exportação o maior consumidor é o Japão.

No tocante a programação diária, o departamento de controle da produção faz o planejamento e o transmite para o gerente de produção. Esse planejamento e programação têm como base as informações as vendas históricas do último ano e as oscilações nos estoques no mesmo período. Em seguida o gerente de produção libera as ordens de fabricação para os supervisores de todos os departamentos.

Destarte, essas atividades de planejamento, programação e controle da produção perfazem um conjunto de ações e decisões concernente ao gerenciamento da produção. E no que tange ao gerenciamento de sistemas agroindustriais, o desafio está resumido na busca das condições para atingir patamares aceitáveis de eficácia e eficiência deste sistema, vide figura 1.1, em um contexto mais amplo que envolve aspectos legais, sociais, culturais, tecnológicos e econômicos.

O mesmo autor continua explicando que as especificidades dos sistemas agroindustriais, no tocante ao gerenciamento de processos, são destacadas pela sazonalidade, perecibilidade e qualidade da matéria prima e do produto final. O que deve ser considerado como restrições iniciais da gestão agroindustrial para alcançar os padrões de eficácia e eficiência.

Outrossim, como forma de resolver problemas de coordenação da cadeia de produção e de baixa competitividade, surgiram novas formas de gestão da produção, como o Sistema Toyota de Produção –

TPS (*Toyota Production System),* desenvolvido na *Toyota Motor Company*, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, por Taiichi Ohno (OHNO,1997).

Figura 1.1 – Gestão Agroindustrial

Fonte: Batalha (2009).

O Sistema Toyota de Produção busca especificar valor, alinhando adequadamente as atividades que criam valor e se apresentam eficazmente durante as realizações. Ou seja, busca eliminar tudo o que não agrega valor ao produto, o que é chamado de perdas, tendo como referência os clientes (LIKER, 2005; LIKER, MEIER, 2007; ROTHER & SHOOK, 2003; WOMACK ET AL, 1992).

A constante minimização ou eliminação destas perdas resulta em grandes reduções de *lead time* (tempo de processamento de um pedido) e despesas operacionais, tornando os processos produtivos mais enxutos e flexíveis, e, em consequência, a empresa mais competitiva na economia global. Vale salientar que para uma empresa ser competitiva, a utilização de uma produção enxuta não é necessariamente suficiente, ela deve ter um pensamento enxuto em todas as suas atividades.

Para minimizar os desperdícios de produção, seus efeitos, e prosseguir com a busca contínua de "zero defeitos, tempo de preparação zero, estoque zero, movimentação zero, quebra zero, *lead time* zero e lote unitário", a Produção Enxuta lança mão de algumas técnicas e ferramentas como o *Layout* Celular, o *Kanban*, o Mapeamento do Fluxo de Valor, etc.

O Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*), em particular, é uma ferramenta bastante interessante e objetiva para as organizações. Introduzida por Mike Rother e John Shook (ROTHER & SHOOK, 2003), é um método de modelagem de empresas onde são mapeados os fluxos de todos os materiais, e de informações dos processos.

Diante do exporto o artigo tem como objetivo mapear o processo produtivo de beneficiamento de polpas de frutas de uma agroindústria, por meio da metodologia do VSM, identificando as atividades que não agregam valor ao produto durante o processamento, tendo os resultados como subsídio de apoio às tomadas de decisão quanto às melhorias a serem implementadas nesse processo.

2. *Lean Production*

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi criado nos anos 50 pela *Toyota Motor Corporation*. A Toyota encontrava-se inserida no cenário japonês subsequente à Segunda Guerra Mundial, em que a economia fora devastada pela guerra e o mercado interno era muito restrito. Ademais, a empresa possuía recurso e capital escasso, e as demandas dos consumidores eram baixas demais para justificar cada linha de montagem completamente dedicada a um único modelo. Assim, para se tornar competitiva, a empresa precisaria produzir pequenos volumes de distintos modelos, empregando a mesma linha de montagem, com alta qualidade e recursos limitados, de forma a eliminar os desperdícios e otimizar todos os processos de produção que estivessem interligados. Foi nesse contexto que a empresa criou o STP e se tornou o que é hoje, uma das maiores companhias automobilísticas do mundo (LIKER, 2005; LIKER E MEIER, 2007; WOMACK ET AL., 1992).

Os dois pilares que suportam este sistema são o *Just in time* (JIT) e a Autonomação ("*Jidoka*"), complementados por outros componentes essenciais, e a base de sedimentação do mesmo, considerada como principal paradigma do sistema (LIKER, 2005).

O sistema é representado por uma casa, pois ela é um sistema estrutural. Este sistema só é forte se todas as suas vinculações, telhado, bases e pilares são fortes. O telhado representa as metas que devem ser adotadas, maior qualidade, menor custo e *lead time*.

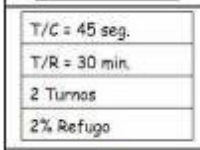
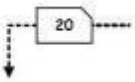
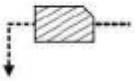
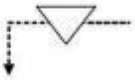
2.1. Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM)

Rother e Shook, (2003) conceituam o Mapeamento do Fluxo de Valor, como um processo de identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente a um produto ou família de produtos. É uma ferramenta desenvolvida e difundida mundialmente pelos próprios autores.

Para a elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor, Rother e Shook (2003) desenvolveram um manual prático para uso empresarial que estabelece uma sequência lógica de etapas.

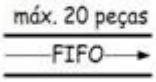
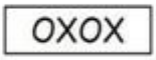
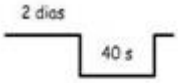
Concernente à simbologia empregada é importante ressaltar que nada impede de que outros símbolos sejam criados na ocasião do mapeamento, mas o importante é que todos os envolvidos no projeto possam compreendê-los. Alguns dos ícones associados a essa ferramenta estão representados nos quadros 2.1 e 2.2.

Quadro 2.1 – Ícones de materiais e de informação.

Ícones do Fluxo de Materiais			Ícones do Fluxo de Informação		
Símbolo	Nome	Função	Símbolo	Nome	Função
	Processo	Demonstrar os processos existentes.		Fluxo de informação manual	Indicar o fluxo de informação manual.
	Fontes externas	Representar clientes e fornecedores.		Fluxo de informação eletrônica	Indicar o fluxo de informação eletrônica.
	Caixa de dados	Registrar os dados de um processo.		Informação	Descrever um fluxo de informação.
	Estoque	Demonstrar a quantidade e o tempo de cobertura de estoque.		Kanban de produção	Dar permissão a um processo de quanto e o que produzir.
	Entregas	Indicar a frequência das entregas.		Kanban de retirada	Dar permissão de quanto e o que pode ser retirado.
	Movimento de material empurrado	Representar o movimento de materiais na produção empurrada.		Kanban de sinalização	Indicar quando o ponto de reposição é alcançado em kanbans por lote.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Quadro 2.2 – Ícones de materiais e de informação

	Movimento de produtos acabados e de matéria-prima	Representar o movimento de materiais do fornecedor ou para o cliente.		Bola para puxada sequenciada	Dar permissão para produzir uma quantidade de tipos pré-determinados (sistema sem supermercados).
	Supermercado	Representar um estoque controlado de peças usado para puxar a produção.		Posto de kanban	Representar o local onde o kanban é coletado e mantido para transferência.
	Retirada	Indicar materiais sendo puxados, geralmente de um supermercado.		Kanban em lotes	Representar o kanban chegando em lotes.
	Fluxo sequencial (primeiro a entrar, primeiro a sair)	Representar a transferência sequencial de quantidades controladas.		Nivelamento de carga	Identificar o procedimento para nivelar o *mix* e o volume de kanbans (*heijunka*).
	Linha do tempo	Registrar o *lead time* de produção e os tempos de processamento.		Verificar (programação "vá ver")	Indicar a necessidade de verificar os níveis de estoque para ajustar a programação.
	Paradas no Processo	Demonstra a quantidade e o tempo de paradas.		Linha de Simultaneidade	Representar as atividades que estão sendo realizadas em simultaneidade.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

3. Procedimentos Metodológicos

Segundo Silva e Menezes (2005), toda pesquisa deve ser classificada de acordo com alguns critérios, tais como: natureza da pesquisa, objetivos, forma de abordagem do problema e procedimentos técnicos.

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, este estudo se insere como pesquisa aplicada, pois é uma aplicação prática para solução de um problema específico.

Com relação a abordagem do problema de pesquisa, na visão de Miguel et al.,(2010) e Marconi e Lakatos (2007), na abordagem quantitativa, o pesquisador deve capturar as evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis, bem como, pouco interfere nas

variáveis de pesquisa. Todavia na abordagem qualitativa o ambiente de pesquisa é o próprio ambiente dos indivíduos. Dessa forma, a realidade subjetiva dos envolvidos é fundamental.

Rother e Sook (2003), afirmam que o VSM, é uma ferramenta importante exatamente por descrever como a empresa deve operar para ter um fluxo de processo enxuto (análise qualitativa) para alcançar os números/metas esperados (analise quantitativa), assim evidencia-se que a forma de abordagem do problema se classifica combinada ou mista.

A partir das definições citadas a pesquisa se classifica com o princípio exploratório, o que propiciou maior familiaridade com o problema, tornando-o explicito. Ademais foi aplicado o modelo de produção enxuta, baseado nos princípios do Sistema Toyota de Produção, empregando como principal ferramenta o Mapeamento do Fluxo de Valor em uma agroindústria de polpas de fruta.

Destarte, a coleta de dados ocorreu por meio de pesquisa documental referente ao assunto; observação *in loco* dos aspectos produtivos: *layout*, movimentação, armazenamento, tempos de processo, e da medição dos ciclos, empregados por meio de cronômetro digital. Para auxilio e uniformização dos dados durante a coleta, aplicou-se um *check-list* para registro de variáveis, e utilização de planilha eletrônica para registro e tratamento dos dados para definição dos Mapas do Estado Atual do objeto de pesquisa e análise dos parâmetros.

4. Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor

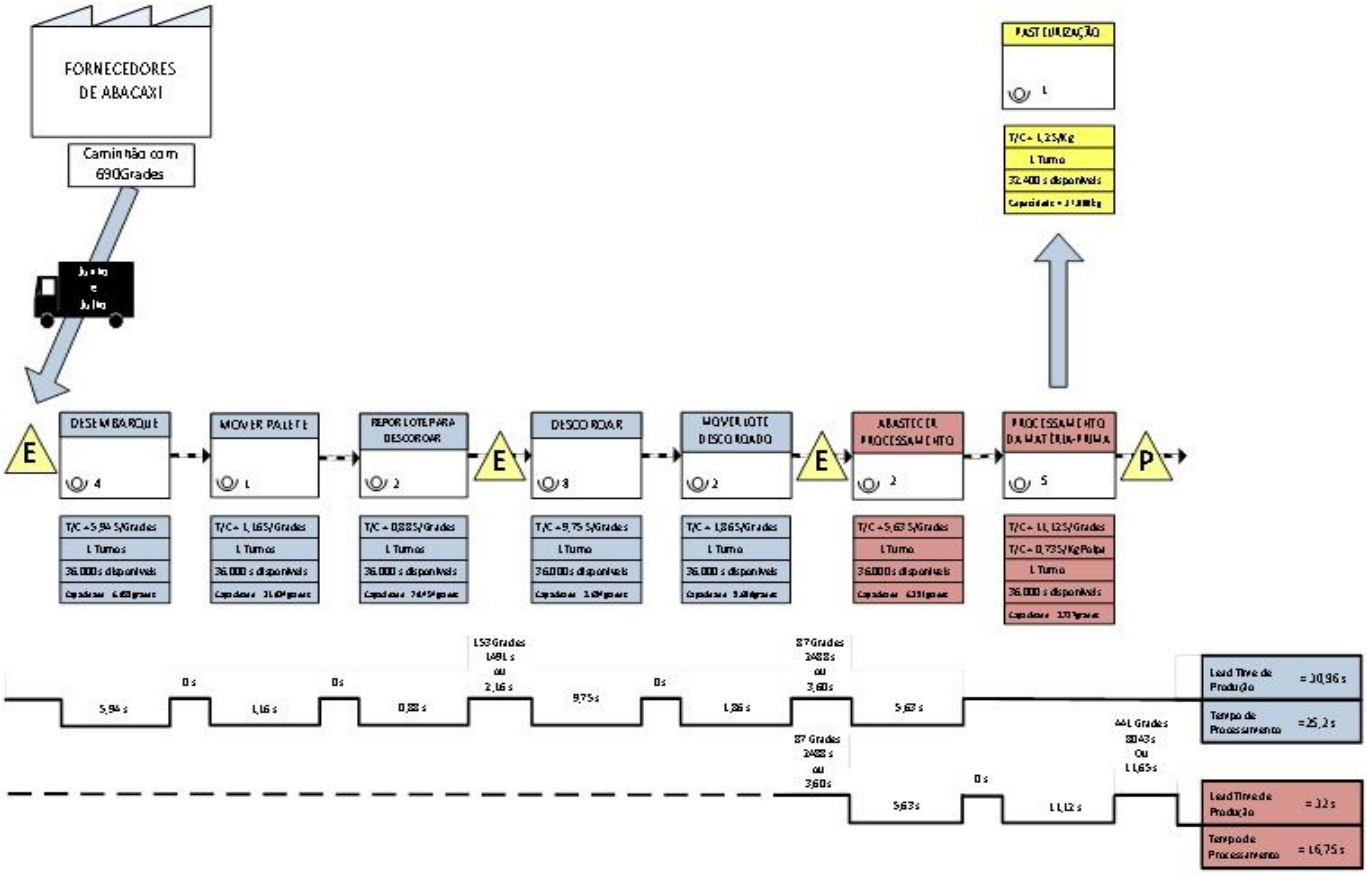
O estudo foi realizado em uma agroindústria de polpa de frutas localizada na Região Nordeste do Estado do Pará, que apresenta expertise na produção de polpas congeladas e pasteurizadas com atuação no mercado local, nacional e internacional, e que representa um importante agente econômico para o município e para o Estado.

Entre os produtos fabricados pela agroindústria, já apresentados no capítulo 1, o estudo focou no processo da polpa de abacaxi, visto que esta matéria prima estava disponível no período de realização do trabalho *in loco*. Não obstante, o processo de produção é o mesmo para todas as matérias primas, com exceção da polpa de açaí, o que se considerou para o processamento do abacaxi, poderá ser perfeitamente aplicado ao beneficiamento de outras frutas. A elaboração dos Mapas do Estado Atual do processo produtivo compreendeu cada etapa do processo produtivo.

4.1. Desembarque da Matéria-Prima e Processamento

O desembarque e processamento da matéria prima possui um tempo total de processamento de 25,2s e 16,75s, respectivamente, para cada grade de fruta *in natura* que percorre os postos de trabalho. Vide figura 4.1, o mapa do estado atual desta etapa estudada.

Figura 4.1 – Mapa do estado atual do Desembarque e Processamento da Matéria-Prima



Fonte: Autores (2013)

Avaliando-se o fluxo de materiais é possível ver que não há um fluxo contínuo entre as estações de trabalho. Há estoques entre muitas fases do processo, decorrentes de estações como descoroamento e abastecimento da linha de produção.

No tocante ao tamanho de tais estoques, chega-se a quantificação que equivale a um tempo de 5,76s referente ao Desembarque, e 11,65s, considerando a inclusão de paradas para cada grade de fruta. O percentual do tempo disponível que é realmente utilizado para agregação de valor ao produto – taxa de agregação de valor (tempo de processamento dividido pelo *lead time*) – é de 81,4% para o Desembarque e 52,34% para o Processamento.

Pode-se identificar que o processamento remete 1kg de polpa a cada 0,73s para um tanque de recepção com capacidade de 1000 litros, e a pasteurização, etapa subsequente, absorve 1kg de polpa a cada 1,2s. Essa diferença de tempo acarreta paradas significativas,

uma vez que a etapa de processamento permanece ociosa até que o tanque esvazie. É importante mencionar que a porcentagem da transformação da fruta *in natura* para a polpa é de 61,64%.

4.2. Pasteurização e Envase 1kg e 100g

Para esta seção o Mapa de Fluxo de Valor ostenta um tempo de processamento de 1,2s para cada quilo de polpa processada. É importante notar que existem paradas de 0,11s/kg que ocorrem em virtude da capacidade do envase ser inferior a velocidade de armazenamento do tanque abastecido pela pasteurização. Também, existe estoque em processo correspondente a 0,89s/kg, tempo esse necessário para o esvaziamento do tanque de armazenamento.

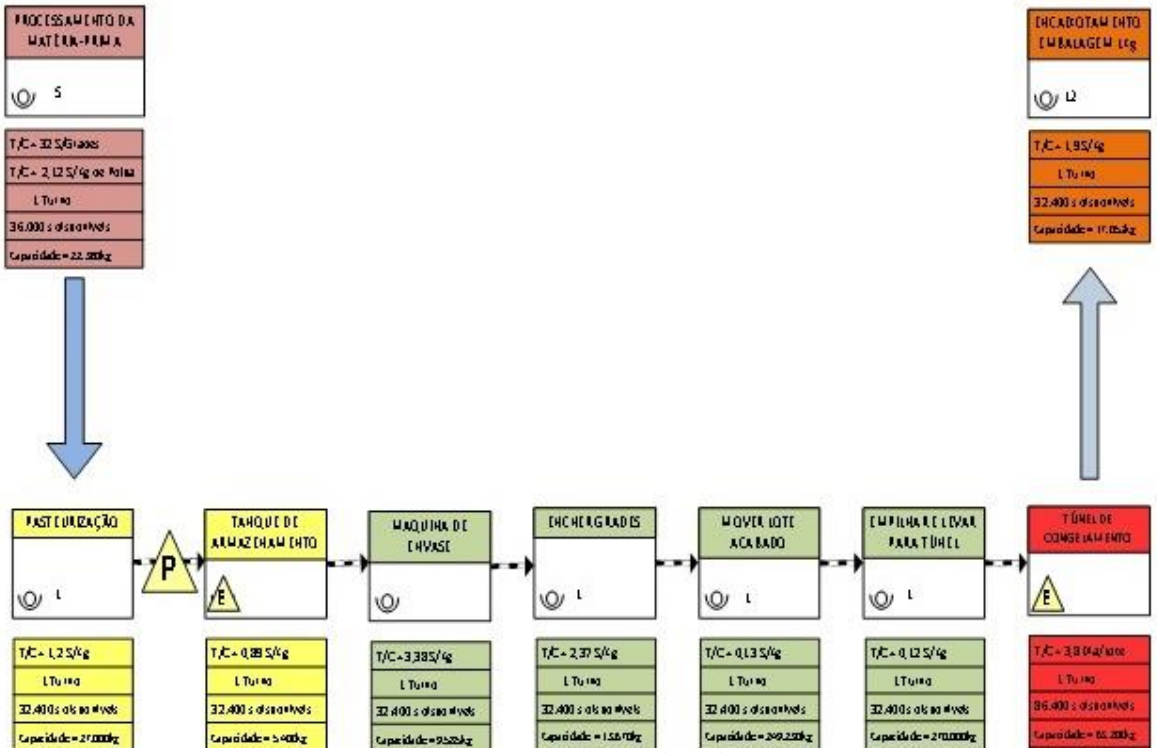
O envase de 1kg e de 100g inicia-se em média cerca de 30 minutos após a pasteurização. Nesta seção, para 1kg, o *lead time* e o tempo de processamento exibem os mesmos valores, uma vez que estão atrelados ao tempo das máquinas, determinado em 3,63s/kg, assim sendo não apresentam estoque em processo. Entretanto, devido suas peculiaridades, as polpas de 100g, como ilustrado no mapa atual, expõe um tempo de processamento maior, no valor de 5,15s/kg. A taxa de agregação é de 54,54% para a pasteurização, 100% para envase de1kg e para o envase de100g.

As figuras 4.2 e 4.3 representam o Mapa do Estado Atual das etapas de pasteurização e envase de produtos de 1kg e produtos de 100g, respectivamente.

4.3. Encaixotamento de 1kg e 100g

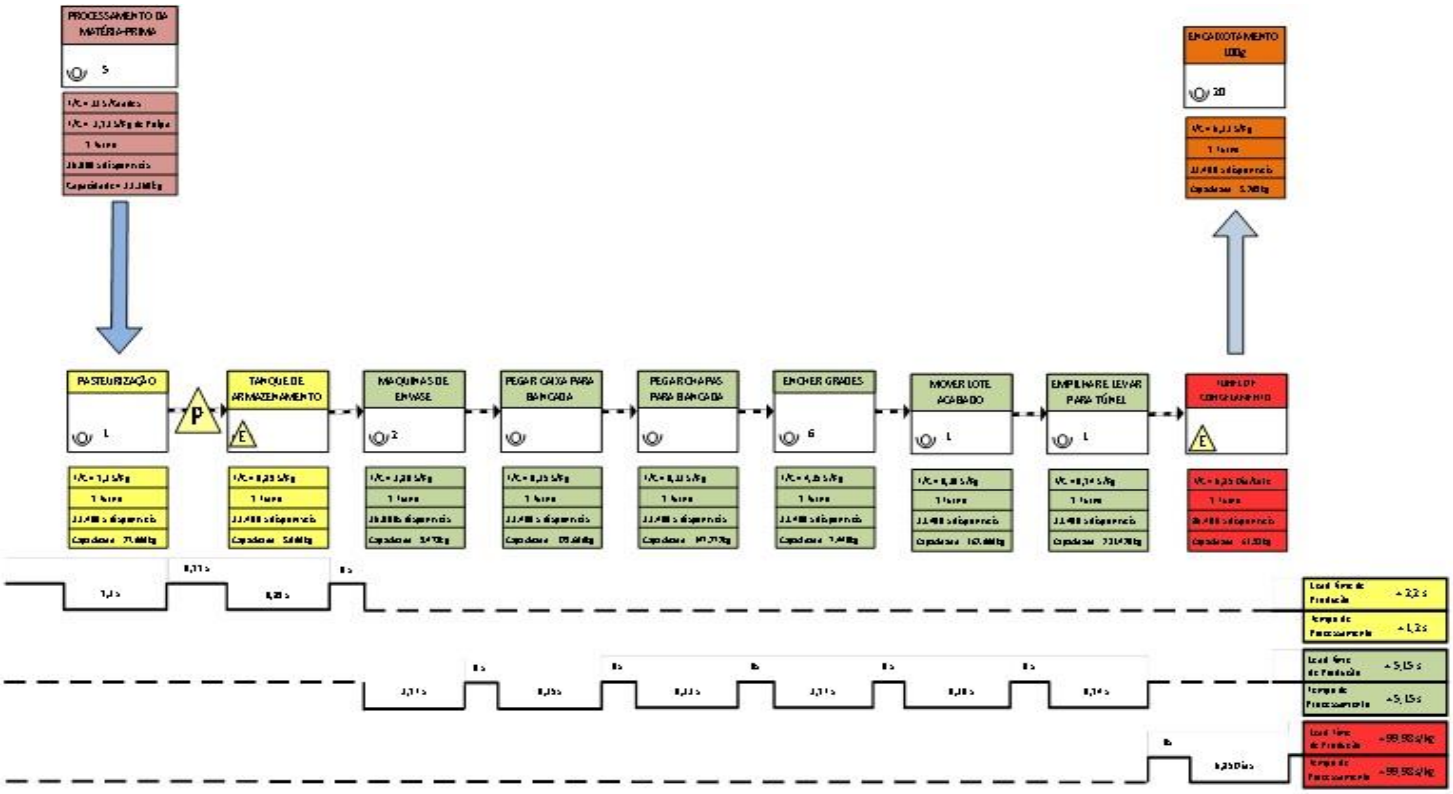
Esta etapa é considerada pelo gerente de produção como o gargalo da Agroindústria, mormente porque a execução do trabalho depende da habilidade e do ritmo dos operadores. Os parâmetros desta etapa contempla um tempo de *setup* de 0,44s/kg, em média 12 colaboradores para encaixotar os produtos de 1kg, e 20 para proceder com as mesmas atividades para as polpas de 100g. Ressalva-se que tais atividades não ocorrem simultaneamente, e que não existe controle das horas e dos dias de encaixotamento dos diferentes tamanhos (1kg e 100g).

Figura 4.2 – Mapa do estado atual da Pasteurização, Envase de embalagem 1Kg e Túnel de Congelamento



Fonte - Autores (2013)

Figura 4.3 – Mapa do estado atual da Pasteurização, Envase de embalagem 100g e Túnel de Congelamento



Fonte - Autores (2013)

4.3. Encaixotamento de 1kg e 100g

Esta etapa é considerada pelo gerente de produção como o gargalo da Agroindústria, mormente porque a execução do trabalho depende da habilidade e do ritmo dos operadores. Os parâmetros desta etapa contempla um tempo de *setup* de 0,44s/kg, em média 12 colaboradores para encaixotar os produtos de 1kg, e 20 para proceder com as mesmas atividades para as polpas de 100g. Ressalva-se que tais atividades não ocorrem simultaneamente, e que não existe controle das horas e dos dias de encaixotamento dos diferentes tamanhos (1kg e 100g).

O tempo de Processamento para o encaixotamento de 1kg é de 1,9s/kg. Contudo para 100g esse tempo cresce consideravelmente, passando para 6,22s/kg em virtude de mais atividades serem necessárias para efetivação desta etapa.

No que se refere aos gargalos visualizados, pode-se afirmar que a atividade de embalar

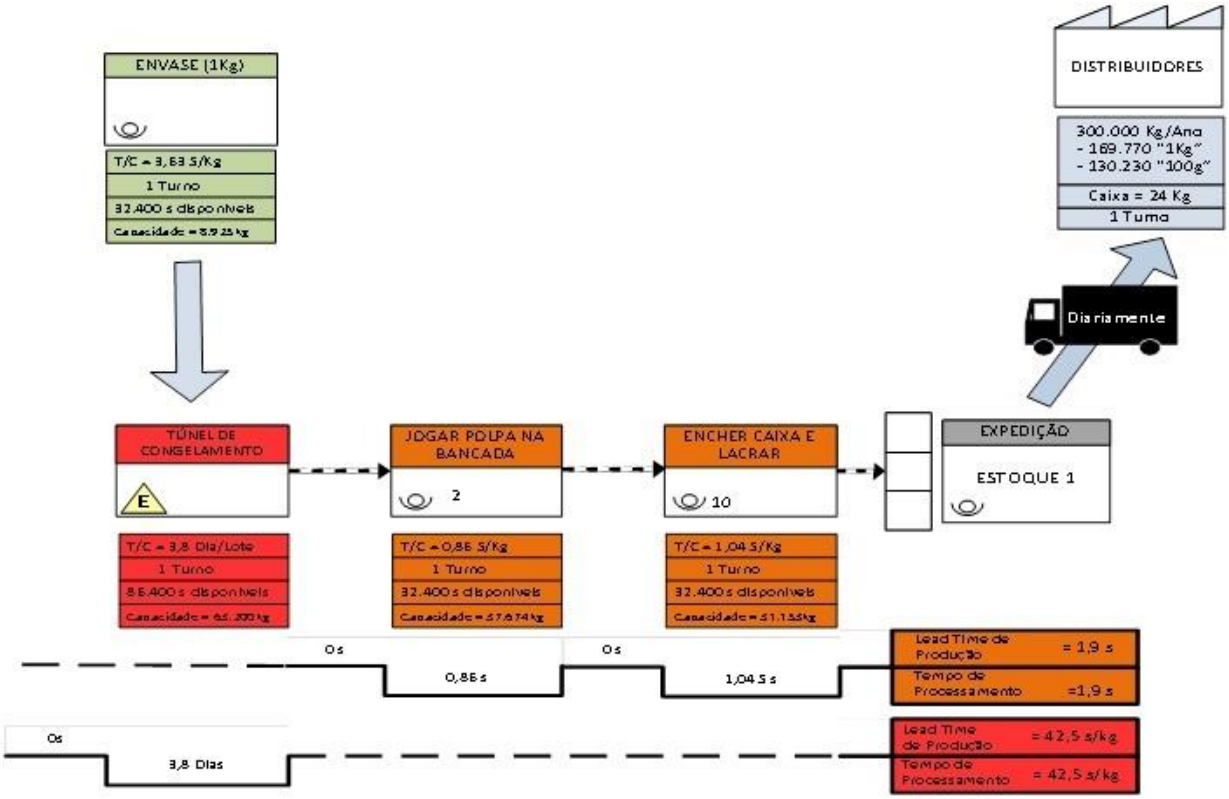
polpas de 100g é realizada por muitos operadores, derivando estoques em espera, com quantidades discrepantes do ritmo de abastecimento da máquina seladora, o que vem sendo desencadeado por uma produção empurrada desde o inicio do processo.

Outro fator que dificulta o fluxo de materiais é o *layout* inadequado do setor. As distâncias entre as estações geram atividades e movimentação desnecessária, implicando diretamente no aumento do *lead time*. As atividades e os movimentos são repetitivos, e são realizados em pé durante todo o turno de trabalho, causando cansaço físico e fadiga, bem como não há estímulos para aumento na produção, isso reflete de forma significativa na produtividade dos colaboradores.

Outrossim, as descrições supracitadas podem ser averiguadas pelos Mapas do Estado Atual das figura 4.4 e 4.5 que representam o encaixotamento dos produtos de 1kg e de 100g, respectivamente.

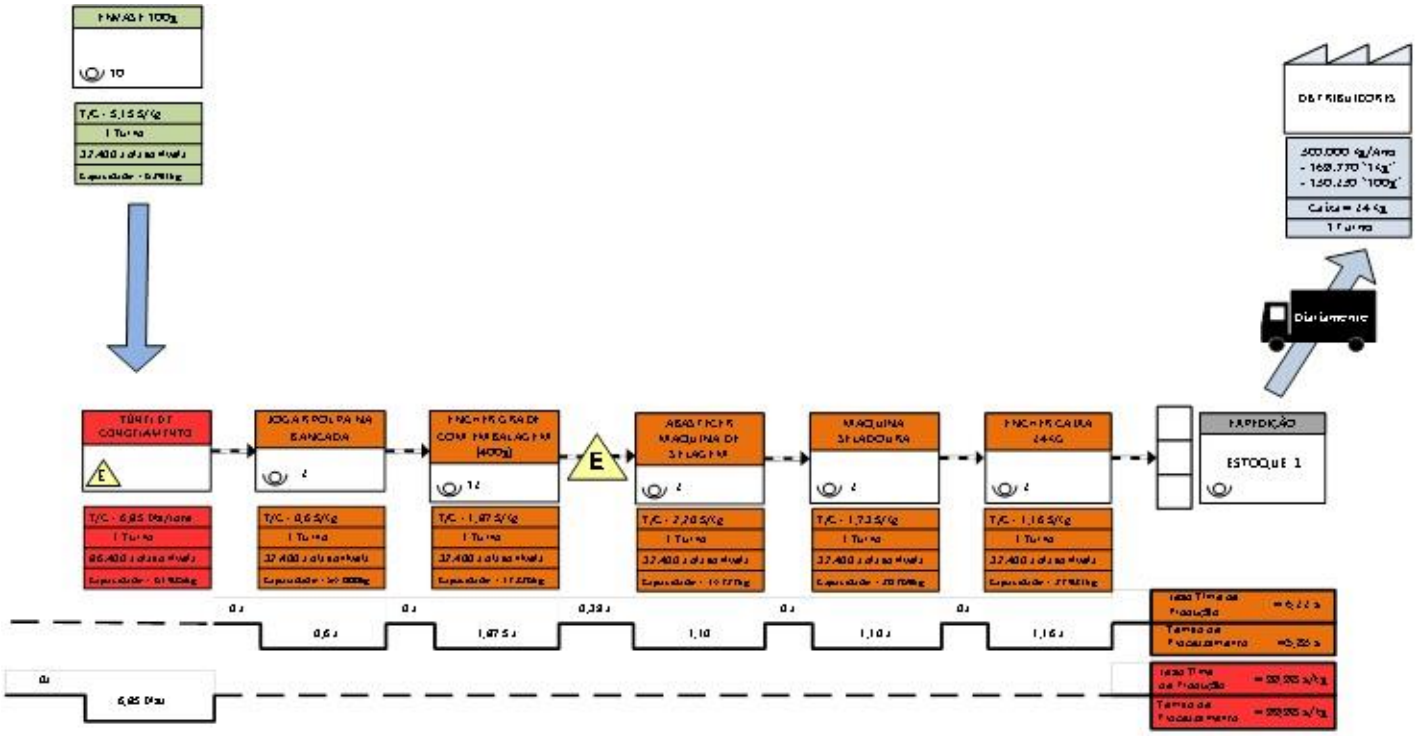
Figura 4.4 – Mapa do estado atual do Encaixotamento

1kg



Fonte - Autores (2013)

Figura 4.5 – Mapa do estado atual do Encaixotamento 100g



Fonte - Autores (2013)

5. Conclusão

Como ferramenta de geração de informações de gestão da manufatura no diagnóstico de processos produtivos e proposição para melhorar o desempenho do mesmo na busca por maior competitividade dos empreendimentos, o Mapeamento de Fluxo de Valor auxilia na identificação e eliminação de desperdícios (*muda*) no fluxo de produção e possibilita a obtenção de resultados satisfatórios e de patamares de eficácia e eficiência nos processos, almejados pelos sistemas agroindustriais.

Enfatizou-se que o Mapeamento do Fluxo de Valor favorece a redução do *lead time* e do tempo de processamento, e consequentemente o aumento da produtividade pela adoção de ferramentas essenciais, tais como *kanban*, fluxo contínuo, nivelamento da produção, *layout* celular, autonomia para interromper o processo, agrupados com os programas de apoio a produção e que sustentam e embasam o pensamento enxuto.

Assim conclui-se que a contribuição do pensamento enxuto com o uso da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, para determinação e avaliação do *lead time* e do tempo de processamento, mostrou-se efetiva quando evidencia a baixa agregação de valor do produto em algumas etapas do processo tais quais: o desembarque da matéria prima, processamento da matéria prima, e a pasteurização.

A obtenção dos resultados gerados pela ferramenta possibilitou a identificação dos gargalos e das perdas existentes, direcionando melhorias no fluxo, aumentando a capacidade produtiva e propondo formas de intervenção que efetivamente contribuirão para um salto no desempenho da empresa.

Conforme o estado da arte desenvolvida e os resultados alcançados com a realização deste trabalho, sugere-se a continuidade do mesmo por meio de alguns estudos futuros tais quais: (a) propõe-se estender este estudo para outras famílias de produtos, aumentando os ganhos no processo produtivo e implementando o fluxo contínuo como um todo, para todos os produtos produzidos pela empresa; e (b) a elaboração de uma análise de viabilidade econômico-financeira, para analisar as perspectivas de desempenho financeiro proporcionada pelo projeto de melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

BATALHA, Mário Otávio (Coord.). **Gestão Agroindustrial:** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CANTIDIO, S. **Mapeamento do Fluxo de Valor:** um estudo de caso em uma empresa de embalagens. Disponível em: <http://sandrocan.wordpress.com/2009/09/08/mapeamento-do-fluxo-de-valor-um-estudo-de-caso-em-uma-empresa-de-embalagens/>. Acesso em: 22 abr. 2012.

CAVALCANTE, R. T. **MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR:** propostas de melhorias em uma empresa de cerâmica vermelha. 85 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade da Amazônia, Belém, 2011

LIKER, J. K.**O Modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J.K., MEIER, D. O Modelo Toyota: Manual de Aplicação, Bookman, São Paulo, SP 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção:** Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RENTES, A.R. **Transmeth** – Proposta de uma Metodologia para a Condução de Processos de Transformação de Empresas. 2000.Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2003.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero:** O sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Implementação do método Kanban em célula de montagem dos componentes plásticos para linha de implementos agrícolas

Eng. Sirnei César Kach (UFSM - RS) – sirneikach@hotmail.com

Adm. Reinaldo Oliveira (Centro Paula Souza - SP) – rjo.oliveira@yahoo.com.br

Prof. Msc. Lidiane Ribeiro da Veiga, Msc (FEMA - RS) – lidiane@fema.com.br

Eliana Santos de Oliveira (Centro Paula Souza – SP) - santos.elianasantos@gmail.com

Prof. Dr. Antonio César Galhardi (Centro Paula Souza – SP) - prof.galhardi@fatecjd.edu.br

Resumo: O sistema Lean de produção exige que sejam observados princípios para a implementação de metodologia para a otimização de resultados. A partir destes princípios percebe-se a necessidade de eliminar desperdícios, reduzir custos, melhorar a qualidade e a produtividade de forma contínua. Para o seu desenvolvimento são necessárias ferramentas e técnicas, além de recursos humanos que serão os agentes de mudança no processo de melhoria contínua. Este estudo tem o objetivo de propor a implementação do método kanban na linha de produção de itens rotomoldados. A metodologia utilizada é a pesquisa bibliográfica, em que se pesquisou autores que tratam do sistema lean e ferramentas utilizadas pelo mesmo, e um estudo de caso em uma empresa do setor de produtos agricolas. A aplicação de um sistema otimizado deu-se pela implementação do 5 S, base inicial dos trabalhos, em que se organizou e descartou o que não possui mais utilidade, para melhorar a distribuição de materiais e elementos da linha e ou células de montagem. Posteriormente, o trabalho foi centralizado na alteração do layout no chão da fábrica e no fluxo da movimentação de componentes e produtos semi elaborados. Por último, foi realizada a implementação do Kanban para a linha de produção, reduzindo estoques no almoxarifado e movimentação de pessoas e materiais, no início e durante a produção. Conclui-se assim que, com a implementação das ferramentas citadas, houve evolução no desempenho e na eficácia dos trabalhos da empresa, no se refere a logística quanto a disponibilidade de suprimentos à linha de produção.

Palavras-chave: sistema lean, ferramentas, desempenho e eficácia.

Abstract: Lean production system requires principles for the implementation of a methodology for the optimization of results are observed. From these principles we perceive the need to eliminate waste , reduce costs, improve quality and productivity continuously. For its development tools and techniques are required in addition to human resources that will be agents of change in the continuous improvement process. This study aims to propose the implementation of kanban method in the production of rotomolded items online . The methodology used is the literature research, which surveyed authors dealing with the lean system and tools used for the same , and a case study in a company in the agricultural products sector. The application of an optimized system was due to the implementation of 5S , initial basis for the work , which was organized and ruled that no longer has utility for improving the distribution of materials and elements of the line and or assembly cells . Subsequently , the work was centered on changing the layout on the factory floor and in the flow of movement of components and semi prepared . Finally , the implementation of Kanban was performed for the production line , reducing inventory in the warehouse and movement of people and materials at the beginning and during production . It follows therefore that , with the implementation of the tools mentioned , there was an increase in the performance and effectiveness of the work of the company in regard to logistics as the availability of supplies to the production line.

.

Keywords : lean systems , tools , performance and effectiveness .

1. Introdução

A competitividade do mercado exige que as indústrias e demais segmentos produtivos se adaptem a sistema enxutos de produção, para que com isso destaquem-se no mercado, com preços menores e perdas reduzidas, tornando-as mais competitivas. Com o passar dos anos a produção foi sofrendo transformações, que aos poucos foram condicionando as empresas ao sistema competitivo, sendo que estão inseridas em um mercado exigente e taxativo quando da análise de seus resultados. A medida em que a oferta de produtos foi tornando-se maior que a procura, houve a necessidade de se flexibilizar e aumentar a introdução de novos produtos e modelos, tanto em entrega como em qualidade. Além de realizar frequentes alterações nos produtos, para suprir às novas necessidades, criando novos modelos de produção e possibilidades de atendimento as necessidades mais variadas que existirem.

Outro fator que vem colaborando com o atual contexto vivido pelas empresas é a redução constante dos preços de venda praticados pelo mercado, seja pela oferta ou por conta da evolução de produtos mais baratos e de resultados eficazes, tanto para a redução de custos como para agilizar os processos, para assim conseguir disponibilizar os produtos de forma rápida e com preço acessível.

Esta nova conduta do mercado força as empresas a produzirem da maneira mais eficiente possível, sendo a utilização de um sistema de produção, como o *Lean manufacturing*, condição indispensável para que as organizações possam competir em igualdade ou de forma mais avançada em condições em relação aos seus concorrentes.

A intenção do sistema Lean de produção é produzir cada vez mais com menos, ou seja, reduzir custos de mão de obra com sistema organizados e redução do consumo de matéria-prima ou o melhor aproveitamento daquilo que é adquirido para fabricação dos produtos. Uma otimização das linhas de produção e a busca de resultados são fatores necessários para o desempenho ótimo da organização.

O sistema Lean de produção para desenvolver um resultado que represente ganho, precisa de uma base de preparação para posterior implementação, ou seja, não vem sozinho e faz parte de um complexo de ferramentas e métodos a serem definidos. A implementação do 5S, VSM, ajuste de layout, Kanban são necessários para o desenvolvimento da produção enxuta. A conscientização quanto ao desenvolvimento de treinamentos e a orientação dos

colaboradores também fazem parte deste sistema. Pois existe uma necessidade enorme da participação de toda a equipe na busca de um objetivo, que é a redução de custo, ganho na produtividade e consequentemente a evolução perante a concorrência da empresa.

O objetivo deste trabalho tem como principal intuito, apresentar os resultados de um projeto de implementação do sistema kanban, posterior ao 5S para consolidar-se como um método lean de produção. A utilização do 5S, alteração de layout e foco em sistema kanban de abastecimento da linha de produção, evidenciam os ganhos em um processo enxuto de produção. Com esta alteração a organização tem seus benefícios evidenciados na produção e gestão, seja ela de estoque, produção e qualidade do produto. Portanto a otimização alem de ser um fator positivo visto pela empresa, reflete no cliente o qual é favorecido indiretamente na melhoria no processo da logística e facilidade no atendimento de suas demandas.

Para o desenvolvido da pesquisa o trabalho está estruturado da seguinte forma: primeiramente são apresentados os aspectos introdutórios, através do qual se apresenta o contexto em que se encontram as organizações, o objetivo e a relevância deste estudo. Em um segundo momento se faz uma revisão bibliográfica. Logo após a revisão dos conceitos é apresentado o estudo de caso, através de tabelas, representação gráfica e análises, para posteriormente descrever as principais conclusões obtidas com a realização da pesquisa.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Sistema Lean Manufacturing

Inicialmente os conceitos de produção enxuta surgiram por volta da década de 50, tendo sua origem na indústria automobilística quando Taiichi Ohno e Shingeo Shingo começaram a pensar em novas formas de gerenciar a produção da indústria automobilística, mais precisamente, na Toyota Motor Company. Já identificava-se uma necessidade de implementar um método que melhorasse a produtividade e reduzisse as perdas, otimizando os resultados. Em reformulação ao modo de produção da Ford Motors, e em meio à Segunda Guerra Mundial, a Toyota se destacou pelo seu novo Sistema de Gestão, destacando-se pelos ganhos de seu processo enxuto, que ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP). Essa iniciativa mudou os paradigmas da administração da produção, trazendo à tona idéias simples e inovadoras, que auxiliavam na produção com redução de perdas e melhoria

de resultados, baseadas em um objetivo em comum: aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. (ROLIM,2012)

Para Dennis (2008) o surgimento da produção lean tem origem nos anos 50, quando Eiji Toyoda visitou a fábrica Rouge da Ford em Detroit, momento em que estudou as peculiaridades da fábrica. Nesta época, a Toyota enfrentou alguns desafios, dentre eles: o mercado interno era pequeno e demandava grande variedade de veículos, a economia japonesa estava devastada pela guerra e estava carente de capital e existiam dezenas de fábricas de automóveis já estabelecidas, com intenção de se fixar no Japão e defender seus mercados contra exportações.

Deve-se ressaltar que a grande mudança inserida pela produção enxuta é essencialmente conceitual, ou seja, no modo como os processos são compreendidos. Pode-se então definir trabalho padrão do líder, incluindo o comportamento de liderança lean, é um elemento integral de um sistema de gestão lean e uma cultura de resolução de problemas. Sua intervenção deverá ter constante preocupação com os resultados enxutos do processo e com os método aplicado, independente do segmento em que se atua e implementa-se o enxugamento dos processo. (MURLI, 2012)

Conforme Ballestero-Alvarez (2012), a partir dos anos de 1970 o lado ocidental do mundo sofreu desaceleração, enquanto que a indústria japonesa apresentava um crescimento acentuando, o que já vinha ocorrendo desde a década anterior. Este desempenho, de acordo com os teóricos da época, foi ocasionado pelo desenvolvimento de diferentes conceitos em relação aos utilizados pelas indústrias do lado ocidental. Essa linha de pensamento está diretamente relacionada a Toyota.

De acordo com Krafcik (1988) *apud* Ballestero-Alvarez (2012, p.70) essa prática foi denominada de *lean production* (ou produção enxuta), sendo esta a origem do termo para identificar o Sistema Toyota de Produção (STP).

Chase, Jacobs e Aquilano (2006, p. 417) abordam que "o Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido com a finalidade de melhorar a qualidade e a produtividade e está baseado em duas filosofias centrais à cultura japonesa: a eliminação das perdas e o respeito pelas pessoas".

De acordo com Murli (2012), todo negócio bem sucedido segue uma abordagem lean na gestão. Da mesma forma a maioria das quinhentas companhias indicadas pela revista Fortune não é administrada de maneira muito diferente do que era há cinquenta anos. Não

apresentaram uma evolução na gestão, pois o resultado talvez seja considerado bom, mas com um sistema enxuto ele poderia ser ótimo. Elas seguem um estilo de gestão por objetivos, *top-down*, que essencialmente diz aos gerentes em cada camada do negócio hierarquicamente: "Atinja seus números e será recompensado. Como você faz isso não é importante". O objetivo é definido sem base de análise aprofundada que poderia resultar em um sistema de trabalho melhorado, bem como seu resultado.

De acordo com Dennis (2008, p. 31), "a produção lean, também conhecida como o Sistema Toyota de Produção, representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material – e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem". Observa ainda que, embora os princípios lean tenham sua origem na produção, eles podem ser aplicados universalmente, tendo como desafio a sua tradução e adaptação para aplicar em situações específicas.

Ballestero-Alvarez (2012) descreve que, apesar de o principal objetivo da produção enxuta ser a redução de custos, ela proporciona condições para aumentar o giro de capital (receitas/despesas) e melhorar a produtividade da empresa.

Para Monden (1984) *apud* Ballestero-Alvarez (2012, p.71), produção enxuta é o método racional de fabricar produtos com a eliminação de elementos desnecessários, com o propósito de reduzir custos e a idéia de produzir o que é necessário no tempo necessário e na quantidade necessária.

Para que isto ocorra, Ballestero-Alvarez (2012) descreve que devem ser identificadas as características das unidades necessárias, de acordo com os requisitos do cliente, para depois eliminar da linha de produção aquilo que não agrega valor ao produto, mas que consome recursos e prejudica o seu resultado final.

Embora a meta principal da produção enxuta seja reduzir tudo que não agrega valor ao produto, cabe destacar que existem outros três conceitos fundamentais para o seu sucesso, que podem ser denominadas de submetas, uma vez que buscam assegurar o êxito do método. Dentre eles estão: controle de quantidade, qualidade assegurada e respeito às pessoas. Metas e submetas são resultantes do mesmo método e a produtividade é o último e maior objetivo, por isso, a produção enxuta dedica-se a alcançar cada uma das metas para qual foi atribuída. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012)

Para que ocorra o fluxo contínuo da produção de acordo com a demanda em quantidades e variedades é necessário o desenvolvimento de dois conceitos-chave: o *just-in-*

time e o *jidoka* (autonomação). O primeiro consiste em produzir unidades necessárias em quantidades necessárias e no tempo necessário, enquanto que o segundo é o controle autônomo do processo e do defeito, não permitindo que as peças defeituosas do processo anterior sigam e prejudiquem o processo subsequente. Estes conceitos necessitam de apoio de outros dois, que são: flexibilidade da mão de obra (*shejinka*) e pensamento criativo (*soikufu*). (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012)

Para atingir o objetivo principal e suas metas, considerando os conceitos elencados, a produção enxuta utiliza as seguintes ferramentas: *kanban*, *just-in-time*, nivelamento da produção, análise do tempo de setup, padronização de operações, estudo de *layout* dos postos de trabalho e funcionários multifuncionais, 5S e gestão por função. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012).

Para esta pesquisa foram utilizadas as ferramentas 5S, estudo de layout e kanban, com o objetivo de propor a implementação do kanban para a linha de produção de itens rotomoldados.

2.2 Categorias e princípios da produção enxuta

OO Sistema Toyota de Produção é uma cultura e não apenas a aplicação de técnicas e ferramentas que buscam garantir a eficiência e a melhoria dos processos. Por isso, de acordo com Liker e Meier (2007), a divisão do modelo em 14 princípios estão classificados em quatro categorias, as quais denominam como 4 Ps: *Philosophy* (filosofia), *Process* (processo), *People/Partners* (pessoas e parceiros) *e Problem Solving* (solução de problemas).

As quatro categorias, conforme Liker e Meier (2007, p. 27), são descritas como sendo únicas para a Toyota, como segue:

- ✓ Filosofia: no nível mais fundamental, os líderes da Toyota vêem a empresa como a o meio para agregar valor aos clientes, à sociedade, à comunidade a aos seus funcionários;
- ✓ Processo: os líderes da Toyota aprendem, por meio da instrução e da experiência, que, quando seguem o processo certo, obtêm os resultados certos;
- ✓ Pessoas e parceiros: agregue valor para a organização desafiando os funcionários e parceiros a crescer;
- ✓ Solução de problemas: deve-se, continuamente, resolver a raiz dos problemas para que se conduza a aprendizagem organizacional.

Para cada uma destas categorias existem princípios norteadores, os quais são descritos por Liker e Meier (2007). A primeira categoria dos 4Ps tem como princípio basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo. (LIKER E MEIER, 2007)

A segunda categoria, o processo, tem como princípios: criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona; usar sistemas "puxados" para evitar a superprodução; nivelar a carga de trabalho; construir uma cultura de parar e resolver problemas para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa; padronizar tarefas para a melhoria contínua e capacitação dos funcionários; usar o controle visual para que nenhum problema fique oculto; usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda a funcionários e processos. (LIKER E MEIER, 2007)

Já a terceira categoria, que busca a valorização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros, tem como princípios: desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, vivam a filosofia e a ensinem aos outros; desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa e respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar. (LIKER E MEIER, 2007)

Por último, a solução contínua da raiz dos problemas, que conduz a aprendizagem organizacional, está fundamentada nos seguintes princípios: ver por si mesmo para compreender completamente a situação; tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções (implementá-las com rapidez) e tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua. (LIKER E MEIER, 2007)

2.3 Práticas e ferramentas da produção enxuta

Para Ballestero-Alvarez (2012, p. 281-282), o JIT deve ser considerado mais do que uma simples técnica de gestão da produção em função de sua importância e resultados proporcionados de forma sistematizada na organização. Com seus conceitos e sua abordagem abrangente, se caracteriza como uma filosofia que envolve a empresa inteira, e que precisa de incorporação na cultura para que tenha resultado positivo. Desde a gestão de materiais, passando pela gestão da qualidade, a organização do trabalho, a gestão de pessoas, gestão de clientes e fornecedores e todas as demais funções organizacionais, precisam submeter-se aos conceitos básicos para que se consiga uma evolução no processo.

Destaca ainda que a maior preocupação do JIT é aumentar continuamente a qualidade dos processos, utilizando como base a redução drástica dos estoques, que pode impactar nas finanças, além de ocultar as falhas no processo produtivo. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012)

De acordo com Vollmann et al (2006), o *just-in-time* (JIT) muda as práticas de produção que afetam a execução do PCP. Ele reduz, significativamente, a complexidade do planejamento detalhado de materiais, a necessidade do acompanhamento no chão de fábrica, estoque em processo e as transações associadas com os sistemas de chão de fabrica e compras. A maioria dos programas JIT inclui melhoria continua como um principio das suas operações do dia a dia, ou seja, cada trabalhador deve obter melhoria em alguma dimensão, tal como menos defeitos, mais produção ou menos paradas. A melhor prática de JIT depende do um alto nível de envolvimento e da participação dos trabalhadores.

O JIT, de acordo com os autores, inclui diversos programas de ação, dentre eles: redução do tempo de preparação e dos tamanhos de lote, objetivo de "zero defeito" na fabricação, foco na melhoria contínua, melhoria do trabalhador e manufatura celular.

Para Slack, Chambers e Johnston (2008, p. 498), JIT "é a movimentação rápida e coordenada de componentes pelo sistema de produção e da cadeia de suprimentos para atender a demanda do consumidor". É operacionalizado através do *keijunka*, do *kanban* e do *nagare*. O primeiro é o fluxo nivelado e suave de materiais, o segundo é a sinalização para o processo precedente de que mais componentes são necessários e o último consiste no planejamento de processos para obter um fluxo mais suave de componentes por meio do processo de produção.

Para a Toyota, de acordo com os Autores, a ferramenta-chave de controle é o sistema *kanban*, que tem os seguintes propósitos: ser uma instrução para que o estágio anterior envie mais material, ser uma ferramenta de controle visual para identificar áreas de superprodução e falta de sincronização e uma ferramenta para o *kaizen*, que consiste no aprimoramento contínuo. Ela utiliza dois tipos de Kanban para apoiar sua programação puxada JIT: o de produção e o de movimento, sendo que aquele autoriza o processo anterior a fabricar mais itens e este mostra o momento e a quantidade de itens envolvidos quando o dono de um processo coleta novo suprimento de componentes de um processo anterior.

3. RESULTADOS DA PESQUISA

3.1 Discussão e apresentação de resultados

Na sequência seguem indicadores da evolução da logística de abastecimento das células com utilização do método Kanban, que proporcionou a redução da movimentação e envolvimento de pessoal na distribuição de itens na linha de produção.

3.2 Análise de dados anterior ao Kanban

Em seguida observa-se uma planilha com a apresentação de dados em relação aos itens de abastecimento das células, consumo diário, volumes movimentados, consumo mensal, diário e semanal, número de vezes que se abastece a linha, tempo gasto e retorno de materiais para o almoxarifado.

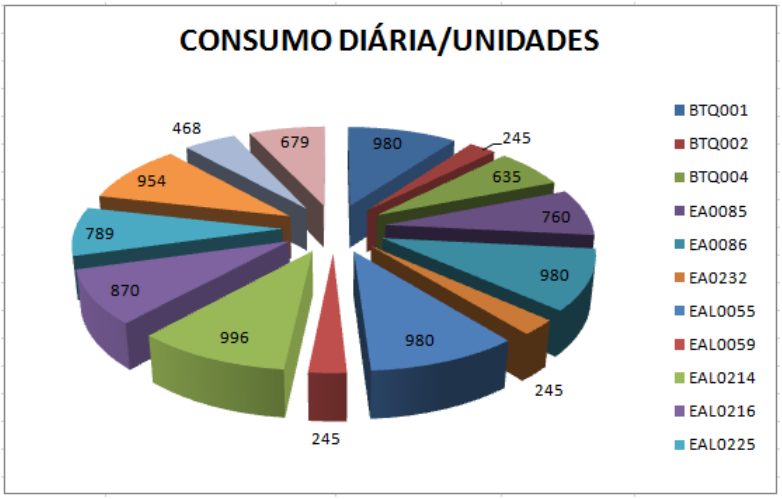
ABASTECIMENTO DIÁRIO NA CELULA 01							
ITEM	CONSUMO DIÁRIA/UNIDADES	VOLUME COM 250 UNIDADES	CONSUMO SEMANAL	VOLUMES PARA ABASTECIMENTO SEMANAL	ABASTECIMENTO DIÁRIO NA CELULA	TEMPO GASTO COM ABASTECIMENTO DA LINHA (MINUTOS/DIA)	RETORNO DIÁRIO DE PEÇAS AO ALMOXARIFADO (LOGISTICA REVERSA)
BTQ001	980	4	4900	19,6	4	50,28	20
BTQ002	245	1	1225	4,9	1	12,57	5
BTQ004	635	3	3175	12,7	3	37,71	115
EA0085	760	3	3800	15,2	3	37,71	-10
EA0086	980	4	4900	19,6	4	50,28	20
EA0232	245	1	1225	4,9	1	12,57	5
EAL0055	980	4	4900	19,6	4	50,28	20
EAL0059	245	1	1225	4,9	1	12,57	5
EAL0214	996	4	4980	19,92	4	50,28	4
EAL0216	870	4	4350	17,4	4	50,28	130
EAL0225	789	4	3945	15,78	4	50,28	211
EAL0226	954	4	4770	19,08	4	50,28	46
EAL0324	468	2	2340	9,36	2	25,14	32
EAP0101	679	3	3395	13,58	3	37,71	71
TOTAL	9826	42	49130	196,52	42	527,94	674

Tabela 01 – Abastecimento diário na célula 01

Fonte: Autores

A Tabela 01, serve de base de toda pesquisa de dados coletados na aplicação do Kanban, como principal ferramenta de otimização de resultados e aplicação de um trabalho enxuto da produção, que tem o objetivo de agregar ganhos na produtividade do processo.

Gráfico 01- Consumo diário de peças



Fonte: Autores

Pode-se identificar no Gráfico 01 de que a empresa possui um volume considerável no consumo diário de itens e por conseqüência uma necessidade de abastecimento bem acentuada como garantia de atendimento a demanda programada.

Gráfico 02 – Abastecimento diário na célula

Fonte: Autores

No Gráfico 02 identificam-se o número de vezes que a produção é abastecida diariamente, gerando um grande número de movimentações já que a linha é abastecida de acordo com o consumo de componentes para a montagem do produto.

3.3 Análise de dados posterior ao Kanban

Na sequência são identificadas as alterações de processo significativos na distribuição de componentes na linha de montagem. Iniciando pela tabela que evidencia números diferenciados em relação a anterior e que proporcionam um resultado importante, mesmo que parcial dentro da organização.

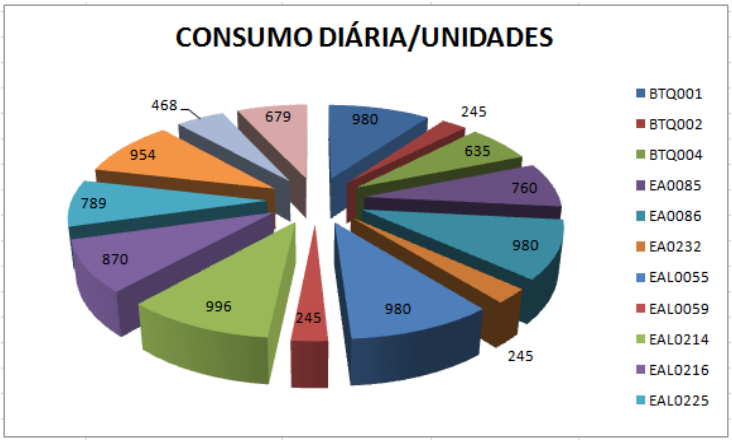
ABASTECIMENTO DIÁRIO NA CELULA 01							
ITEM	CONSUMO DIÁRIA/UNIDADES	VOLUME COM 250 UNIDADES	CONSUMO SEMANAL	VOLUMES PARA ABASTECIMENTO SEMANAL	ABASTECIMENTO DIÁRIO NA CELULA	TEMPO GASTO COM ABASTECIMENTO DA LINHA (MINUTOS/DIA)	RETORNO DIÁRIO DE PEÇAS AO ALMOXARIFADO (LOGISTICA REVERSA)
BTQ001	980	4	4900	19,6		12,57	0
BTQ002	245	1	1225	4,9		12,57	0
BTQ004	635	3	3175	12,7		12,57	0
EA0085	760	3	3800	15,2		12,57	0
EA0086	980	4	4900	19,6		12,57	0
EA0232	245	1	1225	4,9		12,57	0
EAL0055	980	4	4900	19,6	1	12,57	0
EAL0059	245	1	1225	4,9		12,57	0
EAL0214	996	4	4980	19,92		12,57	0
EAL0216	870	4	4350	17,4		12,57	0
EAL0225	789	4	3945	15,78		12,57	0
EAL0226	954	4	4770	19,08		12,57	0
EAL0324	468	2	2340	9,36		12,57	0
EAP0101	679	3	3395	13,58		12,57	0
TOTAL	9826	42	49130	196,52	1	175,98	0

Tabela 02 – Abastecimento diário na célula 01

Fonte: Autores

Na Tabela 02 a principal evidência de melhoria do processo pode ser vista na coluna "abastecimento diário da célula" que mostra um único abastecimento diário, em função da aplicação do sistema de Kanban na linha de produção da fábrica.

Gráfico 03 – Consumo diário de unidades



Fonte: Autores

Evidencia-se no Gráfico 03 que a empresa possui um volume considerável no consumo diário de itens e por conseqüência uma necessidade de abastecimento dentro da demanda programada. A partir da implementação do Kanban pode-se identificar uma evolução na logística do abastecimento na produção.

No Gráfico 04 identifica-se uma evolução de toda a logística onde o abastecimento de linha em função do Kanban, foi reduzido para somente 01 vez ao dia, baseado no volume

consumidor organizado dentro do sistema de Kanban da fábrica controlado via cartão de identificação.

Gráfico 04 - Abastecimento diário na célula

Fonte: Autores

Observa-se assim que foi evidenciado o resultado no abastecimento da célula que a partir de então é gerado pelo sistema Kanban, através de uma logística bem mais enxuta e que elimina a logística reversa anteriormente identificada na Tabela 01.

4. CONCLUSÃO

Considerando que o estudo focou principalmente na distribuição de componentes para montagem de produtos rotomoldados plásticos para linha agrícola, buscando uma redução de movimentação entre almoxarifado e a possibilidade da falta de componentes sendo eliminado de forma definitiva, conclui-se que houve uma evolução significativa em todo processo da fabrica.

O Kanban, foi definido como principal ferramenta de suporte, posterior a aplicação do 5S no sentido de organização do ambiente. Com estas duas ferramentas de suporte, o VSM (Value Stream Mapping) seria uma opção secundária na melhoria do layout das células, possibilitando organização e movimentação enxuta de componentes e produtos, evitando desperdícios, defeitos e atrasos na entrega ao cliente.

Enquanto que originalmente a empresa atuava no abastecimento da célula desperdiçando o dia todo com movimentações e com uma logística reversa significativa que chegava a 8% dos materiais movimentados, com aplicação do Kanban este número mudou. Para o abastecimento destina-se então em torno de 03 horas de trabalho e o percentual de

componentes que retornam, chega a 0%, eliminando desta forma a logística reversa que até então existia e gerava um retrabalho para o almoxarifado.

O ganho em produtividade é evidente dentro da aplicação de ferramentas de suporte e que refletem nos resultados da organização. Toda movimentação desnecessária eliminada favorece ao ganho e com isso reduz percentual de estoque e envolvimento de pessoas com movimentação e desgaste logístico.

REFERÊNCIAS:

BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. Gestão de qualidade, produção e operações. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert e AQUILANO, Nicholas J. **Administração da Produção** para a vantagem competitiva. 10. Ed. Porto Alegre, Bookman, 2006.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplicada.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8. Ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LIKER, Jeffrey K. e MEIER, David. **O Modelo Toyota**: Manual de Aplicação. 1. Ed. Porto Alegre, Bookman, 2007.

MURLI, Joe; **Trabalho padrão do líder**: uma das chaves para sustentar os ganhos de desempenho – site: www.lean.org.br (acessado em 02/03/2014) – 2014

ROLIN, C. **Engenharia Ltda; Filosofia Lean** – Câmara brasileira da industria da construção - site: www.cbic.org.br (acessado em 02/03/2014) - 2012

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart e JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo, Atlas, 2008.

VOLLMANN, Thomas. **Sistema de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Avaliação da implantação de um Sistema Kanban no canteiro de obras

Bruno Silva Santos Fregonassi (UFSCar) – bruno.fregonassi@hotmail.com

Adriana Cristina Boni (UFSCar) – adrianacristinaboni@yahoo.com

Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar) – sheylabs@ufscar.br

Resumo: O Kanban é entendido como um dispositivo de sinalização que autoriza e instrui a produção ou a remoção de itens em um sistema de produção puxado. Na indústria da contrução civil o Sistema Kanban traz inúmeras vantagens para a gestão da produção. Este artigo, de caráter qualitativo e exploratório, tem como objetivo estudar a implementação do Sistema Kanban em uma empresa de construção, localizada no Estado de São Paulo, Brasil. O método adotado foi o estudo de caso. A abordagem consistiu em seguir os serviços de distribuição e transporte de materiais (Kanban de materiais e transporte) para as atividades de controle de estoque e execução da armação das fundações. Foi possível identificar três diferentes funções para o mesmo Kanban. Uma lista de verificação para auxiliar a análise da eficiência do sistema foi desenvolvida com base nas referências bibliográficas e aplicada no estudo de caso. Como resultado, observou-se que em alguns casos o sistema inicialmente tem um bom desempenho, cumprindo parcialmente os objetivos do kanban: redução de resíduos, definição das flutuações na demanda, redução dos suprimentos de emergência e maior facilidade na programação. No entanto, a ferramenta não foi eficaz para a redução dos estoques, pois não foi possivel envolver o fornecedor do material estudado. As conclusões obtidas mostram que a implementação do Sistema Kanban é viável, requer pouco investimento, mas é necessário um forte envolvimento e capacitação das equipes envolvidas, a fim de minimizar os problemas encontrados e buscar a eficiência do sistema.

Palavras-chave: Kanban; Construção Enxuta; Fluxo de produção.

Abstract: Kanban is understood as a signaling device that gives authorization and instructions for the production or removal of items in a pull production system. The use of the Sistema Kanban in construction brings numerous advantages to production management. Thus, this article aims to study the implementation of Sistema Kanban in a construction company, located in the State of São Paulo, Brasil. The method this research that has qualitative and exploratory approach. The method adopted was the case study. The approach consisted of the following distribution services and material transport (Kanban of materials and transport) for the activities of inventory control and reinforcement of foundations. It was possible to identify three different functions for the same Kanban. A checklist to help analyze the efficiency in the use of Kanban was developed. As a result it was observed that in some cases the system initially got good performance, partially meeting the objectives of kanban: reducing waste, definition of regular fluctuations of demand, inventory reduction, decrease of emergency supplies, and greater ease in scheduling. However, the tool was not effective for the improvement of control levels and was not effective against decentralization and simplification of operational processes, since Kanban increased bureaucratization and not promoted the decentralization process. The conclusions obtained show that the implementation of the Sistema Kanban is feasible, requires little investment, but it's needed a strong involvement and training of the teams involved in order to minimize the problems encountered and to seek efficiency of the system.

Keywords: kanban; Lean Construction; Production flows.

1. Introdução

Na indústria da construção civil, o subsetor edificações tem procurado implementar ações de melhorias gerenciais e tecnológicas com foco em otimizar seu sistemas produtivos frente à crescente necessidade de operar em um ambiente altamente competitivo. Neste

contexto, algumas construtoras brasileiras começaram a empregar técnicas baseadas no *Lean Thinking*. Esta filosofia, baseada no Sistema Toyota de Produção (STP), teve que se adaptar à um mercado de forte concorrência com poucos recursos, conseguindo aumentar o rendimento da sua produção por meio da eliminação de desperdícios.

A partir do trabalho de Koskela (1992), iniciou-se a discussão, amadurecimento e difusão dessa nova abordagem para a construção civil, que levou vários autores a oferecerem contribuições no sentido de melhorar e definir essa nova filosofia de produção na construção civil. Para Kurek et al. (2006), a *Lean Construction* possui, pelo menos, dois focos que a distinguem do gerenciamento tradicional da construção: um é o foco sobre as perdas de materiais, mão de obra, tempo e dinheiro; o outro é no gerenciamento dos fluxos, colocando em evidência o sistema de gerenciamento de processos.

O grande desafio para as empresas e profissionais que almejam a aplicação prática do *Lean Thinking* no setor de construção, é a busca de métodos e práticas que traduzam a implementação dos princípios para o ambiente da construção, tendo como consequência a aplicação específica de sistemas ou ferramentas, como o Kanban.

O termo Kanban reúne conceitos, técnicas e ferramentas do *Lean Production* com o objetivo de alcançar a simplificação dos processos de (a) aquisição, (b) armazenamento, (c) distribuição (fluxo de materiais e de informação) e (d) redução do estoque local (ARBULU; BALLARD; HARPER, 2003). É conveniente destacar que, em muitos trabalhos, nota-se a utilização indiscriminada da palavra Kanban significando ora “cartão” ora o “sistema” propriamente dito (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2008). No Brasil, os Sistemas Kanban têm sido mais direcionados para o transporte de materiais e para a produção (LEITE et al., 2004).

Apesar de todo o potencial do sistema para racionalizar e puxar os processos de produção nos canteiros de obra, a sua aplicação ainda é limitada e demanda maior investigação. Dessa forma, é objetivo do artigo analisar a eficiência do Sistema Kanban por meio de uma lista de verificação direcionada à verificação do atendimento, ou não, dos seus benefícios decorrentes. Para atender a este objetivo, a pesquisa focou na análise do Kanban para os serviços de transporte de barras de aço e produção da armação das fundações.

2. Sistema Kanban

O Sistema Kanban foi desenvolvido no STP para melhorar as condições de produção e competitividade, com o objetivo de incentivar a equipe de produção a tomar suas próprias decisões, reduzir estoques e desperdícios, operando num sistema puxado de produção (SHINGO, 1999; OHNO, 1997).

Uma vez que as condições do STP não são as mesmas para toda a diversidade produtiva existente, ao longo dos anos, diversos autores têm discutido sobre as restrições e incertezas na implementação do sistema (ARBULU; BALLARD; HARPER, 2003; FUJIMOTO, 1999; GUPTA; AL-TURKI; PERRY, 1999; SHINGO, 1989; BURGOS; COSTA, 2012, dentre outros). Numa aplicação única, observou-se que os tempos de processamento eram constantes e a demanda era estável (GUPTA; AL-TURKI; PERRY, 1999). Contudo, no sistema de produção da construção civil, por exemplo, há vários tipos de incertezas envolvidas, tais como: variações no tempo de produção, variação das demandas, interrupções não planejadas (falhas de equipamentos, falta de material, absenteísmo, entre outros).

De acordo com o Léxico Lean (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2011), o Kanban é entendido como um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou retirada de itens em um sistema puxado e o termo significa “sinais” ou “quadro de sinais” na língua japonesa.

A ferramenta Kanban não precisa ser necessariamente um cartão (MOURA, 2007). Por meio do uso combinado com as técnicas tradicionais de gerenciamento de materiais, o Kanban pode ser formalizado em comandas ou “ordens de serviço”. Contudo, na maioria dos casos, o Kanban é um cartão de papelão, às vezes protegido por plástico, contendo informações como o nome da peça, código, o fornecedor externo, fornecedor interno, ou processo, o local de armazenamento e consumo. Um código de barras pode ser impresso com a finalidade de rastreamento ou cobrança automática.

No setor da construção civil, o sistema Kanban tem sido empregado para gerenciar as funções de retirada, transporte e produção (OHNO, 1997; LEITE et al., 2004), devendo sempre atuar em conjunto com as funções de produção para se tornar um sistema puxado.

Com bases nas funções da ferramenta Kanban, descritas por Ohno (1997), podem ser citados os seguintes exemplos de usos:

(a) função requisição (*inventory control*) – ordem de serviço com informação para a retirada de quantidade material do almoxarifado de acordo com a programação de atividades planejada;

(b) função transporte – ordem com informação para entrega de material nas datas e horários de acordo com a programação de atividades planejada;

(c) função produção – liberação para o início da produção e ordem de execução.

Segundo Ohno (1997), o processo se inicia com a indicação no cartão da quantidade e sequência de materiais. Posteriormente, os cartões devem ser afixados em local visível e nenhum item deve ser desprovido de um Kanban, a fim de serem evitadas produções acima do planejado ou o excesso de material transportado.

A simplicidade também é uma das chaves para a eficiência do sistema: o uso das ferramentas Kanban proporciona maior controle sobre os estoques para a produção e aumenta a probabilidade de detecção de problemas. Configura-se, então, um sistema potencial para uma produção livre de defeitos durante a execução (OHNO, 1997). No Léxico Lean (2011) existem seis regras básicas para o uso eficaz do Kanban:

- ✓ Os clientes solicitam as quantidades exatas especificadas no Kanban;
- ✓ Os fornecedores produzem as quantidades exatas e na sequência especificada pelo Kanban;
- ✓ Nenhum item é produzido ou movimentado sem um Kanban;
- ✓ Todas as peças e matérias têm sempre um Kanban anexado;
- ✓ Peças com defeito e quantidades incorretas nunca são enviadas ao cliente;
- ✓ O número de Kanban é reduzido cuidadosamente para diminuir os estoques e revelar problemas.

Segundo Leite et al (2004), a literatura apresenta um certo consenso sobre os benefícios decorrentes do Sistema Kanban, podendo ser discriminados conforme apresentado a seguir:

- ✓ Redução dos desperdícios, fora e dentro do chão de fábrica;
- ✓ Melhoria dos níveis de controle da fábrica, pela descentralização e simplificação dos processos operacionais;
- ✓ Redução do tempo de duração do processo;
- ✓ Aumento da capacidade reativa da empresa;

- ✓ Elevação do nível de participação e engajamento das pessoas, por meio da descentralização do processo decisório;
- ✓ Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda;
- ✓ Redução dos estoques de produtos em processo;
- ✓ Diminuição dos lotes em produção;
- ✓ Eliminação dos estoques intermediários e de segurança;
- ✓ Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações, assim como dos mecanismos de comunicação entre o pessoal de produção;
- ✓ Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa;
- ✓ Maior facilidade na programação da produção.

Por fim, o sistema Kanban é uma das formas de aplicação do *Lean Thinking* na indústria da construção civil que cria condições para que o sistema de produção flua de forma contínua, puxada e padronizada, promovendo a melhoria contínua: na programação e reprogramação de tarefas semanais; na regularização da demanda de materiais e serviços; na redução de estoques e controle sobre os suprimentos de emergência; na flexibilidade de saída de materiais e produtos acabados; e na eliminação de desperdícios.

3. Método de pesquisa

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso de um empreendimento habitacional localizado na cidade de Limeira, interior do Estado de São Paulo, Brasil. Um dos autores do artigo trabalhou como estagiário na execução do condomínio de médio padrão de acabamento com três torres de quatorze pavimentos cada. A obra estava na fase de execução da fundação e da alvenaria estrutural durante a realização da pesquisa.

Os dados foram coletados através da observação direta da unidade de análise e coleta das fontes de evidências: documentos e ferramentas do sistema Kanban envolvidos na atividade de armação das fundações dos edifícios. Para responder aos questionamentos da pesquisa foram entrevistados o engenheiro de obras, mestre, almoxarife e alguns oficiais envolvidos no sistema de produção selecionado, que foi a produção da armação para a fundação do edifício.

Os documentos analisados foram as ordens de serviço para requisição, transporte e liberação de barras de aço para a produção das armações das fundações; plano logístico do canteiro de obra; e planilhas de controle para a retirada de cartões Kanban. As ferramentas do sistema Kanban analisadas foram: cartões; painel de horário para programação de retirada de material; e quadros para identificação dos serviços realizados.

Para estruturar a avaliação dos dados coletados foi elaborada uma lista de verificação que classificou os principais conceitos e ferramentas do sistema Kanban. A análise de cada item listado foi limitada ao registro da ocorrência de melhorias através de "sim" ou "não" como resposta; caso o item não fosse contemplado no processo seria discriminado como "não se aplica". Cumpre destacar, após a realização da pesquisa, foi implementado um sistema de indicadores para mensuração de desempenho do processo, que se encontra em estágio inicial e não será abordado neste artigo.

4. Apresentação e análise do sistema estudado

O fluxo de informações para a gestão do material "barras de aço" no canteiro de obras inicia-se com a programação semanal do consumo prevista no documento "*Weekly Work Plan*", confeccionado pelo engenheiro da obra em conjunto com a equipe de produção. A partir dessa programação é realizada inicialmente a emissão da requisição que libera as etapas de produção, transporte e montagem. O texto a seguir apresenta os processos envolvidos.

O encarregado do setor de armação emite o Kanban com função "requisição" e entrega para o almoxarife. Este Kanban corresponde a uma ordem de serviço com informações para a retirada de determinada quantidade de material do almoxarifado de acordo com a programação de atividades planejada para o período semanal.

Em função da demanda diária da atividade de armação, o almoxarife realiza a programação de horários para a retirada das barras de aço do estoque e emite o Kanban de programação para transporte, que são fixados no "painel de horários para programação de retirada de material" que possuem horários pré-programados, conforme Figura 1. Observou-se que este painel conferiu simplicidade na transmissão de informações e grande transparência ao processo, ocasionando a melhoria imediata no controle do estoque, entregando a

quantidade necessária no momento solicitado para a produção das armações. Este Kanban era retirado para dar continuidade ao processo, tornando-se, em seguida, Kanban de transporte.

Na função "transporte" das barras de aço, o Kanban liberava a entrega de material nas datas e horários especificados, bem como o fluxo de serviço seguia liberando o início da produção (corte e dobra de aço).

Na função "produção" o Kanban liberava o início da produção das armações. Os Kanban (Figura 2) continham as seguintes informações: especificação dos componentes a serem produzidos com indicação das respectivas bitolas e comprimento das barras de aço, o diâmetro da estaca, quantidade de peças que compunham o lote de produção e de transporte, indicação do local de utilização com nome da torre e respectiva etapa de execução, e o número do Kanban.

Figura 1 – Painel de horários para programação de retirada de material

Fonte: Próprio autor (2014)

Figura 2–Kanban de aço – função produção e transporte

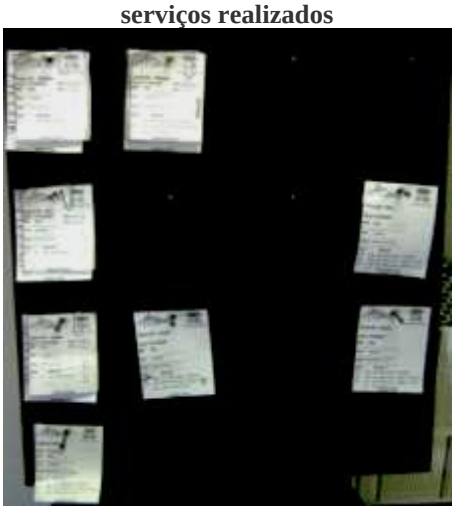
Fonte: Próprio autor (2014)

Em seguida à produção, as armações eram transportadas em lotes de acordo com o planejado para os locais de utilização e correspondente montagem da armação. Após a realização dos serviços, os Kanban eram fixados pela equipe de produção num quadro para o controle da engenharia dos serviços executados conforme Figura 3.

Os cartões eram posteriormente retirados e os dados eram passados para a planilha de controle dos Kanban (Figura 4), a qual continha as seguintes informações: número do cartão;

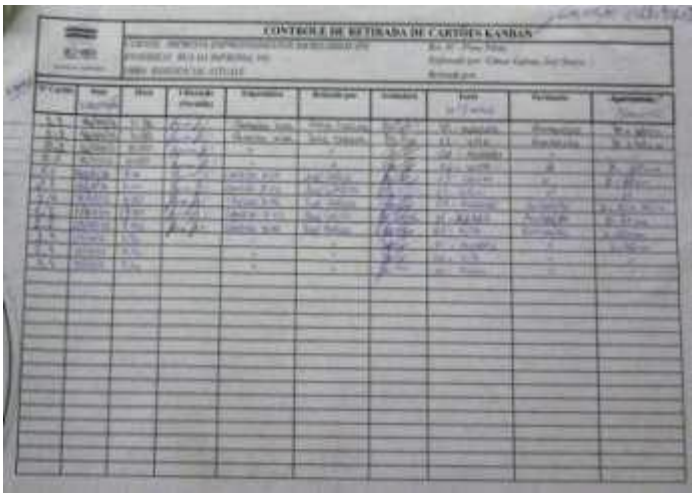
data e hora; assinatura do responsável pela liberação; empreiteira responsável pelo serviço; funcionário que recebeu o material; a torre e o pavimento onde foi aplicado e o diâmetro da estaca. Os dados de produção eram posteriormente repassados para o sistema de controle semanal dos serviços, calculando-se os correspondentes índices de desempenho, como o PPC (Percentual do Planejado e Concluído).

Figura 3 – Quadro para identificação dos serviços realizados



Fonte: Próprio autor (2014)

Figura 4 – Planilha de controle dos Kanban



Fonte: Próprio autor (2014)

Para a etapa de execução da obra, foi elaborado o layout da usina de produção do aço que ficava adjacente ao local de estoque das barras e no raio de alcance da grua de transporte para a montagem, conforme Figura 5. Esta planta mostra o sentido do fluxo do aço, saindo da direita (estoque de barras), passando pela central de armação, e terminando no estoque intermediário das armações prontas para expedição. A Figura 6 mostra o ambiente de trabalho e os correspondentes espaços separados por baias, conforme layout apresentado.

Figura 5 – Layout do canteiro de obra próximo ao local de estoque e processamento do aço

Fonte: Próprio autor (2014)

Figura 6 - Estoque de aço bruto, central de armação e estoque da armação

Fonte: Próprio autor (2014)

Verificou-se que o Kanban facilitou a programação semanal de tarefas, pois permitiu um acompanhamento visual e mais facilitado pelo engenheiro de obras.

As dificuldades encontradas foram praticamente referentes às situações:

- ✓ Utilização do cartão: houve dificuldade para implantação das técnicas, pois os Kanban não continham informações sobre as peças extras da armação das estacas. Assim, na hora da montagem acontecia de faltar barras necessárias para fazer a parte superior das estacas que eram usadas para empurrar as barras montadas dentro da estaca.
- ✓ Necessidade de mais pessoal: com a necessidade de delimitação física e gerencial do estoque, houve a necessidade de alocar uma pessoa fixa para o controle do material.
- ✓ Redução do estoque: não se identificou redução no estoque inicial para processamento, nem no estoque intermediário;
- ✓ Relacionamento com o fornecedor: houve dificuldade na sincronização de novas entregas com o fornecedor. Devido à necessidade de lotes econômicos, foram determinados e mantidos os quatro lotes de entregas parciais. As entregas foram programadas inicialmente de acordo com o consumo de aço na obra.

As vantagens encontradas com a implantação do sistema Kanban foram:

- ✓ Melhoria no controle da produção: a emissão do Kanban e o controle posterior da produção facilitou a gestão por parte da engenharia, de modo que a cada vez que um serviço era finalizado, os engenheiros tinham conhecimento visual, pois o Kanban era pregado no quadro.
- ✓ Combinação do sistema Kanban com o plano logístico: este plano mostrava o sentido de montagem dos lotes de materiais, orientando para que os lotes de cada estaca fossem montados mais próximos do local no qual a grua conseguisse erguer maior peso.

5. Proposta da lista de verificação e de um sistema de pontuação

Com base na literatura estudada e em outras situações de comparação similares, como a verificação dos princípios *Lean* propostas por Kurek et al. (2006), foi elaborada uma lista de verificação das condições de melhoria que seriam possíveis com o uso do Sistema Kanban. A

análise de cada item listado foi limitada ao registro de respostas "sim" ou "não" que significavam o atendimento ou não da condição investigada; caso o item não fosse possível de ser contemplado no processo poderia ser assinalada a resposta "não se aplica". A partir dessas respostas, foi calculada a quantidade de resultados afirmativos, negativos e as que não se aplicavam e foi obtido o seguinte indicador de análise (Equação 1):

$$NOTA = \left(\frac{\sum SIM}{\sum SIM + \sum NÃO} \right) x10 \qquad \textbf{(Equação 1)}$$

onde, ∑ SIM= Somatório das respostas afirmativas

∑ NÃO = Somatório das respostas negativas

A nota obtida corresponderá ao indicador da pontuação do sistema Kanban analisado. O Quadro 1 lista os itens propostos para avaliação da implementação do sistema Kanban e as respectivas respostas deste estudo de caso.

Quadro 1 – Lista de verificação para avaliação do Sistema Kanban

Características esperadas	Princípio observado
Redução dos desperdícios	SIM
Melhoria dos níveis de controle da fábrica, pela descentralização e simplificação dos processos operacionais	SIM
Redução do tempo de duração do processo	SIM
Aumento da capacidade reativa da empresa	SIM
Elevação do nível de participação e engajamento das pessoas	SIM
Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda	NÃO
Redução dos estoques de produtos em processo	NÃO
Diminuição dos lotes em produção	SIM
Eliminação dos estoques intermediários e de segurança	NÃO
Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações e dos mecanismos de comunicação	SIM
Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa	SIM
Maior facilidade na programação da produção	SIM

Fonte: Próprio autor (2014)

Considerando a forma de pontuação proposta na Equação 1, a nota do sistema Kanban avaliado é de 7,5 (sete e meio), numa escala de zero a dez, o que pode ser considerado satisfatório para a etapa de implantação. De um modo geral, a análise de cada item é justificada pelas análises apresentadas a seguir.

- ✓ Redução do desperdício: foi avaliado que houve melhoria, pois o preenchimento do Kanban permitiu determinar a quantidade de aço que seria necessária para cada estaca, de modo que não foi observado excesso de material durante o corte e a montagem das peças.
- ✓ Melhoria dos níveis de controle da fábrica, pela descentralização e simplificação dos processos operacionais: esse sistema possibilitou uma maior autonomia dos armadores, que não precisavam do encarregado ou de autorização do mestre de obra para retirar o material necessário junto ao setor de estoque, possibilitando assim, uma descentralização e simplificação do processo.
- ✓ Redução do tempo de duração do processo: esse item é consequência do anterior, com uma maior autonomia dos armadores, o processo ficou mais ágil. Dessa forma, houve uma redução no tempo de duração do processo, pois diminuiu etapas que não agregavam valor ao produto, como a consulta dos armadores com o encarregado, além de possibilitar a maior velocidade na entrega interna (do estoque para os armadores) das barras de aço.
- ✓ Aumento da capacidade reativa da empresa: este item também é consequência do anterior, já que a capacidade reativa da empresa está diretamente ligada ao tempo de duração do processo, sendo inversamente proporcional. Logo, aumentou a percepção da empresa quanto aos possíveis problemas e sua capacidade de reação.
- ✓ Elevação do nível de participação e engajamento das pessoas: observou-se que por meio da descentralização do processo decisório, como explicado anteriormente, o sistema aumentou a autonomia dos armadores, assim houve um aumento na participação dos armadores no processo. Além disso, pode-se perceber um engajamento maior de toda equipe para a realização do serviço.
- ✓ Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda: não houve melhoria neste item, pois para ajustar os estoques em obra, seria necessária uma integração maior

entre a obra e o fornecedor de aço. Como não houve essa integração, foi necessário continuar com os pedidos normais, sem redução na quantidade de barras, pois a entrega do aço tinha de ser feita com grande antecedência, para que a obra não sofresse atraso.

- ✓ Redução dos estoques de produtos em processo: não foi verificada a melhoria na redução dos estoques de produtos em processos, pois esses estoques permaneceram iguais.
- ✓ Diminuição dos lotes em produção: houve melhoria neste ponto, já que cada lote era produzido com seu destino pré-definido, assim a realização dos lotes pôde ser reduzida. Ou seja, foi possível notar que não eram necessárias a confecção de várias estacas ao mesmo tempo.
- ✓ Eliminação dos estoques intermediários e de segurança: não houve redução dos estoques intermediários, pois no processo em questão, o estoque intermediário era para a execução de apenas uma estaca, assim, com a utilização do Kanban esse fato não se alterou.
- ✓ Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações e mecanismos de comunicação: o Kanban aperfeiçoou o fluxo de informação facilitando o entendimento da sequência executiva, determinação da produtividade e quantidade utilizada para toda a equipe, desde engenheiros até ao próprios armadores.
- ✓ Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa: com o sistema, notou-se que houve a integração do controle de produção devido ao preenchimento do quadro e medição do PPC.
- ✓ Maior facilidade na programação da produção: o sistema ajudou a melhorar, pois foi possível estabelecer com mais clareza uma ordem de execução da armação das estacas da obra, facilitar a programação dos pedidos de aço além de determinar a produtividade do serviço. Assim, pode-se registrar, analisar e pré-determinar o número de estacas a serem montadas em um determinado tempo.

6. Considerações finais

O estudo de caso confirmou a importância do uso do Kanban para melhorar a gestão do processo e inserir conceitos do *Lean Thinking* na construção civil. Apesar das dificuldades

iniciais, observa-se que o processo pode ser otimizado paulatinamente, incorporando o princípio da melhoria contínua. Também se verifica o potencial de aplicação da transparência e do controle do processo, facilitando identificar os pontos fortes e fracos do sistema. Um dos pontos a serem melhorados deverá ser futuramente a integração logística com o fornecedor de aço buscando racionalizar os estoques do aço no canteiro de obras. Como continuidade da pesquisa, será implantado sistema de acompanhamento dos serviços subsequentes, bem como adaptação dessa ferramenta em outras obras da empresa.

O uso do Sistema Kanban traz diversos benefícios à gestão da obra, e este artigo propõe a identificação dos pontos principais que podem ser alcançados. Com a lista de verificação proposta foi possível identificar as vantagens obtidas no serviço estudado, bem como determinar ações para melhorar o processo. O método de análise foi utilizado para apenas um material estudado, mas o mesmo raciocínio e vantagens obtidas podem ser extrapolados para vários insumos de modo simultâneo, ampliando o alcance das vantagens do Lean Thinking para todo o canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

ARBULU, R; BALLARD, G; HARPER, N. Kanban in construction. In: 11TH ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, Virginia, USA, **Proceedings…** Virginia, 2003. p.1-12.

BURGOS, A. P; COSTA, D. B. Assessment of Kanban Use on Construction Sites. In: 20TH ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, San Diego, USA, **Proceedings…** San Diego, 2012. p.1-10.

FUJIMOTO, T. **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.

GUPTA, M. S; AL-TURKI, Y.A.Y; PERRY, R. F. Flexible Kanban System. **International Journal of operations and production management**, v.19, n.10, p.1065-1093, 1999

KUREK, J.; PANDOLFO, A.; BRANDII,L.L.; PANDOLFO, L.M. **Aplicação dos princípios do lean ao setor de edificações.** Passo Fundo. Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006.

LAGE JUNIOR, M; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema Kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. **Revista Gestão da Produção**. [online]. 2008, vol.15, n.1, pp. 173-188. (in Portuguese)

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean:** glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean. 4 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011. 130 p.

LEITE, M. O. et al. Aplicação do sistema Kanban no transporte de materiais na construção civil. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Florianópolis, SC, Brasil, 2004. **Anais...** Florianópolis: ABEPRO, 2004.

MOURA, R.A. **Kanban:** a simplicidade do controle da produção. São Paulo: IMAM, 2007. 230 p.

OHNO, T. **Toyota production system:** beyond large-scale production. Porto Alegre: Bookman, 1997. 147 p. [tradução da obra original publicada pela editora Diamond, Tokyo, Japão, 1978].

SHINGO, S. **A study of Toyota production system:** from an industrial engineering viewpoint. New York: Productivity Press, 1989. 257 p. [Original English language edition published by Japan Management Association].

SHINGO, S. **The evoluation of a manufacturing system at Toyota.** New York: Oxford University Press, 1999. 400 p.

Uso da filosofia Lean na gestão de processos em edifícios residenciais na cidade de Palmas/TO.

Virley Lemos de Souza (UnB/IFTO) – virley@ifto.edu.br / virley.lemos@gmail.com

Michele Tereza Marques Carvalho – micheletereza@gmail.com

Resumo: A industria da construção passa por grades mudanças impulsionada principalmente por ações do governo e do mercado. Programas como minha casa minha vida, aceleração do crescimento, copa e olimpiadas, assim como a facilidade em obter emprestimo, tem movimentado o setor, mas com a pujança muitos problemas se destacaram. Os profissionais sentiram dificuldade em lidar com algumas situações dentro do canteiro. Problemas como planejamento do processo, uso de novas tecnologias, clareza na sequencia dos processos, montagem de equipes, trabalhadores menos comprometidos e redução de desperdícios/perdas, são alguns deles. Neste sentido o artigo busca, por meio da filosofia Lean, mitigar as dificuldades encontradas pelos profissionais na gestão de processos, nos edifícios residenciais na cidade de Palmas/TO. Para isso, a metodologia utilizada constitui-se de pesquisa qualitativa, devido às características básica desse modelo e por ter o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados. Do ponto de vista de seu objetivo, a pesquisa possui caráter exploratório, por buscar maior compreensão quanto à temática e envolver levantamento bibliográfico e de dados, podendo assim classificá-la em qualitativa-exploratória. Como resultado a pesquisa proporcional observar que grande parte das dificuldades, por parte dos profissionais, se deve a falta de conhecimento de mecanismos, técnicas e ferramentas de gestão disponíveis e que possam ser empregadas na linha de produção e principalmente, qual e como utilizar, assim com o emprego da filosofia Lean grande parte dos problemas inicialmente relatados puderam ser resolvidos.

Palavras-chave: Dificuldades; Gestão; Processos; Lean.

Abstract: The construction industry undergoes changes grids driven primarily by actions of the government and the market. Programs like my house my life, growth acceleration, Cup and Olympics, as well as the ease in obtaining loan, has moved the industry, but with the vigor many problems stood out. Professionals experienced difficulty dealing with some situations in plots. Problems such as process planning, use of new technologies, clarity in sequence of processes, team building, less committed workers and waste reduction / loss are some of them. In this sense, the article seeks, through the Lean philosophy, mitigate the difficulties faced by professionals in case management in residential buildings in the city of Palmas / TO. For this, the methodology consists of qualitative research, due to the basic features of this model and for the environment itself, as a direct source for data collection. From the point of view of its objective, the research has an exploratory nature, to seek greater understanding of the theme and involve literature and survey data, and thus classify it in qualitative and exploratory. As a result the proportionate research note that most of the difficulties, by professionals, is due to lack of knowledge of mechanisms, techniques and management tools available and can be employed in the production line and mainly, what and how to use, so with the use of Lean philosophy much of the initially reported problems could be solved.

Keywords: Difficulties, Management, Processes. Lean.

1. Introdução

Nessa nova conjuntura brasileira, os profissionais da engenharia têm de vencer suas limitações e romper com seus paradigmas adequando-se à nova realidade do setor. Hoje, para atuar com eficácia na engenharia, as exigências mudaram no que tange ao perfil do profissional responsável pelas obras. Este novo profissional deixa de desempenhar funções

essencialmente tecnicistas para atuar também na administração da produção do canteiro de obras, não mais na condição de "tocador de obra", e sim como gestor.

Dados da pesquisa de Lemos de Souza (2012) mostram que 86% dos profissionais pesquisados em Palmas improvisam nas obras sob sua gestão, 24% não se consideram capacitados para gerenciarem projetos e 52% considera ruim ou muito ruim a ocorrência do planejamento do processo em suas obras. Isso mostra a fragilidade do profissional, consequentemente da gestão, junto à linha de produção dos empreendimentos na cidade de Palmas/TO.

Neste sentido, o artigo busca mitigar algumas dificuldades enfrentadas pelos profissionais, na gestão de processos, em edifícios residenciais na cidade de Palmas/TO empregando a filosofia Lean como ferramenta de auxilio.

2. Referencial bibliográfico

2.1. Gestão, gerenciamento e processo

Termos como gestão, gerenciamento e processo são utilizados ao longo do artigo, buscando parametrizar a compreensão as seguintes definições são apresentadas.

Gestão (management), atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização, em que organização é um grupo de instalações e pessoas com um conjunto de responsabilidades, autoridades e relação (ABNT NBR ISO 9000: 2005).

Gerenciamento é planejar e controlar os recursos relativos a um sistema de produção, em que sistema de produção é tudo o que está envolvido, desde o desenvolvimento do projeto até a produção do bem em si (HALPIN e WOODHEAD, 2004).

Processo é um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas que são executadas para criar um produto, serviço ou resultado pré- especificado. Cada processo é caracterizado por suas entradas, ferramentas e técnicas que podem ser aplicadas e as saídas resultantes. (GUIA PMBOK®, 2013).

2.2. Gestão por processo

As mudanças no mercado, às necessidades e os desejos dos clientes são itens básicos na orientação que as empresas dão aos seus negócios, assim, empresas se veem obrigadas a criarem processos voltados a satisfazer essas mudanças, necessidades e desejos.

Mas para isto é necessário entender que a construção civil é algo complexo de produto único, realizado por meio de várias equipes e que não se deve vê-la como uma transformação única, mas entendida como um fluxo de trabalho e criação de valores (KOSKELA, 2000, 2004).

Neste caso, se profissionais responsáveis pela gestão das atividades que compõem os processos necessários à construção civil, não estiverem preparados para tratar a condição complexa dos empreendimentos, podem ter sérios problemas.

A gestão por processo[5] aliada a Lean Construction podem ser uma forma para minimizar as dificuldades encontradas nos processos do empreendimento, pois um resultado desejado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo (ABNT NBR ISO 9000: 2005).

2.3. Processo como direcionador da estrutura organizacional

Segundo Carvalho *et al*, (2005), organizar uma empresa em torno de funções e trabalhos em torno de tarefas, em um mundo competitivo como o atual, não é mais adequado.

Para se conseguir as melhorias necessárias para a sobrevivência das empresas, é necessário que as atividades empresariais sejam vistas não em termos de funções, departamentos ou produtos, mas por processos.

A geração de um produto para um cliente é realizada pela cadeia de uma ou mais atividades interligadas. Existe toda uma relação de clientes e fornecedores internos, mas o objetivo final é a produção do produto.

Ter o processo como direcionador da estrutura organizacional significa que o ótimo de todos prevalecerá sobre o ótimo da parte, uma vez que o mais importante é o resultado do processo, e não apenas da tarefa individual.

2.4. Lean construction

Em 1950 um jovem engenheiro japonês, Eiji Toyoda, foi até a fábrica Rouge da Ford, em Detroit. Eiji não era um engenheiro qualquer, nas habilidades e ambições (WOMACK et al, 2004). Após estudo minicioso de cada plano da fabrica visitada, sendo este o mais eficiente

[5] Segundo Carvalho *et al* (2005) a gestão por processo pode ser definida como uma metodologia para avaliação contínua, análise e melhoria do desempenho dos processos que exercem mais impacto na satisfação dos clientes

complexo fabril do mundo, naquele momento, Eiji observou que era possível melhorar o sistema de produção em sua companhia.

Mas Eiji Toyoda, juntamente com seu engenheiro de produção, Ohno, concluíram que não seria possível simplesmente copiar ou melhorar o modelo para implanta-lo, assim de forma experimental o Sistema de Produção Toyota e posteriormente concretiza-se a produção *Lean*[6].

O Principal objetivo da produção Lean é proporcionar a condição de valor para todas as partes interessadas, incluindo os clientes internos e externos, eliminando desperdícios (NAHMENS e IKUMA, 2012).

Quanto ao uso da produção Lean na construção civil se deu a partir do trabalho de Koskela (1992), onde enfatizou a importância do fluxo do processo de produção e a transformação de insumos em produtos acabados.

A partir daí muitos outros estudiosos tem mostrado a importância e eficácia da estratégia Lean na melhoria dos níveis de produtividade e lucro (Womack e Jones, 1996; Ballard e Howell, 1998; Dentz e Blanford 2007; Nahmens and Ikuma, (2012); Yu *et al* (2013); Tezel and Nielsen (2013)).

3. Limitação, apresentação e análise dos resultados

3.1. Caracterizações da empresa

O estudo foi desenvolvido na empresa A, empresa participante da pesquisa realizada por Lemos de Souza (2012), onde sua caracterização esta apresentada na Tabela 1.

Características da Empresa	***Empresa A***
Fundação	2007
Ramo de Atuação	Construção e Incorporação
Número de funcionários	457
Número de funcionários (obra)	71
Tipologia das construções	Obras públicas, residenciais e comerciais.
Obras finalizadas	20 empreendimentos, mais de 250 mil metros quadrados.
Obras em execução	Sete empreendimentos, 71.344,00 m².

Tabela 1 – Caracterização da empresa

[6] Lean significa conseguir as coisas certas para o lugar certo, na hora certa e na quantidade certa, minimizando o desperdício e mantendo aberto e flexível a mudanças (WOMACK e JONES, 2004).

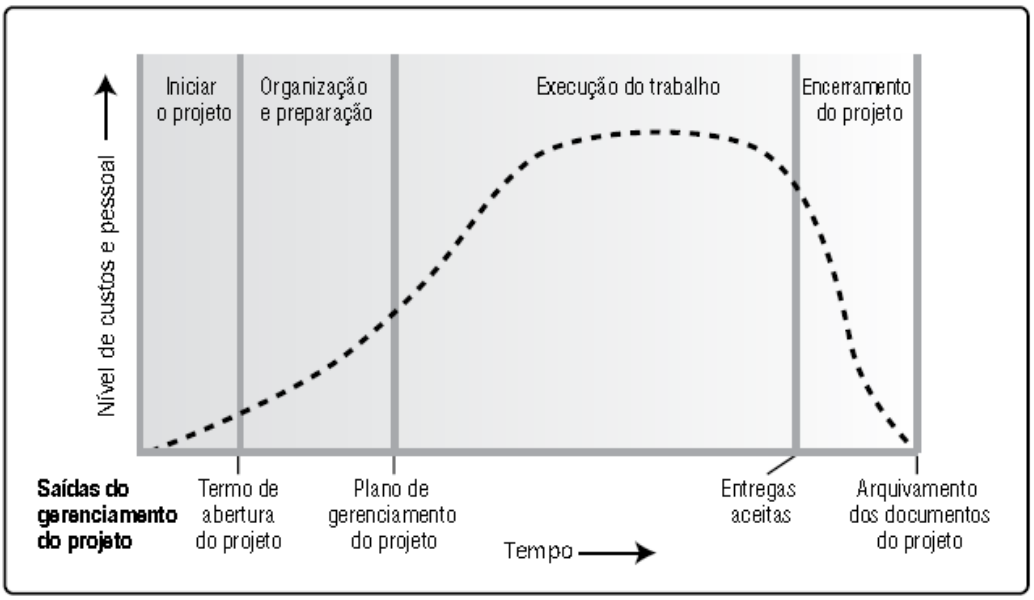
Fonte: Lemos de Souza (2014)

3.2. Limitação

Para se chegar aos resultados obtidos, os dados foram examinados, categorizados e classificados conforme as evidências e o tema, respeitando o contexto investigado e o ambiente natural dos profissionais.

Embora o empreendimento analisado, seja dividido em várias fases (Figura 1), para este estudo foi considerada apenas a fase de execução.

Figura 1 – Ciclo de vida do projeto

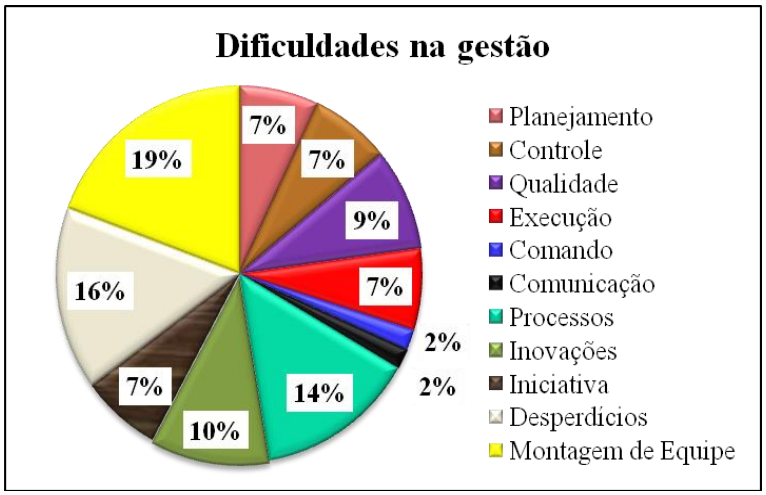


Fonte: Guia PMBOK®, 2013

3.3. Apresentação

Conforme enunciado anteriormente, o estudo é a continuidade da pesquisa de Lemos de Souza (2012). Tal pesquisador observou que muitos pontos merecem atenção quanto à gestão dos profissionais envolvidos na construção civil em Palmas, ver Figura 3.

Figura 3 – Dificuldades encontradas no canteiro de obras por parte dos profissionais

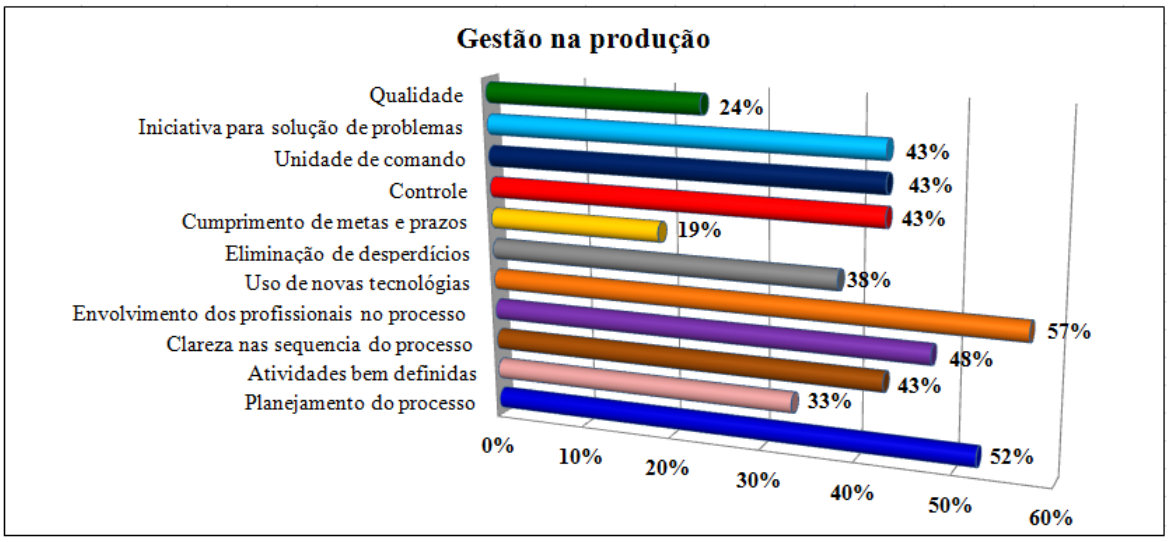


Fonte: Lemos de Souza (2012)

É possível observar que montagem de equipes, desperdícios e processos foram os itens com maior relevância quanto às dificuldades encontradas. Nota-se que todos estão ligados às ações voltadas aos processos da linha de produção.

Convergindo para a produção de forma mais contundente, por meio da Figura 4 são observados os itens que ficaram abaixo do aceitável por parte dos profissionais, quanto a sua aplicação ou uso, se tratado da linha de produção.

Figura 4 - Percentual que consideram ruim ou muito ruim a ocorrência na produção

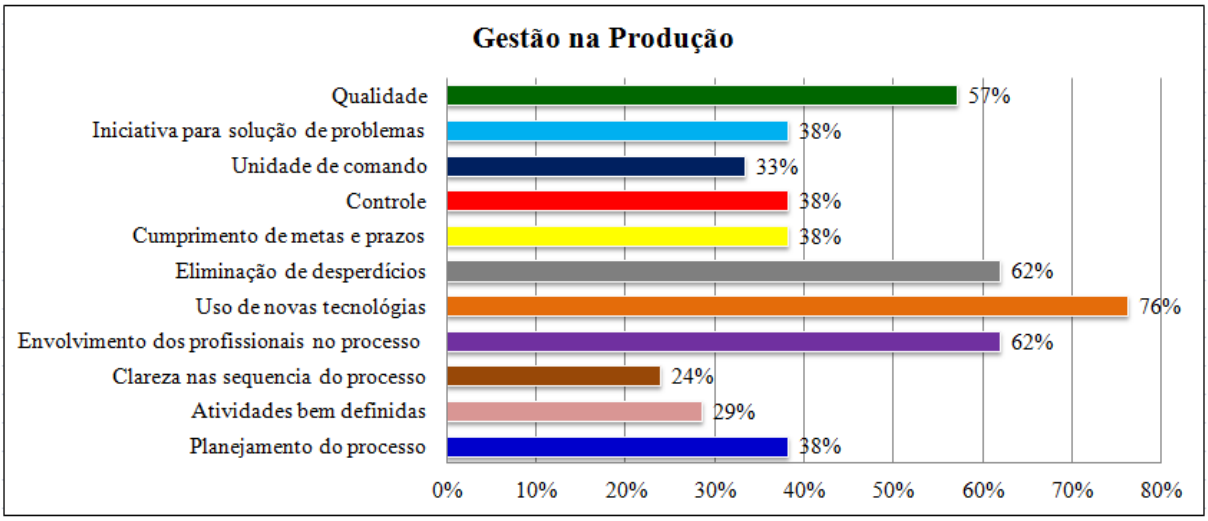


Fonte: Lemos de Souza (2012)

Observa-se que os itens de maior peso são: falta de novas tecnologias nos processos, planejamento do processo, envolvimento dos profissionais no processo dentre outros. É cristalino que a deficiência na gestão (Figura 3) reflete na produção.

Mantendo o mesmo contexto, a pesquisa converge sua análise par as necessidades de melhoria, sentidas pelos profissionais, junto à linha de produção, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Percentual referente às melhorias que devem ocorrer na produção



Fonte: Lemos de Souza (2012)

Destaca-se agora, além da necessidade do uso de novas tecnologias (76%), a eliminação de desperdícios e envolvimento dos profissionais no processo, ambos com 62%, qualidade (57%) e planejamento do processo, cumprimento de metas e prazos e controle, com 38%.

Com base nos dados expostos é notório que muito ainda deve ser feito, mas para a mudança ocorrer de fato ela deve partir de cada profissional.

Neste contexto, evidenciam-se os assuntos que serão trabalhados nessa pesquisa, junto à empresa A: Planejamento do processo; Uso de novas tecnologias; Clareza nas sequencias do processo; Montagem de equipes; Envolvimento dos profissionais; Desperdícios/perdas.

A escolha destes itens é fruto da dialética entre pesquisador e empresa. Este processo de diálogo teve como objetivo reduzir os itens elencados por parte da empresa, balizando suas

necessidades com o objetivo da pesquisa, assim como obter resultados úteis concernentes a melhoria das ações intrínsecas aos processos produtivos no canteiro.

	Planejamento dos processos	***Uso de novas tecnologias***	***Clareza nas sequencias do processo***
Comportamento da empresa	Segue apenas as necessidades estabelecidas para medição junto ao órgão financiador	Conservador	Centralização nos engenheiros de produção, mestre de obras e encarregados.
Problema identificado pelo pesquisador	As atividades a serem realizadas são definidas pelo mestre de obras, ocorrem conforme sua experiência.	Falta de interesse por parte da equipe de produção.	Desorientação da mão de obra.
Ação sugerida pelo pesquisador	Utlizar o *Last Planner System* (LPS), assim como trabalhar o b*enchmarking*[7]	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor[8]; Reduzir o tempo de Ciclos[9]; Simplificar através da redução do número de passos ou partes[10]; trabalhar o B*enchmarking* e visitar feiras e congressos que tratam sobre o tema.	Aumentar a transparência do processo[11].
Reação por parte da empresa	Resistência por parte do Mestre de obras, embora inicialmente a gestão também não tivesse uma aceitação muito boa.	Preocupação em quanto custaria o investimento para se obter um bom resultado.	Dúvida em como realizar a ação e como a mão de obra reagiria (aspecto financeiro).
Resultado esperado	Obter mais clareza nas ações com planejamentos de longo prazo, de médio prazo e de curto prazo.	Melhorar a produtividade.	Reduzir as dúvidas com relação às frentes de trabalho das equipes no canteiro.
Resultado obtido	Longo prazo: criação de datas marcos para verificação e medição dos serviços. Médio prazo: redução do número de inconformidades dos pacotes de serviço. Curto prazo: cronograma das ações a serem	Melhoria na produção, embora algumas atividades tenham ficado com valores acima do esperado, porém houve redução de tempo na execução de forma relevante.	Redução no tempo para as equipes inciarem às tarefas diárias.

[7] 11° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.
[8] 1° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.
[9] 4° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.
[10] 5° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.
[11] 7° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.

	realizadas por semana.

Continua

	Montagem de equipes	*Envolvimento dos profissionais*	*Desperdícios / perdas*
Problema identificado pelo pesquisador	Falta de padrões na contratação.	Equipe desmotivada e desorientada.	Muitas perdas na produção.
Ação sugerida pelo pesquisador	Realização de entrevista com os responsáveis pela produção, teste prático e capacitação.	Valorizar a equipe; Aumentar a transparência do processo; Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes[12].	Focar o controle no processo global[13]; Introduzir melhoria contínua no processo[14].
Reação por parte da empresa	Insegurança	Desconhecimento de formas de valorização exceto as financeiras, dúvida em como valorizar o produto.	Resistência por parte dos lideres na produção
Resultado esperado	Profissionalização	Maior motivação da equipe e maior envolvimento.	Redução nas perdas em 50%.
Resultado obtido	Entrevista com os responsáveis pela produção.	Pouca mudança com relação à empresa e profissionais.	Redução das perdas abaixo do esperado.

Tabela 2 – Planilha resumo da pesquisa

Fonte: Lemos de Souza (2014)

3.4. Análise dos resultados

Esta pesquisa revelou a potencialidade da aplicação dos princípios da filosofia Lean na mitigação de algumas dificuldades encontradas pelos profissionais envolvidos na gestão de processos junto à produção de edifícios residenciais em Palmas/TO.

3.4.1. Planejamento dos processos

A utilização do *Benchmarking* teve como foco mostrar as boas ações que vinham sendo realizadas em empresas conceituadas do setor da construção, para que estas empresas

[12] 2° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction, sendo cliente todos os envolvido internamente e externamente.
[13] 8° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.
[14] 9° princípio considerado por Koskela (1992) para a Lean Construction.

pudessem servir de referencia para a empresa pesquisada. Com a realização das visitas a resistência por parte dos gestores foi minimizada.

Este princípio tem sido utilizado por vários pesquisadores em seus estudos (Gauri, D. (2012); Tokos, H. *et al* (2013); Antošová, M. (2013)), obtendo resultados satisfatórios com relação ao seus objetivos.

Vindo de encontro ao esperado nesta pesquisa, Heineck e Machado (1998) afirma que o *Benchmarking* é o principal motivador dos ciclos de melhoria dentro do processo. Porém esta melhoria só pode ser implementada se houver o comprometimento da gestão. E foi por meio da aplicação deste principio que houve a aceitação dos gestores, embora a resistência ainda persistisse por parte dos responsáveis diretos da produção.

Após a aceitação, foi sugerida a utilização do *Last Planner System* (LPS) para melhorias no planejamento dos processos, pois este desempenha um papel importante na gestão da variabilidade através de controle de produção (BALLARD, 2000).

Ele possibilita uma análise das várias restrições, em diferentes níveis hierárquicos do projeto, podendo assim filtrar as tarefas que merece atenção, proporcionado melhor condição de estabilidade do fluxo em termos de previsibilidade e confiabilidade do planejamento (BRODETSKAIA, 2013).

Para a implantação do LPS foi seguido uma ordem cronológica, plano de longo prazo ou inicial, plano de médio prazo ou *Lookanhead* e plano de curto prazo ou de comprometimento.

- ✓ Plano de longo prazo ou inicial: pelo fato da obra já estar em andamento e a ansiedade por parte da gestão em obter resultados, a partir do cronograma, foi criado planilhas, com base destacando datas “marcos” de verificação dos serviços e medição. Buscou-se relacionar também as atividades mais criticas da obra para que estas pudessem “puxar” as decisões a serem tomadas.
- ✓ Plano de médio prazo ou *Lookanhead*: Com base no plano de longo prazo foram estabelecidas ações por trimestre em uma planilha Excel, tendo como base a estrutura analítica do projeto (EAP), nesta planilha estabelecia-se as equipes responsáveis pela atividade, os insumos necessários e o responsável pelo controle.

Com estas definições buscou-se com o processo de planejamento *lookahead*, formatar a sequência do fluxo de trabalho, combinar o fluxo de trabalho com a sua capacidade, decompor as atividades do cronograma mestre em pacotes de trabalho e operações, desenvolver métodos detalhados para a execução do trabalho; manter prontas tarefas reservas, atualizar e revisar as programações de nível superior, conforme necessário.

Pois neste processo a condição principal estabelecida para uso do plano foi retirar todas as restrições existentes de cada serviço, proporcionando o fluxo continuo do processo, mantendo assim, produtividade da equipe em patamares estabelecidos.

- ✓ Plano de curto prazo ou de comprometimento: neste momento, com base na planilha do plano de médio prazo, cabia ao engenheiro responsável reunir-se com o mestre de obra e encarregados para definir as ações da semana, esta reunião ocorria todas as sextas-feiras depois do expediente, consistindo em elaborar nova planilha com as atividades definidas para a próxima semana, nela constavam as definições das atividades que seriam executadas, número de funcionários e suas qualificações, insumos, tempo estimado para realização e responsável pela equipe, este responsável deveria verificar se ainda existia alguma restrição para realização das atividades, assim como efetuava o controle.

Com estas ações foi possível melhorar a condição de planejamento dos processos.

3.4.2. Uso de novas tecnologias

Outra necessidade sentida por parte dos profissionais foi à utilização de novas tecnologias, porém a dificuldade não foi pelo fato do conhecimento ou aceitação e sim pela condição conservadora por parte da empresa, outro fator relevante foi o desinteresse por parte dos profissionais da produção em alterar sua forma de trabalho, exceto o engenheiro, porém este pela sobrecarga de trabalho não tinha muito tempo para acompanhar a produção, ficando a cargo do mestre e encarregados. Assim o implemento tecnológico se deu através da adoção do Ms Project e alguns equipamentos como balancim elétricos e máquinas para chapisco e reboco.

Estes recursos aliados à melhora no planejamento dos processos foram possíveis novas ações junto à produção do canteiro com o intuito eliminar as atividades que não agregavam valor.

O tempo de ciclo também foi pauta de análise junto à produção. Com maior transparência e controle dos processos foi possível identificar e corrigir as falhas nas atividades, reduzindo o número de passos que compunham o fluxo de produção do reboco e chapisco.

3.4.3. Clareza nas sequencias do processo

Neste caso foi utilizado o princípio *Lean* que aborda a transparência do processo. Adotou-se uma nova postura junto à equipe de produção, ações sensoriais, como a utilização de dispositivos visuais passaram a fazer parte de vários pontos da obra, oferecendo acesso fácil as informações necessárias para identificar padrões de processos, que deveriam ser seguidos.

Neste sentido placas e cartazes foram afixados no refeitório, neles continham informações esclarecedoras quanto às atividades que seriam executadas na semana, destacavam-se também as equipes, tempo de execução, tempo gasto na realização e responsável pela atividade.

3.4.4. Montagem das equipes

Este item não obteve o retorno esperado, embora a empresa pesquisada tenha adotado algumas das sugestões o resultado não foi alcançado.

O não atingimento do objetivo proposto se deu pela condição conservadora em investir na capacitação dos funcionários contratados, mantendo a dinâmica de análise da carteira de trabalho. Embora tenham buscado informações de referencia e entrevista, o teste prático e a capacitação não forma aceitos, o que levou a manter uma mão de obra de baixa qualidade profissional.

3.4.5. Envolvimento dos profissionais

Com o aumento da transparência nos processos palestras durante o almoço e frases de incentivo distribuídas pelo canteiro, enfatizando a importância do comprometimento de cada um no processo obteve-se pontos positivos com relação à equipe, os funcionários passaram a entender melhor sua importância dentro do processo.

Mas outras ações se faziam necessárias para que este envolvimento não fosse passageiro. Assim, buscando criar mecanismos motivacionais, levou-se ao conhecimento da

empresa a necessidade de satisfação do ser humano segundo Maslow (1943 e 1962). Mas a tentativa não foi frutífera, e a empresa manteve apenas as ações voltadas à transparência do processo e a comunicação.

O resultado esperado com relação ao comprometimento não foi alcançado em sua plenitude, mas como os funcionários passaram a entender sua condição no processo e suas tarefas estavam mais claras, melhoras quanto a este quesito pode ser observadas.

3.4.6. Desperdícios/perdas

Buscando mitigar este item, buscou implantar os seguintes princípios *Lean* na obra pesquisada: foco no controle do processo global e melhoria contínua do processo.

Quanto ao controle, com a introdução de outras ações, citadas no corpo deste texto e implantadas em momentos adequados, foi possível melhorar de forma substancial, embora o foco da empresa ainda permanecesse no produto final, independente das perdas.

Diante disto a melhoria contínua se fez necessário, buscando ajustar a produção, fazendo com que esta minimizasse as perdas e direcionasse suas ações para "enxugar" a obra de todas as atividades que não gerassem valor e resultassem em desperdícios de recursos.

Buscando atingir o objetivo esperado, em reunião com responsáveis pela produção, evidenciou a importância em manter o planejamento e a aplicação da concepção *Lean*, sendo sugerida a possibilidade de adotarem *kits* de material para a realização das atividades assim como o método *Kanban*.

Mas pelo fato da empresa considerar trabalhosa a montagem dos *kits* a ideia não foi implementada, mesmo assim, com a utilização dos princípios *Lean* foi possível chegar a bons resultados na alocação da mão de obra, reserva de atividades e materiais e aplicação de insumos.

3.5. Conclusão

Buscando atingir o objetivo proposto, o pesquisador em suas primeiras ações junto à empresa, concluiu que a cultura conservadora em diversos setores deveria ser trabalhada, ou os resultados esperados poderiam não ocorrer.

Para sanar esta primeira dificuldade foi utilizado o *Benchmarking*, no intuito de reduzir esta resistência por parte dos gestores. Com a aceitação destes, as ações puderam ocorrer.

Observou-se também que grandes partes das dificuldades, dos profissionais, ocorriam pela falta de conhecimento das técnicas e ferramentas de gestão que poderiam ser empregadas na linha de produção, buscando objetivar, concluiu-se que:

a) A utilização do LPS é de suma importância para o planejamento e organização das atividades na produção, assim como o Benchmarking deve ser mantido para que a empresa possa melhorar seu desempenho e/ou aperfeiçoar seus métodos;

b) A utilização de novas tecnologias é necessária desde que mantenha uma linha de planejamento por parte da empresa, pois este recurso pode trazer muitos benefícios ao processo;

c) A comunicação deve ser observada de forma mais valorativa junto à empresa, e melindre em tornar claras as ações da empresa deve ser suprimido da cultura institucional, tornando os processos claros e transparentes;

d) Políticas voltadas a "enxugar" os desperdícios/perdas devem ser mais bem aceitas junto à empresa, pois pela negligência em voltar à atenção a este tópico o estudo estima que haja um prejuízo médio de R$ 11.500,00/mês, somente com a mão de obra, como a obra tem previsão para termino em 18 meses este valor poderá ultrapassar R$ 207.000,00, o que pode representar 3% do valor total;

e) A mudança na forma de contratar deve ocorrer, pois a falta de uniformização dos padrões de contratação, esta gerando assimetria das atividades realizadas por parte dos profissionais, a visão limitada à condição financeira e falta de critérios prejudica na mitigação deste ponto de dificuldade;

f) Faz-se necessário que a empresa adote uma postura mais sistêmica para conseguir inspirar o envolvimento dos profissionais, não deve se embasar apenas na condição financeira, outros mecanismos devem ser trabalhados, como sugestão deixou-se os mecanismos atribuídos por Maslow, assim como os princípios *Lean* apresentados na Tabela 2;

g) A necessidade de redução dos desperdícios é ainda latente, e se não for trabalhado de forma mais contundente poderá levar ao lucro ilusório por parte da empresa, cuidados ainda são necessário para que se possa "enxugar" cada vez mais estas perdas.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9000. (2005). **Sistema de gestão da qualidade** – Fundamentos e vocabulário. Normas. Rio de Janeiro.

ANTOŠOVÁ, M. (2013). **Benchmarking research of steel companies in Europe**. Metalurgija - Journal for Theory and Practice in Metellurgy. Ministry of Science, Education and Sport Republic of Croatia.

BALLARD, G. (2000). **The Last Planner System of Production Control**. Thesis (Doctor of Philosofy). School of Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Birmingham, Birmingham. Disponível em : http://www.leanconstruction.org/media/docs/ballard2000-dissertation.pdf Acesso em 12/03/2014

BALLARD, G., and HOWELL, G. A. (1998). **What kind of production is construction?** Proc., 6th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-6), Lean Construction Institute, Ketchum.

BRODETSKAIA, I. (2013). **Stabilizing Production Flow of Interior and Finishing Works with Reentrant Flow in Building Construction**. American Society of Civil Engineers.

CARVALHO, M. M. *et al.* (2005). **Gestão da qualidade**: teoria e casos. 12ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier.

DENTZ, J., and BLANFORD, M. (2007). **Lean factories cut costs, boost production**. Automated Builder.

GAURI, D. (2012). **Benchmarking Retail Productivity Considering Retail Pricing and Format Strategy**. Journal of Retailing. Elsevire

HALPIN, D.W. e WOODHEAD, R.W. (2004). **Administração da construção civil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC.

HEINECK, L.F.M. e MACHADO. R.L. (1998) **Estratégias de Produção para a Construção Enxuta**. Disponível em: < www2. ucg.br/nupenge/pdf/Ricardo_Machado_I.pdf>.

KOSKELA, L. (1992). **Application of the new production philosophy to construction**, CIFE Technical Report #72, Stanford Univ., Stanford, CA.

KOSKELA, L. (1992). **Application of the new production philosophy to construction**. In: Technical report no. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, USA.

KOSKELA, L. (2000). **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Ph.D. dissertation, VTT Publications 408, VTT, Espoo, Finland.

KOSKELA, L. *et al*. (2000). **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo, VTT Building Technology. VTT Publications.

KOSKELA, L. *et al*. (2004). **Construction Beyond lean: A New Understanding of Construction Management**. Presented at the 12th annual conference in the International Grop for Lean Construction, Elsinore, Denmark.

LEMOS DE SOUZA, V. (2012). **Princípios de Gestão na Execução de Empreendimentos Residenciais**: Estudo de Caso em Palmas/TO. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-015A/12, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MASLOW, A. (1943). **A Theory of Human Motivation**. Disponível http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm Acesso em 12/03/2014

MASLOW, A. (1962). **Introdução à psicologia do ser**. Rio de Janeiro: Eldorado. http://pt.scribd.com/doc/32619665/Abraham-H-Maslow-Introducao-a-Psicologia-do-Ser. Acesso em 12/03/2014

NAHMENS, I. and IKUMA, L. (2012). **Effects of Lean Construction on Sustainability of Modular Homebuilding**. Journal of Architectural Engineering.

PMBOK (2013). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos** (Guia PMBOK®). Newton Square: Project Management Institute. PA, USA.

TEZEL, A. and NIELSEN Y. (2013). **Lean Construction Conformance among Construction Contractors in Turkey**. Journal of Management in Engineering.

TOKOS, H. et al (2013). **Bi-objective optimization of a water network via benchmarking**. Journal of cleaner production. Elsevier

WOMACK, J. P. *et al* (2004). **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo de Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier.

WOMACK, J. P., and JONES, D. T. (1996). **Lean thinking**: Banish waste and create wealth in your corporation, Simon & Shuster, New York, NY.

YU, H *et al* (2013). **Lean Transformation in a Modular Building Company**: A Case for Implementation. Journal of Management in Engineering.

O Mapeamento do Fluxo de Valor como diferencial produtivo em uma indústria de peças agrícolas

Aline Xarão (CGEP-UFSM) – alinexarao.ct@gmail.com
Bruna Aline Mignon (CGEP-UFSM) – brunamignon@hotmail.com
Celso Sarzi Alessio Jr. (CGEP-UFSM) – celsoalessiojr@gmail.com
Marcelo Hoss (CGEP-UFSM) – marcelohoss@gmail.com
Thaiana Ardenghi Biedacha (CGEP-UFSM) – thaiardenghi@gmail.com

Resumo:
No contexto econômico atual, onde as empresas precisam reinventar seus processos produtivos a cada dia para manterem-se competitivas no mercado, as técnicas *lean* são alternativas valiosas para cortar custos e reduzir desperdícios. Para analisar a aplicabilidade do *lean* na linha de produção de uma indústria de peças agrícolas, esse estudo visa utilização a ferramenta MFV para visualizar as possibilidades de redução no uso de recursos e custos. A partir da elaboração dos mapas atual e futuro da empresa, foi possível mostrar como o *lean* pode modificar o sistema produtivo de uma empresa, de forma a torná-la mais eficiente, organizando-a com menos desperdícios e tornando-a consequentemente mais competitiva.
Palavras-chave: Lean; Mapeamento do Fluxo de Valor; Indústria de peças agrícolas.

Abstract:

In the current economic climate, where companies need to reinvent their processes every day to stay competitive in the market, lean techniques are valuable alternatives to cut costs and reduce waste. To analyze the applicability of the lean in the production line of an agricultural supply industry, this study aims to use the VSM to see the possibilities of reduction in use of resources and costs. Developing current and future maps of the company was possible to show how lean can modify its production system to make it more efficient by organizing it with less waste and therefore rendering it more competitive.

Keywords: Lean; Value Stream Mapping; Agricultural supply industry.

1. Introdução

Um desafio constantemente encontrado na indústria é o balanceamento entre produtividade e lucratividade. Por um longo tempo, as ciências industriais propuseram que a relação entre lucro e produção era diretamente proporcional. Dessa forma, muitas empresas construíram seus sistemas produtivos conforme os princípios da produção em massa. Porém, devido a diversas experiências de estoques lotados em tempos de crise, foi necessário elaborar um

novo modelo de sistema produtivo que gerasse maior competitividade: mais flexível no volume de produção e com desperdício tendendo a zero. A partir de tais necessidades, surgiu o sistema *lean*, ou sistema de produção enxuta.

Sistemas enxutos são aqueles que utilizam menos recursos, como força de trabalho, investimentos financeiros, espaços físicos, volumes de estoque e tempo, tornando mais simples e objetivo o seu processamento (Womack, Jones e Roos, 2004). Pode-se dizer que uma empresa adota um sistema *lean*, quando prioriza o corte de elementos supérfluos, que não agregam valor ao produto.

Nesse contexto, conhecer o fluxo de valor torna-se fundamental na garantia do sucesso ao implementar o *lean*. Um fluxo de valor consiste no encadeamento de todas as atividades realizadas para que um produto seja acabado (Rother e Shook, 2003) e seu mapeamento propicia a visualização do emprego excessivo de recursos. Identificada a oportunidade de melhoria no sistema, a partir do controle de recursos e utilização de técnicas *lean*, esse trabalho tem por objetivo utilizar o MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor) para comprovar as possibilidades de balanceamento da produtividade e cortes de custos em uma indústria de peças de máquinas agrícolas.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. O Lean

Segundo Dennis (2008), o sistema *lean* originou-se dos estudos feitos por Eiji Toyoda na fábrica Rouge da Ford em 1950. Seu interesse no sistema Fordista surgiu pelo fato de a empresa de sua família, a Toyota Motor Company não ter o mesmo sucesso que a fabricante americana, em volume de produção. Após diversos estudos, junto a Taiichi Ohno, ambos inferiram que o sistema de produção em massa praticado na indústria americana, não seria possível no Japão devido a demanda interna por modelos variados, a situação da economia do país no pós-guerra e a concorrência do mercado externo, o qual além de almejar estabelecer-se no país, também precisava se defender das exportações japonesas. A partir disso, Toyoda e Ohno, conceberam um sistema mais limpo que o das fábricas Ford, o *lean*, que popularizou-se como sistema Toyota de produção, que busca produzir mais, com menos recursos.

Um sistema *lean*, caracteriza-se por seu principal objetivo: eliminar fontes de desperdício. Desperdício é considerado por Jones e Womack (2004) toda a atividade que consome recursos

sem gerar valor. Ohno (1997), pontuou os sete principais desperdícios a serem minimizados ou eliminados da produção: a superprodução, o estoque, a espera, o transporte, os defeitos, o excesso de movimento e os processamentos desnecessários. Para sustentar os fundamentos do *lean* em um sistema produtivo e alcançar seu objetivo de minimizar acúmulos que não agregam valor, as principais lógicas utilizadas são o *just-in-time* (JIT), o *kaizen* e o trabalho padronizado (TP).

Produção JIT significa produzir o item necessário na hora necessária na quantidade necessária (Dennis, 2008). Pelo JIT, qualquer outra abordagem leva ao desperdício, logo o "*start"* da produção deve ocorrer via demanda do cliente. A utilização do JIT diferencia totalmente os sistemas enxutos dos em massa, onde a produção é empurrada sem relação com a real demanda do mercado. A principal dificuldade das empresas na aplicação do JIT é a variabilidade da demanda, que pode ocasionar falta ou sobra de produtos em estoque, devido a isso são usados os estoques JIC (*Just-In-Case*), chamados estoques de segurança. Para sustentar o JIT a empresa precisa ter pleno controle de seu fluxo, utilizar o *kanban* (sistema visual pelo qual uma estação de trabalho comunica-se com a anterior alertando a necessidade de material) ou supermercado de peças (lógica percebida por Ohno, onde os produtos eram imediatamente repostos nas prateleiras após consumidos), estes permitem que o sistema seja puxado através da demanda.

O *kaizen*, palavra japonesa para melhoria contínua, envolve todos os empregados de uma empresa, os quais se concentram na melhoria do processo (Ortiz, 2009) e é amplamente utilizado para obtenção das melhores práticas do TP. O TP é a forma mais segura, fácil e eficaz de realizar um trabalho que conhecemos hoje em dia (Dennis, 2008), diz-se hoje em dia, pois a qualquer momento pode ser aplicado o *kaizen* e o padrão pode ser alterado.

Existem diversas ferramentas voltadas para o *lean*. Ortiz (2009) cita como mais comumente utilizadas: *kaizen*, 5S, TP, Troca Rápida de Ferramentas (TRF), *kanban*, qualidade na fonte e manutenção preventiva total, nesse trabalho o objeto de estudo é o MFV.

2.2. O MFV

Um dos principais conceitos a serem considerados em *lean* é o de valor. Segundo Jones e Womack (2004) o valor é criado pelo produtor e caracterizado pelo consumidor e só é relevante quando o produto ou bem de serviço atende as necessidades dos clientes a um preço

específico em um momento específico. Portanto o fluxo de valor é o conjunto de todas as atividades necessárias para gerar valor a um produto ou serviço.

O MFV também conhecido como "Mapeamento de Fluxo de Informação e Material" é uma importante ferramenta utilizada pelos praticantes do *lean* que ampara determinada empresa a analisar detalhadamente o processo de produção em uma família de produtos, a partir do pedido de matéria prima até a entrega do produto acabado ao consumidor. Ao representar visualmente o mapa atual, e posteriormente o mapa futuro, auxilia a empresa a identificar as oportunidades de melhoria de seu processo produtivo e fontes de desperdícios, estas após mapeadas podem ser eliminadas através da redução de atividades que não agregam valor.

Segundo Silva e Lima (2013) num estudo de caso realizado na linha de produção de uma indústria calçadista paraibana, a partir da utilização do MFV no fluxo produtivo dessa empresa e da identificação dos desperdícios foram propostas algumas melhorias. A redução do tempo de *setup* pela aplicação do TRF, ocasionando um ganho de tempo para produção, um fluxo mais continuo, a redução do tamanho dos lotes, eliminando assim atividades que não agregam valor, conseqüentemente minimizando o desperdício por espera e superprodução. A implementação de um sistema puxado, a partir da metodologia *kanban* eliminou os estoques intermediários, disponibilizando um maior espaço físico além de eliminar o tempo gasto com manuseio dos produtos estocados. Essas sugestões devem ser incorporadas ao mapa do fluxo de valor futuro da empresa, além da disseminação das idéias e benefícios desse estudo para todos os setores da empresa.

Conforme Takahashi (2013) em um estudo de caso realizado em uma indústria farmoquímica, que objetivava a melhoria da produtividade de um determinado produto a partir dos conceitos de l*ean* tendo como principal ferramenta o MFV, após a elaboração e análise do mapa do fluxo de valor atual foi possível destacar melhorias na empresa, como: a minimização dos tempos de espera entre as etapas de produção pela ausência do equipamento disponível, aplicando uma melhor sincronização do processo, com uso mais eficaz dos recursos, além da implementação da produção puxada no gargalo do fluxo, consequentemente alcançando também um menor *lead time*; controle da falta de empregados disponíveis a partir do mapeamento das atividades e melhor distribuição dos operadores na produção; padronização dos tempos de operação nos processos produtivos com estudo dos tempos e métodos das

atividades de trabalho. A formulação do mapa do estado futuro incorporando tais propostas de melhoria deve aumentar a produtividade do processo produtivo, atendendo melhor a demanda.

Assim a aplicação do MFV em um sistema produtivo traz à tona, de uma forma visual e compreensível, pelo mapa atual, seus equívocos e fontes de desperdícios. Depois de identificadas as possíveis melhorias, as ações a serem tomadas devem ser incorporadas ao mapa futuro e implementadas na produção.

3. Metodologia

Este trabalho trata-se de um estudo de caso, pois está de acordo com Miguel (2010), que considera um trabalho de caráter experimental que analisa certa prática em uma situação real por meio do estudo dos dados observados, permitindo a geração de resultados sobre a prática e oportunizando a geração de teoria.

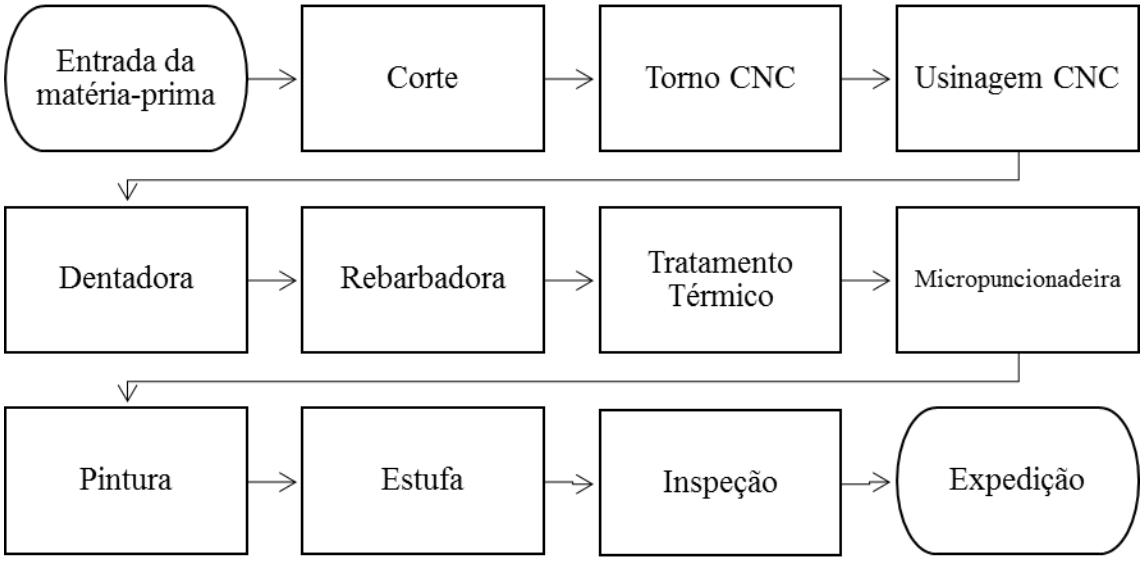
A empresa estudada atua no ramo metal-mecânico em Santa Maria, RS e foi fundada em 1972 por um grupo de professores empreendedores de Engenharia Mecânica da UFSM. Atualmente, é fabricante de peças e componentes para importantes indústrias de máquinas agrícolas, entre estas destacam-se as engrenagens.

O trabalho foi desenvolvido como projeto aplicado da disciplina DPS1065 - Sistemas de Produção Enxuta na UFSM durante o semestre 2013/02. Realizaram-se três visitas à empresa, coletando dados a partir de observação, cronometragem e entrevista com engenheiros e técnicos responsáveis para mapear o fluxo de valor. Os dados coletados foram:

- ✓ Peças em espera (WIP): peças aguardando processamento entre operações;
- ✓ Tempo de ciclo (TC): tempo despedido no processamento ou montagem de uma peça;
- ✓ Tempo de ciclo do operador (TCO): tempo gasto pelo operador para carregar e descarregar a máquina, preparar equipamentos que serão utilizados e para inspeção da peça;
- ✓ Tempo de ciclo da máquina (TCM): tempo em que a máquina realiza a operação em uma peça;
- ✓ Tempo de setup (TR): tempo gasto para preparar a troca de modelo na máquina.

A família de produtos foi escolhida devido a representatividade no volume de vendas, cerca de 50%. Tratam-se de engrenagens duplas, com duas carreiras dentadas. Para a fabricação dessas engrenagens, são necessários os processamentos descritos na Figura 01.

Figura 01 – Fluxo de processamento da família de produtos analisada.



Fonte: Próprio autor.

Os dados individuais das operações considerados relevantes para este estudo foram: número de operadores, se a máquina era dedicada às atividades de processamento desta família de produtos ou compartilhada com as demais, TCO, TCM, TR e estoque WIP. As informações coletadas constam no Quadro 01. Também foram coletadas informações sobre o cliente e fornecedores da empresa junto ao setor comercial da empresa.

A metodologia adotada para o mapeamento de fluxo de valor foi a proposta por Rother e Shook (2003).

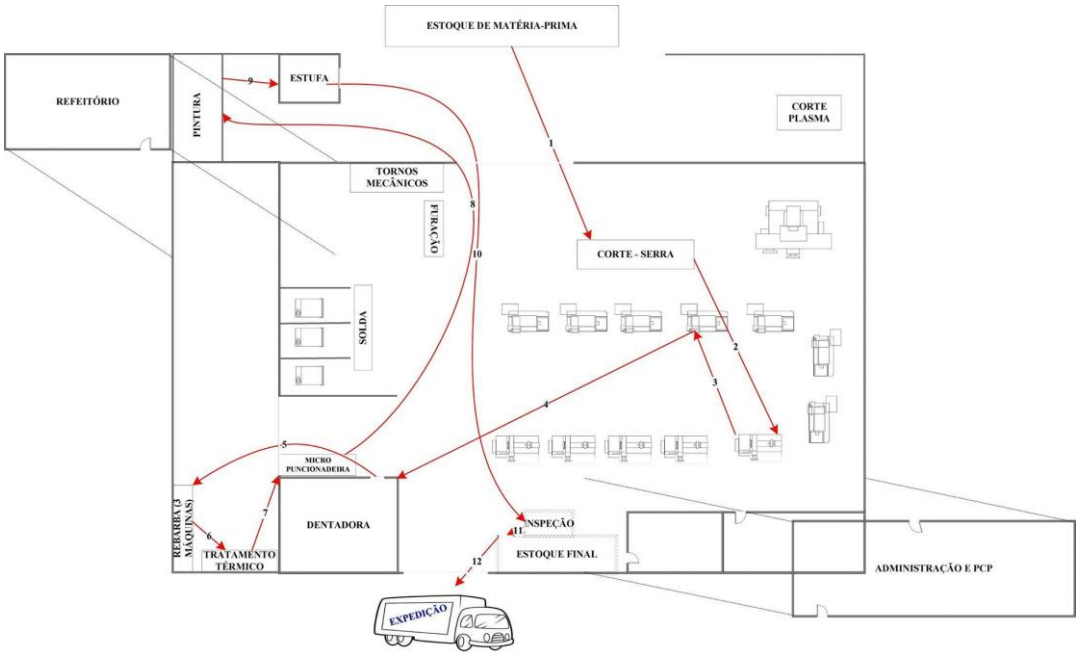
4. Resultados e Discussões

4.1 Mapa do Estado Atual:

Para desenvolver um estado futuro, ideal de acordo com os fundamentos do *lean*, é necessário diagnosticar a situação atual da e analisá-la. Isso é possível através da elaboração do mapa do estado atual do fluxo de valor da empresa. Esse mapa concentra todas as informações do fluxo de valor que ocorre na empresa para a família de produtos estudada, das necessidades do cliente às condições do fornecedor.

O cliente, uma indústria de maquinário agrícola, demanda em média 800 peças/mês, separadas em 8 lotes de 100 peças, entretanto o PCP da empresa envia a programação diária com quantidades 10% superiores à demanda solicitada para contornar problemas de qualidade. As peças expedidas são embaladas em contêineres que comportam 20 unidades e fechando 5 contêineres, um lote é expedido. A empresa opera 20 dias por mês em turnos diários de 8 horas e 48 minutos, mas 48 minutos são reservados para intervalos conforme necessidades do operador ou falhas nas máquinas, considerando-se 8 horas de trabalho liquido por dia. Neste estudo, foram consideradas 4h diárias como tempo disponível, pois a família de produtos estudada representa aproximadamente metade do volume de produção. A Figura 02 demonstra o *layout* atual da fábrica e o caminho percorrido pelas peças no processo:

Figura 02 – *Layout* e caminho percorrido pelas peças. Nota: A escala do gráfico não é completamente fiel à realidade.



Fonte: Próprio autor.

No Quadro 01 são apresentados os dados individuais de processamento. Ressalta-se a não separação homem-máquina, logo, o operador observa a máquina trabalhando, assim o tempo de ciclo é a soma do TCO e do TCM.

Quadro 01 – Informações individuais das atividades de processamento.

Dados/ Processamentos	Número de Operadores	Tipo de Recurso	Tempo de Ciclo do Operador (seg)	Tempo de Ciclo de Máquina (seg)	Tempo de Setup (min)	Estoque em espera (und)
Corte	1	Compartilhado	20	60	20	220
Torno CNC	1	Dedicado	52	80	20	110
Usinagem CNC	1	Dedicado	65	107	23	330
Dentadora	1	Compartilhado	10	120	15	110
Rebarbadora	1	Compartilhado	5	30	10	110
Tratamento Térmico	1	Compartilhado	5	15	20	110
Micropuncionadeira	1	Compartilhado	10	15	0	110
Pintura	1	Compartilhado	30	0	75	0
Estufa	1	Compartilhado	5	11	0	220
Inspeção	2	Compartilhado	60	0	0	220

Fonte: Próprio autor.

O principal fornecedor da empresa é uma distribuidora de aço expressiva no mercado nacional. A matéria-prima é fornecida semanalmente via caminhão e consiste em cilindros de aço.

O setor de PCP da empresa recebe da cliente, previsões mensais de demanda e pedidos semanais e não envia previsões de sua demanda para a fornecedora, apenas pedidos semanais. A programação de produção é emitida diariamente do PCP aos pontos de processamento, com revisão diária pelos supervisores. Apesar do PCP enviar semanalmente previsões de entrega ao setor de expedição, o sistema é empurrado, sendo programado a partir do primeiro ponto de processamento, mas são entregues nos demais setores ordens de acompanhamento da produção.

O l*ead time* da produção foi calculado dividindo o número de unidades de estoque em espera (WIP), pela demanda no período. Para melhor visualização do tempo de atravessamento do lote, este foi demonstrado em horas. No cálculo do *lead* total, 1 dia foi considerado como um turno de oito horas, a fim de serem consideradas ao processamento apenas as horas disponíveis. O *lead time* do processo está descrito no Quadro 02:

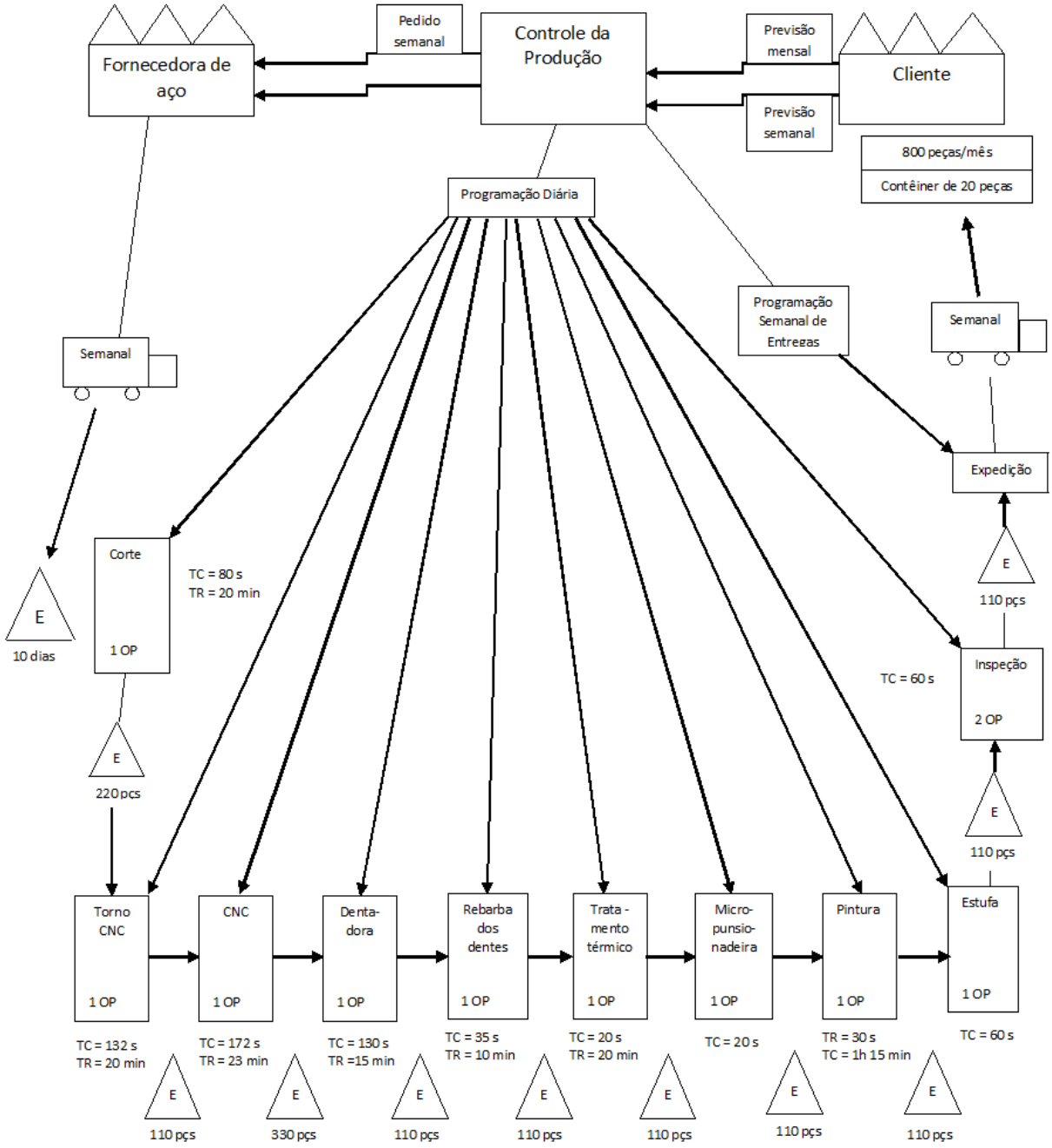
Quadro 02 – Cálculo do *lead time* de produção.

Etapa	WIP (und)	Lead Time (horas)
Estoque de Matéria	-	240
Corte	220	6,6
Torno CNC	110	3,3
CNC	330	9,9
Dentadora	110	3,3
Rebarbadora	110	3,3
Tratamento Térmico	110	3,3
Micropuncionadeira	110	3,3
Pintura	0	0
Estufa	220	6,6
Inspeção	220	6,6
Total:		286,2h ou ≈ 36 dias

Fonte: Próprio autor.

A partir da coleta, observação e análises todas as informações pertinentes ao processo produtivo, foi possível desenhar o mapa do estado atual da empresa, conforme a figura abaixo:

Figura 03 – Mapa do estado atual.



Fonte: Próprio autor.

4.2 Mapa do Estado Futuro:

O Mapa do estado futuro foi desenhado com base na análise das possibilidades de melhoria no mapa atual. As melhorias possíveis no processo produtivo foram constatadas através das "8 questões chave para o estado futuro" propostas por Rother e Shook (2003), concebendo a elaboração do mapa futuro a partir das respostas obtidas.

4.2.1 Qual o takt time da família de produtos estudada?

O *takt time* foi calculado considerando as 800 unidades demandadas pelo cliente ao mês. O tempo considerado disponível para produção foi 80h, pois apesar da empresa dispor de 160 horas/mês, esta família de produtos representa apenas metade de sua produção, sendo assim:

Takt = 4h*3600s*20dias/800unds = 360s/unds

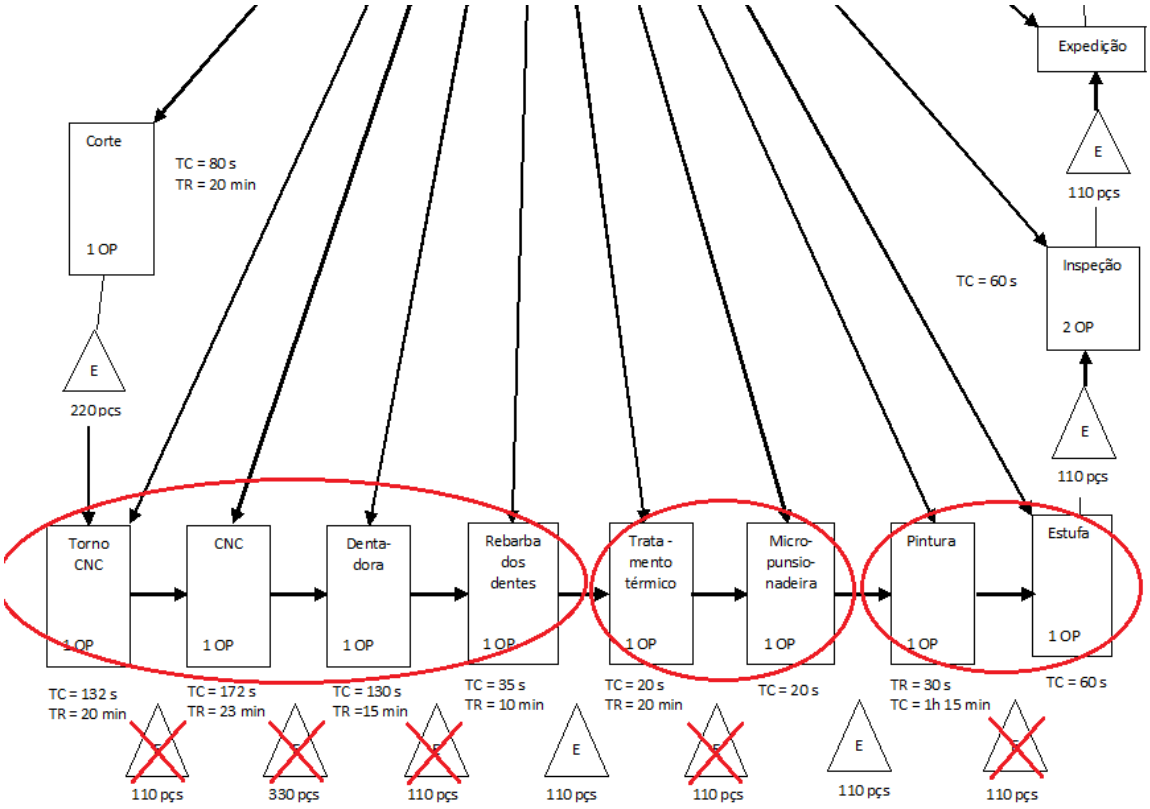
4.2.2 A empresa deveria produzir suportes de direção para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?

Devido à baixa confiabilidade das máquinas, bem como da produção de defeituosos, sugere-se a necessidade de reservar um estoque direcionado a um supermercado de produtos acabados.

4.2.3 Onde a empresa pode introduzir um fluxo contínuo unitário?

O fluxo unitário pode ser introduzido nas células formadas pelos postos de trabalho, eliminando os estoques intermediários, conforme proposto na figura a seguir:

Figura 04 – Introdução do fluxo unitário através do agrupamento de postos de trabalho em células.

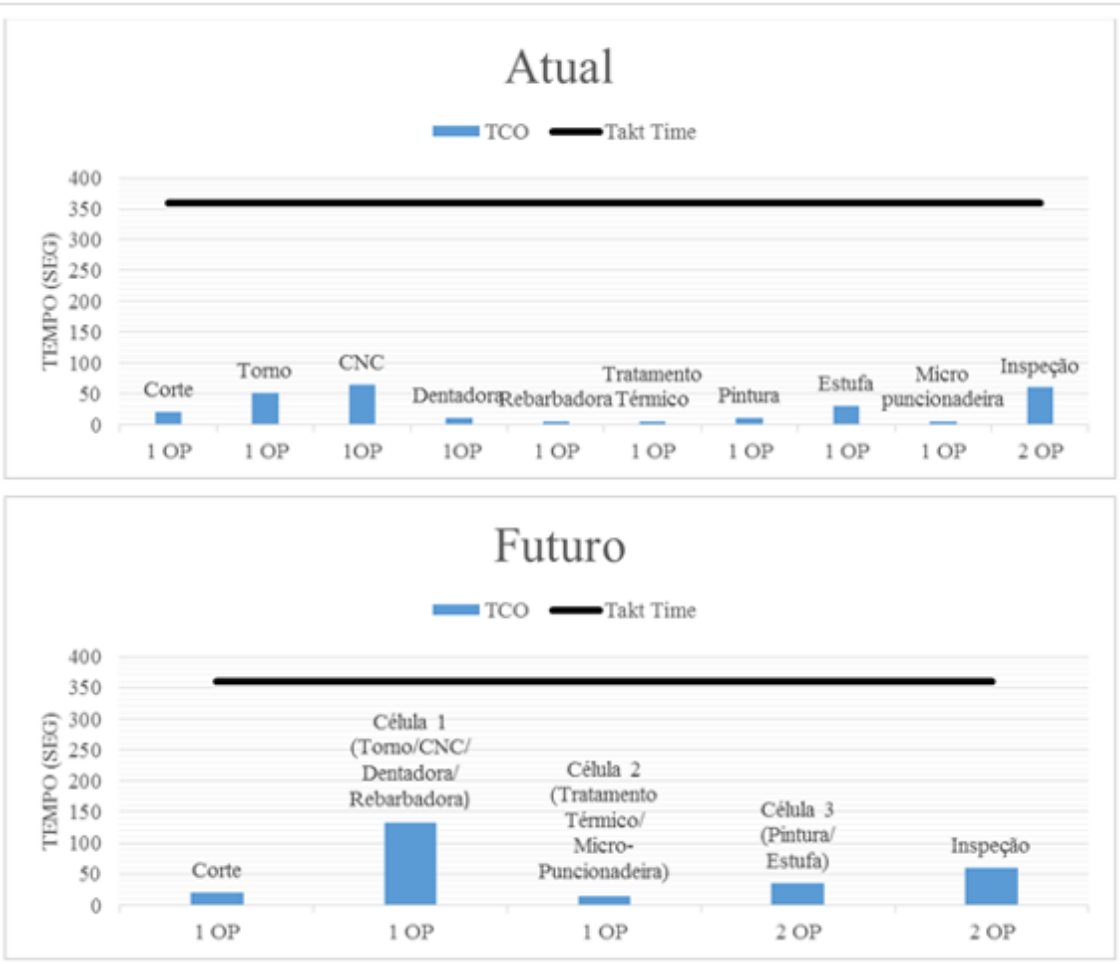


Fonte: Próprio autor.

O agrupamento das células foi sugerido tendo em vista a significativa ociosidade dos operadores durante o funcionamento das máquinas, o que é revelado na Figura 05, demonstrando disparidade entre o *takt time* e o TCO.

Foram agrupados um torno CNC, uma máquina de usinagem CNC, uma dentadora e uma rebarbadora em uma célula dedicada especificamente a essa família de produtos, sendo introduzido o fluxo unitário dentro da célula e extinguindo os WIP. A células 2 e 3 seriam compartilhadas com outras famílias de produtos e seguiriam a mesma lógica de fluxo unitário, eliminando os WIP. Entre células seria adotado o sistema FIFO para puxar o processo.

Figura 05 – Gráfico de Balanceamento.



Fonte: Próprio autor.

4.2.4 Onde a empresa precisará introduzir o sistema puxado com supermercado ou FIFO?

Os supermercados devem ser introduzidos no estoque de matérias-primas, devido à baixa frequência de envio do fornecedor, após o corte, pois é um processo compartilhado para todas as famílias de produtos e ao estoque de produtos acabados devido a variabilidade da demanda. Já o FIFO deverá ser introduzido entre as células 1, 2 e 3 até a chegada à inspeção, possibilitando o fluxo unitário.

4.2.5 Qual o único ponto no fluxo de material (processo puxador) que a empresa deveria programar?

Como se está produzindo para estoque de produtos acabados (supermercado), então o ponto de programação deve ir para expedição.

4.2.6 Como a empresa deveria nivelar o mix de produção no processo puxador?

Analisando os processos nas unidades de trabalho, corte, célula 1, célula 2 e célula 3, juntamente com seus respectivos tempo de produção, tempo disponível e tempo de *setup*, calculou-se os números de *setups* realizados e a quantidade de estoque, em dias, para cada processo. Para o corte serão necessários 14 *setups* e um estoque de 3,5 dias, na célula 1, 7 *setups* e um estoque suficiente para 1,2 dias. Na célula 2 será necessário o maior número de *setups*, resultando em 39 trocas com um estoque para 2 dias e para célula 3, 19 *setups* com estoque de 2 dias. Desta forma todo o tempo disponível estaria sendo utilizado e o mix de produção diária seria maior em função do maior número de *setups*.

4.2.7 Qual incremento constante de trabalho a empresa deveria liberar e retirar do processo puxador?

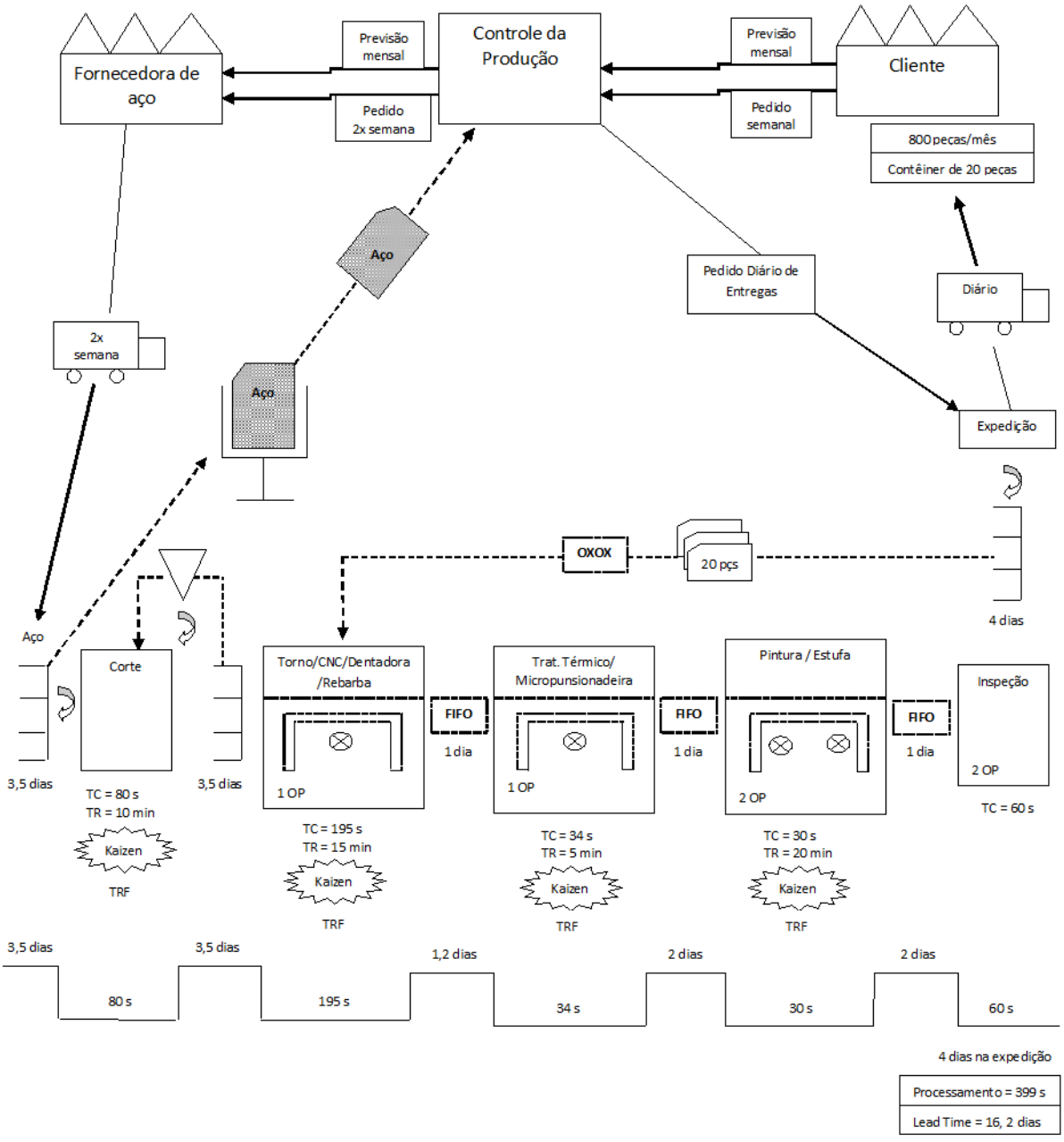
Considerando o contêiner utilizado na empresa comportando 20 unidades e o *takt time* de 360seg/und, a empresa deveria liberar e retirar do processo puxador um incremento constante de 120 minutos/contêiner. Indicando que a cada 2 horas um contêiner é expedido.

4.2.8 Quais melhorias de processos serão necessárias para o fluxo de valor da empresa funcionar como está descrito no desenho do estado futuro?

Disponibilizar uma rebarbadora e uma dentadora para atuarem exclusivamente na célula 1, possibilitando alterações no *layout*, eliminar o cruzamento entre os fluxos dos processos e a aplicação do TRF em todos os processos para reduzir os tempos de *setup*.

A partir de tal análise foi possível desenhar o mapa do estado futuro, conforme a figura a seguir:

Figura 06 – Mapa do Estado Futuro.



Fonte: Próprio autor.

Após a elaboração dos dois mapas, realizou-se uma análise comparativa dos resultados obtidos, onde foi efetuada um balanço das possíveis benefícios alcançados através das mudanças propostas. Foi concluído que:

- ✓ A redução do *lead time* poderia ser de 36 para 16,2 dias, o que representaria 55% a menos do tempo despendido do início ao fim do processamento do lote. Com o rearranjo do processo frente a eliminação de desperdícios, é possível alcançar velocidade e flexibilidade no *mix* de produção muito maiores. A obtenção desses resultados é de extrema valia, pois com a redução do *lead time* a empresa pode demonstrar um serviço mais eficiente ao cliente, o que seria extremamente significativo, pois é sabido que ela encontra grandes dificuldades no cumprimento de prazos no arranjo produtivo vigente.
- ✓ O número de operadores poderia ser reduzido de 11 para 7, o que significaria uma redução de 37% da força de trabalho designada para essas atividades e representaria um relevante corte de custos. Como observado na relação do *takt time* com o TCO na Figura 05, é notória a ociosidade existente na empresa. Admitindo a possibilidade de separação homem-máquina, seria possível obter uma rentável diminuição de despesas.

A partir dessa análise quantitativa é evidente a utilidade do MFV para a percepção dos desperdícios recorrentes no processo produtivo e o quanto a ferramenta é completa ao tornar simples a inferência de soluções para excessos existentes no fluxo de valor da empresa.

5. Conclusões

Analisando o contexto atual, pode-se perceber a importância da valorização dos aspectos competitivos pelas empresas. Atender as demandas com regularidade e pontualidade, oferecer bons prazos, disponibilizar produtos variados em menores períodos de tempo, além é claro de apresentar os melhores preços, são características que podem fazer uma empresa destacar-se em detrimento das demais.

Utilizar as técnicas *lean* tornou-se uma prática frequente nas empresas, para sobressaírem-se em relação às concorrentes. A utilização do MFV é aliada fundamental na concepção desses sistemas enxutos tendencialmente adotados como possibilidade de corte de custos, afinal

conhecer o fluxo de valor do processo, possibilita a identificação dos focos de desperdício de recursos.

Assim, pode-se concluir que esse trabalho teve seus objetivos atingidos, pois foi possível visualizar os erros no sistema atual da empresa estudada e apresentar soluções de melhoria que possibilitem o aumento da competitividade da empresa. A elaboração e análise do mapa do estado atual, possibilitou a identificação da prodigalização dos recursos, principalmente a mão de obra e o tempo. Já a construção do mapa futuro, pode deixar evidente as possibilidades de melhoria, como o alcance de um *lead time* menor, permitindo uma expedição mais frequente para o cliente e a redução do número de operadores, cortando custos. Logo, percebe-se que utilizar o MFV pode ser uma tática relevante na simulação de resultados que podem ser alcançados através da adoção das técnicas *lean* e planejamento de um sistema mais rentável e competitivo para a empresa.

REFERÊNCIAS

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção além da produção além da produção em larga escala**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORTIZ, C. A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SILVA, L. M. F.; LIMA, D.F.S. O mapeamento do fluxo de valor (mfv) como ferramenta para a identificação dos desperdícios da produção: um caso exploratório numa empresa

calçadista. In: ENEGEP, 33., 2013, Salvador. **Biblioteca ABEPRO**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_008_22467.pdf>. Acesso em: 20 fev 2014.

TAKAHASHI, K. T. **Estudo de ferramentas para melhorar a produtividade em uma Indústria Farmoquímica**. Lorena, 2013. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2013/MEQ13002.pdf>. Acesso em 01 mar 2014.

WOMACK, J. P.; JONES, D. **A Produção enxuta nas empresas lean thinking:** Elimine o desperdício e crie riqueza. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

Aplicação de Ferramentas de Gestão e Controle de Processos na Construção Civil – Estudo de Caso

Mauro Henrique Michelis (UTFPR) – mahemi@msn.com
Alfredo Iarozinski Neto (UTFPR) – iarozinski@utfpr.edu.br
Carolina Rodrigues Michaud (UTFPR) – carol.michaud@gmail.com

Resumo: Embora a construção civil esteja em período de expansão, há evidente necessidade de se aplicar melhorias em seus processos. A implantação de sistemas de gestão auxiliam de forma a incorporar melhorias na qualidade e eficiência dos processos e alavancar a produtividade. No presente trabalho foi elaborado um estudo de caso em uma obra residencial de grande porte na cidade de Curitiba-PR. Foi elaborado e aplicado um sistema de gestão para a obra escolhida. Foram utilizadas ferramentas de mapeamento de processos e o sistema last planner foi implementado na gestão. Como resultado obteve-se melhoras significativas quanto a qualidade e redução de custos e prazos.

Palavras-chave: Lean Construction, Fluxo de obras na construção civil, Sistema de gestão, Last Planner.

Abstract: Although the construction industry is in a period of expansion, there is an evident need to implement improvements in its processes. The implementation of management systems helps to incorporate improvements in quality and efficiency of processes besides boost productivity. The present paper presents a case study developed during the construction of a large housing project in the city of Curitiba-PR. For the chosen work, a management system was developed and implemented. Were applied Process mapping tools and a management system called last planner. As result significant improvements were obtained, regarding quality besides reduces in costs and processes timing could be perceived.

Keywords: Lean Construction, Workflow in construction, Management system, Last Planner.

1. Introdução

O crescimento da renda do brasileiro, o sonho da casa própria e a facilidade nos financiamentos têm alavancado a demanda da construção civil no país (MIRANDA, 2011). Com o crescimento da demanda na construção, a concorrência aumenta consideravelmente. Sendo assim, empresas que não são adequadamente estruturadas e que não possuem processos eficazes de trabalho acabam tendo dificuldades para manter seus preços competitivos.

Processos eficazes resultam em agilidade e melhora do desempenho da empresa e consequentemente os resultados, devendo ser observada pelos gestores. Os esforços de melhoria devem estar focados no processo de gestão de forma a alavancar a produtividade principalmente da mão de obra (NAKAMURA, 2012).

De acordo com estudo feito por Miranda (2011), 64% das empresas de construção civil apontam como principal dificuldade do setor a falta de trabalhador qualificado, seguido por

elevada carga tributária, alto custo da mão de obra e competição acirrada de mercado. A pesquisa demonstra a importância da implantação de processos de gestão para melhorar a produtividade e a qualidade das obras.

Com o presente estudo tem por objetivo mapear os fluxos de planejamento, projeto e obra e analisar possibilidades de melhorias ao aplicar o sistema *Last Planner*. O objetivo principal é o aperfeiçoamento da produção, identificando falhas e sugerindo melhorias nos processos gerenciais. Utilizando técnicas que possam ser válidas em qualquer construtora, pequeno, médio ou grande porte.

2. Lean Construction

Kostela (1992) foi o pioneiro à adaptar o conceito de produção enxuta (leanmanufacturing) à construção civil. Segundo Daeyoung (2002) o *Lean Construction* se foca na eficiência medida através do tempo de ciclo, da taxa de defeitos, e do trabalho planejado e concluído a cada semana. Com o objetivo de eliminar desperdícios excluindo atividades que não agregam valor ao produto final. Para isso se realizar, é importante que todos os participantes do projeto recebam informação sobre o estado dos sistemas de produção e fornece a este poder de decisão para agirem sem necessitarem de ordens vindas da gestão hierarquicamente superior.

Para Koskela (1992) existem três especificidades do setor da construção que contribuem para a dificuldade de aplicação de *Lean Thinking* ao setor:

- ✓ Natureza específica de cada projeto: cada construção é única;
- ✓ Produção afetada pelo local e em torno do ponto;
- ✓ Organização de diversas especialidades de caráter temporário.

É de fundamental importância para uma boa implementação do *Lean Construction* em uma empresa que empreiteiros e fornecedores participarem de todos os cinco fluxos da construção propostos por Picchi (2003) descritos no item 2.2.

Para o trabalho em questão optou-se em abranger somente o fluxo de obra e as ferramentas importantes para o sucesso deste. Sendo assim, destaca-se mapeamento de fluxo de valores, uso do *Last Planner System* e método do caminho crítico.

O sistema *Last Planner* foi proposto inicialmente por Howell e Ballard nos EUA, tendo sido subsequentemente ampliado e refinado em inúmeros estudos de caso, conduzidos em diferentes países (AKKARI, 2004).

O método divide o processo em três níveis de planejamento: planejamento de longo prazo, médio prazo e curto prazo. O planejamento de médio prazo, origina de um plano mestre (longo prazo), podendo possuir adaptações conforme a necessidade a obra, por exemplo: identificadas e removidas as restrições para a execução das atividades, de forma a não comprometer as atividades subsequentes (BORTOLAZZA, 2006).

O surgimento do sistema *Last Planner* foi uma adaptação de um sistema de produção para ambientes com alto grau de incerteza e variabilidade. Ambientes esses que não são possível um grau de planejamento detalhado à longo prazo (BALLARD, 2000).

O termo *Last Planner* refere-se ao nível da estrutura hierárquica das pessoas envolvidas no PCP (Planejamento e controle da produção): neste nível é produzido o plano que deve efetivamente ser seguido pelas equipes de produção, este plano faz parte do planejamento de curto prazo (BALLARD, 2000).

O sistema visualiza o trabalho físico realizado dentro de um prazo de uma semana. É o ultimo planejamento elaborado, este planejamento segue direto para a equipe de produção, na qual segue-o como um compromisso assumido com toda a organização. O método analisa o que deve ser feito e o que pode ser feito para elaborar planos de produção a curto e médio prazo (BALLARD, 2000).

Bernardes (2001) descreve os seguintes requisitos para conseguir cumprir as metas a curto prazo:

a) Definição clara das atividades (ação, elemento e local), especificação dos pacotes de trabalho com tipologia e quantidade de material necessário;

b) Disponibilidade de todos os recursos, tanto mão de obra, quanto material e equipamentos;

c) Sequenciamento das atividades, posicionamento das equipes de trabalho de forma a não interromper o ritmo de trabalho;

d) Dimensionamento do volume de trabalho conforme as equipes em frente de serviço. A produtividade da equipe nas atividades já finalizadas pode ser medida através do PPC.

e) Aprendizagem: analisar e registrar causas para definir ações corretivas. São avaliados os motivos pelos quais não se obteve êxito nas tarefas que não atingiram a meta, em seguida é proposto uma ação para que os problemas não se repitam.

De acordo com Formoso et al. (1993), a produção do projeto é delineada das restrições de cada atividade, dificuldades de acesso à obra, arranjo físico, limitações de recursos físicos/ financeiros, falta de informações e comprometimento dos recursos da empresa em outros empreendimentos. Sempre que identificado uma restrição para o sequenciamento da atividade, deve ser denominado um responsável por remover essa restrição. (NAVARRO, 2005).

Através deste processo, o *Last Planner* é um sistema de produção puxado, apropriado à grandes incertezas. (TOMMELEIN e BALLARD, 1997 apud COELHO, 2003). A proteção da produção ocasiona a redução da propagação do fluxo de incerteza, pois identifica e ataca a raiz dos problemas. Com a redução da incerteza permite a diminuição de estoques, a possibilidade de melhores negociações e parcerias com fornecedores, além de aumentar a confiabilidade e previsibilidade do cumprimento dos prazos de execução, com consequente redução nos tempos e desejável economia financeira (COELHO, 2003).

Pelo *Last Planner* são agregadas outras funções ao planejamento de médio prazo a fim de proteger a produção (BALLARD, 1997 apud BALLARD, 2000):

a) estabelecimento da sequência do fluxo de trabalho da melhor forma possível, considerando os objetivos do empreendimento;

b) verificação do fluxo de trabalho, ou seja, se esta condizente com a capacidade de produção e com os recursos disponíveis;

c) detalhamento das atividades do plano mestre em pacotes de trabalho e operações;

d) detalhamento dos métodos de execução das tarefas especificadas na etapa de planejamento de longo prazo;

e) manutenção de grupo de tarefas com as restrições removidas;

f) revisão e atualização dos níveis hierárquicos superiores de planejamento, quando necessário.

O resultado é medido de forma correta, se avaliado um plano (Ballard -2000), o percentual executado concluído – PPC. PPP é o número de atividades realizadas, dividido pelo total de atividades planejadas, isso é gerado em porcentagem como forma de avaliar o compromisso com a equipe. Além da porcentagem gerada, é registrado todas as causas do não cumprimento das atividades. Assim pode-se analisar a causa raiz do problema (Ballard -2000). Como auxilio da identificação das causas, o método dos cinco porquês, e esta análise é elaborada pelo supervisor, mestre ou envolvidos na atividade.

Ballard (2000) apresenta os seguintes motivos:

a) Diretrizes defeituosas providas do *Last Planner*, isto e, o sistema de informação indica incorretamente que algum recurso estava disponível ou que alguma tarefa previa estava complexa;

b) Fracassos na escolha das tarefas. Exemplo: muito trabalho planejado;

c) Fracassos na coordenação de recursos. Exemplo: necessidade de utilização de um equipamento ao mesmo tempo em dois locais diferentes;

d) Mudanças de prioridade, isto e, os trabalhadores precisaram trabalhar em outra tarefa mais urgente ou necessária;

e) Erros de projeto descobertos na hora de tentar executar uma atividade planejada.

Os motivos citados fornecem dados necessários para a análise as falhas e futura melhoria no processo. Segundo Ballard (2000) existem razões que impedem que a programação de atividades seja completada em seu devido tempo, como por exemplo:

a) Tempo insuficiente;

b) Falta de pré-requisito;

c) Mudança de projeto;

d) Clima (chuva);

e) Falta de decisão;

f) Falta de recursos;

g) Mudança de prioridades;

h) Começo tarde;

i) Programação em demasia.

Alguns cuidados devem ser tomados para evitar que o controle de avanço físico da obra provoque distorções no esforço de alcançar metas. Em presença de pressões e sem planejamento adequado, os subempreiteiros tendem a mudar a sequência de trabalho, procurando as atividades mais fáceis de serem realizadas, principalmente quando recebem incentivos somente por produção (BALLARD et al., 1996 apud BORTOLAZZA, 2006).

3. Metodologia

O método adotado para o trabalho nas seguintes etapas: escolha de um estudo de caso, mapeamento do processo de gestão e identificação de melhorias. O caso escolhido refere-se a uma obra em construção de um edifício residencial em Curitiba, Paraná.

A obra em andamento não possuía a filosofia *Lean* perpetrada e o estudo de caso acompanhou implementação do sistema *Last Planner*. Os estudos abrangeram visitas ao local da obra, para avaliação dos processos construtivos e identificação de melhorias perante a aplicação do sistema proposto.

A construtora da obra é de grande porte e atua em quase todo o território nacional. A obra em construção compreende 52.225,82m², divididos em três torres residenciais, duas com vinte e cinco pavimentos e uma com dezenove pavimentos.

A matriz da construtora implementa a filosofia *lean,* porém os engenheiros novos e o coordenador de obras não tinham contanto com a filosofia, o que acabou dificultando a implantação do sistema *Last Panner*.

3.1 Descrição do processo de gestão na obra

A empresa divide a gestão em três etapas, longo prazo, médio prazo e curto prazo. No longo prazo é utilizado um planejamento geral, estruturado conforme o PMBOK, utilizando MS Project, planejamento qual sintetiza a obra como um todo.

No sistema de médio prazo se utiliza uma visão de três meses, é o planejamento da obra, gerenciamento de atividades e controle de estoques. Já o curto prazo compreende um período de um mês ou uma semana.

No caso de atividades com lead time superior a três meses é encaminhado pelo setor de compras uma planilha com os insumos e equipamentos envolvidos. Esta planilha é atualizada mensalmente no caso de algumas atividades serem antecipadas ou atrasadas. Se antecipado o setor de compras deve dar prioridade para o insumo ou equipamento e se atrasados o pedido poderá ser postergado de forma a não acumular estoques.

4. Resultados e discussão

4.1 Melhorias Aplicadas

A análise das melhorias no processo identificadas no processo foram divididas em longo, médio e curto prazo, de acordo com o sistema de gestão da empresa.

4.2 Melhorias a longo prazo

A principal melhoria que pode ser observada no estudo foi a observação das atividades que estavam demorando o dobro tempo planejado para serem concluídas e a falta de algumas atividades no planejamento da obra.

Algumas atividades não haviam sido incluídas no planejamento e tiveram que ser acrescentadas no decorrer da obra, o que ocasionou mudanças de planejamento e necessitou reformulação no cronograma físico financeiro.

4.3 Melhorias a médio prazo

A médio prazo foram observadas melhorias em relação à entrada de novas atividades, através da proposta de um método para melhor preparo para elas. Elaborou-se protótipos para serem utilizados como modelo para a elaboração destas novas atividades. O modelo garante padrão na execução das atividades, além de terem sido previamente aprovado pelos encarregados.

Os kambans (ficha de controle da quantidade e fluxo dos materiais que vão abastecer os pavimentos) foram ajustados de acordo com as perdas e aproveitamentos durante cada processo. No caso de cerâmica, por exemplo, pode-se aproveitar sobras de um pavimento em outro, e a quantia de cerâmica que deve ser comprada para o pavimento em questão é reduzida ao alterar os kambans antes do lead time exigido pelo setor de compras.

4.4 Melhorias a curto prazo (mensal)

A empresa escolheu um empreiteiro e o capacitou para conferir as metas elaboradas pela obra cotidianamente, para cumprir suas metas teve que cobrar que terceiros também cumprissem suas metas e assim por diante. Ao perceber os resultados positivos, os outros empreiteiros também começaram a trabalhar da mesma forma.

O quadro de gestão da obra proposto avalia os fatores colaboração, prazo, qualidade e segurança. A avaliação foi dividida em três cores, verde representando ok, amarelo representando atenção e vermelho representando reprovado. Após o processo descrito acima, pôde-se perceber grande aumento na quantidade de campos verdes na tabela.

4.5 Melhorias a curto prazo (semanal)

Foram detalhadamente elaboradas todas as atividades, do abastecimento até à limpeza após a produção. O detalhamento das atividades foi enviado a todos os envolvidos à ela, operadores, técnicos e encarregados, de forma que todos obtivessem uma visão global do processo.

Como os planejamentos estavam apresentando atividades semanais que não estavam sendo cumpridas, elaborou se um quadro para visualizar as prioridades e necessidades dos encarregados e mestres.

O quadro foi baseado na pesquisa de Peneirol (2007) e marca as atividades de acordo com a reincidência delas, sendo marcadas de verde na primeira vez que aparecessem, amarela na segunda e vermelha a partir da terceira.

4.6 Resultados obtidos em relação ao custo, prazo e qualidade

Ao utilizar os kambans, a empresa conseguiu terceirizar a mão de obra especializada sem necessitar que estes terceiros ocupem o tempo no transporte de materiais, pois o mesmo já estava ao alcance do profissional, desta forma reduziu-se o custo ao otimizar as horas pagar por mão de obra especializada.

Os protótipos elaborados, em conjunto com revisões no kambam, possibilitaram redução de desperdícios. A padronização imposta com os modelos propostos impede mudanças por parte do terceirizados, além de permitir que se contabilize todo o desperdício e

resíduo gerado. Ao prever o volume de resíduos foram criados planos de ação para o reaproveitamento destes, diminuindo custos e reduzindo significativamente o desperdício.

Os protótipos elaborados também permitiram projetar o tempo para a realização de cada tarefa e assim rever o tempo planejado anteriormente. Assim pode se estimar com precisão a necessidade de mão de obra para o cumprimento de cada meta.

Na revisão do planejamento foi considerado uma curva de aprendizagem para cada processo, prospectando que ao adquirir maior experiência, o prazo para execução dos processos diminuiria. O prazo diminui até atingir o tempo padrão para a execução, sendo assim é possível controlar o tempo utilizado.

Um exemplo de êxito na utilização do sistema de gestão é que foi identificado falta de peças de cerâmica para o sexto andar de uma das torres, qual demoraria três meses para ser entregue pelo fornecedor. Ao utilizar os métodos de planejamento e gerenciamento apresentados foi possível redirecionar a produção de modo a não comprometer o prazo final.

O modelo de planejamento semanal e mensal permitiu padronização em relação a produção, qualidade e segurança nos trabalhos executados nas três torres. O sistema fez com que a cobrança na execução do serviços fosse elevada tanto por parte dos encarregados quanto dos terceiros, alavancando a produtividade.

5. Conclusão

A grande barreira da construção é agrupar processos industrializados de alta precisão com conceitos antigos, quase que artesanais de produção. Partindo-se de uma ideia de planejar seguindo o ciclo PDCA, se consome maior energia no período de planejamento de forma a reduzir gastos e tempo na execução.

O estudo de caso mostrou que com a utilização do sistema de gestão e ferramentas estudadas, obteve excelentes resultados para a obra. O sistema de gestão foi implementado com retorno significativo na obra que é de grande porte, porém pode também sem restrições, ser implantado em obras de pequeno e médio porte.

REFERÊNCIAS

ARANTES, P. C. F. G. et al. **Lean Construction: Filosofia e Metodologias.** Tese mestrado integrado Eng. Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. 2008.

AKKARI, A.; BULHOES, I.; FORMOSO, C.T. **Indicadores obtidos com a Informatização do Planejamento e Controle de Produção.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 10., 2004, São Paulo, Anais, Sao Paulo, 2004. 1 CD.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control. 2000.** Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. University of Birmingham, Birmingham.

BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção.** 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pos-Graduacao em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BIAZZO, S., **Approaches to business process analysis: a review. Business Process** Management Journal, Vol.6 N°2, 2000, pp.99-112.

BORTOLAZZA, R.C. **Contribuições para a Coleta e a Análise de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil**. Porto Alegre, 2006. 177f. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pos-Graduacao em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CHITLA, V. **Performance Assessment Of Planning Processes During Manufactured Housing Production Operations Using Lean Production Principles.** Master Thesis, 2002, 140p

COELHO, H.O. **Diretrizes e Requisitos para o Planejamento e Controle da Produção em Nível de Médio Prazo na Construção Civil.** Porto Alegre, 2003. 133f. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pos-Graduacao em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DAEYOUNG, Kim (2002). **Exploratory study of Lean Construction: Assessment os Lean implementation,** Ph.D, The University of Texas, Austin, EUA.

FORMOSO, C. T., ABITANTE, A.L.R., BRUSH, LRF. **Desenvolvimento de um Sistema de Gestão de qualidade e Produtividade em empresas de construção civil de pequeno porte.** In: II Seminário Qualidade na construção Civil – Gestão e Tecnologia. Porto Alegre, 8 e 9 de junho de 1993. Anais. Porto Alegre, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – NORIE/UFRGS, 1993. 2V. P. 53-95.

MIRANDA, Rafael. **Construção civil: cenários e perspectivas.** Indicador consultores associados. Belo Horizonte. 2011.

KETTINGER, William, TENG, James T. C., GUHA, Subashish. **Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools.** MIS Quarterly. USA, v.21, n. 1, p. 55-80, march, 1997.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report 72, 1992.Center for Initegrated Facility Engineering, Departmant od Civil Engineering, Satanford University, CA.

NAVARRO, G.P. **Proposta de Sistema de Indicadores de Desempenho para a Gestão da produção em Empreendimentos de Edificações Residenciais.** Porto Alegre, 2005. 163f. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PENEIROL N. L. S. (2007). **Lean construction em Portugal, caso de estudo de implementação de sistema de controle da produção Last Planner.** Dissertação do Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa, setembro de 2007.

PICCHI, F.A. (2003). **Oportunidades de Aplicação do Lean Thinking na Construção.** Ambiente Construído, Março 2003, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre

VILLAS-BOAS, B.T. **Modelagem de um Programa Computacional para o Sistema Last Planner de Planejamento.** Curitiba, 2004. 142f. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pos-Graduacao em Construcao Civil. Universidade Federal do Parana, Curitiba.

VILLELA, Cristiane S. S., **Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional.** Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ZUO, J.; ZILLANTE, G. **Project culture whithin construction projects: a literature review.** In: 13º CONFERENCE OF THE INTERNATIONALGROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13. July 2005, Sydney, Australia. Proceeding… Sydney: IGLC 2005.

Congresso de Sistemas LEAN

Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de análise de desempenho aplicado ao processo logístico de uma empresa ETO de sistemas construtivos

Ana Paula Beck da Silva Etges (UFRGS) – anabsetges@gmail.com

Daniela Dietz Viana (UFRGS) – dietz.viana@ufrgs.br

Carlos Torres Formoso (UFRGS) – formoso@ufrgs.br

Resumo: O crescimento acelerado do setor da construção civil em relação ao resto da economia brasileira tende a manter seu ritmo de desenvolvimento em constante evolução. Contudo, o nível de maturidade dos sistemas de gestão deste setor não acompanha o mesmo ritmo da elevada demanda de empreendimentos presente no mercado brasileiro. O aumento da competitividade também contribui para a especialização das empresas em processos que viabilizem produtos específicos que atendam às necessidades dos clientes. Neste contexto, surgem as empresas *engineer-to-order* (ETO) que projetam, fabricam e montam estruturas pré-fabricadas em obra. Este trabalho busca propor diretrizes para o sistema de medição de desempenho do processo logístico para empresas ETO de sistemas construtivos. O estudo foi realizado em parceria com uma empresa focada no desenvolvimento de sistemas construtivos de estrutura metálica, incluso em um projeto de pesquisa mais amplo que visa o desenvolvimento do seu processo logístico. A análise realizada dos indicadores permitiu a compreensão de alguns pressupostos do sistema de gestão. A falta de conexão entre os indicadores e os objetivos estratégicos demonstrava a falta de transparência, causando um viés no desenvolvimento de ações de melhoria. Desta forma, foram propostas cinco diretrizes que buscam facilitar a relação dos indicadores com os objetivos estratégicos genéricos da empresa.

Palavras-chave: Análise de desempenho; Engineer-to-order; Lean Production.

Abstract: The Brazilian construction industry have had an accelerated growing if compared to other economic sectors, this rhythm tends to keep the pace of increasing. However, the level of maturity of the management system from this industry does not follow the growing demand for construction projects of Brazilian market. This emergent competitive also contributes to the development of companies specialized in products that attend exactly the customer needs. In this context, engineered-to-order companies which design, fabricate and assemble building systems on construction sites arise. This paper is an attempt to propose a set of guidelines for the development of performance measurement system for the logistic process for ETO building systems companies. It has been carried out in partnership with a Steel Fabricator focused on building systems. This study is part of an ongoing research project that seeks to develop the logistic process, as a mean to better connect the site installation and the plant. Through the analysis of the performance measurement system of the company it was possible to understand some of the basic management assumptions. There was a lack of connection between the metrics and the strategic goals of the company, which reveals a lack of transparency and that could cause a strong bias in the definition of improvement plans. As a result, five guidelines were proposed seeking to facilitate the relation of the metrics with the generic strategic goals of the company.

Keywords: Performance measurement analysis; engineered-to-order; Lean production.

Introdução

Nos últimos dez anos a indústria da construção apresentou um crescimento em um ritmo mais rápido quando comparado ao resto da economia brasileira, impulsionada pelo aumento da renda e do crédito os quais devem permanecer em crescimento, mantendo acelerado o desenvolvimento do setor em análise (AMORIM, 2013). Este desenvolvimento crescente tem aumentado o uso de tecnologias industrializadas na construção civil, com o objetivo de aumentar a competitividade pelo aumento da produtividade, qualidade e diminuição do tempo de execução dos empreendimentos. De acordo com Telem *et al.* (2006), a indústria da construção se abriu para uma competição mais refinada, em que muitos projetos são liberados para execução antes de planejamento estar concluído, a fim de permitir que o cliente possa ganhar primazia do mercado, aumentando a incerteza no processo de produção.

Para Koskela (2000), o uso de tecnologias industrializadas de forma pontual pode não representar uma melhoria ao processo produtivo como um todo. Neste sentido a análise deste trabalho é focada em empresas especializadas no projeto, fabricação e montagem de componentes pré-fabricados, permitindo uma compreensão completa da cadeia produtiva. Este tipo de organização costuma oferecer um produto cujo projeto é realizado por encomenda, também conhecido como produtos *engineer-to-order* (ETO) (BALLARD, 2005).

O sistema de produção de uma empresa focada em produtos ETO apresenta um alto grau de incerteza, tendo em vista o elevado grau de interferência do cliente durante o desenvolvimento do produto, ao passo que a fábrica necessita antecipar informações sobre alocação da capacidade e especificações do produto para compra de matéria-prima. Além disso, o canteiro de obras conta com uma série de intervenientes que podem afetar a sequência de construção previamente estabelecida. Neste sentido, a compreensão do processo logístico é fundamental para avaliar o alinhamento entre a produção de componentes pela fábrica e sua montagem no canteiro de obras.

Desta forma, existe a necessidade de avaliar quais são as medidas de desempenho mais eficazes para um ambiente ETO. Neely *et al.* (1997), indicam que a análise de desempenho integra o ciclo de controle da produção, sendo de extrema importância para a análise de dados a fim de facilitar a tomada de decisão. Soman *et al.* (2007) salientam que o tipo de produto também é decisivo na escolha dos indicadores de desempenho de um sistema de produção. Segundo estes autores, quando a produção depende de pedidos dos clientes, o foco do sistema

de planejamento e controle é a execução deste pedido e, portanto, o sistema de medição de desempenho também, através de indicadores como o tempo médio de resposta e atraso do pedido.

Este estudo foi desenvolvido em parceria com uma empresa que desenvolve sistemas construtivos metálicos, responsável pelo projeto, fabricação e montagem no canteiro de obras. Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa que visa a implantação de melhorias no processo logístico de fábrica e obra. O objetivo principal deste artigo é definir diretrizes para o sistema de medição de desempenho do processo logístico para empresas ETO de sistemas construtivos.

Indicadores de desempenho

Ao se analisar a história do desenvolvimento de indicadores de desempenho, constata-se a tendência financeira das métricas, as quais se concentravam em: return of investment (ROI), desenvolvido pelo grupo Dupont no início do século XX, seguidos do discounted cash flow (DCF), economic value added (EVA) e cash flow return on investment (CFRO) (BASSIONI; PRICE; HASSAN, 2004). Chandler (1977), deu início às pesquisas relacionadas à exclusividade de análise de desempenho voltadas ao âmbito financeiro, através da constatação de que os processos produtivos e a produção propriamente dita permaneciam sem uma sistemática de controle. Contudo, a tendência à mensuração de desempenho exclusivamente monetário foi verificada até o final do mesmo século, onde a relação entre medidas de desempenho e planejamento e controle da produção iniciou a se interligar efetivamente a partir dos estudos de alguns autores, como Neely (1998[15] *apud* NEELY, 1999) e Kaplan (1984[16] *apud* NEELY, 1999).

Gerenciar o desempenho, através de uma sistemática de indicadores, demanda a integração de alguns processos de gestão, entre eles: definição de métricas que representem o planejamento e estejam devidamente vinculadas à estratégia empresarial, comunicação e integração entre as áreas, monitoramento e relatórios representativos (CAI et al., 2009). Kaplan e Norton (1996) aprofundaram os estudos neste quesito e desenvolveram a metodologia denominada Balance Scorecard (BSC), a qual associa a análise de desempenho

[15] Neely, A.D. **Measuring Business Performance: Why, Why and How.** Economist Books, London. 1998.
[16] Kaplan, R.S. Yesterday's accounting undermines production. **Harvard Business Review**, Vol. 62, pp. 95-101. 1984

aos objetivos estratégicos da empresa, a fim de garantir que os indicadores mantenham uma relação estratégica de controle. Para isso, os autores propuseram uma estruturação do modelo em quatro perspectivas; Financeira, Clientes, Processos internos e Aprendizado. O estudo indica um ciclo unidirecional entre essas perspectivas, o sucesso financeiro está relacionado à satisfação dos clientes, que, por sua vez, depende de processos internos bem estruturados e este demanda funcionários treinados e capacitados. Em outra análise, o BSC é visto como uma maneira de representar a empresa e a sua respectiva estratégia que garante o seu sucesso de mercado (KAPLAN; NORTON, 1996).

O BSC se tornou bastante disseminado na indústria, porém apresentou algumas críticas na literatura. Entre elas, Neely *et al.* (1997) aponta em sua pesquisa, além da unilateralidade exposta em seu ciclo, a falta de determinação da maneira para se levantar, definir e priorizar os indicadores que serão associados à estratégia da empresa. Ele menciona este ponto de atenção, principalmente porque indicadores podem direcionar as ações tomadas pelos trabalhadores. Para Kagioglou *et al.* (2001), na construção civil são necessárias outras perspectivas para a compreensão do desempenho do sistema como um todo, como a dos fornecedores e a da cadeia de suprimentos.

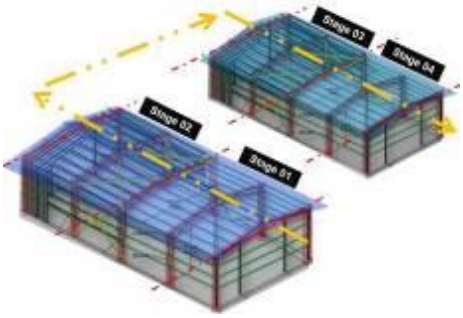
Alguns modelos de planejamento e controle da produção estão relacionados a um sistema de indicadores específico como é o caso da Teoria das Restrições (GOLDRATT; COX, 2007), a qual prevê um controle de desempenho do processo com base nas restrições nele inseridas (CAI *et al.*, 2009). Além benefícios mencionados ao se adotar uma sistemática de desempenho, Oliveira (1999) afirma que o uso de indicadores facilita o processo de transparência das operações. Segundo o autor, isto se deve ao fato de que o sistema de desempenho permite uma rápida identificação, para as partes envolvidas, de pontos críticos que devem ser melhorados dentro do processo produtivo da empresa. Dando continuidade aos estudos, Moura (2008) conclui que considerando a transparência existente ao se adotar uma sistemática de desempenho de curto prazo, o processo de melhoria contínua passa a ter condições facilitadas.

No que diz respeito ao levantamento adequado dos indicadores, Costa (2003) define um roteiro para seleção dos indicadores e respectiva relação dos mesmos com os pilares estratégicos dentro do contexto da construção civil.

Descrição da empresa

A empresa estudada é composta por mais de 2.000 trabalhadores, três plantas fabris e aproximadamente 200 contratos simultâneos. Desde 2006 a empresa tem experimentado diferentes mudanças em seu processo produtivo e em sua cultura, baseadas na implantação da filosofia da produção enxuta. Entre as maiores mudanças pode ser mencionada a redução do tamanho do lote, realizada por meio da divisão de um projeto em etapas, que representam uma unidade de repetição do edifício, como mostra a Figura 8. Cada etapa é, por sua vez, quebrada em subetapas, as quais contêm um conjunto de produtos que podem ser montados de maneira independente (chumbação, estruturas, telhas, fechamento, etc.). Assim, o controle da produção passou a ser efetuado utilizando a subetapa como unidade principal.

Figura 8 - Redução do tamanho do lote através da divisão de projetos em etapas



Fonte: O autor

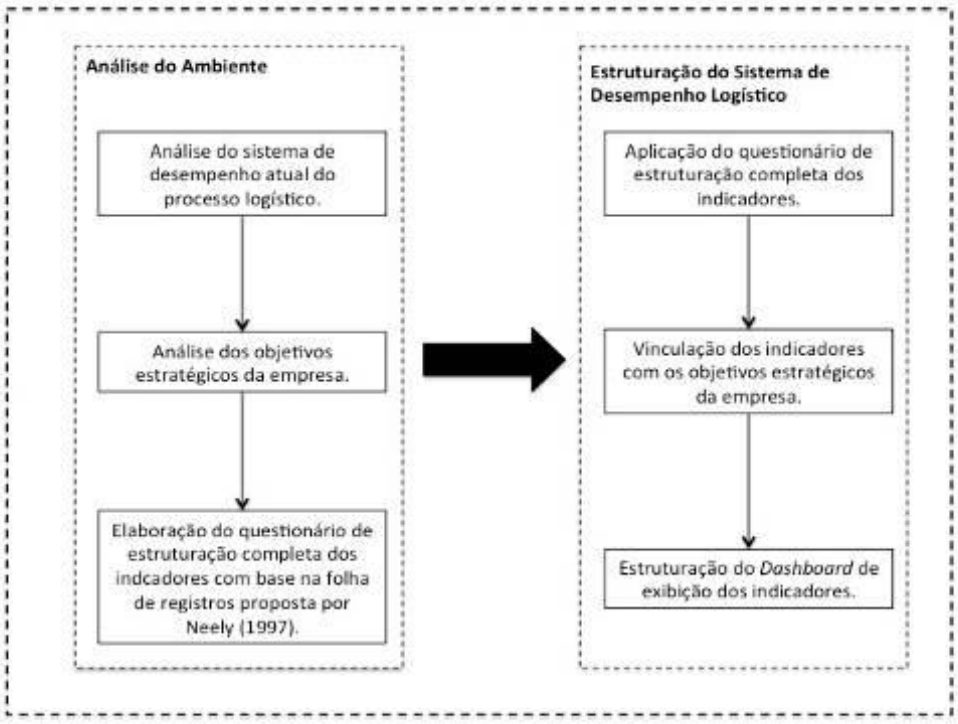
Procedimentos Metodológicos

A estratégia de pesquisa utilizada neste estudo é a *design science*, também conhecida como pesquisa construtiva (MARCH; SMITH, 1995). Esta abordagem é focada no desenvolvimento de uma solução que serve a propósitos humanos, normalmente chamada de artefato, modelo ou constructo (MARCH; SMITH, 1995). Apesar da ênfase em uma contribuição prática, uma pesquisa do tipo *design science* precisa apresentar uma contribuição teórica para o corpo de conhecimento atual (VAN AKEN, 2004).

As etapas principais para o desenvolvimento da pesquisa estão descritas na Figura 9. De maneira sintética, a proposta de pesquisa está estruturada em dois momentos: análise do ambiente atual seguida da estruturação do sistema de indicadores de desempenho logísticos.

Para tanto, primeiramente foi realizada uma análise do contexto atual da sistemática de desempenho e o nível de aproximação e relação dessa com os objetivos estratégicos traçados para a empresa.

Figura 9 - Método de trabalho proposto



Fonte: O autor

Para a análise do sistema de desempenho atual aprofundada do uso dos indicadores da empresa foram realizadas duas fases de entrevistas. A primeira consistia por um roteiro semiestruturado com o objetivo de compreender o funcionamento do departamento e o papel de cada um dos envolvidos: gerência do departamento de logística, integrantes do departamento de melhoria contínua, e programadores de logística. Na segunda fase as entrevistas tinham um caráter estruturado, baseadas na folha de registro proposta por Neely *et al.* (1997), cujo objetivo era definir os requisitos necessários para a utilização de um indicador de desempenho. Além disso, foram utilizadas como fontes de evidência a observação direta do trabalho realizado na logística, do ambiente de trabalho e do pátio da empresa; e análise dos documentos e relatórios relacionados aos indicadores de desempenho.

A Figura 10 indica as perguntas, orientações e alternativas de respostas que foram utilizadas para aplicação da segunda fase das entrevistas. A aplicação foi realizada presencialmente com os responsáveis pelo monitoramento dos indicadores, o gestor do processo logístico e também com o funcionário deste processo que tem como responsabilidade controlar o indicador.

Figura 10 - Questionário de estruturação dos indicadores

Pergunta	Orientações e Opções de Respostas
Finalidade	Indicar o objetivo do indicador
Objetivos Estratégicos Relacionados	Indicar quais são os objetivos estratégicos relacionados ao indicador em análise, entre: Reduzir Custos; Aumentar a competitividade de mercado; Melhorar cada etapa do processo produtivo; Outro.
Grau de relação com o objetivo estratégico	Alto; Médio; Baixo
Meta	
Fórmula	
Periodicidade de coleta	Diária; Semanal; Quinzenal; Mensal; Trimestral; Semanal; Por Projeto.
Responsável pela coleta dos dados	
Fonte da coleta dos dados	Indicar local na rede (C:\Documents and Settings\Users\Meus documentos), intranet, SAP (transação)
Responsável pelo processamento (Cálculo)	
Pontos de atuação	Quais as ações a serem tomadas a fim de melhorar o desempenho do indicador
Responsável pelas análises e desenvolvimento das ações	
Facilidade de levantamento de dados	Indicar o nível de complexidade em uma escala decrescente de 1 a 5 (1 muito complexo; 5 muito simples).
Facilidade de execução das ações	Indicar o nível de complexidade em uma escala decrescente de 1 a 5 (1 muito complexo; 5 muito simples).
Nível da informação gerada	Estratégico; Tático; Operacional; Outro
Comentário	

Fonte: O autor

Em relação a folha de registro originalmente proposta por Neely *et al.* (1997) foram incluídos os itens de facilidade do levantamento de dados, bem como da execução de ações, com o objetivo de compreender o impacto do indicador nas atividades diárias bem como nas ações de melhoria. Os indicadores selecionados para a análise se referem aos utilizados pela equipe de logística e expedição ao longo do ano de 2013, descritos a seguir:

- ✓ **N º de não conformidades** – Se refere ao número de ocorrências mensais de problemas na qualidade das peças ou na acuracidade do documento de entrega dos materiais na obra, devido aos procedimentos de movimentação e transporte das peças.
- ✓ **Custo das Não Conformidades** – Soma do valor necessário para corrigir os problemas de não-conformidade ao longo do mês.
- ✓ **Etapa Completa** – Número de subetapas finalizadas no prazo em relação ao número de subetapas previstas para carregamento no mês.
- ✓ **Acuracidade de estoque de produtos acabados** – Percentual de acuracidade de estoque do depósito, de acordo com inventário realizado trimestralmente.
- ✓ **Diárias de caminhões esperando carregamento** – Se refere ao total pago no mês de diárias para caminhoneiros que excederam o período acordado para o processo de carregamento ou descarregamento na obra.
- ✓ **Peso Médio por caminhão –** Peso médio mensal de cada tipo de caminhão utilizado para o transporte de produtos desde a fábrica até a obra.

Posteriormente foi desenvolvido um *dashboard* para a consolidação dos indicadores. Este terá como principal valor agregado à sistemática de desempenho, a facilidade da gestão visual e transparência por ele permitida.

Aplicação Prática

Análise dos objetivos estratégicos da empresa

O resultado do planejamento estratégico da empresa para o ano de 2014 foram 17 projetos de melhoria para os diferentes departamentos da empresa. Entretanto não estava claro, nem mesmo aos integrantes da gerência da empresa entrevistados, quais eram os objetivos estratégicos que impulsionaram aquelas ações. Com o intuito de identificar estes objetivos foi realizado um agrupamento das ações de melhoria de acordo com os seus possíveis objetivos norteadores. Posteriormente estes objetivos foram validados com os representantes da gerência que participaram do estudo.

Assim, três objetivos estratégicos genéricos para todos os departamentos da empresa: reduzir custo, aumentar a competitividade da empresa, e melhorar cada etapa do processo produtivo. A ilustra as ações agrupadas a cada objetivo. Ressalta-se a importância desta

análise inicial, por permitir que os indicadores fossem analisados quanto ao seu grau de relação com o atual plano estratégico da corporação.

Figura 11 – Objetivos estratégicos e respectivas ações vinculadas

Fonte: O autor

Agrega também como resultado desta análise, a constatação de que atualmente a empresa desenvolve um planejamento estratégico anual, no qual define planos de ações para as unidades, sem uma relação explícita com os objetivos estratégicos para o ano. Por isso, percebe-se uma necessidade por parte da empresa de conseguir, mensurar e avaliar o quanto as ações executadas permitiram a aproximação do que considerou estratégico para o seu negócio.

Análise dos indicadores

Observou-se que boa parte dos indicadores de desempenho utilizados para avaliar o departamento de logística podem ser associados ao que Kagioglou *et al.* (2001) definiram como *lagging indicators* (indicadores com atraso), associados à perspectiva financeira do BSC. Esta classificação se deve ao fato de o resultado do indicador já estar associado ao resultado financeiro, dificultando a realização de uma ação preventiva, isto é, antes do problema acontecer. A adoção de métricas que avaliem internamente o processo produtivo permitiria a compreensão sobre quais processos deveriam ser desenvolvidos para melhor atender os clientes internos e externos da empresa (KAPLAN; NORTON, 1996). Este tipo de

indicador é chamado por Kagioglou *et al.* (2001) como *leading indicators*, ou indicadores principais.

A gestão do sistema de desempenho da empresa apresenta um processo bastante burocratizado e, no caso do setores logística, muito pouco transparente. Os dados são em geral levantados pela própria equipe de programação de entregas ou de expedição das cargas, mas são processados por um departamento distinto, como o setor da qualidade e o planejamento.

Os indicadores não são discutidos durante as reuniões rotineiras do setor. Quando o desempenho está abaixo do esperado, os coordenadores recebem um sinal do departamento da qualidade solicitando um plano de ação que, em geral, é bastante genérico. O ciclo de aprendizagem pelo uso do indicador é longo e pouco eficaz. Os indicadores selecionados para este trabalho são considerados os KPIs da logística e são gerenciados pelo setor da qualidade, embora o processamento não seja sempre de responsabilidade deste setor.

Número e custo das não conformidades

Os dois primeiros indicadores analisados foram agrupados para a análise tendo em vista que se referem ao mesmo tipo de problema e geram o mesmo grupo de ações. Para os coordenadores do departamento esse é um indicador fundamental para avaliar a qualidade das entregas e do material. Entretanto, salientaram que nem sempre o indicador representa o que está acontecendo na prática, tendo em vista que a logística é capaz de solucionar facilmente uma série de problemas que podem ter ocorrido em obra existem casos que este departamento assume não conformidades ocorridas em outras fases do processo de produção para agilizar a resposta.

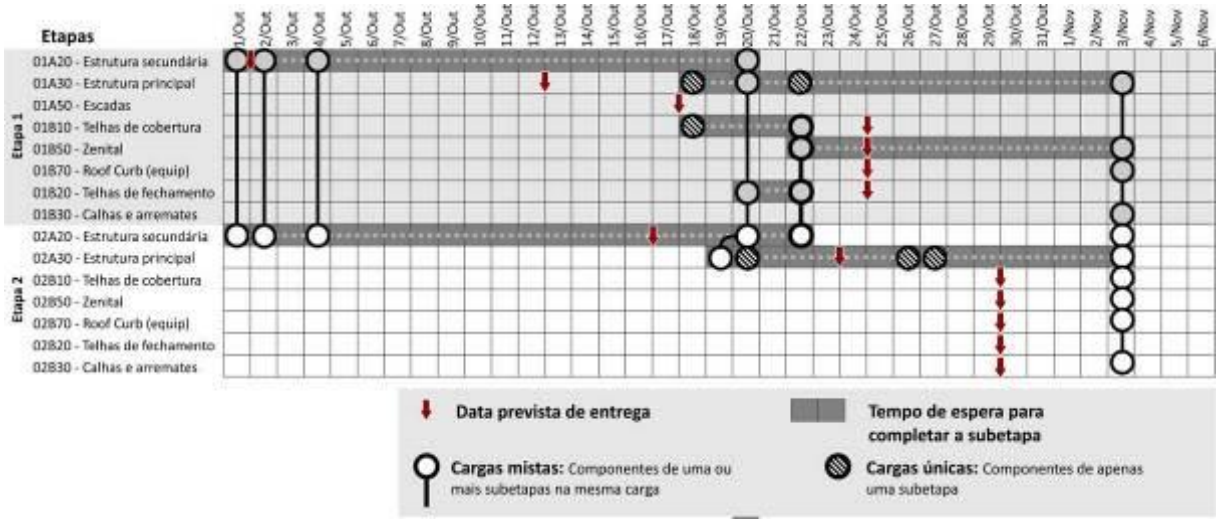
O indicador se refere a uma perda já ocorrida em um período anterior, refletindo o problema depois de seu acontecimento. Como a periodicidade deste dado é mensal a necessidade de realizar um plano de ação necessita de alguns de meses com baixos índices do indicador, tornando muito longo o tempo de resposta a problemas específicos. Dentre as ações já realizadas para a melhoria deste indicador está um kaizen[17] em que se reorganizou o pátio da fábrica por tipo de produto, ao invés da separação por projeto. Esta ação tornou mais simples a localização de peças no pátio, diminuindo o número de não conformidades.

[17] Evento em que se reúnem operadores e seus coordenadores para desenvolver uma solução para um problema específico.

Etapa Completa

O objetivo deste indicador é conferir se as subetapas previstas para serem enviadas para as obras foram efetivamente realizadas de maneira completa. Um problema muito comum da empresa é que somente parte da subetapa é enviada, porque os componentes da subetapa nem sempre cabem em uma carga, tampouco são suficientes para duas. Desta forma, a empresa faturava parte dos materiais, mas não era possível fazer a montagem em obra, causando transtornos com o acúmulo de material no canteiro. A Figura 12 demonstra o exemplo de uma das obras da empresa, ilustrando este processo de mistura de subetapas e longo tempo para a entrega do material completo em obra.

Figura 12 - Mistura das cargas nas entregas para uma obra



Fonte: O autor

Neste exemplo é possível observar que o início da entrega é realizado de maneira bastante antecipada a data prevista pelo cronograma, mas a finalização da entrega ocorre em atraso na maioria dos casos desta obra. Pela forma como o indicador é calculado hoje, ele reflete apenas o período em atraso, as entregas incompletas feitas até a data prevista não é considerado no indicador.

Este indicador está fortemente relacionado ao aumento da competitividade de mercado, visto que a diminuição do tamanho do lote pode agilizar o processo de montagem e, consequentemente, o tempo total de obra. Entretanto, a empresa parece não se beneficiar deste

potencial. Além do problema descrito acima, um dos indicadores mais importantes é o total toneladas produzidas pela fábrica, demonstrando um foco na máxima utilização da capacidade ao invés da entrega do produto ao cliente.

Como medida compensatória para esta prática, a empresa criou uma trava no seu sistema de controle impedindo que a logística enviasse peças pertencentes a subetapas que não haviam sido completamente fabricadas. Como não há qualquer indicador que mensure o tempo de fabricação ou de espera de peças no pátio até a finalização do restante do seu lote, a fábrica não se preocupa com o tempo de produção de uma subetapa ou com o acúmulo de peças da mesma no pátio. O importante é que a última peça seja finalizada até a data prevista. Esta prática faz com que não haja preocupação por parte da fábrica sobre o aumento do estoque no pátio da mesma.

Os entrevistados consideram que a montagem do indicador é difícil assim como a elaboração de ações de melhoria. Durante o processo de coleta de dados observou-se que nem os entrevistados sabiam ao certo como o indicador era calculado, fazendo com que a interpretação do mesmo fosse bastante distinta entre o representante do nível operacional e os coordenadores do setor. Para o primeiro o indicador considerava tudo que havia sido enviado no período como universo, enquanto o responsável pelo cálculo do indicador informou que o universo eram as subetapas planejadas.

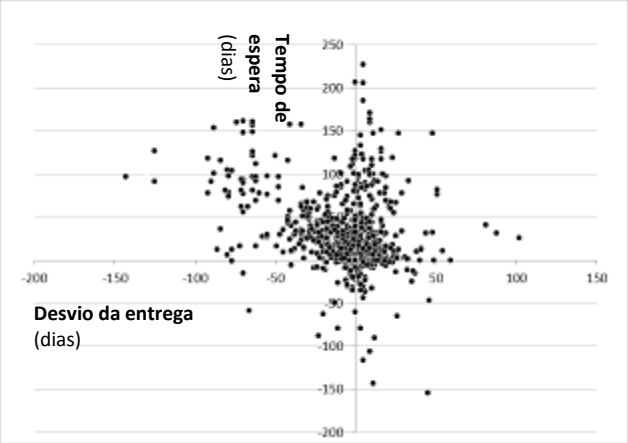
Acuracidade de estoque de produtos acabados

Este indicador avalia a acuracidade do sistema de gestão da empresa sobre o estoque de pátio e, portanto, não reflete o processo produtivo, mas sim a existência de erros pontuais nos apontamentos. O indicador é extremamente difícil de ser calculado tendo em vista que necessita de uma equipe para realizar o inventário de todo o material estocado no pátio durante cerca de uma semana. Por isso, o indicador é realizado poucas vezes no ano, apesar de formalmente ser considerado um indicador trimestral. Observou-se que no ano de 2013 o indicador foi calculado três vezes, com índices muito próximos a 100%. O indicador não está fortemente relacionado aos objetivos estratégicos da empresa. Pode-se dizer que manter este indicador em um nível alto é requisito básico para o andamento da produção.

Diárias de caminhões esperando carregamento

Este indicador reflete problemas no planejamento das cargas. O pagamento de diárias aos caminhoneiros ocorre quando o caminhão não foi liberado depois do tempo estipulado para o carregamento. Isso pode acontecer porque algum componente da subetapa embarcada ainda falta ser produzido, ou por algum problema fiscal para geração da nota. Além disso, apesar do nome do indicador, as diárias podem se referir a espera para o descarregamento em obra. Neste caso demonstrando a falta de alinhamento do que é embarcado e o que é necessário na obra, como mostra a análise realizada na Figura 13, em que a maioria das subetapas entregues estão adiantadas em relação ao cronograma, mas apresentam longos tempos de espera para serem utilizadas.

Figura 13 - Tempo de espera vs. antecipação das entregas em obra



	Entrega antecipada	Aderente	Em atraso
Longo tempo de espera (+ 10 dias)	21%	30%	10%
Pequena espera (até 10 dias)	3%	24%	7%
Uso antecipado	1%	3%	1%

Fonte: O autor

Tendo em vista os altos índices de diárias de caminhão gastos nos últimos anos, o indicador é considerado fortemente relacionado à estratégia de redução de custos, apesar de representar um problema de gestão operacional da empresa. Ao serem questionados sobre a finalidade do indicador os entrevistados não sabiam dizer ao certo. Isto se deve a visibilidade do indicador e o quanto o deparssiontamento da logística era cobrado para reduzir o mesmo. Para os envolvidos na produção o indicador era mais uma forma de serem cobrados.

Peso médio por caminhão

O peso médio por caminhão objetiva garantir a máxima otimização dos fretes. O indicador é considerado bastante importante pelos entrevistados e fortemente relacionado ao objetivo de reduzir custos. Entretanto, é um indicador que não contribui com a etapa

completa. Quando analisadas as causas de atraso de subetapas uma das principais razões é a otimização de frete, ou seja, parte da subetapa não é enviada por não completar um caminhão. Os custos relativos à gestão de altos estoques nos canteiros de obras de peças que não podem ser montadas é possivelmente mais alto do que o valor economizado em viagens de caminhão devido à otimização de frente. Contudo, este valor não é contabilizado pela empresa trazendo um viés para a análise dos seus indicadores.

É possível argumentar que o peso médio por caminhão foi a forma encontrada pela empresa de garantir a máxima utilização de capacidade também no processo logístico. Assim como na fábrica o indicador não contribui para a entrega do produto ao cliente, visa apenas a melhoria de um processo pontual. Segundo os entrevistados o levantamento dos dados deste indicador foi considerado de complexidade média, mas as ações para melhorar o mesmo são bastante difíceis de serem implantadas, envolvendo treinamento do pessoal e alterações na gestão do pátio.

Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de indicadores

Dentre os indicadores analisados, observou-se que a maioria dos indicadores tem um papel operacional e visa o controle dos erros ou problemas do seu processo produtivo, são eles o número e o custo das não-conformidades, a acuracidade de estoque e as diárias de caminhões. O indicador de etapa completa pode ser considerado o mais estratégico entre os analisados, visto que representa a forma como as peças estão sendo entregues. O bom desempenho deste indicador indica que o cliente está recebendo todo o produto necessário. Entretanto, no formato que é calculado hoje o indicador não representa as antecipações na entrega. Para Neely *et al.* (1997) um indicador de aderência deve considerar tanto uma data limite como uma data inicial. Esta recomendação melhoraria o formato do indicador por avaliar o processo de entrega como um todo.

O indicador de peso médio por caminhão gera certo conflito com este último, visto que a solução mais fácil para melhorar um é prejudicando o outro. Apesar de este indicador medir um processo operacional, a máxima utilização da capacidade é constantemente medida e cobrada dentro da empresa, fazendo com que este indicador normalmente seja priorizado em relação a etapa completa. Com base nestas considerações e na análise dos indicadores, propõe-se cinco diretrizes principais para o desenvolvimento de um sistema de indicadores para o contexto desta pesquisa:

- ✓ **Balancear as ações para utilização máxima de capacidade e atendimento ao cliente:** mesmo no caso de um ambiente ETO, em que o atendimento ao cliente é fundamental, não se pode deixar de lado o controle sobre o uso da capacidade. Entretanto é fundamental que as cobranças estratégicas, bem como os planos de ação em cada departamento tenham claro o que é mais importante para a estratégia de negócios da empresa.
- ✓ **Utilizar indicadores de aderência considerando datas de início e fim:** a produção e entrega antecipada em relação a capacidade de montagem pode gerar acúmulo desnecessário de peças, dificultando a gestão do estoque, e causando danos a qualidade dos materiais. Neste sentido, a aderência deve ser medida não apenas em relação ao seu atraso, mas também ao grau de antecipação.
- ✓ **Controlar o tempo de produção dos produtos:** O foco na produção de produtos personalizados ao cliente demanda um controle sobre os tempos de produção e espera dos mesmos para finalização do seu lote. A melhoria contínua deste tipo de indicador contribui diretamente na satisfação do cliente.
- ✓ **Explicitar os objetivos estratégicos e sua relação com os indicadores:** A compreensão de todos os trabalhadores da relação dos indicadores com a estratégia da empresa como um todo, permite que os departamentos priorizem as ações mais importantes para a empresa como um todo e não para o setor em específico.
- ✓ **Aumentar continuamente a transparência e participação:** Todos os envolvidos no processo produtivo devem entender claramente como e por que estão sendo medidos, caso contrário a coleta dos dados será apenas burocrática e não gerará aprendizado para a mitigação dos problemas.

Conclusões

O objetivo deste trabalho foi a definição de diretrizes para o sistema de medição de desempenho do processo logístico de empresas ETO de sistemas construtivos. Foi possível verificar uma falta de alinhamento entre os indicadores principais e o tipo de produção da empresa. A falta de transparência ou disseminação dos objetivos estratégicos da empresa entre todos os trabalhadores pode estar causando o surgimento de ações que colocam a redução de custos como estratégia mais importante do que o próprio atendimento do cliente final.

Neste sentido as diretrizes propostas neste trabalho visam a definição de um sistema de medição de desempenho com um maior número de mensurações do processo como um todo, considerando o controle dos tempos de produção e espera do material para permitir que as ações de melhoria foquem na redução dos mesmos. Além disso, de baseiam em um sistema de gestão com maior disseminação de informações a respeito tanto dos próprios indicadores como das estratégias da empresa como um todo. A partir destas ações seria possível um foco mais preciso no atendimento do cliente final e melhor organização dos processos internos pela

redução dos estoques. Entretanto este tipo de prática só pode ser colocado em prática após uma revisão sobre a atenção dada a máxima utilização de capacidade.

Observou-se que o desenvolvimento de uma sistemática integrada de gestão e análise de desempenho, através de ferramentas como o BSC poderia ser de grande valia para a organização analisada, visto que elas permitiriam uma maior integração entre as partes além de quantificar a importância de cada indicador dentro da gestão da empresa como um todo. A análise também demonstrou a validade da proposta de Neely *et al.* (1997) para a avaliação de sistemas de desempenho. Como continuidade deste trabalho será desenvolvido um painel de controle para a empresa, a partir da reestruturação dos indicadores atuais com o objetivo de melhorar a comunicação interna e a relação com a estratégia da empresa como um todo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. **The Big Name on Builders Day.** Disponível em: <http://ricamconsultoria.com.br/news/entrevistas/ricardo_amorim_big_name_construction>; Acessado em: 20 de março de 2013.

BALLARD, G. **Construction: One type of project production system.** Proceedings of the 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais**...Sydney: IGLC, 2005

BASSIONI, H. A.; PRICE, A. D. F.; HASSAN, T. M. Performance Measurement in Construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 20, n. 2, p. 42–50, 2004.

CAI, J. et al. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 2, p. 512–521, 2009.

CHANDLER, A. D. **The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business**. Belknap Press, 1977.

COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: UFRGS. Porto Alegre, 2003.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **The goal: a process of ongoing improvement**. 2nd. ed. São Paulo: North River Press New York, 2007. v. 2

KAGIOGLOU, M.; COOPER, R.; AOUAD, G. Performance management in construction: a conceptual framework. **Construction Management and Economics**, v. 19, n. 1, p. 85–95, jan. 2001.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **Translating Strategy into action: The balanced scorecard**. United States of America: President and Fellows of Harvard College, 1996.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo: Helsinki University of Technology, 2000.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, dez. 1995.

MOURA, C. **Avaliação do impacto do sistema Last Planner no desempenho de empreendimentos da construção civil**. [s.l.] (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2008.

NEELY, A. et al. Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 11, p. 1131–1152, 1997.

NEELY, A. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 2, p. 205–228, 1999.

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: Proposta baseada em estudo de caso**. Porto Alegre: [s.n.].

SOMAN, C. A.; VAN DONK, D. P.; GAALMAN, G. J. C. Capacitated planning and scheduling for combined make-to-order and make-to-stock production in the food industry: An illustrative case study. **International Journal of Production Economics**, v. 108, n. 1-2, p. 191–199, jul. 2007.

TELEM, D.; LAUFER, A.; SHAPIRA, A. Only Dynamics Can Absorb Dynamics. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 132, n. 11, p. 1167, 2006.

VAN AKEN, J. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of management studies**, v. 41, n. 2, 2004.

Mapeamento do fluxo de valor para identificação de oportunidades de melhoria de processo na Indústria de autopeças

Aender Rodrigues de Souza (FEAMIG) - aendersousa@gmail.com

Daniel Rodrigues Pereira (FEAMIG) - daniel.rpereira@yahoo.com.br

Danilo Henrique de Carvalho (FEAMIG) - danilohcarvalho@gmail.com

Flávio Luiz Mendes (FEAMIG) - flaviomarcelinho@gmail.com

Paulo Vitor Guerra (FEAMIG) - pvguerra86@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como tema central o mapeamento do fluxo de valor para identificação de oportunidades de melhoria de processo na indústria de autopeças. Objetivou-se em analisar os resultados alcançados com a utilização do mapeamento do fluxo de valor e o incremento de melhorias no processo de fabricação de peças automotivas fundidas de alumínio. Quanto à metodologia, trata-se de uma pesquisa aplicada, descritiva e qualitativa. Quanto aos meios, a pesquisa pode ser caracterizada como estudo de caso único, pois visou verificar se as proposições teóricas são corretas. A análise dos dados foi realizada através de tabelas e gráficos que foram extraídos comparando se o mapeamento do fluxo do estado atual e o mapeamento do fluxo do estado futuro. Concluiu-se que com a utilização do mapeamento do fluxo de valor a empresa estudada neste trabalho pôde ter uma visão transversal da cadeia produtiva, ao invés da tradicional e identificou as oportunidades de melhoria de processo nas atividades onde não agregavam valor ao produto.

Palavras-chave: Mapeamento do Fluxo de Valor, Oportunidade de Melhoria, Visão Transversal, Cadeia Produtiva.

Abstract: This paper had as its central theme the value stream mapping to identify opportunities for process improvement in the automotive industry. The objective was to analyze the results obtained with the use of value stream mapping and the increase of improvements in the process of manufacturing automotive parts made of aluminum castings. Regarding the methodology, it is an applied, descriptive and qualitative. Related to the manner, it can be characterized as a single case study because it aimed to verify if the theoretical propositions are correct. The data analysis has been performed by using charts and graphs that were extracted from the comparison between the current state value stream map and future one. It was concluded that by the use of value stream mapping the company studied in this paper could have a cross-sectional view of the supply chain, rather than the traditional view and identified opportunities for process improvement in activities that did not add value to the product.

Keywords: Value Stream Mapping, Opportunities of Improvement, Cross-sectional View, Supply Chain.

1 Introdução

O cenário empresarial competitivo cria a necessidade das organizações procurarem métodos para se posicionar nesta disputa cada vez mais acirrada, onde é crescente a exigência dos clientes. Grande parte das empresas tem trabalhado na implementação de processos de transformação de acordo com as técnicas da filosofia de Produção Enxuta (Lean Manufacturing), adotando iniciativas para sistematizar e adaptar as técnicas japonesas de produção às suas necessidades. Na filosofia de produção enxuta, uma das ferramentas

utilizadas para ara melhorar a eficiência das empresas é o mapeamento dos processos. Este modelo, amplamente utilizado pela Toyota, Rother e Shook (2003), busca conhecer a fundo os processos, identificando todos os caminhos percorridos pela matéria prima, as etapas de transformação e os meios até que seja concluído o produto final. Para potencializar esta ferramenta, foi criada uma técnica, o VSM – Value Stream Mapping, ou Mapeamento do Fluxo de Valor, baseada no mapeamento do fluxo de materiais e informações, na qual padronizou-se a apresentação por meio de uma representação visual, para mostrar de forma sistêmica a cadeia de fluxo de valor para uma família de produtos. (ROTHER; SHOOK, 2003).

Problema de pesquisa

Como o mapeamento do fluxo de valor pode identificar oportunidades de redução de desperdícios em processos produtivos de cabeçotes fundidos de alumínio na indústria de autopeças?

1.2 Objetivo geral

Analisar os resultados alcançados com a utilização do mapeamento do fluxo de valor e o incremento de melhorias no processo de fabricação de peças automotivas fundidas de alumínio.

1.2.1 Objetivos específicos

- ✓ Utilizar a ferramenta mapeamento do fluxo de valor no processo de fabricação de um cabeçote fundido de alumínio para identificar pontos de melhoria no processo.
- ✓ Analisar os dados referentes ao processo produtivo e destacar os principais pontos de melhorias identificados durante o mapeamento do fluxo de valor atual.
- ✓ Apresentar os resultados alcançados após a implementação das melhorias identificadas pelo Mapeamento do Fluxo de Valor atual comparando-os com mapeamento do fluxo do estado futuro.

1.3 Justificativa

Este estudo torna-se relevante para a sociedade, pois trará conhecimento sobre a principal função do Mapeamento do Fluxo Valor em um ambiente organizacional, com o intuito de oferecer produtos de qualidade e competitivos.

Para a empresa pesquisada, este trabalho trará visibilidade e notoriedade pública no meio acadêmico demonstrando seu desempenho utilizando esta técnica e a capacidade da empresa em se adaptar e buscar novos recursos para se tornar mais competitiva.

Este estudo se justifica para a comunidade acadêmica da Engenharia de Produção por se propor a apresentar uma técnica atualizada de organização do fluxo de materiais e informações, o que contribuirá para consolidar a formação e o exercício da Engenharia de Operações e Processos da Produção.

2 Referencial Teórico

2.1 A origem do Lean Manufacturing

Produção enxuta ou Pensamento enxuto segundo Womack e Jones, (1996) tem sua origem na filosofia de alcançar melhorias de formas lucrativas com foco especial na redução do muda (desperdício). O conceito de muda (desperdício) tornou-se um dos mais significativos dentro de atividades de melhoria da qualidade, onde se originou principalmente da famosa filosofia de produção de Taiichi Ohno, na empresa Toyota em 1950 (DAHLGAARD, 2000). O conceito do Lean como uma filosofia e seu fortalecimento de todos os outros elementos dentro uma organização enxuta são bem capturados por Liker (2007) em sua descrição do modelo 4P da Toyota. Identificando 14 princípios empresariais que fizeram a maneira Toyota tão bem sucedida, o autor passa a representar estes princípios em quatro categorias:

Figura 14 - Começando com a Filosofia

Fonte: Liker, 2007, p.46

Os conceitos descritos no modelo 4P da maneira Toyota não são necessariamente novos. O efeito Lean é um agrupamento de princípios que são bem estabelecidos. O conceito de fluxo puxado tem sido disseminado por muitos anos como parte do Just-in-Time (JIT).

2.2 Sistema Toyota de produção

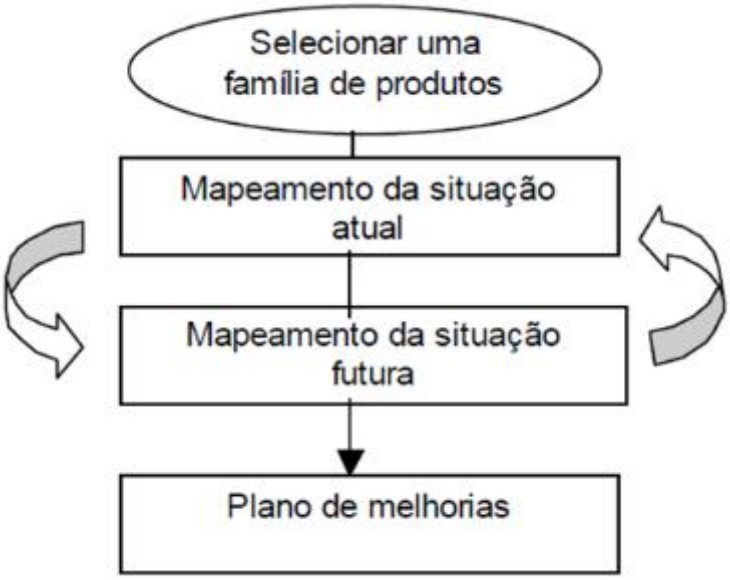
A ideia fundamental por trás do Sistema Toyota de Produção (TPS) é a fabricação da quantidade correta de matérias-primas necessárias para cada processo, num determinado tempo, de modo que o estoque de produtos desnecessários pode ser eliminado do produto final. TPS funciona por eliminação de desperdícios de três maneiras: redução de custos, controle da qualidade e a garantia da qualidade (MONDEN, 1983, p. 2).

2.3 Definição de MFV

O MFV tem como objetivo facilitar a visualização do processo de manufatura da linha ou família de produtos, no qual se propõe realizar o estudo para a eliminação de desperdícios, possibilitando uma visão transversal da cadeia produtiva ou, segundo Rother e Shook (2003 p.13).

As etapas básicas que constituem a técnica do MFV estão representadas abaixo:

Figura 2 – Etapas Básicas do MFV

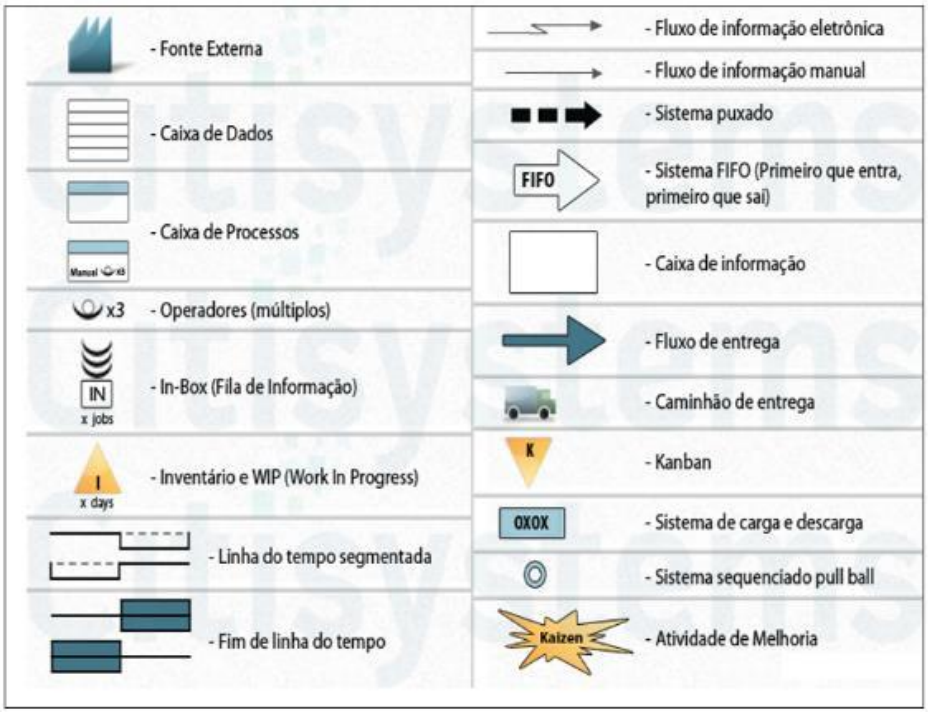


Fonte: ROTHER e SHOOK, 2003, pág. 369.

2.4 Ícones do mapeamento do fluxo de valor

A figura seguinte mostra alguns dos símbolos pré-definidos usados nos desenhos do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Figura 3 – Símbolos do MFV



Fonte: Adaptado pelos autores deste trabalho

2.5 Takt Time

O takt time é usado para calcular e sincronizar o ritmo da produção com o das vendas, sem criar um excesso de produção. Segundo Rother & Shook (2003), ele é a velocidade em que os clientes solicitam os produtos acabados, conforme fórmula de cálculo na figura a seguir:

Figura 4 – Fórmula de Cálculo do Takt Time

Fórmula	Significado
$Tkt = \frac{TOL/P}{DC/P}$	Tkt = Takt Time (minutos ou segundos)
	TOL = Tempo Operacional Líquido (minutos ou segundos)
	DC = Demanda do Cliente ou Necessidade do Cliente (unidades)
	P = Períodos ou Turnos

Fonte: Rother & Shook, 2003 (Adaptado).

3 Metodologia de Pesquisa

3.1 Classificação da Pesquisa

Quanto aos objetivos da pesquisa, esse trabalho é de caráter descritivo,porque descreverá a aplicação e resultados alcançados com a utilização do MFV na empresa"Fundidos Alumínio LTDA". Quanto aos meios, o tipo de pesquisa utilizado é o estudo de caso único, porque visa verificar se as proposições estabelecidasnuma teoria são corretas (STAKE, 2001).

3.2 Universo e Amostra

O universo a ser pesquisado é a empresa "Fundidos Alumínio LTDA.". Será utilizada amostragem não probabilística por tipicidade que de acordo com Gil (1999, p.104) "consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda população". A amostra considerada para a coleta dos dados é a linha de fundição de cabeçotes de alumínio.

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados e análise

Serão realizados a partir dos estudos do mapeamento de fluxo de valor atual apresentado pela organização (executado entre 2011 e 2013) e as ações tomadas para eliminar os desperdícios encontrados tratados como oportunidades de melhoria e as ferramentas utilizadas na qual os resultados alcançados foram apontados no mapeamento do estado futuro.

Nas planilhas de ciclo de trabalho serão evidenciadas as atividades realizadas em cada posto de trabalho o que ajudará a verificar as atividades que agregam valor. Nas cronoanalise serão identificados os tempos de ciclo para identificar o gargalo que é a operação que dita o ritmo da linha de produção de cabeçotes.

3.3.1 Limitação da Pesquisa

Por se tratar de estudo de caso, sua aplicação fica restrita apenas à empresa foco deste estudo, onde são gerados os dados que serão objetos desta pesquisa. Portanto, os resultados aqui apresentados e discutidos não podem ser generalizados às demais empresas do ramo de autopeças fundidas em alumínio.

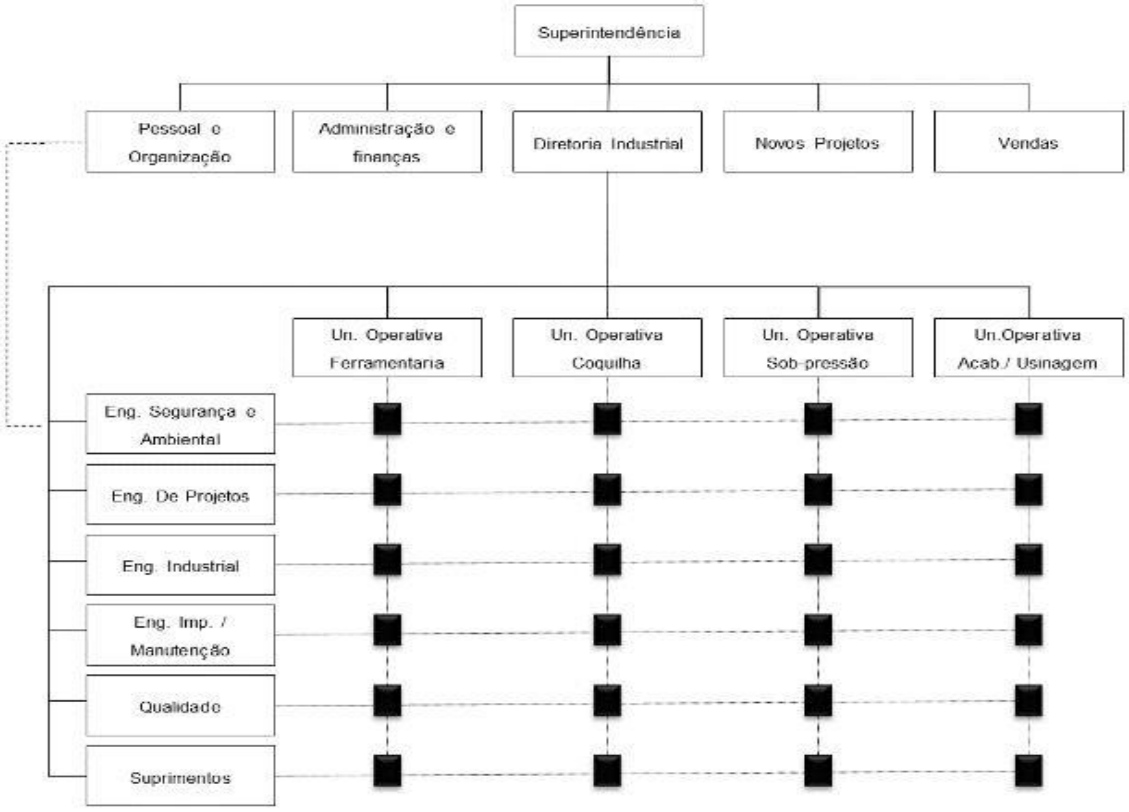
4 Estudo prático

4.1 A empresa

A empresa está localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, desde 1976. Atualmente, com aproximadamente 1700 funcionários, ocupa uma área de 550 mil metros quadrados (dos quais 135 mil metros quadrados cobertos). A escolha da linha de produção utilizada neste estudo foi baseada na sua importância no processo produtivo e relevância dos resultados. A linha passou por um mapeamento do fluxo de valor de um produto recentemente utilizando as ferramentas estudas neste trabalho.

4.2 Organograma Organizacional

Figura 5 - Organograma Organizacional

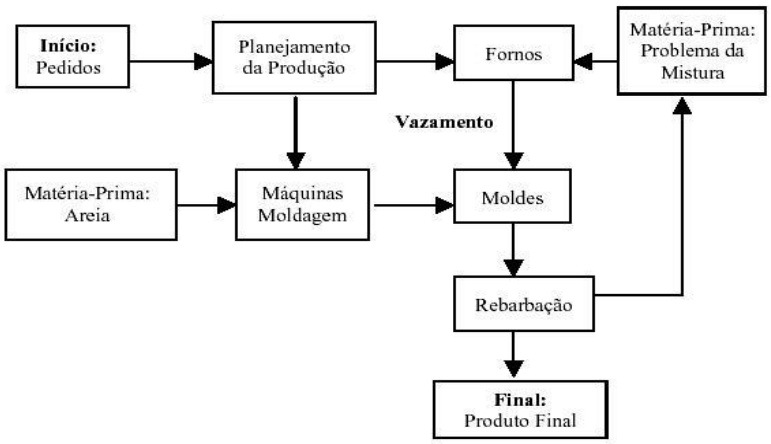


Fonte: Intranet - Alumínio LTDA, adaptado pelos autores deste trabalho.

4.3 Processo Produtivo

Foi estudado o processo de produção da empresa para o cabeçote automotivo de alumínio para um motor de 4 cilindros e 16 válvulas, conforme figura abaixo.

Figura 615 – Fluxo de Alto Nível do Processo Produtivo Total



Fonte: Alumínio LTDA, adaptado pelos autores deste trabalho.

4.4 Mapeamento do Estado Atual

Para a realização do mapeamento do estado atual do processo que este trabalho trata foi estudado o fluxo citado no item 4.1 do cabeçote automotivo de alumínio fabricado pela empresa, cabeçote este para um motor de 4 cilindros e 16 válvulas.

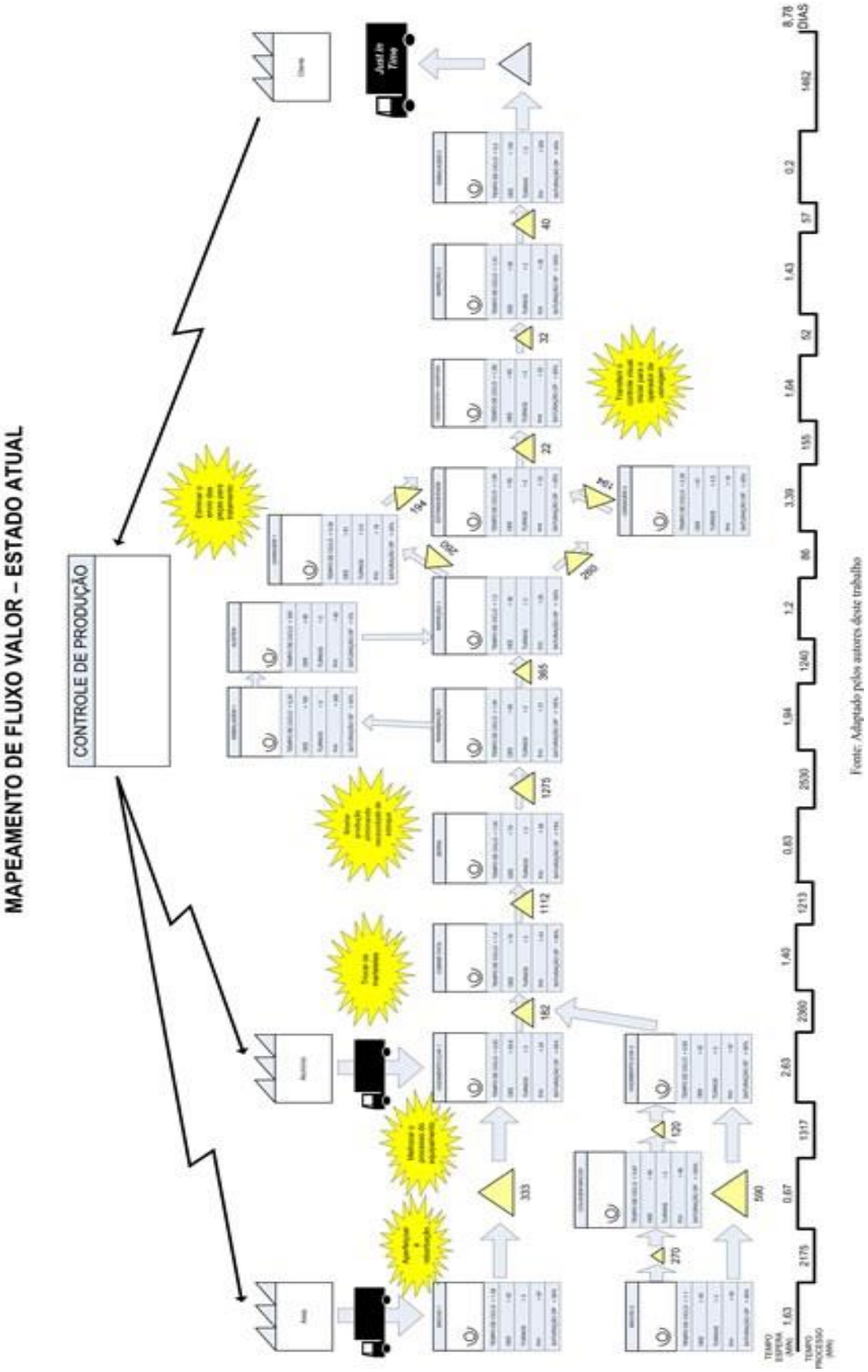
Figura 7 – Foto do cabeçote de alumínio

Fonte: Alumínio LTDA, adaptado pelos autores deste trabalho.

Para isto, foram realizados os estudos de cronoanalise, movimentação das matérias prima e do produto entre os processos, operadores e saturação dos mesmos, estoques intermediários e atividades que não agregam valor. Foram verificados também os dados já controlados pela empresa como o OEE, o giro de peças durante o fluxo para o processamento

das peças, tempo de ciclo e quantidade de turnos. Assim foi montado o desenho do mapeamento a seguir:

Figura 8 – Mapeamento de Fluxo Valor – Estado Atual


MAPEAMENTO DE FLUXO VALOR – ESTADO ATUAL
CONTROLE DE PRODUÇÃO
Just in Time
8,78 DIAS
Fonte: Adaptado pelos autores deste trabalho

Analisando o mapeamento do estado atual e a informação dos dados fornecidos pela empresa estudada verificou-se algumas oportunidades de melhoria aplicando-se os conceitos de desperdícios do sistema Toyota de produção. Em cada área do mapeamento encontrou-se pontos para se aplicar as ferramentas Lean, que são demonstradas pelos balões amarelos e listadas na figura a seguir.

Figura 9 – Áreas de Aplicação das ferramentas *Lean*

ÁREA	OPORTUNIDADE PERCEBIDA
Macharia	Aperfeiçoar a rebarbação
Vazamento	Melhorar o processo do equipamento
Cabines	Trocar os marteletes
Serra e rebarbação	Nivelar a produção
Tratamento térmico	Eliminar o envio das peças para tratamento
Usinagem	Transferir o controle visual inicial para o operador

Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

Apesar de evidenciados vários pontos de melhoria através do mapeamento, o estudo apresentará como exemplos apenas os três casos de melhorias que trouxeram os melhores resultados. O primeiro ponto destacado é a baixa produtividade dos equipamentos da Macharia, principalmente nas Sopradoras. Perdas por tempo de troca dos ferramentais devido ao desgaste e perda de tempo para rebarbação dos machos devido ao excesso de areia prejudicaram os índices de produção fazendo com que se tenha que trabalhar mais tempo do que o necessário para atender os volumes de produção.

Figura 10 Equipamento da Macharia

Fonte: Alumínio LTDA (adaptado pelos autores deste trabalho)

A segunda oportunidade percebida foi uma atividade que não agrega valor ao produto, ou seja, o cliente não paga pela realização desta, mas que, para garantir a qualidade do produto final, a empresa realiza pagando a uma empresa terceirizada para que o realize, neste caso, o tratamento térmico das peças para que seja retirada totalmente a areia das galerias internas do cabeçote. Esta atividade gera aumento de custos para a empresa, já que além de se pagar a outra empresa para que realize este processo, existe também, o custo do transporte através do frete, o aumento também da quantidade de peças em transito, pois são criados assim, estoques intermediários antes da saída de peça para serem tratadas, peças na empresa terceirizada e em trânsito, ou seja, nos caminhões que as transportam. Quanto mais vezes estas eram manipuladas, elas poderiam sofrer danos como amassaduras por quedas, batidas ou má manipulação sendo, que, em alguns pontos, elas não poderiam ser recuperadas quando sofressem danos.

Um terceiro ponto de melhoria identificada analisando os dados foi a baixa saturação do operador que realiza a inspeção das peças após o retorno das mesmas do tratamento térmico realizado externamente. A atividade realizada por ele pode ser considerada como não agrega valor, pois é uma inspeção feita durante o processo e que posteriormente será realizada novamente para garantir a entrega final. Esta operação é realizada em um pequeno período de tempo e justamente para verificar a presença de areia no interior da peça e pequenas imperfeições que possam ter acontecido provenientes de queda durante a manipulação da mesma e problemas gerados na fundição que podem ser identificados somente depois da etapa de retirada do massalote e pezinhos.

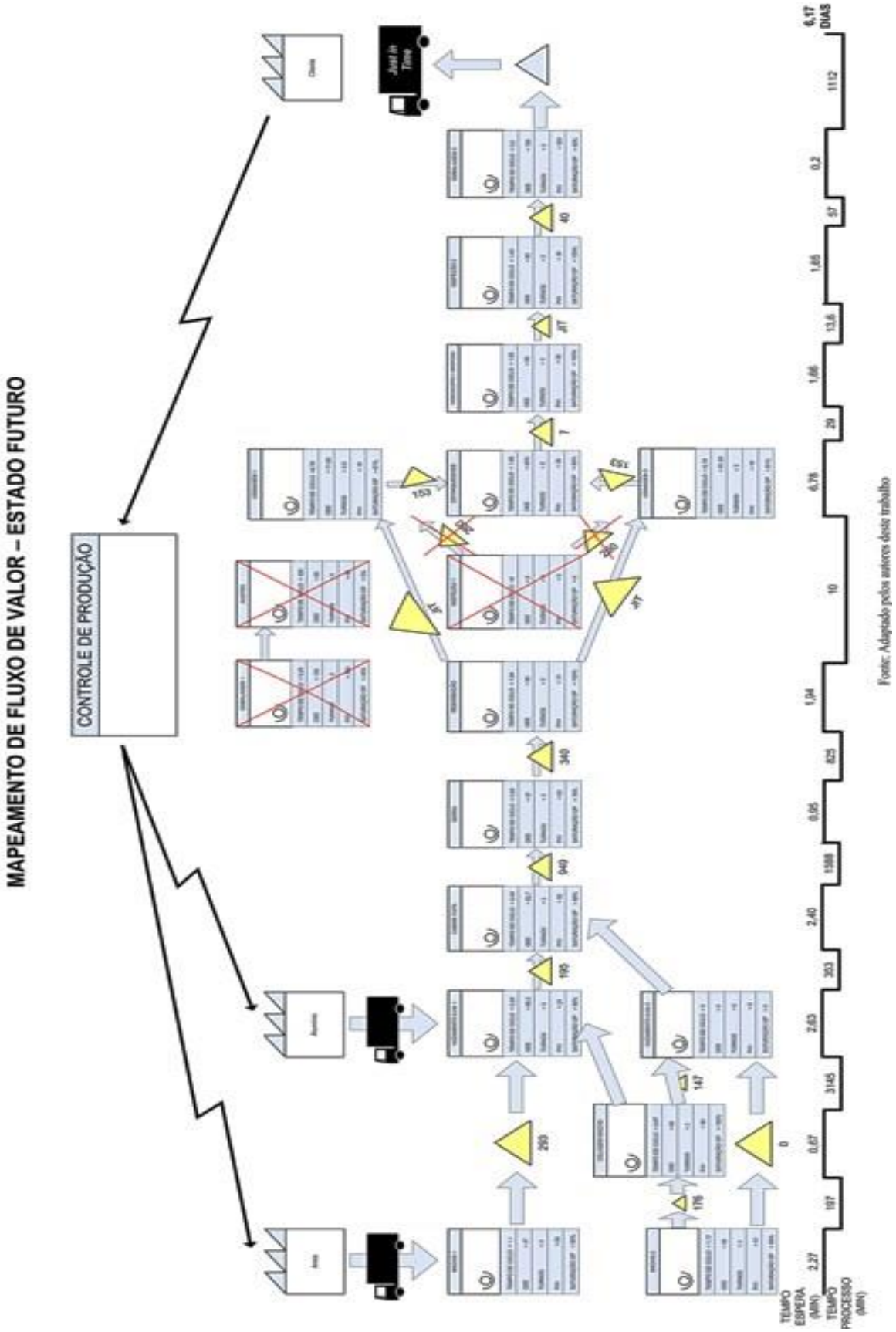
Após a estratificação desta linha de produção de cabeçotes, baseado no mapeamento do fluxo de valor, podemos perceber que como ele nos possibilita uma melhor visão e de maneira sistêmica, sem a observação de pontos isolados, de pontos de melhoria que podem ocasionar em resultados que impactem de maneira mais incisiva nos resultados da empresa.

4.5 Mapeamento do Estado Futuro

Após o mapeamento do estado atual, o próximo passo é o desenho do estado futuro para que se determinem os objetivos de melhoria e se evidencie, de maneira clara, os desafios a serem vencidos, ou seja, aonde se quer chegar, para que sejam alcançadas melhorias. Neste estudo de casos, a empresa realizou este mapeamento, delineando de acordo com os

problemas visualizados no mapeamento atual quais seriam os pontos no fluxo que seriam focados para o uso de recurso no intuito de se alcançar os resultados que foram julgados como os de maior retorno para a empresa. O mapeamento do estado atual conforme demonstrado na figura a seguir:

Figura 11 – Mapeamento de Fluxo de Valor – Estado Futuro

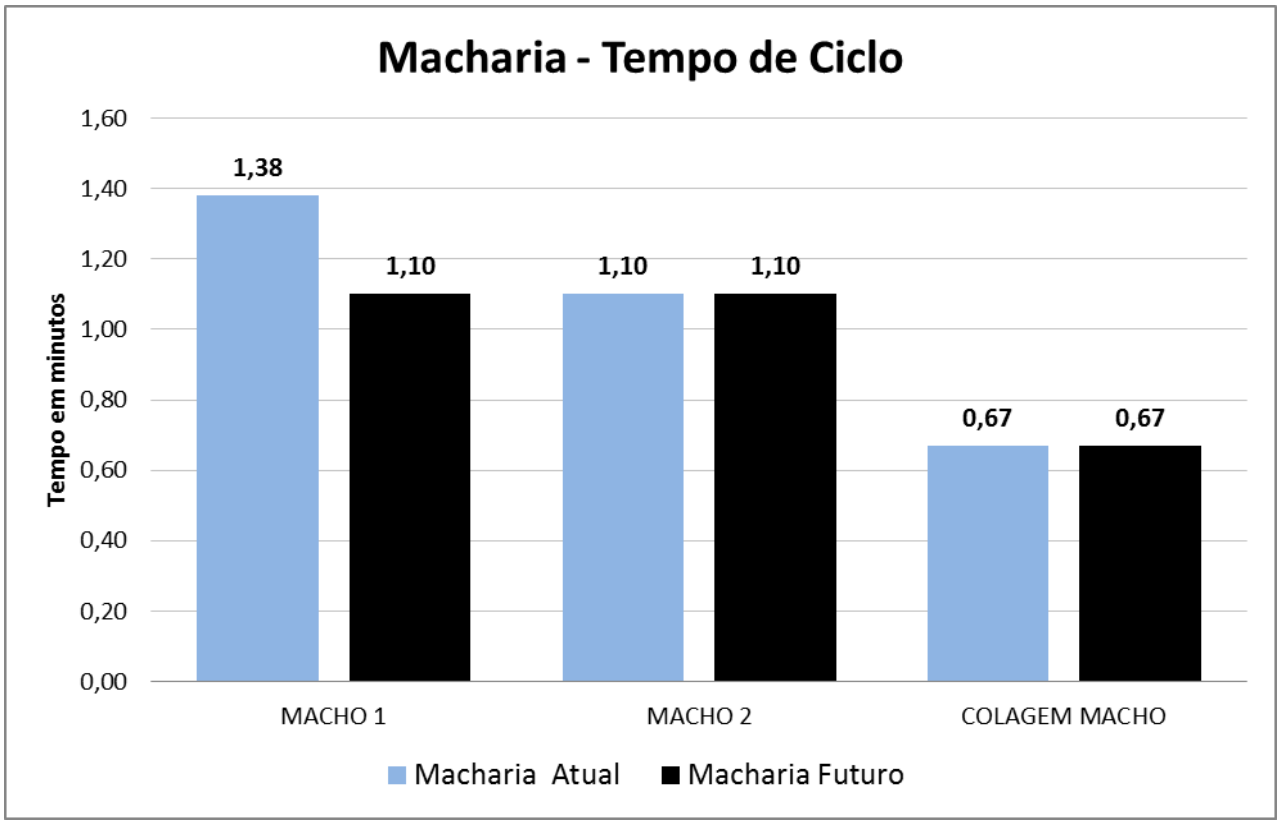


O primeiro ponto modificado é a área da Macharia. Neste, como visto anteriormente, a produtividade é muito baixa devido a alguns fatores como desgastes dos equipamentos e dos ferramentais utilizados para modelar os machos que serão utilizados na fabricação das peças do processo em estudo.

Uma ação que aplicada pela empresa foi a troca dos ferramentais utilizados nas Sopradoras. Isto melhorou a produtividade, já que as folgas nos ferramentais que geravam excesso de material nos machos e perda de tempo para a retirada destes, através da rebarbação, diminuiu reduzindo o tempo de ciclo total da operação em 8,8%. Agora, para um devido acompanhamento durante toda a vida útil destes novos ferramentais, foi criado um acompanhamento sistemáticos dos mesmos, através de planilhas e documentos. As manutenções preventivas e limpezas destes possuem um intervalo menor para a realização. Os pontos a serem observados devem ser levantados através das ordens de manutenção para verificação dos períodos e pontos críticos. Estes documentos foram disponibilizados pela empresa apenas em seu interior, não possibilitando sua reprodução.

Podemos observar no gráfico 1 abaixo as reduções refletidas no tempo de ciclo de 8,8%:

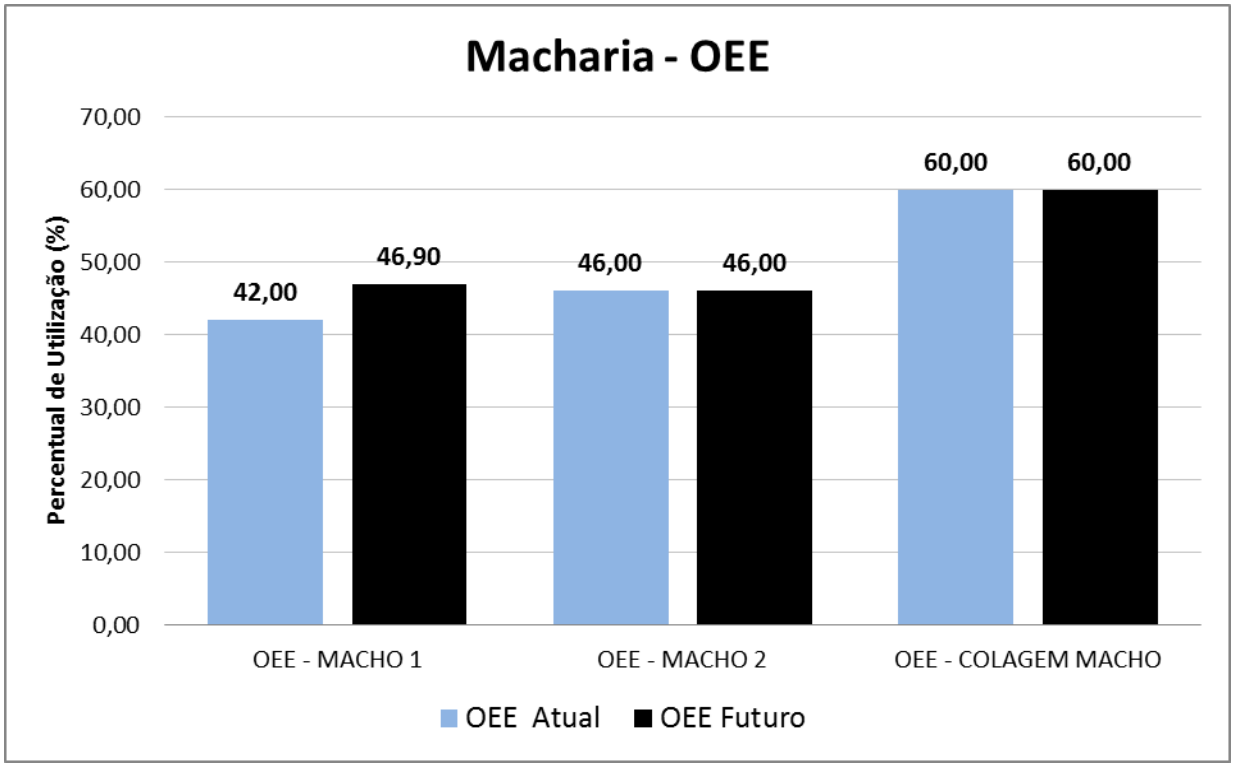
Gráfico 1 – Macharia – Tempo de Ciclo



Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

O aumento da média geral de Eficiência Operacional do Equipamento – OEE demonstrado no gráfico 2 abaixo comprovam a melhoria implementada no equipamento utilizado para produzir o macho 1. Resultando em uma eficiência 8,5%maior.

Gráfico 2 – Macharia – OEE

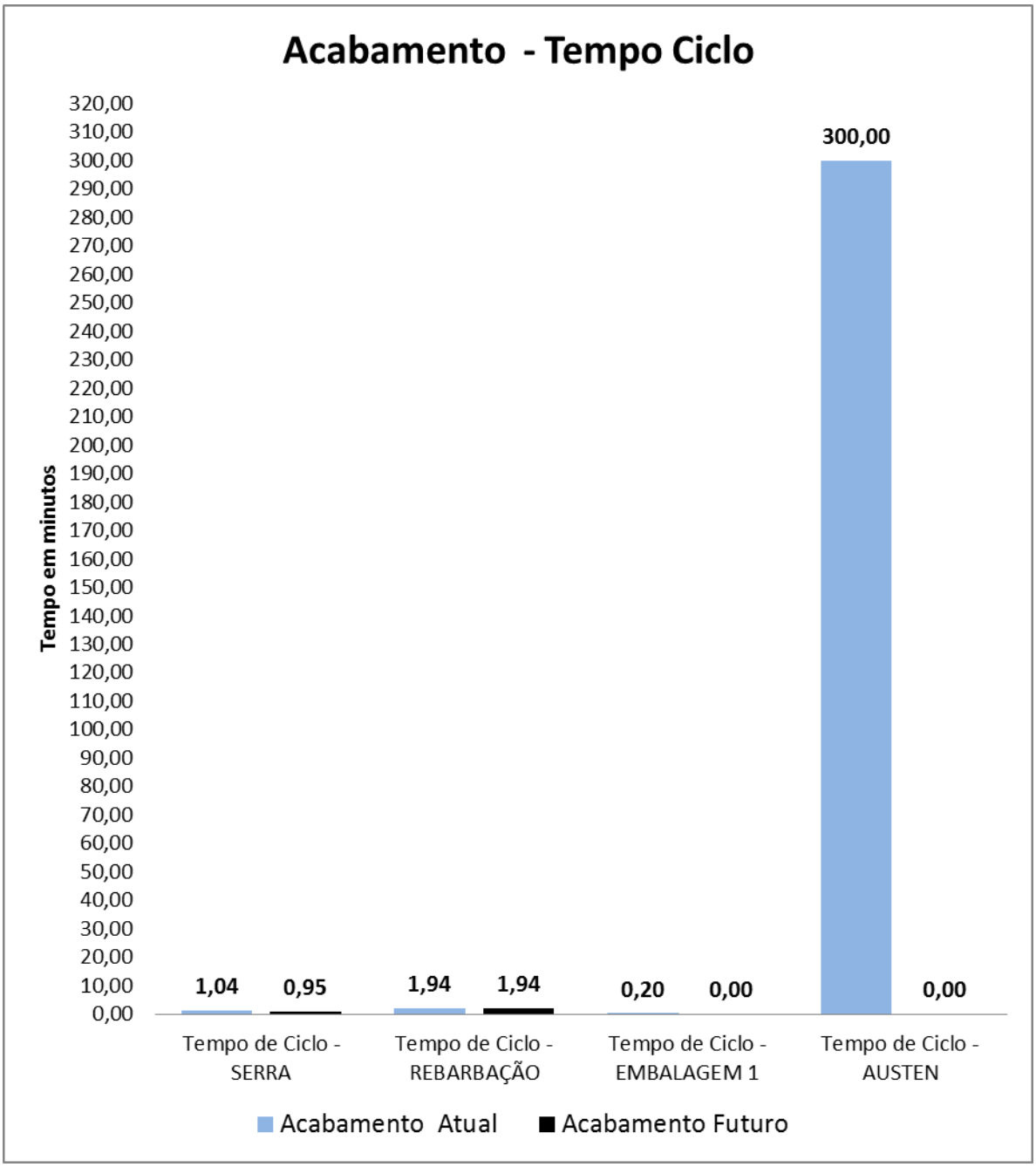


Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

O segundo ponto levantado como oportunidade de melhoria foi a atividade desenvolvida na empresa terceirizada, o tratamento térmico das peças. Para tal, foi desenvolvido junto ao pessoal de compras um novo martelo para as cabines de limpeza que aumentou sua eficiência na retirada de areia. A capacidade de batidas e a oscilação dos martelos foram melhoradas para que o desempenho desta atividade seja suficiente para a realização do trabalho sem que, para garantir a qualidade ao cliente, seja necessária a realização do retrabalho em um terceiro. A realização desta atividade com e eficiência desejada diminuiu os custos significativamente já que o valor pago a empresa deixou de ser realizado. Outro ponto de eliminação de desperdício, como os levantados pelo sistema Toyota de produção, foram os estoques intermediários que deixaram de existir devido a não mais utilização de outra atividade e o transporte das peças. Isto também impactou diretamente no Lead Time já que os tempos de transporte e espera do inventário deixaram de existir.

Redução completa do tempo de ciclo as operações de embalagem e do processo Térmico realizado pela empresa AUSTEN em Matozinhos conforme gráfico 3.

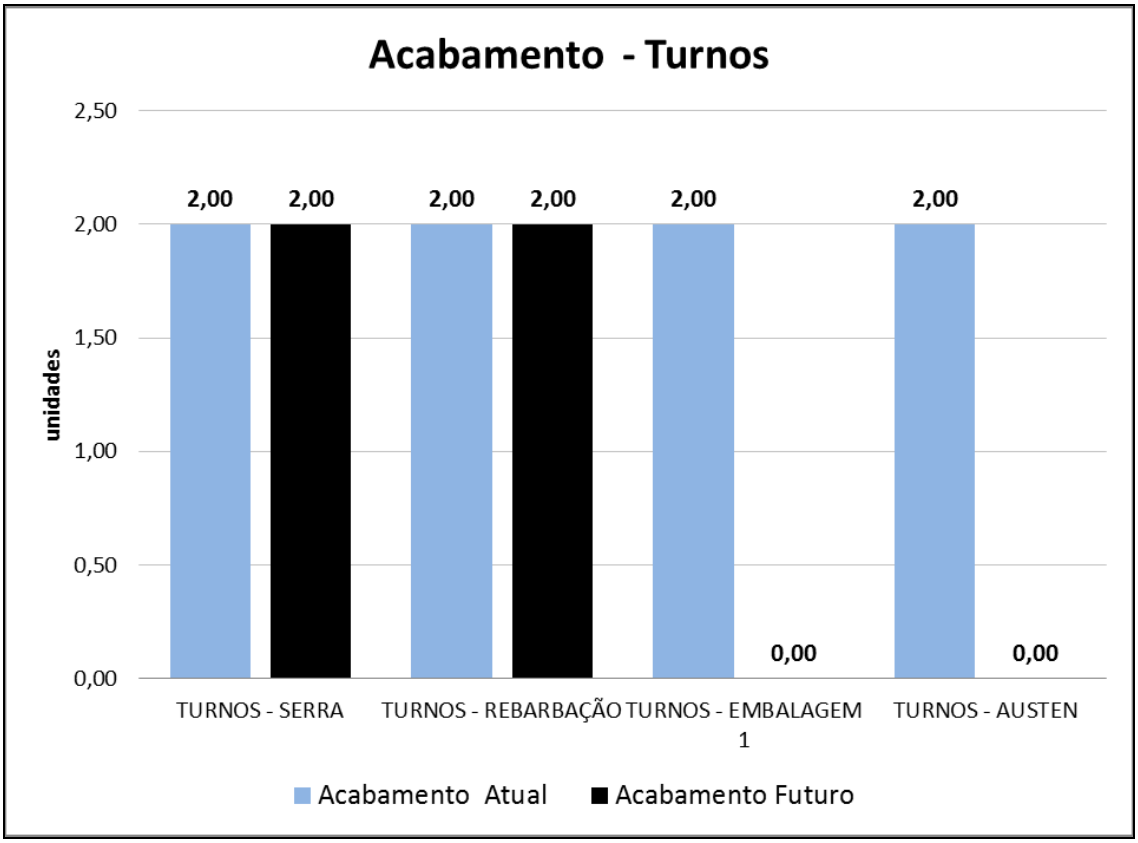
Gráfico 3 – Acabamento – Tempo de Ciclo



Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

Retirada dos turnos de operação utilizados na operação de embalagem, conforme gráfico 4.

Gráfico 4 – Acabamento – Turnos

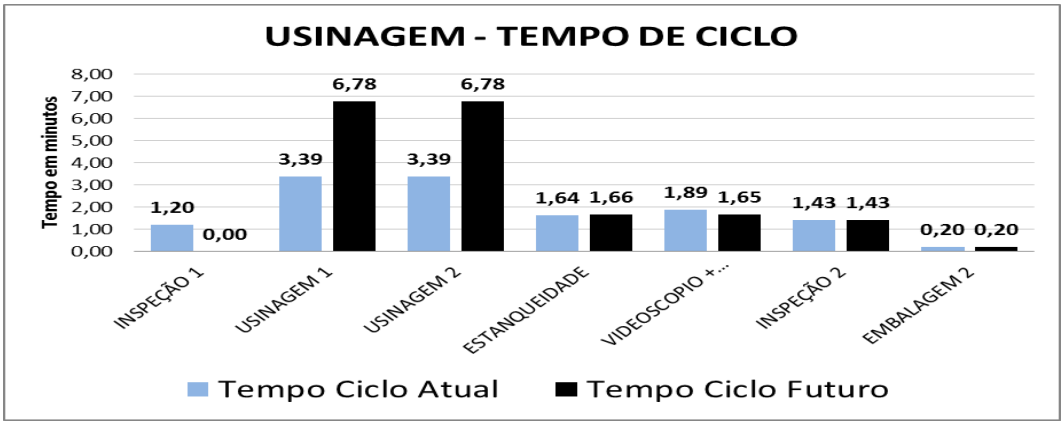


Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

O outro ponto levantado como oportunidade e que foi trabalhado foi a existência de um posto de inspeção das peças assim que elas voltavam à fabrica. Esta atividade era realizada com um tempo pequeno e que podia ser realizada pelo operador dos centros de usinagem. Pelo que podemos observar na folha de cronoanalise deste posto, sua saturação era baixa podendo assim ele realizar outra atividade sem que virasse o gargalo do sistema. Com a saturação baixa, quer dizer que enquanto o centro de usinagem realiza a atividade para ele programada, o operador fica esperando pelo fim do ciclo para que ele possa carregar o centro novamente e assim, começar outro ciclo.

Esta ação também melhorou o Lead Time do processo, pois era mais uma atividade de um posto específico que deixou de existir, conforme gráfico 5.

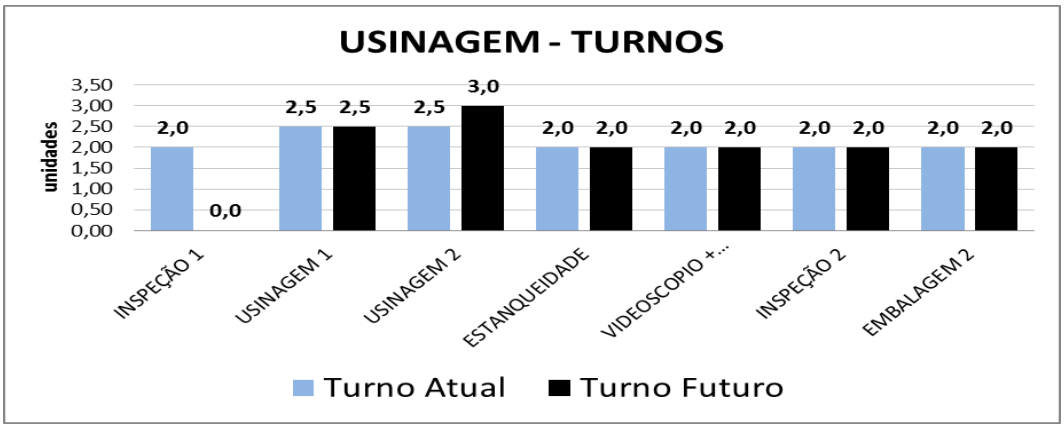
Gráfico 5 – Usinagem – Tempo de Ciclo



Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

Retirado o turno da operação de Inspeção 1 demonstrado pelo gráfico 6.

Gráfico 6 – Usinagem – Turnos



Fonte: adaptado pelos autores deste trabalho

Outro ponto importante de ganho neste caso foi a mão de obra que se ganhou deixando ser feita a atividade em separado. Esta foi desligada da empresa, reduzindo os custos e ajudando a tornar a empresa mais competitiva. A empresa apesar de perdas existentes em seu processo, ela consegue atender a demanda de seu cliente. Mas se ela quiser se tornar uma empresa mais competitiva, ela possui margem para implantação de melhorias como as mencionadas neste trabalho. O mapeamento de fluxo de valor poderá ajudar a empresa neste

processo. Com ele, é possível visualizar oportunidades para redução de desperdícios e, assim, reduzir seus custos.

5 Considerações finais

Este estudo foi baseado em uma empresa do ramo autopeças, fabricante de peças fundidas em alumínio já praticante de princípios da produção enxuta. Durante a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor, como ferramenta de melhoria, podemos perceber sua eficácia já que foram detectados pontos de perdas no processo produtivo.

Após o desenho do Estado Atual, foram verificadas as atividades que não agregavam valor ao produto e desperdícios citados por Liker (2007) em seu livro "O Modelo Toyota – Manual de Aplicação". Com a melhora do processo de retirada de areia dos cabeçotes, através do aumento da eficiência dos martelos no setor de cabines, pôde-se eliminar o tratamento térmico das peças e, assim, eliminar o transporte ou transferência, como é tratado o terceiro desperdício. Outro ponto de eliminação de desperdício, segundo Liker (2007), foi à redução do número de estoques intermediários e a quantidade de peças pelo fluxo de produção dos cabeçotes. Um terceiro ponto de melhoria identificado no MFV, e aplicado ao processo, foi a redução do número postos de trabalho com o incremento das atividades da inspeção visual ao posto do centro de usinagem utilizando-se da baixa saturação deste posto, ou seja, enquanto o operador espera o equipamento terminar seu ciclo, este pode realizar alguma atividade com o tempo menor e assim, agregar valor a peça.

Para o alcance na melhora dos resultados, a empresa estudada neste trabalho utilizou-se da segunda maneira de se realizar este trabalho segundo Shingo (1996, p.38), "realizar a melhoria nos métodos de fabricação do ponto de vista da Engenharia de Produção ou da tecnologia de fabricação". Com a eliminação dos desperdícios citados, após a implementação do MFV, a redução de custos tornou-se possível e assim, novos investimentos poderão ser realizados e a empresa poderá se apresentar ao mercado como flexível, cumpridora dos objetivos estabelecidos e capaz de alcançar os desafios propostos a ela.

Assim, o MFV pode levantar deficiência nos fluxos produtivos existentes através de uma visão sistêmica do processo, abrangendo toda a empresa e não apenas pontos específicos como a maioria das ferramentas. Este ponto é de suma importância como caracterização desta ferramenta, pois pode mostrar como uma empresa pode se tornar mais competitiva eliminando desperdícios e fazendo com que os resultados se tornem cada vez mais robustos.

Após a implantação das melhorias propostas no mapeamento do estado futuro, não deve ser dado como um ponto final nos trabalhos, pois a melhoria continua é uma estratégia que deve ser encarada no dia a dia, por todos da corporação, independente do posto de trabalho ou posição. A mudança de mentalidade de todos deve ser voltada para a aplicação da melhoria continua, com a aplicação das ferramentas e desenvolvimento dos colaboradores.

Durante os trabalhos, é possível verificar como a ferramenta pode auxiliar na comunicação entre os setores já que, durante o levantamento de dados, implicaram na interação entre as pessoas de diferentes setores e a exposição de situações antes somente vistas internamente às áreas envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAHLGAARD, P. **From ancient philosophies to TQM and modern management theories**. 3. ed. [S.l.]:
Linköping UniversityLinköping University, Business Administration, Faculty of Arts and Sciences, 2000. v. 44.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

LIKER, J. K.; DAVID, M. **O Modelo Toyota Manual de Aplicacao.** Porto Alegre: Bookmann, 2007.

MONDEN, Y. **Toyota production system: practical approach to production management**. [S.l.]: Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers Norcross, GA, 1983.

NBR. 14724. **Informação e documentação–Trabalhos acadêmicos**, 2011.

NBR, A. 6023 Informação e documentação–Referências–Elaboração. **Rio de Janeiro**, 2002a.

NBR, A. 10520. Informação e Documentação–Citações em Documentos–Apresentação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro**, 2002b.

NBR, A. 6028-Resumos. **Rio de Janeiro**, 2003.
OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**. Cambridge,MA: Productivity press, 1988.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda: Version 1.3 June 2003**. [S.l.]: Lean Enterprise Institute, 2003.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.
SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Producao Do Ponto**. 2º. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

STAKE, R. E. The case study method in social inquiry. **DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. The American tradition in qualitative research**, v. 2, 2001.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. [S.l.]: SimonandSchuster. com, 1996.

Congresso de Sistemas LEAN

Perdas por making-do identificadas no canteiro de obras de um condomínio horizontal de baixa renda

Cibeli Ferrando Leão (UFRGS) – cibeli_leao@yahoo.com.br

Gabriela Sitja Rocha (UFRGS) – gabisitja@gmail.com

Carlos Torres Formoso (UFRGS) – formoso@ufrgs.br

Resumo: A nova filosofia da produção enxuta, também conhecida como Sistema Toyota de Produção busca aumentar a eficiência da produção a partir da eliminação consistente e completa de perdas. Há um tipo de perda particularmente recorrente na construção: a perda por *making-do*, apresentada por Koskela (2004). Esse tipo de perda diz respeito às atividades iniciadas sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis, resultando em alguma improvisação para a realização da tarefa. O objetivo desse trabalho é apresentar as perdas por *making-do* identificadas no canteiro de obras de um condomínio horizontal de baixa renda, assim como discutir os prováveis motivos de ocorrência dessas perdas e suas consequências. Esse artigo trata-se de uma pesquisa construtiva, em que um modelo de controle integrado da produção e qualidade é concebido e testado em um condomínio horizontal inserido no programa Minha Casa Minha Vida, localizado na Região Metropolitana de Porto Alegre. Para o desenvolvimento do estudo foram feitas observações diretas no canteiro de obras para coletar dados relacionados à ocorrência de perdas por *making-do*, execução de pacotes informais, conclusão de pacotes planejados e verificação da qualidade dos serviços, com o auxílio de *tablets*. Os resultados mostram que nesse estudo as perdas por *making-do* mais recorrentes estão relacionadas às categorias acesso/mobilidade e falta de terminalidade. O artigo também aponta a importância em realizar os planejamentos de médio e curto prazo, a fim de identificar e remover as restrições dos pacotes de trabalho, evitando a ocorrência das perdas por *making-do*.

Palavras-chave: Construção enxuta; Perdas; *Making-do*; Controle integrado

1. Introdução

Na manufatura, grandes ganhos em desempenho têm sido atingidos pela nova filosofia da produção enxuta (KOSKELA, 1992). Essa filosofia, também apresentada por Ohno (1997) e Shingo (1996) como o Sistema Toyota de Produção (STP), tem por objetivo aumentar a eficiência da produção a partir da eliminação consistente e completa de perdas (OHNO, 1997).

De acordo com Ohno (1997), deve-se produzir somente a quantidade necessária, utilizando a força de trabalho necessária e eliminando o excesso de capacidade. O autor afirma que a verdadeira melhoria na eficiência ocorre quando se produz zero desperdício, elevando a porcentagem de trabalho para 100%. Para Ohno (1997), as perdas podem ser classificadas em sete tipos: perda por superprodução, perda por espera, perda por transporte, perda por processamento, perda por estoque, perda por movimentação e perda por produtos defeituosos.

Koskela (1992) defende a adoção da produção enxuta pela construção, afirmando que, tradicionalmente, a construção é vista e modelada apenas como uma série de atividades de conversão, ou seja, que agregam valor, e que atividades como espera, estoque, movimentação de materiais e inspeções não são, geralmente, consideradas em modelos de caminho crítico ou em outras ferramentas de controle. Segundo Koskela (1992), a construção tem tentado melhorar sua competitividade por meio do aperfeiçoamento das atividades da construção, contudo, a experiência da manufatura mostra que a construção poderia realizar melhorias drásticas simplesmente identificando e eliminando atividades que não agregam valor.

Koskela (2004) argumenta que, além das sete categorias de perdas apresentadas por Ohno, existe uma oitava perda que deveria ser adicionada a esta lista, chamada de *making-do*, que se refere à situação na qual uma tarefa é iniciada sem todos os recursos necessários, ou ainda, quando a execução de uma tarefa continua apesar de, pelo menos um desses recursos, não estar mais disponível (KOSKELA, 2004). Koskela (2004) também define *making-do* como o oposto ao *buffering*, uma vez que no *buffering* os recursos aguardam para serem processados, e no *making-do* o tempo de espera por um recurso é negativo, ou seja, o processamento é iniciado antes da chegada do recurso.

O presente artigo tem por objetivo apresentar as perdas por *making-do* identificadas no canteiro de obras de um condomínio horizontal de baixa renda, assim como discutir os prováveis motivos de ocorrência dessas perdas e suas consequências.

2. Perdas por making-do

Segundo Koskela (2000), o trabalho em condições não ideais é uma das perdas mais importantes na construção (KOSKELA, 2000). Antes da definição de *making-do* por Koskela (2004), essa falta de condições ideais já havia sido discutida por Ronen (1992), quando ele propôs o uso de um *kit* completo para a realização das atividades. Ronen (1992) define um *kit* completo como um conjunto de componentes, desenhos, documentos e informações necessárias para completar uma atividade ou processo. Iniciar um trabalho com um *kit* incompleto significa mais tempo de atividades para finalizar o trabalho, maior *lead time*, mais trabalho em progresso, diminuição de rendimento, baixa qualidade e não cumprimento do cronograma (RONEN, 1992).

Ronen (1992) afirma que não existe nenhuma vantagem em iniciar um trabalho com um *kit* incompleto, e que as pessoas não o utilizam devido a cinco motivos. Primeiro, devido à síndrome da eficiência, em que há uma urgência em ter os recursos utilizados tanto quanto possível. Essa ideia segue a noção irreal de que um trabalhador deve estar ocupado todo o tempo, apenas para que os trabalhadores não estejam desocupados, o que não faz sentido, uma vez que isso causa mais trabalho em progresso, menor rendimento e mais despesas operacionais. Outro motivo é a pressão por uma resposta imediata, que é quando o cliente pressiona o fabricante para que se comece a trabalhar no seu pedido, mesmo sem um *kit* completo com a crença equivocada de que o *lead time* será diminuído com essa ação, quando na prática, isso apenas aumenta o *lead tim*e. O resultado será maiores despesas operacionais, que deverão ser repetidas quando as peças faltantes do *kit* chegarem, e usualmente, nenhuma redução no *lead time*. Também há a ansiedade em mostrar boa vontade por parte dos trabalhadores e do encarregado da produção, assim, como resultado da pressão gerencial, os trabalhadores expressam sua boa vontade liberando *kits* incompletos para a execução. A alocação inadequada dos níveis de montagem é outra razão, uma vez que a tendência é reduzir o número de níveis de montagem, o que pode causar o crescimento do número de componentes do *kit* a um nível que é difícil de controlar e quase impossível de reunir em um determinado momento. E o último motivo exposto por Ronen (1992), é a informação de planejamento do material necessário enganosa no lead time. O lead time no sistema de planejamento do material necessário é longo e consiste do tempo de produção, assim como do tempo de espera. Isso dá a ilusão de que a operação irá levar mais tempo, e leva a falsa conclusão de que quanto antes o processo iniciar, melhor.

Koskela (2004) afirma que para eliminar o *making-do* é preciso que a base teórica convencional do gerenciamento da produção, que contribui com a ocorrência de *making-do*, seja rejeitada, e que o sistema de gerenciamento da produção seja baseado em uma teoria mais ampla. Segundo Koskela (2000), deve-se realizar uma transformação do modelo de gerenciamento da produção, adotando o modelo de fluxo da produção, direcionando a atenção para a redução de perdas e na sua causa maior, a variabilidade.

Koskela (2004) salienta que a teoria de gerenciamento necessita de uma vistoria. Existem abordagens, que permitem um tipo de controle de produção puxado, que contribui para assegurar a disponibilidade dos recursos de todas as tarefas. Essas teorias estão presentes no sistema *Last Planner* de controle da produção, proposto por Ballard (2000), mostrando que

é possível adotar teorias que deem suporte a eliminação do *making-do*. O que parece ser importante é um sistema estruturado para planejamento e execução de médio e curto prazo, em que a regra de não iniciar uma atividade sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis possa ser exigida e autorizada de forma transparente.

Deve ser salientado que de forma similar ao uso de estoque e redução do *lead time* como guias, o objetivo de eliminar o *making-do*, não é simplesmente eliminar as suas consequências prejudiciais, mas também apontar as causas e os prejuízos associados a ele. Também deve ser reconhecido que talvez haja situações em que o *making-do*, a um certo controle, é uma maneira perfeitamente viável de se atingir algum objetivo particular, como compressão de cronograma.

A fim de investigar a ocorrência das perdas por *making-do* na construção civil, Sommer (2010) propôs um método de identificação e mensuração dessas perdas, sendo propostas pela autora sete categorias de perdas por *making-do*, conforme apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Figura 16 – Categorias de perdas

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO
Acesso/mobilidade	Relativo ao espaço, meio ou forma de posicionamento de quem executa as tarefas
Ajuste de componentes	Artifícios para uso de componentes não adequados à realização das tarefas
Área de trabalho	Refere-se à bancada de trabalho ou área de apoio durante às atividades realizadas
Armazenamento	Organização de materiais ou componentes em locais não preparados para o seu recebimento
Equipamentos/ferramentas	Criados ou adaptados para uso durante as atividades
Instalações provisórias	Criados ou adaptados para uso de água e eletricidade durante as atividades
Proteção	Forma de uso dos sistemas de proteção

Fonte: Sommer 2010

Sommer (2010) explica que alguns itens necessários para a realização das atividades na obra podem ser identificados, em um primeiro momento, durante a etapa de planejamento de longo prazo. Entretanto, a verificação dos pré-requisitos para executar os pacotes de trabalho é função principal do planejamento de médio prazo. Quando as falhas ocorrem nesta etapa,

elas podem ser identificadas no controle da produção em um nível de curto prazo. Os pacotes de trabalho planejados, então, consideram que todos os pré-requisitos foram previamente identificados. Assim, as improvisações ocorrem porque o processo de identificação e remoção de restrições foi ineficaz.

Sendo assim, a autora sentiu a necessidade de uma categorização das perdas por *making-do* segundo sua origem, de acordo com as falhas que ocorrem na identificação dos pré-requisitos necessários. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os itens propostos pela autora para identificação da origem das perdas.

Figura 17 – Natureza das perdas por *making-do*

NATUREZA	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Informação	Projetos, planos, estudos e procedimentos que fornecem toda informação necessária para a execução dos pacotes de trabalho não estão disponíveis, não são claros, estão incompletos ou são desconhecidos	Método
Materiais e componentes	Não são previstos, disponíveis ou adequados à atividade com qualidade, quantidade e dentro das especificações de projeto e normas	Materiais
Mão-de-obra	Não está disponível em número que atenda os planos, pouco qualificada ou não foi treinada	Mão-de-obra
Equipamentos ou ferramentas	Indisponíveis, não funcionam ou não são adequados às tarefas	Máquina
Espaço	Não há acesso à área de trabalho, circulação ou armazenamento de materiais	Meio
Serviços Interdependentes	Atividades com alta interdependência comprometem a execução das tarefas subseqüentes	Meio
Condições externas	Vento, chuva ou temperaturas extremas	Meio
Instalações	Instalações provisórias não atendem as necessidades para execução dos pacotes de trabalho, incluindo: instalações elétricas e hidráulicas provisórias.	Meio

Fonte: Sommer 2010

O impacto que as perdas por *making-do* causam na produção, são apresentados por Koskela (2004), sendo esses: (1) diminuição da produtividade, (2) desmotivação, (3) perda de material, (4) retrabalho, (5) redução da segurança e (6) redução da qualidade.

Fireman *et al.* (2013), ao propor um método de controle integrado da produção e da qualidade, propõe um refinamento do método proposto por Sommer (2010) em dois aspectos. O primeiro aspecto está relacionado à inclusão de uma nova categoria de perda, definida como sequenciamento, que se refere à alteração na ordem de produção de determinado processo, ou rearranjo da sequência de ataque. O segundo aspecto está relacionado aos impactos que podem surgir na produção devido às perdas por *making-do*, sendo incluída, aos possíveis impactos, a categoria falta de terminalidade.

Também foi destacada no trabalho de Fireman *et al.* (2013), a importância da identificação de pacotes informais, definidos como pacotes de trabalho realizados sem terem sido planejados durante a reunião de curto prazo. O autor separou os pacotes informais identificados em três categorias: (1) falta de terminalidade, quando um pacote planejado para a semana anterior considerado concluído continua sendo executado nas semanas seguintes, como arremates, por exemplo; (2) pacotes novos, que diz respeito a uma tarefa antecipada da semana posterior; e (3) pacotes de retrabalho, que se referem à correção de pacotes executados sem qualidade em semanas anteriores.

3. Método de pesquisa

Esse trabalho trata-se de uma pesquisa construtiva, na qual está sendo concebido e testado um modelo de controle integrado da produção e da qualidade, que utiliza como ponto de partida o método proposto por Fireman et al. (2013). Segundo Lukka (2003), a pesquisa construtiva é uma estratégia utilizada para produzir construções inovadoras com o objetivo de solucionar problemas do mundo real e fazer uma contribuição para a teoria da disciplina na qual está sendo aplicada.

3.1. Descrição da empresa e do empreendimento

O modelo de controle integrado está sendo testado e implementado em uma das obras de uma empresa construtora da cidade de Porto Alegre/RS. A empresa possui uma diversificada plataforma de produtos, desde condomínios horizontais do Programa Minha Casa Minha Vida a segmentos de alto padrão, entregando por ano, de seis a sete mil unidades.

A empresa possui obras em Porto Alegre, em cidades da Região Metropolitana e também no interior do Rio Grande do Sul.

Para a realização desse estudo, foi selecionado um empreendimento da empresa, financiado pelo Programa Minha Casa Minha Vida, localizado na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Trata-se de um condomínio horizontal, com terreno de aproximadamente 62.000m², com 298 casas térreas executadas em concreto armado moldado *in loco*. As casas têm área aproximada de 43m² com dois dormitórios, banheiro, sala e cozinha. Além das unidades habitacionais, o empreendimento possui portaria central, salão de festas, minicampo de futebol gramado, playground, quiosques com churrasqueiras e vagas de estacionamento.

3.2. Descrição das atividades

A aplicação do modelo de controle integrado envolve observações diretas no canteiro de obras para coletar dados relacionados à ocorrência de perdas por *making-do*, execução de pacotes informais, conclusão de pacotes planejados e verificação da qualidade dos serviços. A coleta de dados é realizada com o auxílio de *tablets*, sendo os dados inseridos diretamente em planilhas digitais.

Durante as visitas ao canteiro de obras, são verificados quais pacotes estão sendo executados, e se esses não constam na planilha de pacotes de trabalho planejados, são registrados na planilha como pacotes informais. Se durante a execução do pacote de trabalho, é identificada alguma perda por *making-do*, essa é registrada em outra planilha, onde são inseridas a descrição da improvisação, a categoria e natureza da perda, o pacote de trabalho no qual ocorreu o evento e ainda, é feito um registro fotográfico, conforme método proposto por Sommer (2010). A partir do modelo de controle integrado, também são verificadas a conclusão dos pacotes de trabalho e a qualidade dos serviços segundo critérios de qualidade pré-definidos.

A aplicação do modelo de controle integrado ocorreu durante duas etapas. A primeira ocorreu no período de junho a agosto de 2013, sendo realizadas em torno de duas visitas por semana ao canteiro de obras. Nessa etapa estavam sendo executadas atividades referentes à infra-estrutura do condomínio, radiers e paredes, incluindo instalações hidráulicas e elétricas de piso e parede, e cobertura das casas. Após essa etapa, foram propostas melhorias no

modelo de controle integrado e então, uma segunda etapa de coleta de dados ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2013, com observações diárias. Nessa etapa foram acompanhadas as atividades de enfiação elétrica, forro de gesso, revestimento cerâmico e pintura.

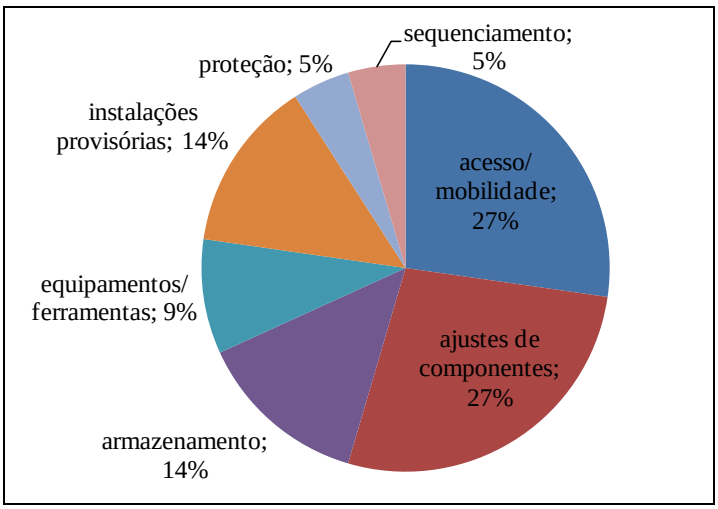
4. Resultados

Esse artigo apresenta as perdas por *making-do* identificadas durante a implementação do modelo de controle integrado. São apresentados os resultados de cada etapa separadamente, e depois os resultados são discutidos em conjunto.

4.1. Etapa 1

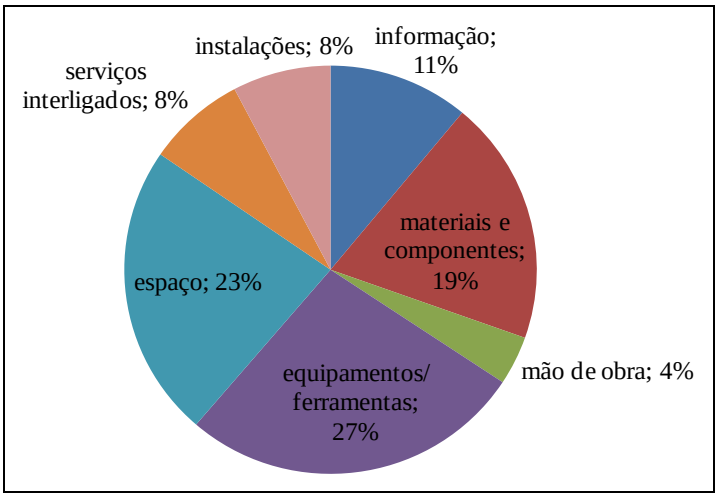
As perdas por *making-do* de maior ocorrência durante a primeira etapa do estudo, de acordo com a classificação proposta por Sommer (2010) são aquelas relacionadas às categorias de acesso/mobilidade e ajustes de componentes (Figura 18). Essas categorias juntas representam mais de 50% das perdas por *making-do* identificadas durante essa etapa. Quanto à natureza das perdas, ou seja, os pré-requisitos que não estavam disponíveis, destacam-se a indisponibilidade de equipamentos e ferramentas, espaço, e materiais e componentes (Figura 19). Em relação aos impactos das perdas observadas, destacam-se o retrabalho e a redução da segurança (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 18 – Categorias de perda por *making-do*



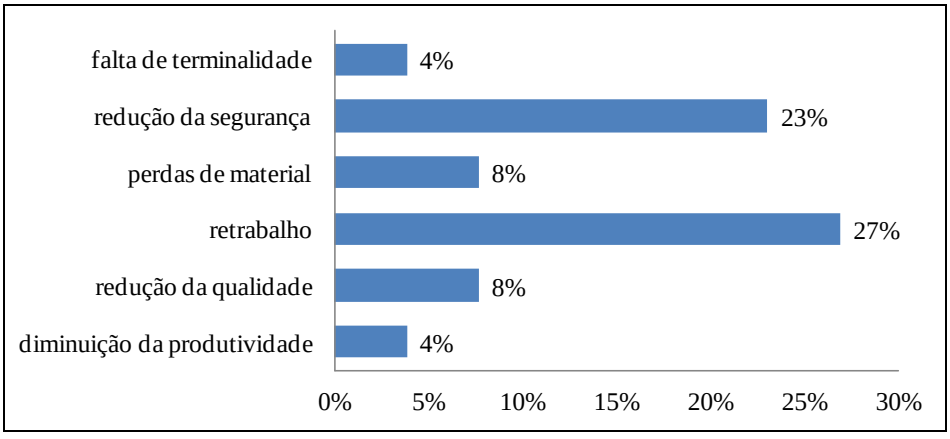
Fonte: O autor

Figura 19 – Natureza das perdas por *making-do*



Fonte: O autor

Figura 20 – Impacto das perdas por *making-do*



Fonte: O autor

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta dois exemplos de perdas por *making-do* relacionadas à categoria acesso/mobilidade. À esquerda, é possível observar a sarjeta quebrada em um dos locais que servia de acesso para caminhões. Deveria ser colocada

uma camada de brita para proteger a sarjeta, mas houve casos em que essa proteção não foi executada, gerando um retrabalho para a equipe de produção, que teve que refazer a sarjeta. A imagem da direita mostra um dos casos onde a tela da parede teve que ser desmontada para possibilitar a montagem da fôrma de parede da casa ao lado, que estava em um nível superior. Nesse caso, também houve retrabalho, pois a tela que já havia sido executada precisou ser parcialmente desmontada e depois, refeita novamente. Ainda em relação à categoria acesso/mobilidade, observa-se na Fonte: O autor

Figura 22, a ausência de um equipamento de apoio adequado para montagem das fôrmas das paredes, sendo necessário que o operário se apoie nas próprias fôrmas para alcançar a parte superior da mesma, gerando redução da segurança.

Figura 21 - Perdas por *making-do*: sarjeta quebrada (à esquerda) e desmontagem da tela (à direita)

Fonte: O autor

Figura 22 - Perdas por *making-do*: operário apoiado na fôrma

Fonte: O autor

Quanto à categoria ajuste de componentes, a Figura 23 ilustra a improvisação ocorrida durante a execução das instalações elétricas do radier. Deveriam ser utilizados conduítes de cor laranja, mais resistentes e por isso, apropriados para esse fim; no entanto, na falta desse material, foi utilizado o conduíte da cor amarela. O impacto dessa improvisação foi observado mais tarde, durante a segunda etapa da coleta de dados, quando foi executada a enfiação elétrica. Como o conduíte utilizado era inapropriado, houve rompimento do mesmo durante a concretagem do radier, não sendo possível passar a fiação. Assim, o radier precisou ser quebrado para reparar o conduíte (imagem da direita), gerando além de retrabalho, um atraso na execução do revestimento cerâmico, que já havia sido iniciado.

Além dessa improvisação, ocorreram outras relacionadas à categoria ajuste de componentes, como por exemplo, o uso de uma pedra para nivelar a estrutura do telhado (Fonte: O autor

Figura 24), reduzindo assim a qualidade do serviço, e o uso de escoras inadequadas para a concretagem da parede que gerou retrabalho, pois a parede ficou fora do esquadro (Fonte: O autor

Figura 24), necessitando de um enchimento.

Figura 23 - Perdas por *making-do*: conduítes inadequados para as instalações no radier

Fonte: O autor

Figura 24 – Perdas por making-do: pedra utilizada para nivelar a estrutura do telhado (à esquerda) e impacto gerado pelo uso de escoras inadequadas (á direita)

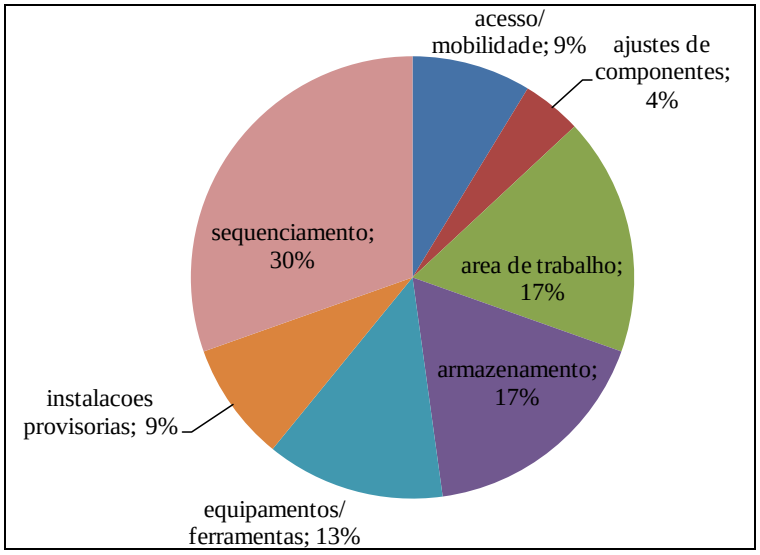
Fonte: O autor

4.2. Etapa 2

Na segunda etapa da coleta de dados, as perdas por *making-do* de maior ocorrência estão relacionadas à categoria sequenciamento, proposta por Fireman et al. (2013), seguida pelas categorias área de trabalho e armazenamento (Figura 25). A ocorrência dessas perdas foi principalmente devido à indisponibilidade de equipamentos e ferramentas e também pela interligação entre os serviços (Figura 26). Nessa etapa, o principal impacto causado pelas

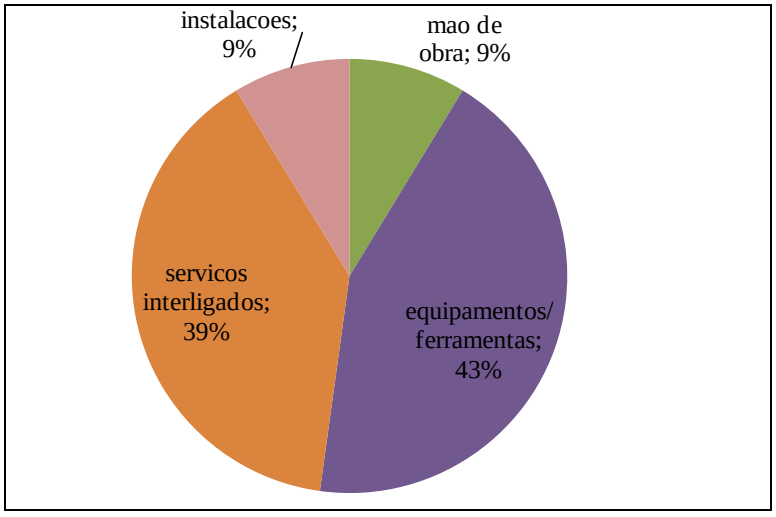
perdas por *making-do* foi a falta de terminalidade dos serviços, seguido pela redução da produtividade (Figura 27).

Figura 25 - Categorias de perda por *making-do*



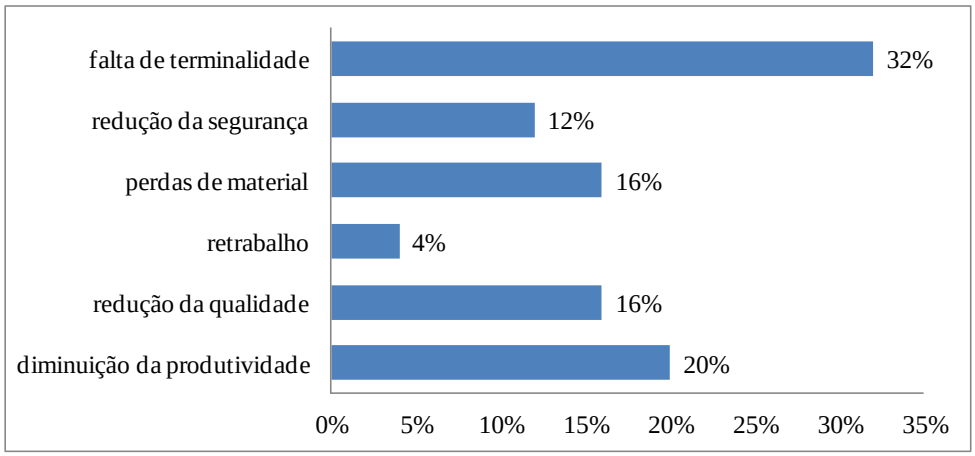
Fonte: O autor

Figura 26 - Natureza das perdas por *making-do*



Fonte: O autor

Figura 27 – Impacto das perdas por *making-do*



Fonte: O autor

As perdas por *making-do* da categoria sequenciamento estão relacionadas, na sua maioria, com a execução de forro de gesso ou serviços de pintura antes da finalização dos reparos elétricos (Figura 28), causando falta de terminalidade das tarefas e retrabalho. Os reparos elétricos e hidráulicos são restrições que deveriam ser eliminadas antes da execução dos serviços de acabamento.

Figura 28 – Perdas por *making-do*: categoria sequenciamento

Fonte: O autor

Quanto à categoria área de trabalho, as improvisações estão relacionadas na sua totalidade com a falta de uma bancada de trabalho para apoio aos serviços de revestimento

cerâmico, sendo utilizados baldes ou o peitoril das janelas para esse fim. A ausência de uma bancada de trabalho adequada gera impactos para a produção como diminuição da produtividade, redução da qualidade e da segurança e perda de material. Na categoria armazenamento, observa-se a colocação de placas de gesso e sacos de cimento-cola junto às paredes onde estava sendo iniciada a aplicação de selador. Esse armazenamento causou, principalmente, falta de terminalidade das tarefas, uma vez que a aplicação do selador não pode ser finalizada devido a essa restrição.

4.3. Discussões

Foi observado que as perdas por *making-do* identificadas nas duas etapas do estudo ocorrem principalmente por deficiências no sistema de planejamento e controle da obra. Por exemplo, as reuniões de planejamento de médio prazo, que têm por finalidade identificar e remover as restrições dos pacotes de trabalho, não são realizadas. Dessa forma, entram no planejamento semanal, pacotes de trabalho que não estão aptos a serem realizados. E durante a execução desses pacotes, surgem improvisações devido à indisponibilidade de pré-requisitos.

Na primeira etapa, quando estavam sendo realizadas atividades relacionadas à estrutura das casas, como radiers, paredes e cobertura, a maior parte das perdas por *making-do* identificadas são das categorias acesso/mobilidade e ajuste de componentes, gerando principalmente redução da segurança e retrabalho.

Já na segunda etapa, quando os serviços executados eram referentes à fase de acabamentos, as perdas por *making-do* concentravam-se principalmente, na categoria sequenciamento, gerando falta de terminalidade nos serviços, e aumentando assim, a quantidade de trabalho em progresso.

Serviços como reparos elétricos e hidráulicos, que são iniciados na fase de concretagem das paredes e são pré-requisitos para o início das atividades de acabamento, não são controlados efetivamente, sendo realizados ao longo de toda obra e interferindo em outras atividades. Mesmo quando esses pacotes de reparos estão no planejamento semanal, não são analisadas as interferências entre as atividades.

Comparando os resultados obtidos nesse estudo com os resultados de estudos anteriores sobre *making-do* (FORMOSO et al., 2011; FIREMAN et al., 2013) observam-se semelhanças em relação às perdas identificadas. É possível observar que, nas obras onde foram acompanhados serviços relacionados à estrutura, houve uma maior frequência de perdas por *making-do* na categoria acesso/mobilidade. Já as improvisações relacionadas à categoria sequenciamento são frequentes durante a execução de serviços de acabamentos e, conforme já apontado por Fireman et al. (2013), possuem uma forte relação com a falta de terminalidade das tarefas.

5. Considerações Finais

A literatura sobre produção enxuta aponta a eliminação de perdas como a melhor forma de aumentar a eficiência da produção. Assim, a adoção dessa filosofia pela indústria da construção civil tem sido defendida pelos pesquisadores da área. Um tipo de perda frequente na construção civil são as perdas por *making-do*, que ocorrem quando uma tarefa é iniciada sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis. Essas perdas ainda causam outras perdas como redução da segurança, retrabalho, redução da qualidade e perda de material.

O objetivo desse artigo foi apresentar as perdas por *making-do* identificadas em um canteiro de obras, a partir da aplicação de um modelo de controle integrado da produção e da qualidade. As perdas por *making-do* identificadas com maior frequência nesse estudo estão relacionadas às categorias acesso/mobilidade e falta de terminalidade, corroborando as evidências apresentadas em estudos anteriores. O artigo também aponta a importância em realizar os planejamentos de médio e curto prazo, a fim de identificar e remover as restrições dos pacotes de trabalho, evitando assim a ocorrência das perdas por *making-do*.

REFERÊNCIAS

BALLARD, H. **The last planner system of production control**. [s.l.] Thesis (Ph.D) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

FIREMAN, M. C. T.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. **Integrating production and quality control : monitoring making-do and unfinished work.** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 21, 2013, Fortaleza. **Anais**...Fortaleza: IGLC, 2013

FORMOSO, C. et al. **An exploratory study on the measurement and analysis of making-do in construction sites.** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 19, 2011, Lima. **Anais**...Lima: IGLC, 2011

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. [s.l.] CIFE Technical Report, n. 72: Center for Integrated Facility Engineering, Salford, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. [s.l.] Thesis (Ph.D) - Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

KOSKELA, L. **Making do-the eighth category of waste.** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 12, 2004, Dinamarca. **Anais**...Dinamarca: IGLC, 2004

LUKKA, K. The constructive research approach. **In: Ojala, L. & Hilmola, O-P. (eds.) Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B1**, p. 83–101, 2003.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala; trad**. Bookman, Porto Alegre, 1997.

RONEN, B. The complete kit concept. **The International Journal of Production Research**, v. 30, n. 10, p. 2457–2466, 1992.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. [s.l.] 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

A construção enxuta como método de gestão administrativa: estudo de caso

Elis Betânia Decesare (IMED) – elisbddv@hotmail.com

Jeancarlos Araldi (IMED) – jean.araldi@imed.edu.br

Mauro Almeida Tanaka (IMED) – mauro.tanaka@hotmail.com

Emanoele de Mattos Oriotote (IMED) – manumattos@outlook.com

Tamires do Pomocena Cantelli (IMED) – tamycantelli@hotmail.com

Resumo: Observa-se que, em nível regional e nacional, surgiu um elevado número de construtoras no mercado nos últimos anos. Apesar disso, poucas são as que se mantêm competitivas no longo prazo, porque, na prática, algumas operam sem planejamento de execução e custo. Deste modo, as atividades têm uma sequência diária de improviso, sem pautar-se em um cronograma previamente elaborado para a obra, fatores que geram incerteza quanto ao prazo, custo e qualidade final do serviço. Este trabalho tem como objetivo promover a redução do desperdício e dos custos para atingir a perfeição e a melhoria contínua. Partindo desta realidade, optou-se por tal temática buscando conhecer melhor o método de construção enxuta como forma de gestão e de diferencial frente ao grande número de construtoras existentes no mercado. Para tanto, investigou-se os elementos essenciais relacionados ao conceito da produção enxuta que podem atuar como diferencial competitivo em uma construtora da cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, a fim de melhorar a sua gestão administrativa, destacando-a no mercado. Como resultado, constatou-se que esta empresa, apesar de entender que aplica os princípios da construção enxuta, pode melhorar vários aspectos a partir do conhecimento dos princípios da construção enxuta, analisou-se o que pode ser melhorado na empresa.

Palavras-chave: Construção civil; Construção enxuta; redução do desperdício.

Abstract: It is observed that, at the regional and national level, a large number of home builders in the market in recent years emerged. Nevertheless, there are few that remain competitive in the long run because, in practice, operate without some planning and implementation cost. Thus, the activities have a daily sequence of improvisation, not guided in a schedule previously prepared for the work, factors that create uncertainty as to the time, cost and quality of the final service. This work aims to promote waste reduction and cost to achieve perfection and continuous improvement. From this fact, we chose this theme seeking to better know the method of lean construction as the management and front differential to the large number of existing construction market. To this end, we investigated the key issues relating to the concept of lean production that can act as a competitive differential in a building of the city of Passo Fundo, Rio Grande do Sul, in order to improve administrative management, highlighting the market. As a result, it was found that this company, although we understand that applying the principles of lean construction can improve various aspects from knowledge of the principles of lean construction, analyzed what can be improved in the company.

Keywords: Construction; lean construction; waste reduction.

1. Introdução

O crescimento constante do setor da construção civil no Brasil deve-se à oferta de crédito imobiliário com juros atraentes, incentivos e subsídios do Governo Federal, através, por exemplo, dos Programas de Aceleração do Crescimento (PAC) e Minha Casa, Minha Vida.

O papel do administrador torna-se essencial na gestão das empresas desse ramo, visando à garantia de uma produção com qualidade e sem desperdícios. Oyama e Mota (2010), mostram que o alto índice de desperdício de materiais, mão de obra e baixa produtividade são predominantes neste setor em virtude da falta de planejamento e gerenciamento.

Apontamentos como os de Oyama e Mota (2010), motivam as iniciativas de racionalização da construção, através da substituição de práticas rotineiras e convencionais, utilizando-se de operações sistemáticas como o processo de construção enxuta.

Este estudo revela-se importante pelo aumento de empreendimentos na construção civil, área que, no geral, não teve muitos avanços nos processos de produção no último período, devido a fatores como o despreparo dos gestores da empresa em relação ao gerenciamento dos recursos materiais e humanos, falta de profissionais qualificados, alto índice de retrabalho e desperdício de materiais.

Este artigo tem por objetivo, com base em uma construtora identificada como empresa "X", comparar os processos de gestão adotados pela empresa com os princípios da construção enxuta.

2 A função da administração na construção civil

Um dos maiores problemas encontrados atualmente de gestão e planejamento da construção civil no Brasil é um atraso tecnológico em comparação aos outros países, enquanto as tecnologias de construção são elaboradas através de pesquisas científicas e práticas, grande parte das empresas não demonstram interesse na utilização das novas técnicas, seja por desconhecimento, dificuldade de implantação, falta de recursos, falta de consciência ou outros motivos (OYAMA E MOTA, 2010).

Inserido no contexto da construção civil, o administrador assume uma postura empreendedora e essencial, conforme salienta Massari (1998). Em razão da competitividade

no ramo, novos paradigmas foram criados em relação, não somente a qualidade, mas também visando menores custos e maiores lucros. Para a obtenção deste equilíbrio, há que se monitorar o preço de mercado e trabalhar para a redução dos custos.

O gerenciamento dos recursos e da qualidade dos bens e serviços oferecidos tornou-se essencial na busca do aperfeiçoamento dos processos de produção e procedimentos administrativos e gerenciais, com o objetivo de modernizá-los. (ASSUMPÇÃO et al., 1996).

A administração pode atuar fortemente no planejamento, e neste caso, no gerenciamento de uma obra, conforme indicado por Sarcinelli (2008), avaliando se os serviços executados e os gastos da obra estão de acordo com o planejado, se a produtividade está adequada, se há desperdício de material e falhas na execução do projeto.

Sendo assim, o trabalho do administrador neste cenário é o de gerir todo o processo de planejamento e qualidade a fim de obter bons resultados, pois é o que se busca e, para tanto, os processos administrativos necessariamente precisam estar em consonância com ações inovadoras.

3 A produção enxuta como forma de gestão no mercado da construção civil

Kurek *et al.* (2007) informam que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno foram os pioneiros em utilizar o pensamento enxuto na forma de relacionamento entre clientes e fornecedores, nas operações da produção e no desenvolvimento de novos produtos com a eliminação do desperdício e de atividades que não agregam valor ao produto.

Womack e Jones (1998) salientam que esta forma de gerir a produção foi definida como enxuta por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa, ou seja, metade do esforço dos operários, do espaço para fabricação, de investimento em ferramentas e metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos.

A produção enxuta dá ênfase ao trabalhador multifuncional, no baixo inventário, seja ele em processo ou final, além da produção ser puxada e não empurrada. Os cinco princípios de Womack e Jones (1998) para compreender a produção enxuta são:

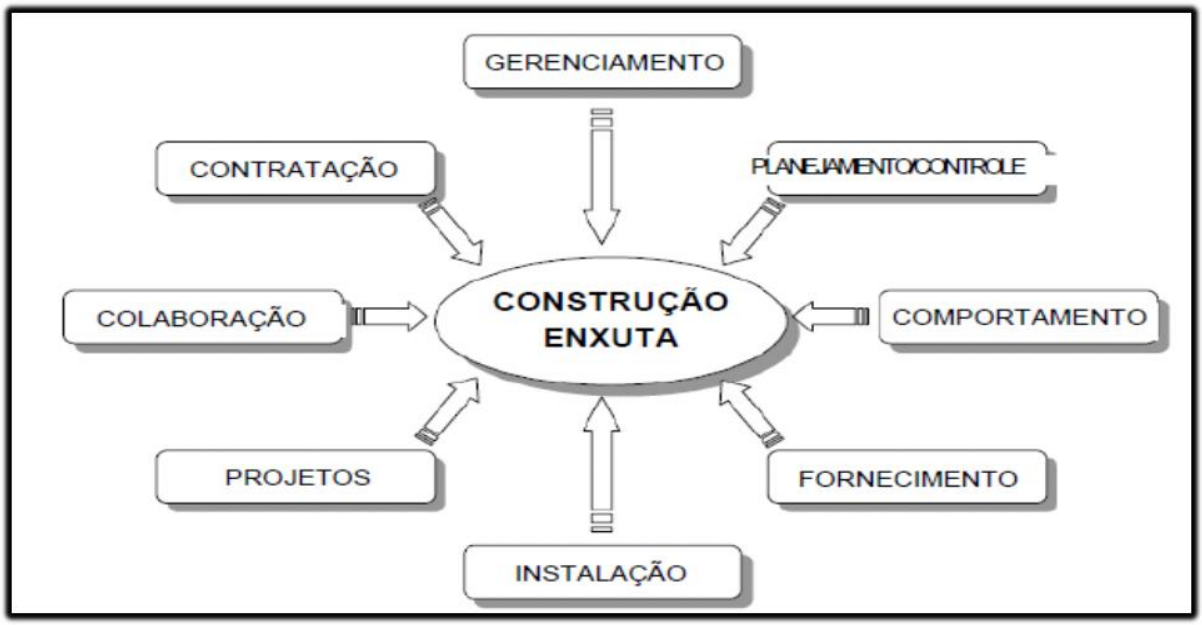
- ✓ especificar o valor;
- ✓ fluxo de valor;
- ✓ produção puxada;

- ✓ perfeição;
- ✓ melhoria contínua.

Kurek *et al.* (2006) constatam há grande interesse na mentalidade enxuta por parte do setor de construção civil e desde a década de 90, com os estudos de Koskela, diversos pesquisadores e empresas têm buscado interpretar os conceitos para esse ambiente, realizando aplicações práticas.

A função produção passou a ser vista como uma área competitiva após as empresas do ramo de construção civil revisarem suas estratégias e devido a uma exigência do cenário empresarial, pois, o modelo de gestão de produção utilizado enfatizava apenas as atividades de conversão. A figura 2 sintetiza os conceitos de produção enxuta.

Figura 1 – Estrutura conceitual da construção enxuta



Fonte: Adaptado de Wiginescki, 2009.

Vê-se que a mentalidade da construção enxuta engloba o gerenciamento, planejamento/controle, comportamento, fornecimento, instalação, projetos, colaboração e contratação, ou seja, toda a cadeia da construção (WIGINESCKI, 2009).

A construção enxuta possibilita criar um ambiente ideal para a logística das instalações provisórias, como canteiros de obras, auxiliando na concepção de layout dos mesmos, minimizando a adoção de critérios subjetivos para a disposição física dos setores, tornando o processo mais sistemático e criterioso.

Com a finalidade de tratar da questão das perdas, Santos et al. (2000 apud MIRANDA *et al*., 2003, p. 7) com base nos estudos de Ohno definiu nove categorias para o sistema de produção enxuta na manufatura:

a) Perdas;

b) Financeiras;

a) Estritamente financeiras;

b) Decorrente das perdas de recursos físicos;

c) Físicas;

a) Mão de obra;

b) Equipamentos;

c) Materiais.

Para Ohno (1997), a eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem. Pode-se eliminar o desperdício produzindo apenas a quantidade necessária e liberando a força de trabalho extra, examinando os recursos disponíveis, analisando métodos de transporte e de materiais disponíveis.

O ramo da construção civil possui certas características estruturais que a diferenciam de outros setores, principalmente no que diz respeito à produção. Messeguer (1991 apud KUREK, 2005, p. 24) destaca que a indústria da construção civil apresenta grandes volumes de materiais e de atividades nos canteiros de obras, gerando um elevado índice de resíduos, que, não raro, são depositados de maneira indistinta e desregrada em locais inadequados.

Ou seja, os processos relacionados à construção civil causam importantes impactos ambientais que degradam significativamente a qualidade de vida do ambiente urbano, eis que o setor responde pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não renováveis.

A oferta de crédito imobiliário com juros atraentes e programas como o de Aceleração do Crescimento e Minha Casa, Minha Vida, do Governo Federal, geridos pelo Ministério das Cidades e operacionalizados pela Caixa Econômica Federal, com vistas a oferecer incentivos

à produção e aquisição de novas unidades habitacionais (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2012), tem influencia direta no crescimento do setor da construção civil no Brasil.

Neste cenário, surgiu um elevado número de construtoras no mercado, mas apenas uma minoria se mantém competitiva no longo prazo, porque, na prática, muitas operam sem planejamento de execução e custo, gerando incerteza quanto ao prazo, custo e qualidade final do serviço.

É neste contexto que se insere o conceito dos princípios da *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta), que, para o setor, foi batizada de *Lean Construction* (Construção Enxuta). A construção enxuta é uma forma organizada e sistemática de juntar as práticas de administração, abrangendo desde a melhoria no fluxo de produção até a redução de desperdícios, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Esquema da mentalidade lean

Fonte: Alves (2011 apud FERREIRA, 2012).

Em outros termos, a filosofia *lean* prevê a maximização do valor e a minimização do desperdício, a fim de gerar um grande lucro. A prática da construção enxuta permite a criação de um ambiente ideal para o recebimento, transporte e armazenagem dos insumos numa obra, auxiliando, com isso, a definição dos arranjos físicos, de forma que o processo se torne sistemático e criterioso.

Observam Saurin e Formoso (2003) a importância de planejar o arranjo físico, de modo a permitir um melhor aproveitamento do espaço físico, e obtenção de metas como

prazos, custos e qualidade culminando com o sucesso das operações, tornando o trabalho mais seguro e eficiente.

Pode-se perceber nesta breve análise a amplitude deste conceito, que abrange outras áreas como recursos humanos, documentação, controle do processo, projetos, responsabilidade social, sustentabilidade ambiental e consciência ecológica, porém, não há possibilidade de contemplar todos estes aspectos nesta pesquisa.

Este estudo terá foco específico nas questões administrativas, como a importância do planejamento, controle da produção e qualidade, que podem proporcionar melhorias no fluxo de produção, controle de estoque, qualificação de mão de obra, administração de materiais e controle de desperdícios, consequentemente, tornando a empresa mais lucrativa.

4. Metodologia

4.1 Caracterização do objeto de estudo

A seleção da empresa participante neste estudo baseou-se na disposição da diretoria em realizar o trabalho, facilitando, assim, a busca dos dados necessários e mantendo o canteiro de obras e o escritório da construtora acessíveis para a pesquisa. Além disso, observou-se o interesse da empresa em melhorar os processos, otimizando a produção com base nos princípios da construção enxuta.

Neste estudo, a amostra foi composta pela direção de uma empresa de pequeno porte, com 19 colaboradores, do ramo da construção civil da cidade de Passo Fundo/RS.

Este estudo configura-se como uma pesquisa exploratória, com o intuito de adquirir mais conhecimento sobre o tema. Para Gil (2010), a pesquisa exploratória busca uma maior familiaridade com o problema de maneira a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Este método envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Em geral, apresenta-se na forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Neste trabalho, foi utilizado o estudo de caso de caráter qualitativo. O estudo de caso permite a aplicação de princípios teóricos para a solução de casos práticos, enquanto que, na pesquisa qualitativa, de acordo com Silva e Menezes (2001), há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A pesquisa qualitativa não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, uma vez que o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

Neste trabalho, os procedimentos de coleta de dados utilizados foram análise documental, entrevistas e observação direta. Os dados foram coletados em visitas a empresa, e os documentos base para a pesquisa foram cronogramas de execução de obras, planejamento orçamentário e de produção, controle de compras e estoques, e jornada de trabalho, acompanhados de relatos detalhados dos procedimentos da empresa.

A entrevista realizada teve maior foco na estrutura gerencial da empresa e métodos de planejamento e execução das obras, buscando dados gerenciais que envolvam diretamente os procedimentos e princípios da construção enxuta e caracterizando a empresa e seus processos.

Já a fase de observação dos procedimentos de produção foi realizada de forma direta e informal em um canteiro de obras de responsabilidade da empresa, em três visitas no período de julho a outubro do corrente ano, com o intuito de verificar a disposição física do canteiro de obras, o estoque e a movimentação de materiais, entre outros dados pertinentes ao estudo, é importante considerar, que as observações foram feitas no estágio inicial, intermediário e final da obra.

4.2 Procedimento metodológico

Neste trabalho, os procedimentos de coleta de dados utilizados foram análise documental, entrevistas e observação direta.

A análise documental tem o objetivo de corroborar e valorizar as evidências oriundas de outras fontes. As entrevistas pretendem a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer, possibilitando a obtenção dos dados do ponto de vista dos pesquisados. E as observações diretas podem variar de atividades formais a atividades informais de coleta de dados. Este estudo utilizou a maneira informal, que auxilia durante a coleta de outras evidências, como entrevista (YIN, 2001). Foi realizada a observação direta no canteiro de obras da empresa, na sua estrutura organizacional e seus processos.

Nesta pesquisa, os dados coletados no estudo de caso foram comparados com o que a literatura apresenta acerca do conceito de produção enxuta, de maneira a verificar se há convergência nos princípios utilizados.

5. Resultados

5.1 Característica da empresa

O presente estudo foi realizado na cidade de Passo Fundo (RS); município de médio porte localizado no Planalto Médio, na região Norte do Rio Grande do Sul. Tem uma população aproximada de 180 mil habitantes, com área territorial de 780,36 km² e densidade demográfica de 215,88 hab/km², concentrando 97,21% da população na área urbana (ONACIONAL, 2012).

As construtoras buscam melhorar a eficiência dos seus processos produtivos, através da criação de um ambiente de transparência em seus canteiros de obras e da utilização de ferramentas e práticas de gerenciamento e controle da produção.

Trata-se de uma empresa familiar, criada em 2007 pela motivação de empreender, pois a família já trabalhava com administração de construções, a ideia de criar a empresa partiu da motivação de oferecer um produto diferenciado ao mercado com foco na questão de qualidade, visto que as empresas que já atuavam no mercado não tinham esta preocupação com seus clientes.

Desde sua criação, a empresa teve um crescimento de 30%, sendo uma média de 6% ao ano. Atualmente, conta com o administrador, que é o proprietário, 13 funcionários que atuam nos canteiros de obras, 1 arquiteta, 1 estagiária de arquitetura; 1 estagiário de engenharia; 1 funcionária que está cursando administração e atua no financeiro, e 1 responsável pelas compras de materiais.

As decisões em relação ao controle, planejamento, cronograma das obras, contratação, reuniões com clientes e investidores são tomadas pelo administrador. A empresa não trabalha com estoques, mantendo apenas em estoque materiais de segurança, equipamentos e materiais de consumo. Quanto às compras, as ordens são passadas geralmente pelo mestre de obras ao setor de compras, que emite os pedidos para os fornecedores que já são parceiros de negócios.

5.2 Comparação dos processos de gestão da empresa com os princípios da construção enxuta

Os dados aqui apresentados são decorrentes de contatos com a empresa em estudo em busca de material sobre seu funcionamento e seus processos e de visitas a um canteiro de

obras. Buscando analisar os princípios da construção enxuta de acordo com a realidade da referida empresa e poder dar-lhes sugestões segundo o que cada um prevê, apresentam-se as tabelas abaixo, sendo que estas focarão mais no que não está sendo atendido e nas sugestões e, na sequência, é exposto o que a empresa já faz dentro da filosofia da construção enxuta.

No Quadro 1 estão descritos os princípios da construção enxuta e a realidade da empresa em relação a cada um dos princípios.

Quadro 1 – Relação entre os princípios da construção enxuta e a realidade da empresa

Princípios da Construção Enxuta	Realidade da Empresa
1 - Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	Não há o estabelecimento de fluxo ou procedimento para a realização das atividades do canteiro de obras, (descarga de material, descarte de material, entre outras) e do administrativo (compra, controle de estoque, inspeção da obra, destinação das equipes de trabalho, gerenciamento do orçamento e do cronograma propostos etc.).
2 - Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	A empresa demonstrou não ter muita preocupação com as necessidades dos clientes internos (porque, em visita a uma obra, uma equipe comentou que estava parada há dias aguardando a chegada de material) e externos (nesta mesma obra, o cliente observou que o cronograma e o orçamento previstos inicialmente excederam muito além da margem de tolerância). Além disso, há bastante retrabalho porque na execução da obra não são consideradas as solicitações do cliente. Neste mesmo aspecto, percebeu-se que a inspeção está falhando e, se feita no tempo certo, poderia evitar estes erros.
3 - Reduzir a variabilidade	A empresa tem rotatividade de operários e dificuldade de padronizar os processos, assim, muitas vezes, entrega algo fora do prazo e dos padrões de qualidade segundo os quais vendeu a obra.
4 - Reduzir o tempo de ciclo	Internamente, não há um planejamento adequado da aquisição de material e da destinação das equipes, o que causa, muitas vezes, ociosidade, por falta de material ou de planejamento das etapas

[Continua...]

[...continuação]	da obra. Como não há desenho dos fluxos, gasta-se muito tempo com etapas de transporte, espera, processamento e inspeção; No âmbito do cliente, o orçamento e o cronograma não são seguidos à risca e ultrapassam muito além do previsto.
5 - Simplificar através da redução do número de passos ou partes	Há muito desperdício de material por erro e por falta de consciência na melhor forma de utilização. Com os erros, há gasto de tempo para refazer, de mão de obra que poderia estar continuando a obra e de dinheiro gasto com o retrabalho. São utilizados poucos conceitos da construção enxuta (como elementos pré-fabricados) que poderiam reduzir o número de etapas. Muitos produtos e os próprios equipamentos não são dispostos de forma adequada e exigem movimentação.
6 - Aumentar a flexibilidade de saída	A empresa oferece a possibilidade para o cliente alterar o projeto ou, pelo menos, os produtos no andamento da obra, fator que, de certa forma, contribui para a satisfação deste cliente, mas também gera mudanças que dilatarão o prazo de entrega e o orçamento. Esta não é a essência deste princípio da construção enxuta que sugere a utilização de materiais que possam se adequar a possíveis mudanças posteriores no projeto.
7 - Aumentar a transparência do processo	A empresa não tem um cronograma adequado das obras, dificultando que a equipe e, até mesmo, o proprietário faça a gestão e o controle da mão de obra. Ou seja, há falta de transparência sobre padrões desejados, atividades a serem desenvolvidas, assim como não há gestão sobre indicadores da produção, nem para controle nem para motivação dos operários.

Fonte: Autores (2012).

Após a análise geral dos princípios da construção enxuta, destaca-se o que a empresa já faz dentro da filosofia aqui abordada. Assim, em relação à utilização dos materiais, observa-se que esta busca a reutilização das escoras metálicas para todas as casas, o que atende o princípio 5, o qual versa sobre a utilização de elementos pré-fabricados para reduzir etapas. Para evitar desperdício e economizar tempo, o ferro utilizado nas obras já é comprado cortado e dobrado e, para reduzir custos, a argamassa e concretos são adquiridos direto de empresas fabricantes.

E, para o futuro, a empresa tem intenção de adquirir uma máquina que produz uma massa firme a partir dos resíduos, com vista a reciclá-los e aproveitá-los posteriormente em contrapiso de obras, fator este bem positivo, eis que, acerca disso, Angulo (2005) lembra que o desperdício de materiais nas construções não se baseia somente na geração de resíduos sólidos, mas também na não reutilização de seus resíduos no processo de construção, desperdiçando, com isso, as potencialidades desses materiais.

Em termos da filosofia da construção enxuta, estas foram as principais medidas identificadas nesta empresa, que, como pode-se perceber no Quadro 1, existem algumas oportunidades de melhoria nos processos produtivos.

6 Conclusão

Pôde ser constatado nesta pesquisa que em relação à utilização dos princípios da construção enxuta nas obras, observou-se que a empresa em questão busca a reutilização das escoras metálicas para todas as casas, compra ferro já cortado e dobrado, adquire argamassa e concreto direto dos fabricantes e, para o futuro, tem intenção de comprar uma máquina que produz massa firme a partir dos resíduos, de modo a utilizá-los em contrapiso de obras.

Na visão da empresa, as suas atividades estão de acordo com a filosofia da construção enxuta, porém, constatou-se que esta, apesar de entender que aplica os princípios da construção enxuta, pode melhorar vários aspectos, posto que, segundo Barros (1996 *apud* FRANCO, 1998), a construção enxuta suscita ações mais amplas no ambiente da empresa, incluindo as áreas de recursos humanos, suprimentos, documentação, controle do processo e projetos.

Em resumo, há desperdício de tempo, de recursos em alguns processos, falta de planejamento e controle, mas a empresa, mesmo sem um estudo aprofundado sobre o assunto

e muita consciência, já está tentando empregar alguns princípios da construção enxuta, podendo, é claro, ainda evoluir neste aspecto.

Por fim, observa-se que este trabalho contribuiu para ampliar os conhecimentos acerca dos elementos fundamentais da construção enxuta, tendo, assim, enriquecido esta experiência acadêmica e oportunizado que a pesquisadora possa atuar nesta área tão promissora e, ao mesmo tempo, carente de administradores que façam a diferença.

E, como trabalhos futuros sugere-se fazer uma pesquisa junto aos clientes desta empresa, de modo a identificar a sua percepção quanto à qualidade dos serviços prestados por ela.

REFERÊNCIAS

ALVES, José Roberto. **Composição dos encargos sociais e do B.D.I.** In: ASSOCIAÇÃO DAS CONSTRUTORAS DO VALE DO PARAÍBA. Partilha do conhecimento: a construção civil na prática. São Paulo: Sinduscon, 1998. p. 15-23

ANGULO, S. C. **Produção de concretos com agregados reciclados.**Londrina, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. *et al.* **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil**: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Programa Minha Casa Minha Vida - recursos FAR.** Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_habitacao/pmcmv/saiba_mais.asp>. Acesso em: 19 jun. 2012.

FEICON BATIMAT. Feira completa 20 anos como uma das maiores de construção do mundo. **ONACIONAL,** OCA, n. 33, p. 4-5, março de 2012.

FERREIRA, Klayrton Rommel Santos. **Estudo sobre a filosofia da construção enxuta aplicada às construções de pequeno porte**. Juazeiro do Norte, 2012, 58 f. Monografia (Pós-graduação em Gerenciamento da Construção Civil) – Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2012.

FRANCO, Luiz Sérgio. **Racionalização construtiva.** In: ASSOCIAÇÃO DAS CONSTRUTORAS DO VALE DO PARAÍBA. Partilha do conhecimento: a construção civil na prática. São Paulo: Sinduscon, 1998. p. 59-64.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2010.

KUREK, Juliana *et al.* **Aplicação dos princípios *lean* ao setor de edificações**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.

KUREK, Juliana. **Introdução dos princípios da filosofia da construção enxuta no processo de produção em uma construtora de Passo Fundo – RS**. Passo Fundo, 2005. 95 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

MASSARI, Paulo César. **Sistema de gestão da qualidade**. In: ASSOCIAÇÃO DAS CONSTRUTORAS DO VALE DO PARAÍBA. Partilha do conhecimento: a construção civil na prática. São Paulo: Sinduscon, 1998. p. 89-94.

MIRANDA, Caroline Maria Guerra de *et al.* **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do sistema Toyota de produção.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003.

OYAMA, Raphael de Araújo; MOTA, Wellen Souza. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em uma obra vertical**. Belém, 2010. 60 f. Trabalho de Conclusão (Engenharia Civil) - Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** Vitória, 2008. 80 f. Monografia (Especialização em Construção civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estela Muszkat. **Da metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

WIGINESCKI, Beatriz Becker. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo:** um estudo de caso. Curitiba, 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado em Construção civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas.** 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Lean Office: Melhoria contínua aplicada aos processos administrativos em uma Indústria de Embalagens Metálicas para Alimentos na cidade de Cuiabá-MT

Ariane Galvan (UNIC) – ariane.galvan@rexam.com

Hevelinn Dianez Pineo (FGV) – hevelinn.pineo@rexam.com

Graciele Nascimento (UNOPAR) – graciele.nascimento@rexam.com

Liliam Patricia de Albuquerque (FGV) – liliam.albuquerque@rexam.com

Resumo: A filosofia do *Lean Manufacturing* visa o aprimoramento do processo, focando principalmente qualidade, prazo e custo. Essa filosofia se expandiu para as áreas administrativas das empresas, sendo conhecido como Lean Oficce, utilizando os mesmos princípios do *Lean Manufacturing*: reduzir desperdícios ou atividades que não agregam valor. O objetivo deste artigo visa apresentar a aplicação do *Lean Office* nos processos administrativos de uma empresa de embalagens metálicas situada na cidade de Cuiabá-MT. Este artigo traz uma revisão bibliográfica sobre o assunto, bem como suas origens e método de implantação, através da pesquisa-ação, em uma indústria de embalagens metálicas na cidade de Cuiabá-MT. Ao final são apresentados os resultados da implantação. Por fim, conclui-se que com a aplicação dos conceitos do *Lean Office*, é possível mapear e aprimorar os processos administrativos e se aplicados adequadamente apresentam resultados positivos e podem ser extendidos a diferentes setores e empresas.

Palavras-chave: Lean Office; Kaizen; Indústria.

Abstract: The philosophy of Lean Manufacturing objective to improve the process, focusing primarily on quality , time and cost. This philosophy has expanded to the administrative areas of business, being known as Lean Oficce, using the same principles of Lean Manufacturing: reducing waste or activities that do not add value. The purpose of this article is to present the application of Lean Office in administrative processes of a metal packaging company located in the city of Cuiabá - MT. This article presents a literature review on the subject as well as their origin and method of deployment, through action research, in a metal packaging industry in the city of Cuiabá - MT. At the end the results of the implementation are presented. Finally, it is concluded that with the application of the concepts of Lean Office, it is possible to map and improve administrative processes and if properly applied are positive and can be extended to different sectors and companies.

Keywords: Lean Office; Kaizen; Industry.

1. Introdução

Atualmente, muitas empresas estão se voltando para a produção enxuta em épocas de crise. O mercado global, com suas mudanças velozes, exige que as organizações respondam para não ficar para trás (LIKER; HOSEUS, 2009). Muitos olhos se voltam à Toyota, em busca de inspiração e exemplos, já que um dos principais objetivos do Sistema Toyota de Produção (STP) sempre foi aumentar a eficiência da produção através da completa e consistente eliminação de desperdício, sendo os pioneiros no conceito de produção enxuta.

Muitas organizações encontram dificuldade em suas jornadas *Lean* porque focam apenas nas ferramentas e não investem tempo pensando e compreendendo os princípios *Lean*. *Lean* não são apenas ferramentas é um modo de pensar (MARTICHENKO, 2008). Tornar uma empresa *Lean* significa eliminar desperdícios e enxugar os processos. Isso requer esforço e análise e mudança de mentalidade e comportamento, que inicia no nível estratégico e até chegar ao nível operacional.

Diante da crescente necessidade das empresas se tornarem cada vez mais enxuta, surge o *Lean Office*, o qual consiste no fluxo de conhecimentos e de informações, e que não acompanha os processos de material ou de fabricação. Porém, objetiva ação relativa para eliminar retrabalhos, reduzir custos, reduzir ou eliminar atividades que não agregam valor aos processos, minimizar problemas de comunicação, melhorar a utilização da área de trabalho nos ambientes administrativos, aumentar a produtividade e aumentar a eficiência das funções administrativas redução de custos (TAPPING; SHUKER, 2010; MCMANUS, 2005; TURATI, 2007; OHNO, 1997).

Este estudo visa levantar os principais pontos relacionados à aplicabilidade dos conceitos *Lean Office* nas organizações e apresenta a aplicação desses conceitos na área da Qualidade em uma Indústria de Embalagens para Alimentos localizada na cidade de Cuiabá, no estado de Mato Grosso, como ambiente de experimentação e fonte de reflexão a cerca dos passos de implantação do conceito.

O trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2 é realizado um levantamento bibliográfico abrangendo aspectos conceituais e históricos da manufatura enxuta e escritórios enxutos. Na seção 3 é apresentada a abordagem metodológica. A seção 4 apresenta a pesquisa de campo. A seção 5 apresenta os resultados da pesquisa e a seção 6 apresentam-se as conclusões e perspectiva para novos estudos sobre o tema.

2. Revisão Bibliográfica

2.1.Produção enxuta e o pensamento enxuto

De acordo com Moreira e Fernandes (2001), o marco inicial das práticas de eliminação de desperdício no setor automobilístico iniciou-se na era Taylorista e Fordista, sendo que no Século XXI ganharam força, tornando-se a mentalidade enxuta.

Empresas em diversos ramos estão tentando aprender abordagens de melhores práticas com a Toyota. Elas estão especialmente interessadas em eliminar perdas e desenvolver processos enxutos eficientes e que reduzem custos. Os processos enxutos são parte da história da Toyota, mas há muitos outros elementos que permitem que a Toyota torne a qualidade uma parte essencial de sua cultura corporativa ao redor do mundo (LIKER; HOSEUS, 2009).

O mapeamento do fluxo de valor é essencial para ter um processo enxuto. Para Rother e Shook (2003) considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só processos individuais; melhorar o todo, não só otimizar as partes. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial, pois possibilita enxergar o fluxo, identificar as fontes de desperdícios, permite que as decisões sobre o fluxo visíveis, une conceitos e técnicas enxutas, torna-se a base de um plano de implementação de produção enxuta, apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material (processo) e apresenta uma linguagem comum para tratar dos processos administrativos.

Womack e Jones (2004) definem o pensamento enxuto como uma forma de especificar valor, alinhá-lo na melhor sequência das ações que o criam, realizar as atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e de forma cada vez mais eficaz.

Ohno (1997) identificou sete tipos de desperdícios que impactam um sistema produtivo no sentido de afastá-lo do ideal *Lean*. São eles:

1. Superprodução (produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário);

2. Espera (longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos);

3. Transporte excessivo (movimento excessivo de pessoas, informação ou peças, resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia);

4. Processos inadequados (utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva);

5. Inventário desnecessário (armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente);

6. movimentação desnecessária (desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens); e

7. produtos defeituosos (problemas frequentes nas cartas de processos, problemas de qualidade do produto ou baixa performance na entrega).

2.2.Lean Office – O escritório enxuto

De acordo com Tapping e Shuker (2010), 60% a 80% de todos os custos envolvidos em satisfazer a demanda de um cliente são de natureza administrativa. Segundo Oliveira (2012), tornar um escritório enxuto através da eliminação dos desperdícios no ambiente administrativo pode seguir estratégias semelhantes às utilizadas para a transformação na produção. A melhoria dos processos se dá através de atividades que identificam os problemas e os desperdícios, eliminam os mesmos e medem e avaliam a mudança. Na busca do estado enxuto nos escritório, Tapping e Shuker (2010), propõem oito passos, descritos a seguir:

1. Comprometimento com o *Lean*: o trabalho em equipe deve ser estimulado para que haja um comprometimento de todos os envolvidos na aplicação dos conceitos enxutos;
2. Escolha do fluxo de valor: deve ser escolhido o fluxo de valor de produto/serviço ou processo mais representativo na organização. Além disto, deve haver a preocupação imediata com o consumidor;
3. Aprendizado sobre *Lean*: todos devem ter um bom entendimento sobre os conceitos e termos do *Lean*;
4. Mapeamento do estado atual: fornece uma clara visão dos desperdícios e mostra o status atual do processo analisado;
5. Identificação de medidas de desempenho *Lean*: escolher quais serão as métricas que ajudarão a atingir o estado enxuto;
6. Mapeamento do estado futuro: as propostas de melhorias deverão ser incorporadas ao mapa, considerando-se a demanda do consumidor, a busca pelo fluxo contínuo e o estabelecimento de um nivelamento da carga de trabalho;
7. Criação dos planos *Kaizen:* estabelecer os processos e prazos para implementação das melhorias;
8. Implementação dos planos *Kaizen*: implementar as propostas obtidas no mapa futuro.

2.3.Método e ferramentas do pensamento enxuto

Segundo Oliveira (2012) não existe uma receita passo a passo para deixar o escritório enxuto de um momento para outro, pois cada empresa pode seguir um caminho diferente para

atingir o seu estado futuro esperado. Diversas ferramentas utilizadas nas fábricas podem ser transpostas ao ambiente administrativo, ressaltando a importância do controle de processo contemplando todas as etapas do ciclo PDCA. O método PDCA é um ciclo de melhoria baseado no método científico de se propor uma mudança em um processo, implementar essa mudança, analisar os resultados e tomar as providências cabíveis. Também é conhecido como Ciclo Deming ou Roda de Deming, pois quem introduziu o conceito no Japão nos anos 50 foi W. Edwards Deming (MARCHWINSKI; SHOOK, 2007). O ciclo PDCA tem quatro etapas (AGUILAR, 2002): 1) Plan – Planejamento: definição da meta de interesse e planos de ação. 2) Do – Execução: Execução dos planos de ação, treinamento de pessoal, implantação e coleta de dados. 3) Check – Verificação: avaliação dos resultados obtidos em relação ao alcance da meta. 4) Action – Ação: sistematização das melhorias identificadas. Algumas ferramentas demonstram um elevado grau de importância e devem ser destacadas no suporte às etapas do processo de melhoria aplicado ao ambiente administrativo. Dentre elas destacam-se:

a) Kaizen: representa a prática de melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se criar mais valor e menos desperdício (MARCHWINSKI; SHOOK, 2007). Os benefícios para as empresas são: aumento de produtividade sem investimentos significativos; reduções nos custos de produção; capacidade de realização das mudanças de mercado; e motivação dos colaboradores. O *Kaizen* requer mudança na percepção de todos na organização, que devem, constantemente, identificar desperdícios no trabalho para poder eliminá-los, sempre com apoio dos superiores (IMAI, 2010).

b) Cinco Ss: cinco termos relacionados, começando com a letra S, que descrevem práticas para o ambiente de trabalho, úteis para o gerenciamento visual e para a produção Lean.

O 5S representa as iniciais das palavras em japonês, que são: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke (UMEDA, 1997), que são assim descritos: 1) Senso de Utilização (Seiri): Deixar apenas o mínimo necessário de material ou informações para o funcionário; 2) Senso de Ordenação (Seiton): Deixar o material a ser utilizado sempre disponível, sem precisar procurá-los; 3) Senso de Limpeza (Seiso): Conservar sempre limpo o ambiente de trabalho e os respectivos equipamentos; 4) Senso de Saúde (Seiketsu): relacionado à saúde física e mental, elemento fundamental para a felicidade de cada funcionário e também dos seus familiares; e 5) Senso de Autodisciplina (Shitsuke): Consiste em adquirir e internalizar bons hábitos.

c) Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV (*Valeu Stream Mapping* – VSM): Segundo Marchwinski e Shook (2007) o MFV é o diagrama simples de todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, necessárias para atender os clientes, do pedido à entrega. Os mapas do fluxo de valor podem ser desenhados em diferentes momentos, a fim de revelar as oportunidades de melhoria. Um mapa do estado atual segue o caminho de um produto, do pedido até a entrega para determinar as condições atuais. Um mapa do estado futuro desdobra as oportunidades de melhorias identificadas pelo mapa do estado atual, para atingir um nível mais alto de desempenho em algum ponto futuro. Outras vantagens dessa ferramenta são: visão ampla de todo o fluxo, e não dos processos isoladamente; usa linguagem simples e comum para tratar os processos; mostra simultaneamente a relação entre os fluxos de material e informações; auxilia a identificação de desperdícios; torna as decisões visíveis, permitindo visualizar previamente possíveis alternativas de melhorias; e forma a base de um plano de ações

3. Metodologia

A metodologia aplicada tem seus pilares na técnica de Pesquisa-Ação. Segundo Segundo Benbasat, Goldstein & Mead (1987), a pesquisa-ação pode ser considerada um tipo de estudo de caso, com a diferença que o pesquisador deixa de ser um simples observador para ser um participante na implementação de um sistema, embora simultaneamente queira avaliar certa técnica de intervenção. O pesquisador não é um observador independente, mas torna-se um participante, e o processo de mudança torna-se seu objeto de pesquisa. Portanto, o pesquisador tem dois objetivos: agir para solucionar um problema e contribuir para um conjunto de conceitos para desenvolvimento do sistema. Para Thiollent (1997), a pesquisa-ação é uma concepção de pesquisa e intervenção em determinados setores de atuação social junto aos atores significativos em processos de mudança. Na pesquisa aplicada, tem-se a elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções para os mesmos no departamento da qualidade da empresa estudada.

Esta pesquisa tem as seguintes fases: fase exploratória (diagnóstico para identificar um problema); fase principal (planejamento da ação, considerando as ações como alternativas para resolver o problema); fase de ação (execução das ações, com seleção de um roteiro de ações); fase de avaliação (avaliação das conseqüências da ação) (THIOLLENT, 1997).

4. Estudo de caso

4.1.Contexto da pesquisa de campo

O estudo de caso ocorreu em uma indústria de embalagens metálicas para alimentos situada na cidade de Cuiabá –MT. A implantação do *Lean Office* deu-se de forma simultânea em todos os setores, porém para este estudo optou-se pela área da Qualidade. A empresa em questão as ferramentas do *Lean Manufacturing* implementadas desde 2007, além de possuir o Sistema de Gestão Integrado, o que é certificado nas seguintes normas: ISO 9001:2008 (qualidade), ISO 14001:2006 (meio ambiente), ISO 22000:2006 (Segurança de Alimentos), OHSAS 18001:2004 (Saúde e Segurança) e FSSC 22000 (Segurança de Alimentos para Embalagens). O processo de implantação teve inicio com a comunicação formal para todos os envolvidos sobre o trabalho a ser realizado no setor da qualidade e a receptividade dos funcionários foi muito positiva, já que todos compreendiam a importância de tornar as atividades e processos do dia-a-dia mais enxuto. Devido ao excesso de atividades houve certa dificuldade em relação à disponibilidade de funcionário no decorrer da implantação.

4.2.Análise da situação inicial e plano de ação

Identificou-se o Estado Atual do Mapa de Fluxo de Valor do relatório da qualidade, o qual é encaminhado ao final do turno pelos técnicos de processo. Optou-se por utilizar o modelo A3, que segundo *Marchwinski e Shook (2007)* é prática pioneira da Toyota, onde problema, análise, ações corretivas e planos de ação são escritos em uma única filha de papel (tamanho A3), normalmente utilizando-se gráficos e figuras. A3 é o termo internacional para uma folha de papel com 297 milímetros de largura e 420 milímetros de comprimento. Através de observação direta, entrevistas com funcionários do setor e supervisor da área constatou-se o excesso de campos de informação no formulário, sendo que muitos campos ficavam sem preenchimento. O Estado Atual do relatório é apresentado na figura 1. As ações a serem implementadas são as métricas, que segundo Tapping e Shuker (2010) são determinadas visando à eliminação de desperdícios no fluxo, no qual depende da circunstância específica do fluxo de valor analisado. Após a identificação das atividades com potenciais de melhoria, realizou-se a análise de causa e elaborou-se um plano de ação que contempla as possíveis intervenções no processo, visando a melhoria e a redução do desperdício de tempo e retrabalho, já que havia informações duplicadas em diversas planilhas. A planilha em questão possuíam campos a serem preenchidos e posteriormente encaminhados via e-mail para

diversos grupos da empresa para que estes tivessem conhecimento do cenário do turno anterior e se necessário, tomassem alguma ação relativa à algum item não conforme.

Como se fazia necessário a revisão de um relatório existe, as ações foram priorizadas de acordo com cada etapa da implementação. A análise da planilha existe foi realizada com o técnico da qualidade e o técnico de processo. O Estado Futuro é a previsão de como será o novo processo de informação da área da qualidade após a implantação de todas as ações propostas no A3. O Estado Futuro é apresentando na figura 2.

Figura 1 – Estado Atual do Relatório da Qualidade

1) Segurança (ponto de risco eliminado e/ou identificado)
2) Qualidade
3) Análise do Processo (PPK)
4) Equipamentos on line
Pressco
Light Tester
Label
5) EOR
6) Check Done
7) Simulação auditoria QAS
8) OOS (se houver ocorrência – rastreabilidade)
9) Pendências do turno
10) Ações de melhorias de qualidade e/ou produtividade
11) Reclamação de Clientes

Fonte: Empresa pesquisada

Figura 2 – Estado Futuro do Relatório da Qualidade

1) Segurança (ponto de risco eliminado e/ou identificado)
2) Qualidade (informações relevantes)
3) Equipamentos On Line
Pressco
Light Tester
Label

Fonte: Empresa pesquisada

5. Resultados e discussão

Foram aplicadas as oito etapas de implementação do *Lean Office* propostas por Tapping e Shuker (2010) na implantação do *Lean* nos processos administrativos. As etapas se resumem à:

- ✓ Comprometimento, escolha do fluxo e aprendizado do Lean – Etapas 1, 2 e 3.
- ✓ Mapeamento do estado atual até a criação do plano de ação – Etapas 4, 5, 6 e 7.
- ✓ Implantação das ações – Etapa 8.

Todas as etapas passaram pela metodologia do PDCA, permitindo, dessa forma completar o ciclo do processo de melhoria.

Identificou-se que desperdício de tempo e retrabalho resultava no preenchimento de planilhas com informações duplicadas e algumas informações sem relevância, que não eram utilizadas em tomada de decisão gerencial, fazendo com melhorias sejam implantadas em virtude da escassez de tempo.

O conceito enxuto aplicado às áreas administrativas da empresa tem tido excelente aceitação, pelo fato dos envolvidos conseguirem visualizar as melhorias advindas dessas ferramentas. O Sistema de Gestão Integrado e a utilização da filosofia do 5s contribuem consideravelmente com a redução de desperdícios. Foi possível notar a maturidade das ferramentas *Lean Manufacturing*, facilitando a implantação de forma simultânea do Lean Office nas áreas administrativas.

6. Conclusões

Observa-se que as empresas estão abrindo espaço para a filosofia *Lean*, possibilitando com isso a ampliação de sua aplicabilidade. Este estudo procurou explorar a aplicabilidade do *Lean Office* em um processo administrativo de uma empresa de embalagens para alumínio, resultando em melhoria das atividades através da redução do retrabalho e do desperdício de tempo.

Não podemos negar que uma empresa que possui a filosofia do *Lean Manufacturing* implantada tende a ter menos resistência e dificuldade na aplicação do Lean Office, porém as empresas que optarem por iniciar essa caminhada Lean, considerando as devidas adaptações de contextos organizacionais, obterão melhorias perceptíveis nos processos administrativos, com a redução de desperdícios e resultados positivos.

Não basta focalizar apenas em algumas áreas pois deve-se transformar a empresa como um todo. Para o sucesso da transformação da empresa, as pessoas devem estar continuamente procurando formas de melhorar os processos. Cultivar o ambiente de criar novos *Kaizens* através do reconhecimento do esforço da equipe é importante na busca da perfeição (OLIVEIRA, 2012).

REFERÊNCIAS

BENBASAT, I., GOLDSTEIN, D.K. & MEAD, M., ***The case study research strategy in studies of information systems.*** MIS Quarterly, pp. 369-386, September 1987.

IMAI, M. ***Kaizen Institute***. 2010. Disponível em: <http://br.Kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/Kaizen-baixando-os-custos-e-melhorando-a-qualidade.html>. Acesso em: 30 mar. 2014.

LIKER, Jeffrey K. HOUSES, Michael. **A cultura Toyota**. A Alma do modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2009.

McMANUS, H. **Product development value stream analysis and mapping manual** (PDVMS) – Alpha Draft. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2003

MARCHWINSKI, Chet.; SHOOK, Jonh. **Léxico Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.

MARTICHENKO, Robert O.; **Tudo o que sei sobre Lean** aprendi no 1° ano da escola. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

MOREIRA, F. C. F.; FERNANDES, M. P. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor** como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. Anais... Salvador: 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR12_0358.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2014.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Jeferson D. **Escritório Enxuto** (Lean Office). Disponível em <http://www.Lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_57.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2014.

ROTHER, Mike. SHOOK, Jonh. **Aprendendo a enxergar.** Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

TAPPING, D.; SHUKER, T. ***Lean Office*****:** Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas - 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas. São Paulo: Leopardo Ed., 2010.

THIOLLENT, M**. Pesquisa-Ação nas Organizações**. Ed. Atlas. São Paulo, 1997.

TURATI, R. C. **Aplicação do *Lean Office* no Setor Administrativo Público**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

UMEDA, M. **As sete chaves para o sucesso do 5S**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1997.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** Elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

A filosofia enxuta aplicada a uma fábrica simulada em ambiente de alta variabilidade e baixa demanda de produtos

Daniel Gomes Videira (UFSC) – daniel.gvideira@gmail.com

Davi Xavier dos Santos Muraro (UFSC) – davimuraro@gmail.com

João Gabriel John (UFSC) – jgabrieljohn@gmail.com

Rafael Hayashi (UFSC) – rhayashi93@gmail.com

Fernando Antônio Forcellini (UFSC) – forcellini@gmail.com

Resumo: Os princípios da filosofia enxuta podem também ser aplicados em empresas com alto mix de produtos, entretanto sua implementação pode exigir adaptações das técnicas usualmente aplicadas em empresas típicas *Make-to-Stock*, cuja produção é feita para estoque. Assim, o trabalho realizado propôs a criação de uma dinâmica como forma de disseminação da filosofia enxuta – *lean* – voltada para indústrias cuja produção ocorre sob encomenda. Utilizou-se de blocos modulares para criar um ambiente que simula a produção de casas, cujas variações estão nas cores das paredes e do telhado, possibilitando 243 combinações diferentes. A dinâmica se dá em duas simulações, uma sem a aplicação dos princípios da filosofia enxuta e uma segunda introduzindo esses princípios. Os ganhos obtidos com as técnicas e ferramentas *lean* foram medidos em produção, *lead-time* e estoques intermediários.

Palavras-chave: Made-to-Order; Sob encomenda; Dinâmica; Lean

Abstract: The principles of the Lean Philosophy can also be applied in companies with high mix of products. However, its implementation may require adaptations of the techniques usually applied in Made-to-Stock enterprises. Thus, this work proposed the creation of an educational game as a way of spread the Lean Philosophy especially in industries whose production is under demand (made by the customer order). We used building blocks to create a house-building environment, which has variation on the color of the walls and roof, providing two hundred and forty three different combinations. The educational game occurs in two simulations, one without the Lean philosophy applications and the other introducing these principles. The earnings gained with these LEAN tools and techniques was measured in production, *lead-time* and *work in process*.

Keywords: Made-to-Order; Educational Game; Lean.

1. Introdução

As organizações estão sempre à procura das melhores práticas que garantam o crescimento e a permanência no mercado. Na maioria das vezes, utilizam a visão estratégica para tomada de decisões relevantes para que sejam capazes de se adaptar à rápida alteração de condições em seu ambiente a fim de se tornarem mais eficientes que a concorrência. (SLACK,1997).

Neste sentido, as empresas procuram aderir a técnicas de produção capazes de atender a flutuação da demanda, produzindo com qualidade e de forma diversificada, tornando-se flexíveis e capazes de alcançar seus resultados através de métodos economicamente viáveis.

Neste contexto, destaca-se a filosofia enxuta, focada na eliminação de desperdícios e no atendimento ao cliente.

Em muitos casos, os produtos são produzidos para atender a encomenda conforme a especificação de um cliente em particular. As diferentes especificações definem uma combinação de acessórios, previamente definidos pela montadora. O desenvolvimento, então, já prevê todas essas variações. As estratégias de produção nesse caso podem ser *ATO (Assembly-to-Order)* ou *MTO (Make-to-Order)* (ROZENFELD et al., 2006). Esses sistemas oferecem uma alta variedade de especificações customizadas e tipicamente produtos mais caros (SOMAN; DONK; GAALMAN, 2002).

Com relação à relevância dos sistemas *Made-to-Order (MTO)* pode-se dizer que a literatura dirigida às necessidades de companhias que produzem sobre ordens de clientes é modesta. A maioria das pesquisas publicadas na área de engenharia de produção tende a tratar todas as companhias igualmente, como companhias *Make-to-Stock (MTS)* e tem negligenciado as necessidades do setor *MTO* (MARUCHECK; MCCLELLAND, 1986; HENRDRY, 1989 apud AMARO, 1999). Assim, surge-se a necessidade de criar uma forma de disseminação da filosofia da manufatura enxuta voltada para indústrias cuja produção se dá sob encomenda.

Diante dessa situação, o Grupo de Estudos em Lean – Glean – da Universidade Federal de Santa Catarina, elaborou uma dinâmica como ferramenta e jogo didático facilitador no processo de aprendizagem da filosofia enxuta aplicada aos ambientes *MTO*. O objetivo foi obter de uma dinâmica capaz de mostrar alguma das melhores práticas enxutas num processo produtivo sob encomenda.

2. Referencial Teórico

Para o melhor entendimento do trabalho realizado, faz-se necessário a explicação de alguns termos e técnicas utilizados para construção da dinâmica *MTO*.

2.1 Estratégias de *produção*

Existem diferentes maneiras com que as empresas conseguem responder a seus clientes. Uma importante classificação é a que faz com que o sistema de produção seja baseado na estratégia de resposta à demanda do mercado. Dentro desse contexto, pode-se

encontrar diferentes classificações quanto à demanda: produção feita para estoque com base em previsão de demanda (*MTS – Make-to-Stock*), montagem sob encomenda (*ATO – Assembly-to-order*), produção feita sob encomenda (*MTO – Made-to-Order*) e projeto sob encomenda (*ETO – Engineering-to-Order*) (FERNANDES; GODINHO FILHO,2010 apud GAMBI, 2011 pág. 22).

Para Melchert (2008), a decisão de qual das estratégias adotar é baseada no tipo de serviço que a empresa pretende fornecer ao seu cliente. Custo, qualidade, entrega e flexibilidade são usualmente utilizados como parâmetros competitivos dentro da manufatura porém, segundo Boyer e Lewis (2002, apud. MELCHERT, 2008, p. 25), a empresa só conseguirá obter vantagens competitivas se conseguir traduzir os requisitos que o mercado busca, independentemente de quais dimensões competitivas a empresa priorizar.

Segundo Bartoli e Silva (2008), a estratégia de produção *MTS* possui uma afinidade natural com os conceitos da manufatura enxuta e também pode ser definida como manufatura discreta para estoque. Ela possui algumas características como trabalhar com baixa variedade de produtos padronizados e tipicamente produtos mais baratos. Nesse tipo de manufatura, o cliente escolhe entre uma gama de variações que já foram estabelecidas pela empresa, porém sem customizações.

Segundo Soman et al. (2002, apud. BARTOLI; 2010), nas empresas que trabalham com a estratégia de produção *MTO*, o cliente define parâmetros e tolerâncias de um produto exclusivo para sua necessidade. Essa estratégia adota uma alta variedade de especificações customizadas e geralmente oferecem produtos mais caros.

Bartoli (2010) explica que o conceito de "puxar a produção" na maioria das vezes não tem aplicabilidade porque os produtos são customizados. O autor completa dizendo que a pequena adaptabilidade das ferramentas da manufatura enxuta criam barreiras e paradigmas de que as ferramentas como *kanban, MFV, jidoka* e *heijunka* tenham pouca aplicabilidade em empresas *MTO*.

Essas situações fazem com que a aplicabilidade da filosofia enxuta seja dificultada nas empresas que adotam a estratégia *MTO*. Para Bartoli (2010, pág. 95), "O desafio hoje é adaptar as idéias enxutas e implementar elas no ambiente manufatureiro de processos contínuos, e em processos *MTO*." O autor completa dizendo que muitas empresas tentam implantar a Manufatura Enxuta mas pouquíssimas conseguem já que falta visão corporativa da dimensão de seus desperdícios.

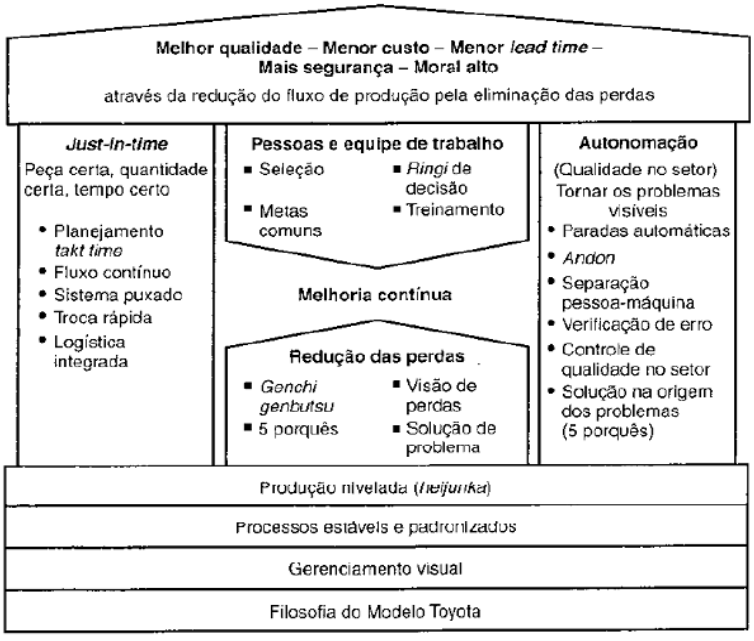
Cabe salientar que Shingo (1996, apud. KAPPES, 2011) cita que as técnicas da Manufatura Enxuta podem ser aplicadas em qualquer tipo de organização, porém há a necessidade de adaptá-las às características de cada situação.

2.2 Sistema Toyota de Produção

Segundo Ohno (1997), a base do Sistema Toyota de Produção é a eliminação de desperdícios. Para que consigamos atingir esse objetivo, dois pilares sustentam o sistema como um todo: O *Just-in-time – JIT –* e a Autonomação.

Além dos pilares, uma série de conceitos foram sendo desenvolvidos dentro da Toyota ao longo dos anos. Na figura 1, podemos analisar uma representação do que é o sistema empregado dentro da Toyota, com ferramentas e conceitos levados em conta pela manufatura enxuta.

Figura 1 - Casa da Toyota.



Fonte: Liker (2005).

O esquema da figura 1 nos mostra a essência da manufatura enxuta: melhor qualidade, menores lead times e menores custos. Além disso, segundo Fischer et al. (2009), os pilares do *JIT* e Autonomação possuem um significado de nunca deixar um defeito passar para a próxima etapa e a liberação das pessoas das máquinas.

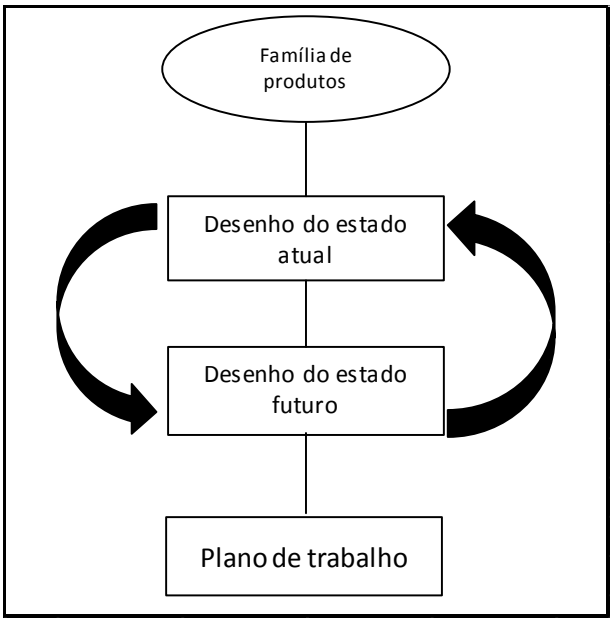
Para Liker (2005), cada elemento da casa pode ser considerado crítico porém o que pode-se considerar mais importante é o modo como os elementos reforçam uns aos outros.

2.3 Mapeamento do fluxo de valor

Para Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que tem como principal função ajudar a enxergar e entender o fluxo de material e informação ao longo do fluxo de valor. Kappes (2011), cita que o *MFV* é uma ferramenta qualitativa usada para descrevermos como a produção opera e como deveria operar para conseguirmos otimizar o fluxo de valor.

Rother e Shook (2003) nos mostram na figura 2 o processo necessário para que seja possível a obtenção do mapeamento de fluxo do valor dentro de qualquer empresa. A metodologia segue 4 passos básicos para a obtenção do mapa.

Figura 2 - Metodologia para obtenção de um MFV.



Fonte: Rother e Shook (2003).

O primeiro passo descrito pelos autores é a seleção de uma família de produtos. Nesse ponto, o objetivo é decidir onde iremos focalizar nossos esforços dentro da empresa. No segundo passo, desenhamos o estado atual da empresa, clarificando a situação da empresa. No terceiro passo, devemos desenhar o estado futuro, focando esforços na eliminação de desperdícios e se aproximando ao máximo de produzir somente o que o cliente precisa e

quando precisa. O quarto e último passo condiz com as implementações que devem ser feitas para que seja possível atingirmos o estado futuro proposto.

Kappes (2011) conclui que o *MFV* representa um grande avanço no que diz repeito a implementação de possíveis melhorias nas organizações e se destaca pela capacidade de redução da complexidade do sistema produtivo porém, não corresponde a uma técnica que resolve todos os problemas de uma empresa.

2.4 Layout e desenho de linha

Para Coimbra (2009), são dois os tipos diferentes de layout dentro das fábricas: o funcional e o de processo. O funcional tem como principal característica ter todas as máquinas que possuem a mesma função agrupadas. Além disso, o trabalho é realizado em grandes lotes para que o transporte entre máquinas seja minimizado.

Já no layout de processo também conhecido como layout celular, Coimbra (2009) cita que a organização é por sequência de operações e máquinas. Com isso, os estoques entre processos são reduzidos e os lotes também.

Para Gambi (2011), a mudança de layout funcional pra celular implica em pontos positivos como a redução de operadores. Apesar disso, devemos levar em consideração que, segundo Coimbra (2009), quando transformamos o layout de funcional para de processos, o número de máquinas compartilhadas irá aumentar em muitos casos, tornando mais frequente o número de setups dentro da linha.

2.5 Trabalho padronizado

Segundo Coimbra (2009), o trabalho padronizado é a melhor, mais segura, mais fácil e mais efetiva maneira de realizar alguma tarefa obtendo a melhor interface entre o trabalho do homem e da máquina.

É necessário salientar que Imai (1986) explicou que é impossível realizar melhorias em qualquer processo antes que o mesmo seja padronizado. Primeiramente devemos padronizar e depois estabilizar o processo. Dentro da Toyota, o trabalho padronizado é colocado longe do operador. O colaborador deve ser treinado utilizando o trabalho padronizado mas não deve ficar olhando para a folha, que é mantida com os líderes para consultarem se está sendo seguida pelo operador.

Para Ohno (1997), caso os funcionários estiverem seguindo os procedimentos e os defeitos ocorram, então é necessário revisá-los para que seja realizado mudanças no padrão.

2.5 Mizusumashi

Segundo Coimbra (2013), o *Mizusumashi* é o operador logístico responsável pelo movimento de materiais e informação dentro da planta. Ele é um dos mais importantes sistemas para criação de fluxo na logística interna. Funciona como um serviço de transporte dentro de um aeroporto, utilizando de rotas fixas em tempos de ciclos definidos.

2.6 Junjo

Em japonês, o termo *junjo* significa "sequência". A entrega *junjo* também é chamada de entrega sequenciada, cujo objetivo consiste em entregar o produto na hora certa – *just-in-time*. Sua grande vantagem é a redução do tamanho dos bordos de linha e a diminuição do movimento realizado pelo colaborador do processo, aumentando o tempo que este agrega valor. O método *junjo* também pode utilizado para o suprimento individual de peças a partir de uma lista de sequências, porém também pode ser mais sofisticado, abastecendo com kits de peças de acordo com uma ordem determinada (COIMBRA, 2013).

3. Contextualização da Fábrica de Casas

A dinâmica de produção de casas é composta por duas etapas de simulação, cada uma delas com 12 minutos. Na primeira parte considera-se o estado atual da empresa, em que é simulada uma situação nos moldes tradicionais encontrados na maioria das fábricas que trabalham com produção sob encomenda. Já na segunda etapa, é mostrado o estado futuro da empresa em que, após uma série de melhorias, é simulada uma fábrica nos moldes enxuto, onde pode-se perceber a aplicabilidade de ferramentas enxutas do Sistema Toyota de Produção aplicadas para um ambiente com alta variabilidade de produtos.

3.1. Descrição da Simulação

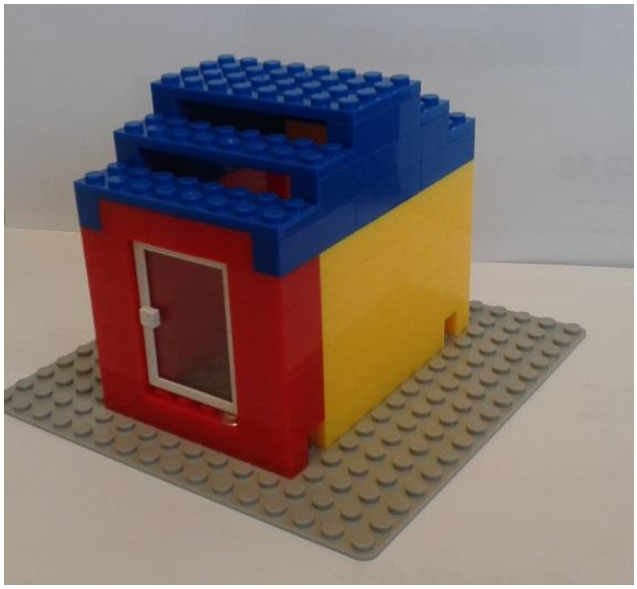
A dinâmica em questão consiste na simulação de uma empresa fabricante de casas modulares. Cada produto possui características similares: todos eles possuem uma parede com

janela, uma parede com porta e duas paredes maciças. Além disso, cada uma das casas possui um telhado e um piso.

Os clientes da empresa possuem a sua disposição uma gama de 243 produtos para escolha, sendo que suas diferenças têm relação com as cores de cada componente citados anteriormente com exceção do piso que é de cor única.

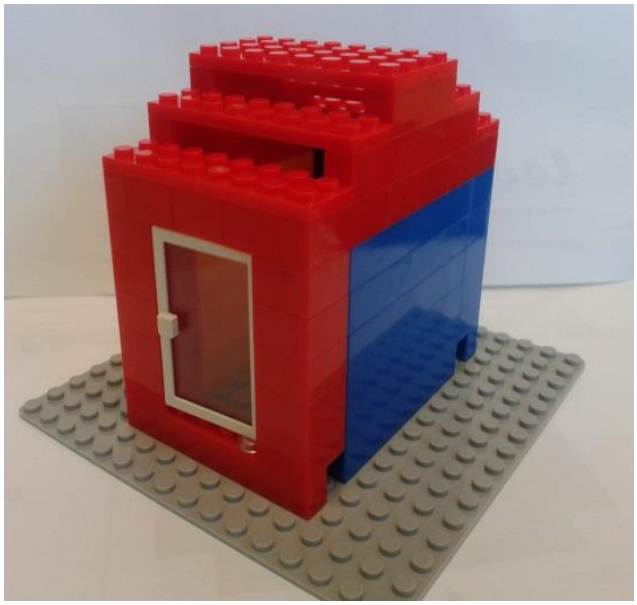
A demanda do cliente segue uma distribuição uniforme e com ritmo constante, ou seja, a probabilidade de pedir qualquer uma das 243 casas é igual. Por exemplo, a casa da figura 3 possui a mesma chance de ser encomendada como a da figura 4.

Figura 3 – Exemplo de casa modular



Fonte – Acervo do autor

Figura 4 – Exemplo de casa modular



Fonte – Acervo do autor

Como pode-se perceber por meio da comparação entre as figuras 3 e 4, o fato de ser possível desenvolver casas totalmente diferentes umas das outras, faz com que a complexidade da simulação seja aumentada. De fato, foi comprovado que a cada simulação realizada, dificilmente os produtos finais são repetidos.

Um ponto importante de ser salientado é de que o *takt time* considerado para a empresa é de 80 segundos, ou seja, a cada 80 segundos uma nova casa deve sair da expedição para chegar às mãos do cliente. Caso isso não seja satisfeito, não estaremos conseguindo atender nossa demanda.

Após a produção de todas as partes que integram o produto (paredes, telhado e piso) em setores da fábrica, é necessário que haja uma consolidação das peças dentro da linha de montagem, local onde a casa toma a forma mostrada nas figuras 3 e 4. Mais um detalhe é que há uma última operação na linha, em que o produto é embalado e já pode ser encaminhado de forma imediata para o cliente.

3.2 Estado Atual

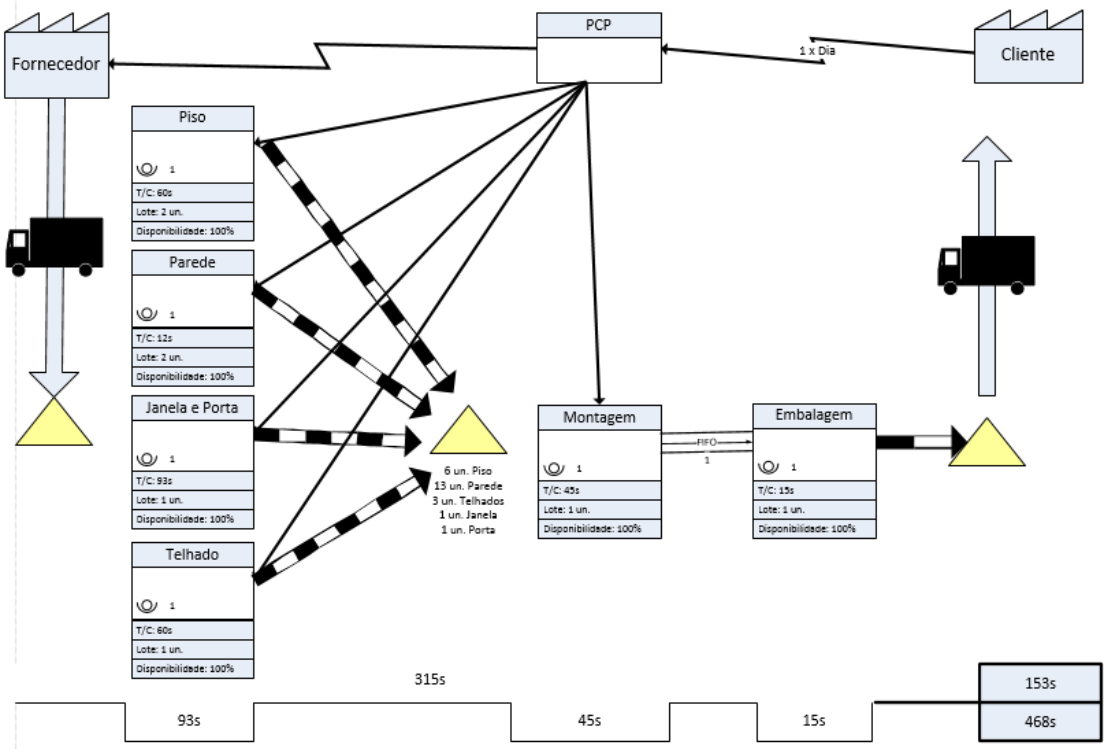
Como citado anteriormente, a primeira etapa da dinâmica, também chamada de estado atual, segue características do modelo tradicional encontrado em fábricas de produção sob encomenda:

- O layout é departamental;

- Cada posto de trabalho recebe uma programação para a semana;
- A reposição de materiais é realizada pelo próprio operador;
- Transporte de materiais entre processos é realizado por empilhadeira;
- Operadores pouco polivalentes, focalizados nos processos;
- Uma empilhadeira para o transporte de peças pela fábrica;
- Tempos de ciclo muito diferentes;
- Grande número de peças acumuladas entre os postos;
- Programação empurrada;
- Colaboradores ociosos;
- A consolidação das peças na montagem é mal executada, ocasionando espera por produtos.

Após a simulação de 12 minutos do estado atual, foi realizado um Mapeamento do Fluxo de Valor, onde foram obtidos os estoques e tempos de ciclo em cada um dos processos da fábrica. O resultado obtido nessa primeira etapa é mostrado na figura 5, onde pode-se perceber mais detalhes quanto a fabricação do produto.

Figura 5 – Mapa do fluxo de valor para o estado atual



Fonte – Acervo do autor

Pode-se observar, na figura 5, alguns pontos de melhoria. Em primeiro lugar, os tempos de ciclo dos processos são muito variados, fazendo com que haja o acúmulo de estoque em processos gargalo.

Além disso, a falta de balanceamento das atividades faz com que a montagem sofra com o acúmulo de peças, mesmo sendo um processo rápido. Essa situação é ocasionada pelo fato da produção ser empurrada, fazendo com que cada processo só queira saber de produzir o que lhe é pedido através da programação semanal.

Como pode-se perceber, o processo de produção de paredes com janela e paredes com porta (no *MFV* pode-se analisar através do processo Janela e Porta), ocasiona um tempo de ciclo muito alto, enquanto a parede maciça é de rápida fabricação.

Um fato importante de ser salientado é de que a linha possui 6 operadores e uma empilhadeira, e que, caso fosse possível redistribuir as operações entre todos os colaboradores da linha, o tempo de execução seria abaixo do *takt time*, resultando que o cliente possa ser atendido na data correta.

3.3 Estado Futuro

Com a análise feita em cima do estado atual da figura 5, foi possível observar os seguintes pontos de melhoria do sistema produtivo:

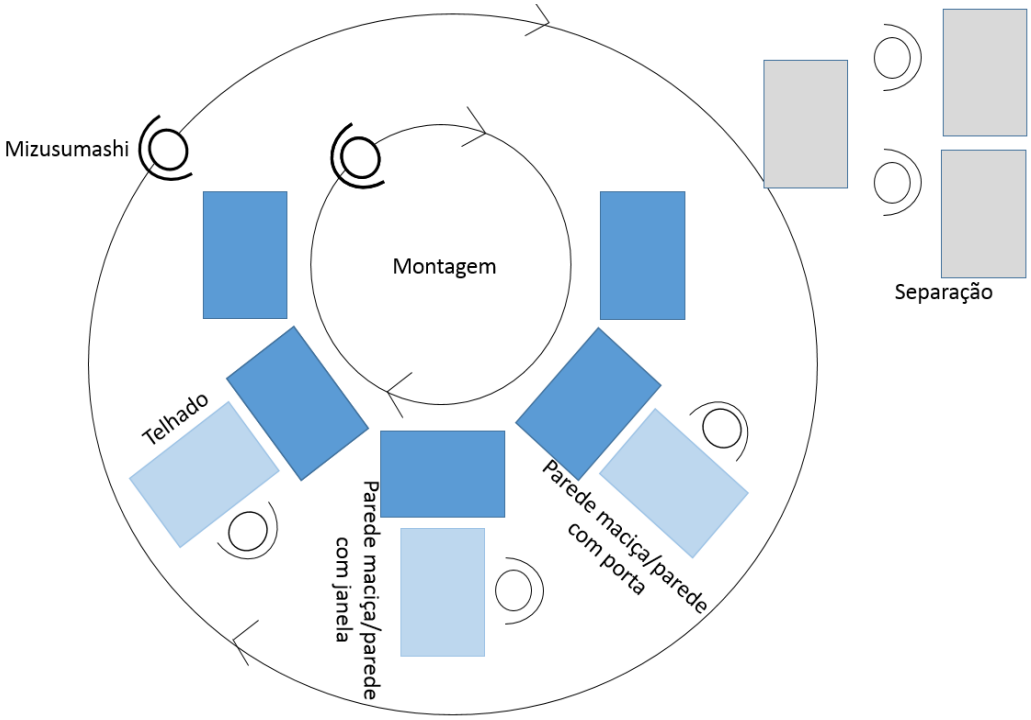
- Os tempos de ciclos dos processos são variados;
- Falta de sequenciamento das ordens de produção;
- Alto volume de estoques entre processos;
- Alto lead time.

Além disso, pode-se observar também uma falta de padronização das operações, além de um excesso de movimentação dos operadores dos postos e uma dependência muito grande da utilização das empilhadeira para o transporte entre processos.

Com essas informações levantadas, foi possível a proposição de uma série de melhorias com base nos conceitos do Sistema Toyota de Produção. Essas melhorias são listadas abaixo:

- Realizar um balanceamento das operações, utilizando-se de um diagrama de balanceamento de operadores de modo que os tempos de ciclo sejam menores que o *takt time*. Essa melhoria fará com que os altos volumes de estoque entre processos seja diminuído, criando um fluxo contínuo e unitário dentro da fábrica. No estado futuro, os novos processos são: Separação, "Parede maciça/parede com janela", "Parede maciça/parede com porta", "Telhado e Montagem/embalagem";
- Foi modificada a disposição do layout, criando uma célula de montagem agregada a cada um dos processos como mostra na figura 6. Com essa melhoria, será possível a diminuição da movimentação ao longo da fábrica já que, ao unir-se os processos de maneira lógica, a montagem já receberá o componente em um bordo de linha próximo ao seu posto. Além disso, será possível a eliminação de estoques já que a montagem irá realizar a consolidação do produto no momento certo.

Figura 6 – *Layout* da célula de montagem para o estado futuro

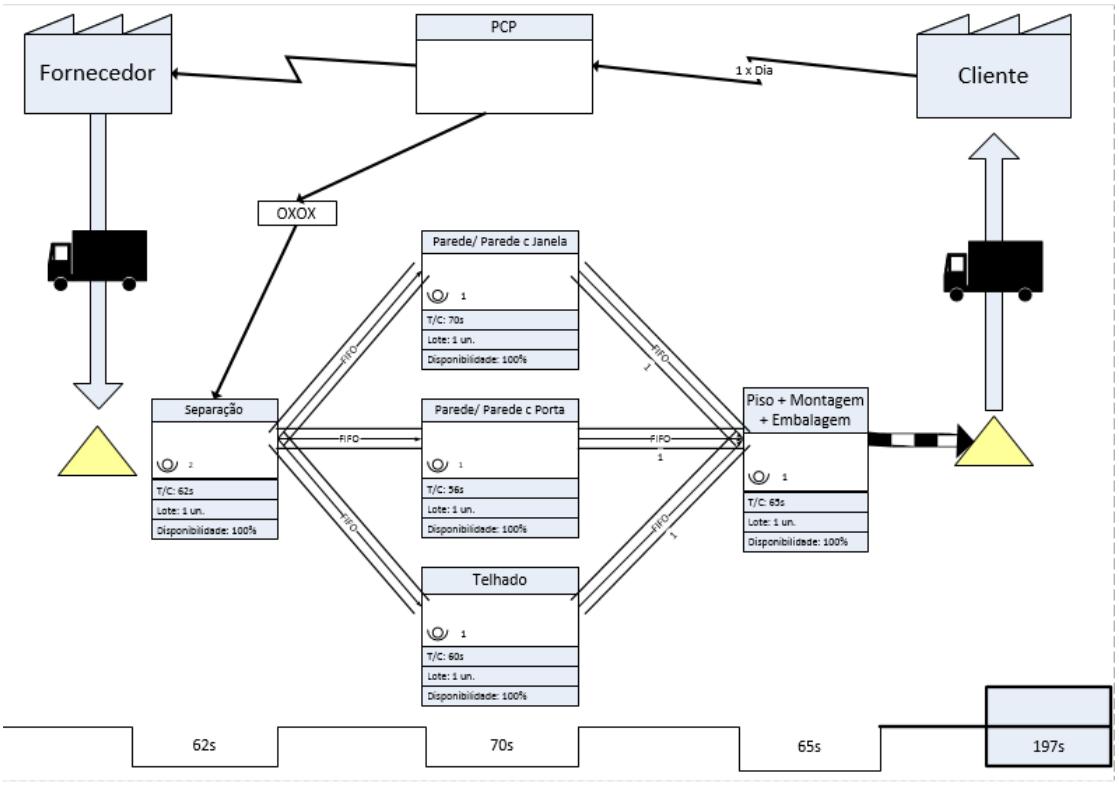


Fonte – Acervo do autor

- Foi criado um trabalho padronizado para cada posto de trabalho e registrado em uma rotina de operação padrão. Isso fará com que os tempos de ciclo sejam os mesmos dentro dos processos;
- Foi criado um processo de separação de materiais, centralizando nele o recebimento da produção diária. Esse processo é o responsável pela separação da matéria-prima, alocando somente a quantidade necessária para a criação de cada uma das diferentes partes da casa. No momento certo, cada posto deve receber seu produto para produção. Essa série de características assemelham a produção de um *junjo*, em que cada operador irá receber o que deve ser produzido no momento exato (*Just-in-time);*
- Adoção de um *Mizusumashi* com rotas programadas levando todos os itens separados pelo processo de separação para os postos além da retirada dos produtos acabados, levando os mesmos para a expedição.

Após a implantação dos pontos de melhoria levantados anteriormente, pode-se simular a segunda etapa da dinâmica com mais 12 minutos. No final desse período obteve-se novamente os estoques dos produtos e tempos de processamento para que fosse possível a elaboração de um Mapa do Estado Futuro com os dados levantados, criando uma comparação com o mapa criado anteriormente. O mapa do estado futuro é mostrado na figura 7.

Figura 7 – Mapa do fluxo de valor para o estado futuro



Fonte – Acervo do autor

Como pode-se notar, a organização da fábrica no estado futuro apresenta melhorias no fluxo, aumentando significativamente a produtividade da fábrica e fazendo com que a demanda possa ser atendida.

Na tabela 01 pode-se analisar alguns indicadores coletados nas duas etapas de simulação, criando uma comparação e mostrando a aplicabilidade das ferramentas do Sistema Toyota de Produção dentro de um ambiente de alta variabilidade de produtos.

Tabela 1 - Indicadores

Indicadores	Etapa 1	Etapa 2
Entregas atrasadas	2	0
Produção (nº de casas)	7	9
Lead Time (minutos)	01:39	01:24
Estoque em processo	18	4

Fonte – Acervo do autor

Como pode-se perceber através dos indicadores, a maior contribuição do sistema enxuto é o de conseguir atender o cliente no tempo certo, uma vez que não obteve-se indicadores de vendas perdidas na etapa 2.

Outro fator importante e que deve ser salientado é de que o estoque entre processos ficou muito baixo na segunda etapa da dinâmica, oferecendo uma redução de custo importante ao adotar-se estratégias de produção enxutas para a empresa.

5. Conclusão

Este artigo trata de uma dinâmica, que simula uma empresa construtora de casas diversificadas, cujo objetivo é facilitar o processo de aprendizagem da filosofia enxuta num ambiente *MTO*. Apesar da bibliografia restrita, se comparado à dos ambientes *MTS*, o trabalho desenvolvido cumpriu com os objetivos propostos, tendo vista a demonstração de alguma das melhores práticas *lean* para os sistemas produtivos sob encomenda e os resultados positivos obtidos em termos de *lead-time*, produção e estoques entre processos.

A dinâmica proposta é aconselhada à disseminação desse conhecimento, pois reflete os problemas encontrados em empresas com alto mix de produção, possibilita a melhor compreensão do pensamento enxuto e a aplicação dos princípios *lean* para atender a demanda diversificada, dentro do prazo, de forma flexível e viável nestes ambientes.

REFERÊNCIAS

AMARO, G.; HENDRY, L.; KINGSMAN, B. **Competitive advantage, customization and a new taxonomy for non make-to-stock companies**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19 No. 4, p. 349-371, 1999.

BARTOLI, I.. **Manufatura enxuta voltada para indústrias siderúrgicas que utilizam sistemas de produção sob-encomenda:** Um estudo de caso de uma empresa siderúrgica nacional. 2010. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá.

BARTOLI, I.; SILVA, M. B.. **Lean Manufacturing voltado para a indústria siderúrgica MTO**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28. 2008. Rio de Janeiro. Universidade Estadual Paulista, São Paulo - SP. P. 1 - 14.

COIMBRA, E.. **Kaizen in logistics and supply chains**. 1. ed. New York: Mcgraw Hill Professional, 2013. 384 p.

COIMBRA, E.. **Total Flow Management**: Achieving excellence with kaizen and lean supply chains. 1. Ed. Kaizen Institute. 2009.

FISCHER, D.; et al.. **Identificação de oportunidades de melhoria na implantação de ferramentas da manufatura enxuta em uma célula de produção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29. 2009. Salvador. Sociesc, Joinville – SC. P. 1 – 13.

GAMBI, L.. **Recomendações para a implementação de conceitos e técnicas de produção enxuta em empresas, fabricantes de produtos sob encomenda, do aglomerado industrial de Sertãozinho.** 2011. 155 f. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

IMAI, M.. **Kaizen**: The key to Japan's competitive success. 1. ed. New York: Mcgraw Hill, 1986.

KAPPES, J,. **Aplicação dos conceitos de manufatura enxuta na produção de bens de capital sob encomenda**: Um estudo de caso de um produto do setor metal-mecânico. 2011. 178 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

LIKER, J. K.. **The Toyota Way**: 14 Management Principles fro the World's Greatest Manufacturer. New York: Mcgraw Hill, 2005. 352 p.

MELCHERT, E. .**Análise do desenvolvimento de competências operacionais alinhadas à política make-to-order em uma empresa de manufatura contratada**. 2008. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

OHNO, T.. **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

ROTHER, M.; SHOOK, J.. **Aprendendo a Enxergar:** Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 99 p.

ROZENFELD, H.; et al. **Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos:** uma abordagem para a melhoria do processo. Editora Saraiva. São Paulo – SP, 2006.

SOMAN, C.A., VAN DONK, D.P., GAALMAN, G.J.C. **Combined make-to-order and make-to-stock in a food production system**. International Journal of Production Economics, p. 223–235, 2004.

Aumento da eficiência através da implantação de Centro de Serviços Compartilhados: estudo de caso em uma instituição financeira

Bruno de Almeida Scheibler (Sicredi) – bruno_scheibler@sicredi.com.br

Martha Caroline Lunardeli da Luz (Sicredi) – martha_lunardeli@sicredi.com.br

Juliano Santos dos Santos (Sicredi) – juliano_dossantos@sicredi.com.br

César Gioda Bochi (Sicredi) – cesar_bochi@sicredi.com.br

José Roberto Martins Jacintho (Sicredi) – jose_jacintho@sicredi.com.br

Resumo: o escopo de atuação das práticas industriais da produção enxuta está expandindo para a prestação de serviços, auxiliado principalmente pelo crescente aumento da participação deste ramo no mercado brasileiro. Um exemplo disto são os Centros de Serviços Compartilhados (CSC), encontrados principalmente em grandes multinacionais do setor industrial, que têm como objetivos a redução dos custos e o aumento da eficiência através do uso compartilhado de recursos, ganhos de escala e serviços especializados prestados com qualidade. O objetivo deste artigo é apresentar os ganhos obtidos com a sua implantação em uma instituição financeira e divulgar os seus conceitos e benefícios para incentivar demais instituições financeiras a utilizar este modelo de operação. A metodologia de implantação foi baseada principalmente em ações de gestão de mudanças, gestão do conhecimento e capacitações em *Lean, Kaizen* e *Six Sigma*, com o apoio de *softwares* de *Enterprise Resource Planning* (ERP) e de *Business Process Management* (BPM). Os principais resultados obtidos foram: redução dos custos operacionais, maior padronização dos processos e aumento na qualidade dos serviços.

Palavras-chave: Eficiência; *Lean*; CSC.

Abstract: the scope of lean manufacturing is broadening its approach and practices from the industry sector to the service sector mainly due to the increasing market share of this sector in the brazilian market. One example is the Shared Service Center (SSC), mostly implemented at international companies, whose main objectives are cost reduction and efficiency increase through shared resources, economies of scale and qualified services. This article intends to present the gains from SSC implantation at a financial institution and to publish its concepts and benefits to motivate the usage of this operational model by the brazilian financial sector. The methodology applied was mainly based change management, knowledge management, Lean, Kaizen and Six Sigma practices, Enterprise Resource Planning (ERP) and Business Process Management (BPM) softwares. The main results were: operational cost reduction, increase of process standardization and service quality.

Keywords: Efficiency; Lean; SSC.

1. Introdução

O Sistema Toyota de Produção, que originou o termo de Produção Enxuta (*Lean Production*), é caracterizado pela busca constante por redução dos custos e desperdícios. Isto significa, por outro lado, que deve-se procurar aumentar a eficiência produtiva (OHNO, 1997). A aplicação das técnicas *Lean*, apesar de ter surgido nas fábricas, tem expandido para as empresas prestadoras de serviços e para os departamentos administrativos (BATTAGLIA, 2007).

As companhias que buscam a excelência operacional se deparam com a necessidade de que também haja eficiência operacional, de forma a evitar que os ganhos sejam suprimidos pelo crescimento descontrolado dos custos administrativos (SILVA; SANTOS, 2014). Dado o desafio existente de conciliar as ações destinadas à excelência operacional com medidas voltadas para a eficiência operacional, pode-se concluir que o departamento organizacional das companhias é peça-chave para atingir os objetivos estratégicos. Desta forma, aumenta-se a qualidade e produtividade operacional (SILVA; SANTOS, 2014).

No setor financeiro, diversos esforços foram tomados para aumentar a eficiência e a prontidão operacional. Afetados pela crise no mercado financeiro, os bancos e demais instituições financeiras estão sofrendo mudanças drásticas e regulações do mercado. Uma das ações tomadas para combater este cenário é a implantação de Centros de Serviços Compartilhados (CSC) (BEARINGPOINT, 2010).

Os CSCs podem ser definidos como unidades organizacionais que prestam atividades de suporte aos seus clientes que vão além da demanda de uma única unidade de negócio (podendo incluir organizações externas) (FISCHER; STERZENBACH, 2006). Ao desassociar e centralizar as atividades, a principal premissa de um CSC é: qualquer serviço prestado por um departamento local pode prontamente ser oferecido aos demais. O uso avançado da tecnologia da informação elimina as restrições geográficas e temporais para facilitar a colaboração com as unidades de negócio chave. O uso compartilhado de recursos possibilita ganhos de escala, sinergia e melhoria na qualidade dos serviços (BEARINGPOINT, 2010).

Desta forma, o principal objetivo deste estudo de caso é compartilhar as práticas utilizadas na implantação de um CSC em uma instituição financeira, de forma que possam ser aplicadas por outras companhias (independente do ramo de mercado em que se encontra). A evidenciação dos resultados financeiros e dos demais ganhos tangíveis e intangíveis são argumentos diretos para a adoção deste novo modelo operacional.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: após essa introdução, o referencial teórico abordará os conceitos das ferramentas, *softwares* e modelos de gestão utilizados. A seguir, serão descritos os procedimentos metodológicos realizados para a implantação do CSC e, por fim, os resultados obtidos serão discutidos e as conclusões finais serão feitas. A seguir, será descrito o referencial teórico do tema abordado.

2. Referencial teórico

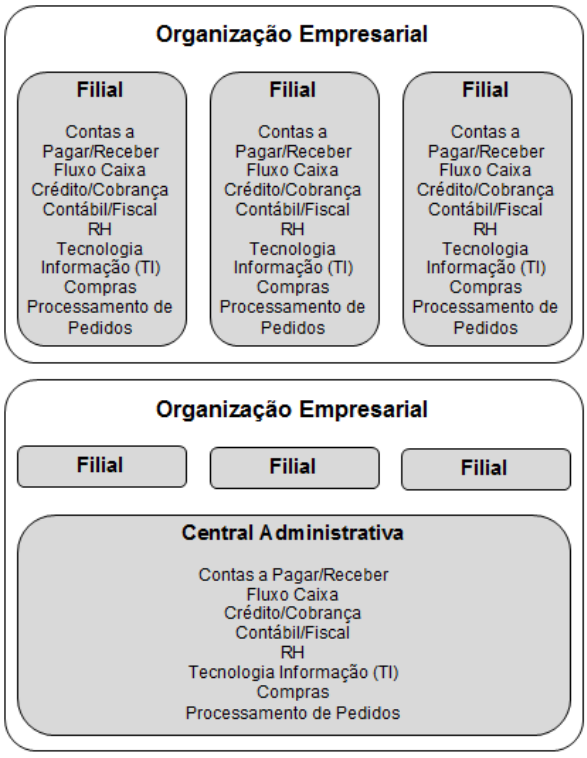
A seguir, serão descritos os principais temas e ferramentas abordados no estudo de caso, de forma que se possa contextualizar os tópicos seguintes deste artigo.

2.1. Centro de Serviços Compartilhados (CSC)

O termo Serviços Compartilhados (*Shared Services*) tem a sua origem indefinida (QUINN; COOKE; KRIS, 2000 *apud* RAMOS, 2005). Em 1986, contudo, a General Electric instituiu uma equipe denominada "*Client Business Service*", cujas características são do que atualmente é referido como serviços compartilhados.

De uma forma geral, os serviços compartilhados compõem um sistema, onde a empresa deve ter capacidade para absorver as atividades de apoio dos principais processos referentes a cada unidade de negócio, consolidando em uma unidade operacional segmentada que irá realizar os processos de suporte como a sua operação atividade *core*. A Figura 1 ilustra a diferença entre uma organização empresarial tradicional e uma com serviços compartilhados.

Figura 29 - Absorção de atividades de suporte das diversas Unidades Negociais



Fonte: Adaptado de Franchiosi (2009)

Ao estruturar um CSC, cada departamento funcional, filial ou unidade de negócio é segmentada entre atividades *core* e atividades de suporte administrativas ou transacionais. Estas últimas atividades são centralizadas em uma única estrutura administrativa, conhecida como Diretoria de Serviços Compartilhados, Plataforma de Serviços ou CSC. Permanece, no núcleo, a gestão estratégica da companhia e as atividades principais de cada unidade funcional. Enquanto o CSC realiza as atividades administrativas, as filiais, plantas e subsidiárias podem se focar em vendas, produção e distribuição (BAIN & COMPANY, 2004).

De acordo com Schulman, Harmer e Lusk (2001), o aumento das fusões e aquisições no mercado incentivou a busca para enxugar as operações corporativas e transacionais que não compõem o *core business* das companhias. Além disso, o *outsourcing* se destacou graças ao avanço tecnológico, que viabilizou estruturas e tipos de fornecimento de serviços mais inovadores. As organizações, porém, enxergaram a possibilidade de estabelecer mercados internos e unidades semiautônomas, que elevariam a qualidade do serviço através da competitividade e foco no cliente.

Os CSCs, segundo Ramos (2005), visam os mesmos benefícios da terceirização, como flexibilidade, foco e economia de escala, eliminando os principais riscos: perda de conhecimento e do poder de execução, descontrole dos custos e descumprimento. Por outro lado, há os pontos negativos, como altos investimentos em tempo e dinheiro e forte mudança organizacional.

A implantação do CSC simplifica as estruturas organizacionais das unidades de negócio, aumentando a disponibilidade de seus gerentes para coordenar as atividades primárias (diretamente relacionadas ao produto), visto que não é mais necessário gerenciar as atividades de apoio (RAMOS, 2005). Desta forma, os executivos das principais atividades não interagem com departamentos de fornecimento de materiais e matérias-primas, TI, recursos humanos, finanças, contabilidade, entre outros. Esses tempos e recursos excedentes são alocados para atividades que agregam valor ao cliente, gerando vantagem competitiva para o negócio.

De acordo com Bain & Company (2004), o princípio da estruturação de um CSC está na prestação especializada de serviços processuais para as unidades das empresas, podendo atingir uma escala de operação, maturidade em processos, padronização e redução de custos

inatingíveis caso cada unidade tentasse individualmente automatizar, redesenhar e otimizar seus processos. Referente à visão dos processos do CSC, deve-se revisar os processo atuais e desenhar as novas atividades com base nas melhores práticas, internas ou externas, e na entrega de valor (SHAH, 1998).

2.2. Modelagem de processos

Uma visão horizontal do negócio, ou seja, baseada em processos, envolve questões de estrutura, enfoque, medição, propriedade e clientela. Davenport (1994) define processo como um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar em um produto específico a um determinado cliente ou mercado.

Segundo Harrington (1993), um processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo. Os processos consomem os recursos da organização para gerar resultados concretos.

Desta forma, pode-se descrever um processo como um sequenciamento específico das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com início, fim, *inputs* e *outputs* claramente identificados. Esta definição pode ser aplicada em qualquer área de atuação, tornando-a genérica e com diversas conotações.

A elaboração de fluxogramas é uma ferramenta-chave para que se possa compreender os processos empresariais (HARRINGTON, 1993). Esquematizar o processo graficamente, de uma maneira intuitiva, auxilia no *briefing* para a realização de importantes processos de aperfeiçoamento. Esta ferramenta também é eficaz na análise do impacto das mudanças propostas.

2.3. Lean

Surgido no Japão devido às incompatibilidades do sistema ocidental de produção em massa, principalmente devido à escassez de recursos e à demanda por maior variabilidade em menor quantidade, a Produção Enxuta (*Lean Production*) possibilitou que a Toyota e, posteriormente, outras fábricas de automóveis japonesas competissem no mercado internacional (OHNO, 1997). Os pilares do Sistema Toyota de Produção serviram de modelo

para as indústrias de diversos outros segmentos, disseminando os princípios de melhoria contínua, redução de desperdícios, controle de qualidade, entre outros. Atualmente, empresas prestadoras de serviços adaptaram as práticas industriais para otimizar seus processos operacionais e administrativos (BATTAGLIA, 2007). Esta abordagem pode ser acompanhada de demais ferramentas e práticas de qualidade, conforme descritos a seguir.

2.4. Kaizen

Para Fonseca, Lourenço e Allen (1997), Kaizen significa melhoria contínua em todas as áreas de uma organização através de pequenas mudanças nos processos produtivos existentes. É uma ferramenta de fácil implementação, mas proporciona grandes mudanças, utilizando a criatividade e a capacidade intelectual dos empregados e, principalmente, sem demandar grandes investimentos, sejam eles técnicos ou financeiros.

Segundo Ortiz (2012), o Kaizen é uma das ferramentas embutidas na filosofia da produção enxuta, que trata de eliminar o desperdício ou o esforço sem valor agregado numa empresa, podendo reagir melhor às necessidades de seus clientes e também podendo operar em níveis de desempenho mais eficientes.

WERKEMA (2006) definiu as principais diretrizes para a condução do Kaizen:

- ✓ A equipe deve trabalhar em regime de dedicação total durante o evento Kaizen (também denominado *workshop* Kaizen), cuja duração é de 3 a 5 dias. Para que isso seja viável, é necessário que o *sponsor* (patrocinador) do projeto, o líder do Kaizen e os participantes da equipe tomem providências prévias para que o trabalho de rotina seja realizado de outra forma durante esse período; e
- ✓ A implementação deve ser imediata, isto é, a maior parte das ações definidas deve ser colocada em prática durante a semana do evento Kaizen e aquilo que não for possível executar durante o evento deve ser finalizado no prazo de 20 dias. Para que essa diretriz possa ser cumprida, é aceitável um nível de confiança de 70% na tomada de decisões. Durante o evento Kaizen, os gestores devem disponibilizar o acesso às áreas de suporte da empresa - manutenção, tecnologia da informação, recursos humanos e marketing- caso seja necessário.

O Kaizen parte do princípio de que sempre é possível fazer melhor, não apenas no âmbito da empresa como também no do funcionário. Desta forma, devem ser implantadas

melhorias todos os dias, seja na empresa ou nos colaboradores (DAYCHOUM, 2010). O Kaizen também se destaca por obter resultados (quantitativos ou qualitativos) em um curto espaço de tempo. O evento Kaizen, segundo Ortiz (2012), desperta "impacto e admiração", adquirindo a condição ideal de realizar mensalmente eventos. A gestão também deve esclarecer a importância dos eventos Kaizen e estabelecer objetivos específicos entre a equipe.

2.5. Seis Sigma

O conceito de Seis Sigma está crescendo, juntamente com a sua popularidade no meio gerencial, em função das aplicações bem sucedidas e dos resultados gerados em grandes companhias como General Electric e Motorola. Por conta disto, o Seis Sigma tornou-se uma das poucas iniciativas de orientação técnica que despertou o interesse da comunidade financeira e da liderança de grandes corporações, sendo considerada a metodologia da qualidade para o século XXI (WERKEMA, 2001).

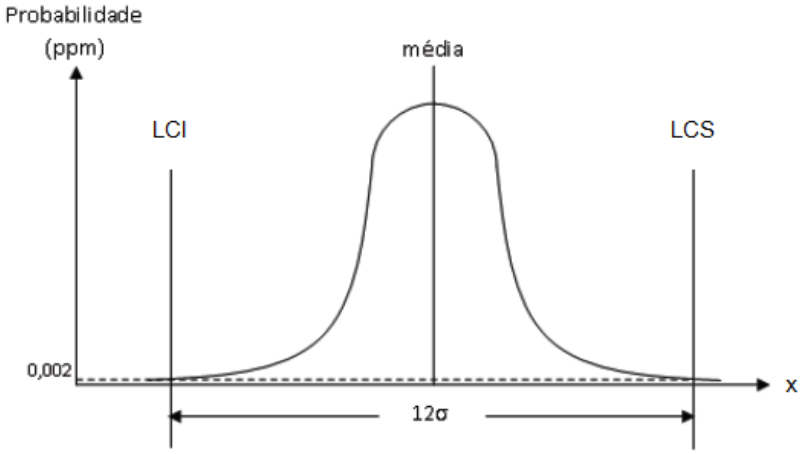
Assim como no caso do *Lean Production*, a definição de Seis Sigma pode ser estendida ao ramo de prestação de serviços, adaptando suas técnicas ao tipo de problema e às variáveis mais comuns nesta área (ECHEVESTE; WERNER; KOLOWSKI, 2008). A Motorola, pioneira na adoção e divulgação do programa, focou na redução da variabilidade do produto e do processo para prevenir possíveis erros. Através deste enfoque, de acordo com Ingle e Roe (2001), foi possível verificar que pequenas variações nas condições ambientais, maquinário ou desenho de processo podem causar problemas de qualidade significativas.

Os benefícios do Seis Sigma, segundo Pande, Neuman e Cavanagh (2000), são: i) visão de processos e controle, relacionando suas variáveis com os resultados; ii) conhecimento de quais variáveis no processo têm maior influência, monitoramento das variáveis e tomada de decisão para correção e melhoria dos resultados do processo; e iii) determinar uma meta de desempenho comum aos diferentes processos, comparando-os com a capacidade Seis Sigma, que equivale a 99,9997% de produtos conformes.

O termo Seis Sigma (6σ) refere-se à variação entre um processo ou operação e as exigências dos clientes associadas àquele processo ou operação. O conceito pode ser compreendido quando analisamos a curva de distribuição normal. Na Figura 2, que apresenta os Limites de Controle Superior e Inferior (LCS e LCI, respectivamente) com tolerância de

6σ, podemos verificar que a concentração maior se encontra em torno da média e cai de maneira simétrica. A distância entre a média e o ponto onde a curva começa a se achatar (ponto de inflexão) é chamada de desvio padrão, também conhecido como Sigma. Aproximadamente 68% dos dados se encontram nesta área, entre um desvio padrão para a esquerda e para a direita. Em torno de 95% dos dados estão entre 2σ e 99% dentro da área entre 3σ (HILSDORF, 2002). A Tabela 1 apresenta um comparativo de quando se estende o nível de qualidade de 4σ para 6σ.

Figura 30 - Representação da curva de distribuição normal



Fonte: Adaptado de George (2003)

Tabela 15 - Ilustração do impacto da obtenção de um nível de qualidade Seis Sigma em comparação com um nível de qualidade Quatro Sigma

Quatro Sigma (99,38%) Conforme	Seis Sigma (99,9997%) Conforme
Sete horas de falta de energia elétrica no mês	Uma hora de falta de energia elétrica a cada 34 anos
5.000 operações cirúrgicas incorretas por semana	1,7 operações cirúrgicas incorretas por semana
3.000 cartas extraviadas para cada 300.000 cartas postadas	1 carta extraviadas para cada 300.000 cartas postadas
Quinze minutos de fornecimento de água não potável por dia	Um minuto de fornecimento de água não potável a cada sete meses
Uma aterrisagem de emergência no aeroporto de Guarulhos por dia	Uma aterrisagem de emergência em todos os aeroportos do Brasil a cada cinco anos
Um canal de TV 1,68 horas fora do ar por semana	Um canal de TV 1,8 segundos fora do ar por semana

Fonte: Adaptado de Werkema (2001)

O Programa Seis Sigma exige a formação de especialistas na área por meio de treinamentos técnicos apropriados para que seja implementado com sucesso. O treinamento prepara as pessoas envolvidas para atuarem nos projetos Seis Sigma, trabalhando no emprego das técnicas estudadas em todas as tarefas diárias (ECHEVESTE; WERNER; KOLOWSKI, 2008).

3. Procedimento metodológico

Esta seção tem como objetivo detalhar os procedimentos realizados para a implantação do Centro de Serviços Compartilhados, iniciando pela descrição do cenário. Em seguida, serão apresentados os métodos de pesquisa e de trabalho.

3.1. Descrição do cenário

A organização sistêmica do Sicredi, com as Cooperativas, Centrais, Confederação, Fundação, Banco Cooperativo, Empresas Controladas, SFG e a SicrediPar, busca com atuação integrada proporcionar maior eficiência, fortalecimento da marca e maior competitividade. No Sistema, cada componente tem papéis e responsabilidades definidas e de atuação complementar, contando com órgãos que possuem atribuições estatutárias específicas, que montam a estrutura de governança do Sicredi, dando representatividade, transparência, segregação de funções e responsabilidade corporativa.

A partir de 2009 com a implementação da nova estrutura de governança das empresas do CAS (Centro Administrativo do Sicredi), o qual considerou aspectos relacionados à racionalização de despesas, à otimização do uso dos recursos – humanos e financeiros –, à busca de sinergias por especialidades e à ampliação da produtividade, foram migradas à Confederação Sicredi atividades operacionais até então realizadas no Banco Cooperativo Sicredi, aproveitando-se as estruturas já existentes na Confederação para realização das rotinas administrativas, contábeis e fiscais. O ajuste realizado em 2009 permitiu que outras atividades fossem alocadas nas áreas da Superintendência de Operações, em linha à diretriz estratégica de aumentar a eficiência através da ampliação do compartilhamento de serviços e por conseguinte proporcionar ganhos de escala na execução de atividades administrativas e operacionais.

Neste mesmo contexto, o *prO* - Programa de Revisão Organizacional, direcionado pelas alterações provenientes da Resolução Bacen 3.859, provocou alterações no processo de governança e controle das Cooperativas, com segregação das funções de cunho estratégico-político da gestão executiva. Considerando a necessidade da constituição de Diretoria Executiva própria, este novo modelo de governança alterou o funcionamento operacional das Sureg´s (Superintendências Regionais), em especial das compartilhadas.

Nesta direção, a convergência das Cooperativas ao novo modelo de governança necessita também ser direcionada por princípios da eficiência, economicidade e competitividade, sob pena dos custos consumirem na mesma proporção as receitas geradas com o aumento dos negócios, não traduzindo os ganhos de escala que fundamentam a atuação sistêmica. Assim, fortalece-se a necessidade de acelerar o compartilhamento e automação de processos que irão dar escala a cadeia administrativa e operacional, de forma a levar o Sicredi a um patamar de eficiência.

Tal entendimento reforçou-se nas análises efetuadas nas Cooperativas, as quais identificaram as seguintes oportunidades: i) padronização dos processos administrativos e operacionais; ii) o compartilhamento de atividades entre CAS, SUREG´s e UAs (Unidades de Atendimento); e iii) padronização de níveis de serviços estabelecidos.

3.2. Caracterização do método de pesquisa

A natureza deste artigo é aplicada, de abordagens qualitativa e quantitativa, sendo que o objetivo é de explicar os procedimentos do estudo de caso em questão. A seguir, será descrito o método de trabalho realizado para a implantação do CSC.

3.3. Caracterização do método de trabalho

Considerando-se as atribuições sistêmicas das estruturas centralizadoras de 3º grau, a Superintendência de Operações iniciou no ano de 2010 um plano estrutural de capacitação em técnicas de gestão de indicadores, modelagem e melhorias de processos advindas da indústria, como o *Lean, Kaizen e Six Sigma*, objetivando prover escala em busca da eficiência na prestação de serviços e na formalização das operações geradas pelas áreas de negócios, aproveitando as prerrogativas de ser uma sociedade cooperativa. Já foram capacitados na

Superintendência de Operações 160 colaboradores em modelagem de processos, 327 colaboradores em lean transacional e 20 colaboradores em seis sigma *green belt*

A partir da execução do referido plano de capacitação, nomeado de Excelência Operacional, a Superintendência de Operações criou o alicerce para propor e executar o plano de migração de 12 serviços executados nas Cooperativas à Confederação, dentre as ações previstas na então iniciativa estratégica 19 – Modelo Operacional e na própria revisão do prO – Programa de Revisão Organizacional.

De modo a dimensionar as transformações realizadas e em curso, as quais perpassam os componentes da operação (pessoas, processos e tecnologia), relaciona-se a seguir as principais iniciativas com o envolvimento e liderança da Superintendência de Operações:

a) Planejamento Estratégico: patrocínio e responsabilidade da Diretoria de TI e Operações pelas principais ações da evolução da gestão da cadeia administrativa e operacional, originalmente endereçadas na iniciativa estratégia modelo operacional (I.E.19), cujas ações foram repriorizadas no pilar eficiência na atualização do planejamento realizado em 2013;

b) Governança Operacional: estruturação e implementação do Comitê de Operações, ao qual cabe:

   - ✓ Propor e acompanhar a priorização das demandas de revisão, compartilhamento e automação dos processos administrativos e operacionais realizados no Sicredi;
   - ✓ Posicionar-se a respeito da execução e gestão da mudança de projetos e apresentar recomendações às Diretorias Executivas da Confederação e do Banco, com o objetivo de alinhar a priorização de iniciativas e investimentos às necessidades das operações e serviços das Cooperativas;
   - ✓ Avaliar, definir e acompanhar indicadores de eficiência operacional, propondo ações de melhoria, compartilhando melhores práticas das Cooperativas, objetivando qualificação dos mesmos e otimização dos custos de execução (melhoria contínua);
   - ✓ Monitorar a qualidade e satisfação das cooperativas com os serviços compartilhados da Confederação; e

- ✓ Identificar e propor ações de capacitação dos colaboradores para adequado desempenho de suas atribuições.

c) Excelência Operacional: programa permanente implementado em 2011 na Superintendência de Operações que objetiva qualificar a gestão dos serviços prestados às Cooperativas, envolvendo:

- ✓ Padronização e manualização de processos;
- ✓ Gestão de acordos de nível de serviço;
- ✓ Mapeamento da capacidade de atendimento; e
- ✓ Sistematização da melhoria contínua.

d) Capacitação e desenvolvimento de colaboradores: adicionalmente aos treinamentos voltados à formação básica e funcional, de acordo com as especialidades de cada uma das áreas, foi implementado plano de capacitação de todos os colaboradores da Superintendência em modelagem de processos, na metodologia *Lean*, e, para um público especialista, a certificação em *Six Sigma*. Estes treinamentos embasam tecnicamente os colaboradores e trazem maior robustez e especialização em gestão de processos, melhoria contínua e inovação. No ano de 2014 serão avaliadas formações complementares direcionadas a inovação e desenvolvimento de soluções aderentes as necessidades dos usuários dentro da metodologia de *Design Thinking e* Comunidades de Prática;

e) Automação de Processos: a implementação do ERP/SAP em 2010, como plataforma de sustentação das operações administrativas, viabilizou o redesenho dos processos contábeis e administrativos, oportunizando disponibilizar novos serviços às Cooperativas. Em 2013, a partir da nova arquitetura de TI do Sicredi com ferramentas de *BPMS* (controle e automação de processos, workflow, indicadores) e ECM (gestão de documentos e conteúdo); da ampliação do compartilhamento e da necessidade de buscar alavancas tecnológicas como forma de aumentar os ganhos de escala e seguindo direcionamento estratégico, foram analisadas as prioridades de automação da Superintendência de Operações sendo endereçadas para o portfólio de projetos de 2014; e

f) Pesquisa de Satisfação: a partir da avaliação da satisfação das Cooperativas implementada na célula de expansão dos serviços compartilhados, iniciou-se em 2013 pesquisa de qualidade com periodicidade semestral junto às Cooperativas para todos os serviços compartilhados, gerando importantes subsídios para melhor atendimento às Cooperativas.

4. Resultados e discussões

Tal migração dos 12 serviços iniciou-se em meados de 2012, atingindo, no final de 2013, a marca de 43% de adesão com 88% das Cooperativas atendidas em pelo menos um dos serviços. Registrou-se também uma economia em 2013 de R$ 4,6 milhões. Considerando-se os custos evitados das estruturas a serem constituídas nas sedes das Cooperativas em decorrência da dissolução das Sureg´s compartilhadas, tal economia seria ainda maior. A Superintendência de Operações posicionou-se estrategicamente como CSC, definindo ações para alcançar o reconhecimento de centro de excelência de operações.

Deste modo, percebe-se a organização e alinhamento das ações da superintendência para transformação em centro de expertise de alta performance orientado a serviços, buscando a eliminação contínua das tarefas manuais pelo redesenho e automação de processos.

Por outro lado, este movimento de aprimoramento trás consigo desafios de profissionalização dos colaboradores da superintendência, para viabilizar a evolução do modelo operacional do Sicredi e para fazer frente tanto à maior oferta de serviços quanto à sofisticação das operações, como é o caso da análise de crédito, por exemplo.

Adicionalmente, tão importante quanto a profissionalização do quadro de colaboradores, é a aproximação dos gestores às Centrais e Cooperativas, consumidoras dos serviços prestados, objetivando atender integralmente as suas necessidades. O desafio amplia-se com a expansão do compartilhamento de processos operacionais de produtos, os quais impactam diretamente na percepção dos associados das Cooperativas, podendo ser fator decisivo no fechamento de negócios e consequente geração de receitas e fidelização.

REFERÊNCIAS

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

BATTAGLIA, F. **Desafios para pensarmos lean além das fábricas**. Lean Institute Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.lean.org.br/artigos/29/desafios-para-pensarmos-lean-alem-das-fabricas.aspx>. Acesso em: 30 mar. 2014.

SILVA, F.S.; SANTOS, R. **Organisational excellence**. EFMA Journal, n. 242, p. 28-29, jan/fev. 2014.

BEARINGPOINT. **Shared Services Industry Specifics and Trends in the European FS Market**. 2010.

FISCHER, T.M.; STERZENBACH, S. **ZP-Stichwort: Shared Service Centers**. Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung, p. 123-128, 2006.

QUINN, B.; COOKE, R.; KRIS, A. **Shared services**: mining for corporate gold. London: Financial Times Prentice Hall, 2000.

FRANCHIOSI, D. **Centralizar atividades de apoio? De que forma?** São Paulo: UNIMED – HBPREVER, 2009. Disponível em: <http://www.hbprever.com.br/site/artigo.php?cod=40&x=7&y=9>. Acesso em: 15 mar. 2014.

BAIN & COMPANY. **Centro de serviços compartilhados: uma solução definitiva para processos administrativos?** 2004. Disponível em: <http://www.bain.com/bainweb/PDFs/cms/Public/Centros_de_servicos_compartilhados_Portuguese.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2014.

LOZINSKY, S. **Serviços compartilhados como melhor prática**. São Paulo: IBM Global Business Services, 2006. Disponível em: <http://www.ibm.com.br/br/services/articles/200610/a31m004t11s032006.shtml>. Acesso em: 22 nov. 2009.

SCHULMAN, D. HARMER, M. LUSK, J. **Shared Services**: agregando valor às unidades de negócios. São Paulo: MAKRON Books, 2001.

RAMOS, L. J. T**. Serviços compartilhados como forma de estruturação organizacional**. 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Bahia, Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=103025>. Acesso em: 30 mar 2014.

MARTINS, V.P.; AMARAL, F.P. **A consolidação da prática de serviços compartilhados**. 2008. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2008. Disponível em: <http://www.unisantos.br/mestrado/gestao/egesta/artigos/142.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2014.

SHAH, B. **Shared Services**: is it for you? Industrial Management, Norcross, v. 40, n. 5, p. 4-8, set./out. 1998.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.

FONSECA, C. J. C.; LOURENÇO, J. T. V.; ALLEN, J. D. T. **TAO – Terminologia do Aprimoramento Organizacional**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

ORTIZ, C. A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. Bookman, 1 ed., 2012.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 1 ed., 2006.

DAYCHOUM, M. **40 + 80 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Brasport, 4 ed., 2010.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2001.

ECHEVESTE, M. E.; WERNER, L.; KOLOWSKI, A. B. S. **Uma discussão da aplicabilidade das técnicas estatísticas para o Programa Seis Sigma em serviços**. VIII SEPROSUL – SEMANA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA, Bento Gonçalves, 2008.

INGLE, S.; ROE, W. **Six Sigma Black Belt Implementation**. TQM Magazine, York, Inglaterra, GB: Mcb University Press, v. 13, n. 4, p. 273-280, 2001.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

HILSDORF, W. C. **A estratégia Seis Sigma para Melhoria da Qualidade**: uma análise crítica das métricas utilizadas. Revista Pesquisa e Tecnologia FEI. São Paulo, n. 23, p. 35-39, out. 2002.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for service**: how to use Lean Speed and Six Sigma quality to improve services and transactions. New York: McGraw-Hill, 2003.

Congresso de Sistemas LEAN

Filosofia *Lean* aplicada a confecções de roupa íntima

Karoline Gracia de Freitas Chinelato Alves (IFMG) – karoline_k153@hotmail.com

Kríssia Alecrim Carvalho Costa (IFMG) – krissia.acc@gmail.com

Mônica Clara Gonçalves (IFMG) – monyca2007@hotmail.com

Débora Rosa Nascimento (IFMG) – debora.nascimento@ifmg.edu.br

Resumo: O setor de confecções de roupa íntima ganhou destaque no distrito de Vargem Grande - Minas Gerais, por possuir aproximadamente quarenta fábricas deste ramo. Por tal reconhecimento, surgiu um projeto de Extensão no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares, voltado para melhorar o processo produtivo de algumas empresas da região. Foram realizadas visitas técnicas a duas empresas e através da aplicação de questionários, entrevistas e observações diretas foi possível identificar algumas falhas nos processos produtivos. Depois de feito tal diagnóstico, foi possível correlaciona-las com as sete perdas do Sistema Toyota de Produção. O projeto ainda está em andamento, mas um relatório foi elaborado, e aponta os principais erros nas fabricas de confecção de lingerie.

Palavras-chave: Confecções; Processos Produtivos; Falhas.

Abstract: The sector of intimate apparel clothing gained prominence in the district of Vargem Grande - Minas Gerais, by owning about forty factories in this line. Campus Governador Valadares, aimed to improve the production process of some companies in the region - for such recognition, an extension project at the Federal Institute of Minas Gerais emerged. Technical visits to two companies and through the use of questionnaires, interviews and observations were conducted was possible to identify some flaws in production processes. After doing such a diagnosis was possible to correlate them with the seven losses of the Toyota Production System. The project is still in progress, but a report was drawn up, and points out the main errors in the factories of making lingerie.

Keywords: Clothes; Productive Processes; Failures.

1. Introdução

O mercado vem se tornando muito mais competitivo com o passar do tempo e exige das empresas produtos com mais qualidade e diferenciais para que chamem atenção e conquistem mais clientes. Com isso a preocupação das indústrias está centrada em torno de gerar maiores lucros com menores custos, e, como consequência positiva trazer para os clientes melhores preços, tornando seus produtos mais atrativos. Porém acontecem grandes desperdícios de tempo e matéria prima nas indústrias, o que faz com que as empresas percam muito dinheiro.

A filosofia *Lean* busca a eliminação desses desperdícios através da análise do processo produtivo da empresa por meio da utilização de diversas ferramentas com o objetivo de tornar

a produção mais enxuta e com isso trazer maiores lucros para a empresa, produtos de melhor qualidade e menor custo para seus clientes.

O artigo é parte de um projeto de extensão que ainda está em andamento com conclusão prevista para Setembro de 2014, por isso foi realizado apenas o diagnóstico de como as empresas, Love Life e Karíssia Íntima, se encontram, tendo como objetivo implementar em algumas áreas problemáticas dessas fábricas os princípios *Lean*.

2. Metodologia

Para realização deste trabalho, foi realizado o levantamento bibliográfico para melhor conhecimento e entendimento da metodologia *Lean*, foram feitas reuniões em Outubro de 2013 no Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) para obter mais informações sobre o município no qual estão localizadas as empresas estudadas e para saber sobre consultorias já recebidas pelos empresários daquela região.

Foram realizadas ainda reuniões em Novembro de 2013 com os gerentes das empresas Love Life e Karícia Íntima e foram feitas visitas às fábricas para conhecimento do local, do processamento produtivo e para a realização do levantamento de dados, através de questionários, entrevistas e observações diretas. Após, foi elaborado um diagnóstico com as principais informações sobre o processo produtivo, e assim foi possível identificar as principais falhas do processo e correlaciona-las com as sete perdas do Sistema Toyota de Produção.

3. Referencial

A implementação da produção enxuta, também denominada de *lean thinking* ou pensamento enxuto nas organizações deve-se à busca pela qualidade, em que todos os aspectos da produção são direcionados para o melhor aproveitamento dos recursos e eliminação de desperdícios, com intenção de formar uma cadeia que acrescente valor ao bem ou serviço entregue ao cliente. Para Womack e Jones (1998) o pensamento enxuto é como uma nova forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, o pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, ou seja, menos esforço humano, equipamento, tempo e espaço e,

ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam (SALGADO, 2009).

Apesar da origem da filosofia *Lean* remontar aos anos 40 na indústria automobílistica do Japão, difundida como Sistema Toyota de Produção (STP), os princípios e as ferramentas desta filosofia tornaram-se tão indispensáveis quanto atuais na eliminação de desperdícios. O STP surgiu no Japão por necessidade. Hoje, numa era de lento crescimento econômico no mundo inteiro, este sistema de produção representa um conceito em administração que funciona para qualquer tipo de negócio (OHNO, 1997).

Quanto aos princípios, Womack e Jones (1996) instituíram os cinco princípios básicos da produção enxuta que acreditavam ser aplicáveis para toda a empresa:

a) Valor: capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente;

b) Fluxo de valor: atividades específicas necessárias para projetar, produzir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos dos clientes;

c) Fluxo: realização progressiva de tarefas ao longo do fluxo de valor para que um produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou retrofluxos;

d) Produção puxada: sistema de produção e instruções de entrega das atividades na qual nada é produzido pelo fornecedor sem que o cliente sinalize uma necessidade;

e) Perfeição: eliminação total de desperdício para que todas as atividades ao longo de um fluxo de valor criem valor.

A aplicação dos princípios isoladamente sem uso de ferramentas adequadas provavelmente não traria grande benefícios à empresa, que deve estar focada na eliminação dos desperdícios. Shingo (1996b) afirma que existem muitos exemplos de desperdício no local de trabalho, mas nem todo o desperdício é óbvio. Ele frequentemente aparece disfarçado de trabalho útil. Devemos enxergar abaixo da superfície para captar a essência. Para conseguir esse objetivo, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *set up*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram utilizadas de acordo com Godinho Filho e Fernandes (2004).

Sendo assim, é imprescindível que a empresa tenha como foco a eliminação de todas as perdas que permeiam o processo. Shingo (1996a) considera que os sete desperdícios são:

- ✓ Superprodução: produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário;
- ✓ Espera: longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos;
- ✓ Transporte excessivo: movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- ✓ Processos inadequados: utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;
- ✓ Inventário desnecessário: armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente;
- ✓ Movimentação desnecessária: desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens;
- ✓ Produtos defeituosos: problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega.

Os principais tipos de perdas podem estar conectados a diversos fatores que culminam na ineficácia da implementação da produção enxuta. Ademais, é necessário que os colaboradores e a própria cultura organizacional estejam alinhados com os objetivos *lean* pré-estabelecidos. Para tanto, o uso adequado de técnicas e ferramentas fundamentados no sistema de produção enxuto é aplicável nas empresas que enfrentam as perdas nos processos e operações. Costa (2007) ressalta a fundamentação teórica de técnicas e ferramentas que são direcionadas a análise ou redução de perdas nos processos produtivos. De acordo com o autor, as técnicas podem ser divididas em: Cadeia de Valor; Mapeamento do Fluxo de Valor; Troca Rápida de Ferramentas; dentre outras.

4. Apresentação da região e das empresas

Em visita técnica acompanhada por colaboradores da confecção, o grupo de pesquisa levantou algumas informações relevantes sobre a produção das fábricas Love Life Lingerie de médio porte e a micro empresa Karícia Íntima, localizadas em Vargem Grande – MG, distrito

de São João do Manteninha – MG, com uma população estimada de 5.530 habitantes segundo senso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tal localidade é reconhecida na região do leste mineiro por ser polo da confecção dos mais diversos tipos de lingerie. Segundo o proprietário da empresa Love Life, a partir da década de 90, muitas pessoas começaram a confeccionar peças íntimas e a partir disso a localidade começou a ser conhecida por tal produção. Alguns moradores tentaram produzir outros tipos de roupas, mas com o passar dos anos Vargem Grande se tornou reconhecida por tal empreendimento. Atualmente, Vargem Grande emprega aproximadamente 600 pessoas e possui aproximadamente 40 fábricas de lingerie.

Segundo levantamento na microrregião do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) situado na cidade de Aimorés – MG, os produtos fabricados em Vargem Grande atendem às classes C e D. Algumas fábricas trabalham apenas com a linha popular, enquanto outras empresas fabricam peças mais sofisticadas, de cotton, microfibra e lycra, sendo o percentual de vendas totais distribuídos da seguinte forma 65% são vendidas através de representantes em todos os estados do sudeste e no estado da Bahia, e 35% das vendas são realizadas nas lojas anexas as fábricas.

Seguindo essa linha, a empresa Love Life Lingerie, voltada para a confecção de peças íntimas, surgiu há 12 anos com o mercado voltado para as classes C e D, atualmente conta com 115 colaboradores, sendo reconhecida como uma das maiores confecções deste polo. Atualmente, a confecção sofreu uma expansão das instalações físicas e, com isso, obteve uma melhoria significativa quanto à própria organização e em relação a alguns aspectos da produção. Ao passo que, a empresa de confecções Karícia Íntima Confecções possui 11 funcionários.

4.1. Diagnóstico das empresas

Após o levantamento de dados, o grupo de pesquisa pode fazer um diagnóstico sobre o processo produtivo das empresas pesquisadas.

4.1. Diagnóstico Love Life

Segundo relato dos funcionários da empresa Love Life o estoque é considerado pequeno se levado em consideração à demanda incessante da fábrica. Segundo informações do

colaborador que acompanhou a visita técnica, diversas vezes a produção para devido à falta de matéria-prima ou falta do preparo da mesma.

A confecção está organizada em pequenas células, com média de cinco colaboradores por célula, que tem como objetivo a reprodução de um modelo de peça indicada pela gerência. Os setores da fábrica (almoxarifado, estoque, refeitório, etc.) estão identificados com placas indicadoras e estão dispostos ao redor das células produtivas.

Figura 1 – Layout Love Life

Fonte: Autoria própria (2013)

A meta estipulada para todas as células da confecção é de 65% da capacidade produtiva avaliada semanalmente pelo setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Não foram informados quais métodos ou parâmetros foram estipulados para chegar neste percentual. O modelo da confecção com maior volume de confecção é calcinha, a confecção não considera Lead Time, em contraponto, avalia a meta indicada por célula semanalmente.

O mix de produtos gira em torno de 200 peças. Contando com calcinhas, sutiã, pijamas, etc. A cada nova peça produzida – ou modificada com pequena alteração - é incluído um novo tipo de peça/código no sistema informatizado da confecção.

O controle de qualidade é feito durante o processamento da peça ainda na célula de origem, sendo observados parâmetros como a presença de linhas soltas, a qualidade do

acabamento ou ainda qualquer inconformidade com o modelo padrão. Há também uma supervisão da qualidade no momento de etiquetação.

A manutenção das máquinas é feita de modo corretivo, com identificação do erro através de luz vermelha sobre o maquinário; dois mecânicos estão à disposição para correção do problema.

Há treinamento para novos colaboradores que é feito na própria célula; e existe um estoque de produtos alto parado durante o processamento. Um sistema informatizado está em fase de implementação, e por isso ainda gera dúvidas. As sobras de tecido são doadas para terceiros e não há ginástica laboral nas instalações.

4.2. Diagnóstico Karícia Íntima

A empresa de confecções Karícia Íntima funciona com o layout por célula, sendo ao total de sete células, conforme o processo: corte, acabamento, inspeção de qualidade e costura. O carro chefe de produção é o sutiã e a calcinha reforçados.

Figura 2 – Layout Karícia Íntima

Fonte: Autoria própria (2013)

Segundo relatos dos funcionários da empresa, em relação à matéria prima existente na fábrica, o estoque é pequeno; o tempo de processamento dos produtos é médio. O estoque e o tempo de entrega de produtos acabados são grandes.

Figura 3 – Estoque de matéria-prima

Fonte: Autoria própria (2013)

Ainda segundo relatos foi estipulado um número de 435 peças ao dia, totalizando 100% dos funcionários trabalhando. Para estipular a quantidade a ser produzida eles utilizam um *software* chamado Elpron e um período de programação da produção para 15 dias de produção. O controle de estoque não é baseado nas vendas, e a produção é feita segundo os pedidos e a confecção é feita por cor da peça.

Figura 4 – Meta diária

Fonte: Autoria própria (2013)

Não há definido o sistema de qualidade em cada etapa da produção, um produto defeituoso volta para a linha de produção e a maioria dos defeitos são na embalagem. Os funcionários não possuem ginástica laboral, e os acidentes que acontecem os afastam por no máximo um ou dois dias.

A manutenção das máquinas é somente através de ajustes, e a maior quantidade de pedidos é no mês de Setembro, onde os pedidos são encerrados e só retomam no próximo ano.

5. Análises

Após analise das informações levantadas no diagnostico, foi possível evidenciar e identificar algumas áreas problemáticas que apresentam algumas das sete perdas apresentadas pelo Sistema Toyota de Produção.

Na empresa Love Life, foi possível identificar as perdas por espera e por estoque e superprodução, devido às diversas vezes que a produção para devido à falta de matéria-prima ou falta do preparo da mesma e existir um alto estoque de produtos parado durante o processamento.

Em relação à falta de matéria-prima, a localização da fábrica é de difícil acesso para os fornecedores, a distancia entre eles é grande, sendo que os maiores fornecedores estão nos estados do sul do país.

No controle de qualidade das peças há uma pequena perda por produtos defeituosos, pois até no momento da etiquetação existe a verificação de peças fora do padrão estabelecido, fazendo com que seja acumulado mais tempo no processamento total das peças e também o encarregado de etiquetação acaba fazendo serviços além do que foi estabelecido para ele.

É possível identificar também uma perda no próprio processamento no momento em que ocorre alguma falha no equipamento, pois a empresa faz somente a manutenção corretiva, e não a preventiva. Desse modo a produção da célula cai, decorrendo em um desperdício do tempo.

Já na fábrica Karícia Íntima, podem-se identificar as perdas por transporte e estoque, como mencionado pelos funcionários, existe um alto estoque de produtos acabados e o tempo de entrega dos mesmos é alto.

Não há definido o processo de qualidade dentro de cada etapa de confecção das peças, ocorrendo uma perda por fabricação de produtos defeituosos, que só são analisados no final do processamento e quando defeituosos voltam para a linha de produção, fazendo com que seja despendido mais tempo no lead time produtivo.

E outra perda que poderia ser eliminada sem afetar o processo produtivo, é a por processamento, onde deveria ser feita a manutenção preventiva do maquinário e não somente a corretiva, que é aplicada atualmente.

5. Conclusão

A competição entre as empresas no mercado está cada vez mais acirrada, fazendo com que as mesmas busquem táticas para se afirmar como sendo melhor que a sua concorrente. Mas, atualmente, para se destacar é necessário possuir diferenciais que chamem a atenção do público. Uma produção enxuta traz para as empresas inúmeros benefícios para as empresas e a colocam em condições de vencer a concorrência com as demais existentes no mercado.

Como visto nas empresas Love Life e Karíssia Íntima que são o foco de trabalho para esse artigo, algumas áreas problemáticas surgem no processamento produtivo da empresa, podendo correlacioná-las com as perdas do Sistema Toyota de Produção.

Logo, a utilização dos princípios *Lean* é importante para a organização, pois através da implementação de conceitos dessa filosofia, a empresa tem menos desperdícios de materiais, de tempo e com isso pode reduzir custos, aumentar a qualidade de seus produtos, e, consequentemente, aumentar os seus lucros.

REFERÊNCIAS

COSTA, Manfred. **Beneficiamento de pedras preciosas no Vale do Taquari: diagnóstico e modelo para análise e redução de perdas nos processo produtivos.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

GODINHO FILHO, Moacir; FERNANDES, Flavio César Faria. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão e Produção**, v. 11, n. 1, p. 1-19, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=316257&search=minas-gerais|sao-joao-do-manteninha> Acesso em: 6 jan 2014.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SALGADO, Eduardo Gomes et al. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. Gestão e Produção**, v. 16, n. 3, p. 344-356, 2009.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre, Bookman, 1996a.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Produção com Estoque Zero:** O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre, Bookman, 1996b.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Lean thinking**: Banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Estudo de caso para aplicação da filosofia LEAN em uma fábrica de móveis planejados

Romulo Rigoni (UFRGS) – romulofgr@bol.com.br

Marcelo Furlanetto Grafulha (instituição) – marcelo.grafulha@gmail.com

Rodrigo Godoy da Silva (instituição) – rodrigo.godoy@ufrgs.br

Resumo: O presente artigo objetiva realizar um estudo de caso na Interiore, fábrica de móveis planejados. A fábrica adota alguns conceitos e práticas lean. Faremos uma análise dos seus processos com enfoque ao estoque, gestão visual e processamento. Verificaremos a partir das visitas feitas ao chão de fábrica, relatados aqui, se existe a busca pela redução dos sete desperdícios (OHNO, 1997), esperas, processamento inadequado; estoque desnecessário; e movimentos desnecessários. Este trabalho é baseado nos conceitos e técnicas de produção enxuta apresentado no referencial teórico deste artigo.

Palavras-chave: Lean, Fabricação de móveis, Estudo de caso, Móveis planejados.

Abstract: The present article makes a case study on the company Interiore, personalized furniture factory. This factory is trying to adopt some lean production concepts on its work environment. We will analyze some of the process of that factory focused on inventory, visual management and process. Based on trips to the workplace, we will verify if there is a real pursuit on waste elimination (OHNO, 1997) on matters of waiting, over processing, inventory and motion. The present work relies on concepts and techniques of lean manufacturing presented on the theoretical part of this paper.

Keywords: Lean manufacturing system, Furniture industry, Case study, Personalized furniture.

1. Introdução

O Sistema Toyota de Produção (STP), também denominado de "Produção Enxuta" (Lean Manufacturing), após aplicação no setor automobilístico e metal-mecânico, tem despertado o interesse da indústria moveleira, diante da necessidade da redução de custos e do aumento de ganhos de produtividades para que estas empresas possam se manter no mercado ou garantir sua lucratividade (MORCHEL, COSTA, REIS, & MATOS, 2011).

O objetivo deste artigo é apresentar a fundamentação teórica para comparação a uma realidade prática em um ambiente de trabalho estudado no estudo de caso. No final, apresentaremos nossas conclusões.

2. Referencial Teórico

2.1. Conceitos da produção enxuta

O sistema toyota de produção também chamado de produção enxuta, em inglês, lean manufacturing, que tem por objetivo minimizar as causas de desperdícios no processo fabril. De acordo com (OHNO, 1997) o objetivo principal do Sistema Toyota de Produção (STP) é aumentar a produtividade através da eliminação do desperdício, sendo que analisando-se os sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno, engenheiro de produção da Toyota é possível identificar dentro do processo onde corre cada desperdício, e a partir daí, buscar a implantação de melhorias visando o aumento da eficiência das operações e de todo o processo, podendo-se assim, atender ao princípio da redução de custos. Para Ohno (1997), os sete desperdícios que devem ser eliminados são: 1. Superprodução: em quantidade além do necessário ou antecipada; 2. Esperas (tempo disponível): materiais ou informações esperando para serem processados para a próxima etapa; 3. Transporte: movimentação desnecessária de materiais ou informações; 4. Processamento inadequado: máquinas usadas de modo inadequado; 5. Estoque desnecessário: evite estoques intermediários ou "pulmões", que utilizam capital e espaço, gerando dificuldades de controle; 6. Defeitos: refugos e retrabalho de produtos e serviços; 7. Movimentos desnecessários: ergonomia no local de trabalho.

Entre as ferramentas lean em que focaremos, visando o estudo de caso da fábrica de móveis está também o gerenciamento visual, que está dentro dos 5S. Os 5S, desenvolvidos por Hiroyuki Hirano, tem relação direta com a erradicação dos desperdícios, muda, em japonês. Também é utilizado como ferramenta para evidenciar os problemas de forma que se tornem mais aparentes (GRABAN, 2013). Os principais benefícios da metodologia 5S são (PETERSON, 1998):

- ✓ Maior produtividade pela redução da perda de tempo procurando por objetos. Só ficam no ambiente os objetos necessários e ao alcance da mão;
- ✓ Redução de despesas e melhor aproveitamento de materiais. A acumulação excessiva de materiais tende à degeneração;
- ✓ Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
- ✓ Menos acidentes do trabalho;
- ✓ Maior satisfação das pessoas com o trabalho.

Por fim, resta apresentar a última ferramenta lean a ser explorada no trabalho: O kanban. Kanban é uma palavra de origem japonesa que significa literalmente registro ou placa

visível. O kanban permite agilizar a entrega e a produção de peças. Os kanbans físicos (cartões ou caixas) podem ser kanbans de Produção ou kanbans de Movimentação e transitam entre os locais de armazenagem e produção substituindo formulários e outras formas de solicitar peças, permitindo enfim que a produção se realize Just in time - JIT. O sistema kanban é uma das variantes mais conhecidas do JIT. (REIS, 2008).

2.2. Vantagens

De acordo com (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 1997) são cinco os objetivos de desempenho: 1) a qualidade, que é o oferecimento dos melhores produtos e serviços ao consumidor; 2) a rapidez, que objetiva diminuir ao máximo o tempo de atendimento dos pedidos; 3) a confiabilidade, que é manter o compromisso de entrega do produto ao consumidor; 4) a flexibilidade, modificando as atividades de produção perante acontecimentos inesperados; e, 5) o custo, oferecendo o produto no menor preço praticável. Possuir eficácia operacional é a forma mais concreta de se garantir a sobrevivência competitiva a longo prazo da empresa (MORCHEL, COSTA, REIS, & MATOS, 2011). Avaliamos ser totalmente coerente e vantajosa a adoção das ferramentas lean na empresa estudada.

3. Estudo de caso

3.1. Instituição

A Interiore foi fundada em 1993 pelos arquitetos Flavio Goulart de Oliveira e Daisy Maria Araújo da Silva com o desejo de valorizar a marcenaria. Foi feito investimento em cursos de especialização, treinamento da equipe, visitas frequentes as diversas feiras. Os proprietários também investiram em estudo e pesquisa para oferecer inovações e surpreender o consumidor pelo atendimento.

3.2. Espaço e estruturação

A empresa conta com uma equipe de:

- ✓ Donos, arquitetos e administradores: Flávio Goulart e Daisy Silva;
- ✓ Funcionários administrativos, designers e gerente de produção (8 colaboradores);
- ✓ Operadores e montadores (17 colaboradores).

Trabalhando de segunda à sexta com turnos das 07h40min às 12h15min e das 13h30min às 17h45min, além do turno matinal no sábado. A planta possui uma área de 15x40m, resultando em 600 m^2.

3.3. Fluxo de informação

O início dos processos se dá na elaboração do projeto do cliente. Este pode ter sido feito por um arquiteto não relacionado com a empresa, ou pode estar incluso nos serviços da empresa, dependendo da escolha do cliente.

Há um grande uso de simbologia e codificação em toda a informação a ser usada: Detalhes de ângulos e encaixes são dados por símbolos, enquanto a divisão de peças comuns, peças do ambiente e projetos são representados, respectivamente, por acrônimos (FUN=fundo, PRA=prateleira, DIH=divisória horizontal, etc.), Letras maiúsculas (A, B, C, etc.) por números seguidos do nome do cliente (10128 – Octaviano Busnello). Outras informações, como o ambiente e a semana de operação são escritas, resumidamente, por extenso ao invés de símbo-los, devido à variação e inviabilidade de se representar a variedade de informações.

Semanalmente, no início do turno da manhã de segunda-feira, há uma reunião entre os operadores e o gerente de produção. Além de se discutir sugestões e assuntos gerais de interesse, se repassa a ordem de produção da semana. Os 17 operadores, que, em geral, possuem um posto fixo dentro dos processos, recebem a informação das peças de determinado ambiente que devem produzir, dividido em cada dia da semana, que atua como prazo. Também há uma meta semanal. A divisão do trabalho semanal é embasada na quantidade de peças a se fabricar com o prazo de entrega do projeto. O operador também recebe as folhas do projeto referentes ao seu trabalho, contendo suas instruções específicas.

Para se mapear a etapa em que cada peça de cada projeto se encontra, utiliza-se um quadro dividido em espaços para cada processo da fábrica. Dentro dos espaços referentes, há pequenos cartões com a identificação necessária (peça, cliente, ambiente, módulo, dimensões, etc.) de cada peça atualmente naquele estágio. Quando uma peça é encaminhada para o processo seguinte, o operador move o cartão para a área referente à próxima etapa, ou à área indicadora de que está na espera para o próximo processo.

3.4. Fluxo de material e operadores

Em geral, os operadores possuem posições fixas, mas há eventualmente rotatividade, a fim de se evitar paradas na produção pela ausência de funcionários capacitados.

3.5. Corte

O operador retira a chapa de MDF do pallet próximo à mesa de corte. Transporta a placa até a mesa de corte e os realiza com uma serra fixa, de acordo com as medições repassadas a ele pela programação. Conforme a madeira desnecessária é removida, atira os pedaços no lixo a sua direita, categorizado por tamanho. As chapas cortadas são etiquetadas com as informações de identificação (cliente, projeto, ambiente, módulo, dimensões, tipo de peça) e depositadas nos carrinhos para locomoção interna.

Os carrinhos possuem bandeiras coloridas, que identificam as 6 famílias, indicando qual o caminho que fará pela fábrica. Depois de depositadas as chapas, o carrinho é virado para o lado do próximo processo, de modo que o próximo operador esteja ciente da sua disponibilidade.

Após encaminhar as peças, funcionário move-se ao quadro de acompanhamento e o atualiza. A etapa conta com dois operadores, com um deles executando também outros serviços, tais como: prensando placas de peças especiais.

3.6. Laminação

Uma vez tendo o carrinho com chapas cortadas, o operador aproxima-o à máquina de laminação, insere uma chapa e aciona a máquina. Após o término, move-a par a mesa de lixação, e confere se a laminação das bordas está adequada. Após o término das atividades, coloca as chapas laminadas no carrinho, que é colocado entre a mesa de lixação e a máquina de usinagem. Após, atualiza-se o quadro de acompanhamento e prossegue com as próximas peças pendentes. A Interiore tem como padrão trabalhar com móveis brancos, que ao longo dos 20 anos de fabricação foram os mais requisitados, e próprios, por eliminar grande necessidade de iluminação interna. Portanto, quase sempre os rolos de lâmina utilizados são brancos, cuja quantidade o operador conferir e julgar se há o suficiente para o período. Caso contrário, deve buscar no almoxarifado um novo rolo. Idem acontece para um caso especial de laminação em outro padrão. Também pode conferir o tipo da laminação requerido no projeto pelo quadro com padrões à frente da mesa.

Há dois operadores para a tarefa, comumente alternando entre laminação e lixação.

3.7. Usinagem

O operador move o carrinho próximo para colocar as chapas na máquina de usinagem (CNC). Após a inserção, programa o furo, corte, ou rebaixamento a ser feito na máquina. Após realizar tudo o que foi requerido na peça, move-a para o carrinho e posiciona-o na área de espera para pré-montagem. Após, atualiza o quadro de acompanhamento. Há dois funcionários capacitados para a utilização da CNC, para o caso de um estar ausente. O operador não encarregado da CNC no dia estará encarregado de atuar na pré-montagem, ou laminação, dependendo da urgência de cada processo.

3.8. Pré-montagem

Há uma grande preocupação com a qualidade final do móvel e com o tempo de execução de montagem definitiva no local de entrega, por isso há o processo de pré-montagem, para que se identifique possíveis erros, assim como maior familiaridade com o móvel, assim agilizando a execução futura.

Os operadores recolhem os carrinhos com chapas usinadas e os posicionam próximos à sua área de atuação, para montar o móvel conforme as peças próximas podem se encaixar. A atividade requer uma coleção de ferragens para o trabalho, como dobradiças, trilhos e parafusos, assim como uma variedade de ferramentas. Os dois primeiros, como são específicos para o projeto, se localizam no almoxarifado. Um funcionário administrativo separa previamente os modelos necessários para execução, separando-os em kits categorizados. O operador está em posse do kit ao início do turno, pois pega o kit ao conferir o sua ordem de produção e já está ciente da sua necessidade. Nas paredes da área de execução há pequenos carrinhos-bancadas, contendo as ferramentas básicas do marceneiro, além de um grande estoque de parafusos de vários tipos.

Após o término da etapa, a equipe desmonta o móvel e encaminha as peças para retrabalho, caso sejam apontados erros, ou as posicionam próximas à mesa de pintura e lixação. Atualizam, por fim, o quadro de acompanhamento.

Como há sempre funcionários executando este serviço de pré-montagem enquanto outros executam a montagem definitiva no local de requisição do cliente, há cerca de 8

pessoas designadas para a tarefa, atuando sozinhas ou em grupos de 3 a 4 pessoas, dependendo do tamanho do móvel.

3.9. Pintura

Os responsáveis recolhem as placas deixadas próximas às mesas e as lixam. Os pintores conferem nas instruções do projeto quais os lados com necessidade de pintura. Há uma cabine fechada específica para este trabalho, para evitar dispersão de cheiro e tinta. Uma sala separada da cabine é reservada para a secagem, imediatamente após a atividade anterior.

Após a secagem, as peças pintadas são depositadas próximas às mesas de lixação, para serem embaladas. Há 3 funcionários responsáveis pelo processo. Um deles atualiza o mapa de acompanhamento ao fim da atividade.

3.10. Montagem

A equipe responsável pela montagem definitiva de um móvel é a mesma que executou a sua pré-montagem para ganhar familiaridade e agilidade na execução. Os funcionários são responsáveis por embalar as peças pintadas próximas à cabine de pintura e levá-las à área de expedição. Atualizam o quadro de acompanhamento.

Quando o cliente autorizar a montagem definitiva do ambiente, os funcionários carregam as peças para dentro do caminhão e partem para a localidade.

3.11. Estoques e almoxarifado

Analisaram-se os estoques de material dividindo-os em 3 categorias básicas:

a) Placas de MDF/MDP: As placas são estocadas no pallet próximo à entrada da fábrica, para agilizar o serviço de descarregamento do caminhão do fornecedor. São depositada uma em cima da outra, horizontalmente. Há uma seção lateral para empilhamento em pé, designando placas diferentes usadas para projetos com requisição diferente do padrão. O controle é feito por um quadro ao lado do pallet (na imagem, na mesma parede da seção com estocagem de placas em pé), com cartão branco/vermelho em cada lado. Os operadores que retiram as placas (responsáveis pelo corte) devem conferir seu nível mínimo, indicado no mesmo quadro. Caso a compra seja necessária, o cartão referente à placa deve ser virado para o lado vermelho. O quadro é visível da

sala de administração, de modo que um funcionário esteja ciente da necessidade de compra. O quadro também informa as quantidades a serem compradas;

b) Ferragens e materiais diversos: Há diversos modelos para trilhos, dobradiças e dispositivos metálicos, cuja utilização varia com o projeto e necessidade do cliente. São armazenados dentro do almoxarifado em pequenas prateleiras, e não possuem um controle sistêmico de níveis mínimos e máximos. Idem vale para materiais diversos de uso geral, como cola e o revestimento de embalagem. O almoxarifado é mantido trancado, com a chave permanecendo na sala de administração e design. Há duas portas laterais possibilitando a retirada de alguns materiais. Uma contendo somente rolos de lâmina, que é mantida sem chave. Outra possuindo chave, que possibilita a retirada dos kits de ferragens dos projetos. Todo o funcionário que retirar material do almoxarifado deve escrever numa tabela à porta o que foi retirado, por quem e quando;
c) Materiais de uso constante: Basicamente parafusos e assemelhados. Cada operador responsável por pré-montagem possui em seu carrinho- bancada potes com parafusos, separados por tamanho. O próprio operador é responsável por regular o nível de seu estoque. Há uma grande quantidade destes no almoxarifado, e não tem uso controlado por ser material de baixo custo e muito uso.

3.12. Manutenção e limpeza

Por trabalhar com madeira, a serragem pode facilmente se acumular, especialmente as áreas de corte, laminação e usinagem. Os funcionários estão encarregados de manter o ambiente limpo, usando algum tempo entre atividades para recolher a serragem quando a serragem se acumular. A seção da fábrica que engloba estes 3 processos depende de máquinas, que podem estragar caso poeira de serragem penetre nos circuitos internos, de modo que a direção seja exigente com a limpeza do ambiente.

A máquina de usinagem é mais complexa e possui necessidade de calibração, inserção de óleo e ajuste das brocas periódico. O funcionário deve, assim, como os outros, mantê-la sempre limpa. A própria máquina indica, a cada número fixo de usos, a necessidade de inserção de óleo, feita pelo operador, assim como o ajuste das brocas.

Há um armário lateral com as ferramentas e óleo necessários para a manutenção, cujos estoques ficam a critério do funcionário. As áreas de pré-montagem e pintura costumam produzir menos resíduos e não fazem uso de máquinas mais delicadas, então a limpeza é menos necessária e frequente neste lado. Todos os operadores tem a obrigação de fazer uma limpeza geral e organização ao final do dia de trabalho.

3.13. Quadros e tempo

A fábrica conta com uma série de quadros simples contendo informações atualizadas pelos operadores ou pelos funcionários administrativos. Além do quadro de acompanhamento e do quadro de requisição de placas, há ainda:

a) Quadro de oportunidades: Situado nas paredes da área de marcenaria/pré-montagem, possui áreas referentes a problemas encontrados, como falta de informação, dimensionamento errado, danificação, entre outros;
b) Quadro de prazos, tempos e histórico resumido: Apresenta, em números e resumidamente, as quantidades de peças prontas por tempo, os totais de peças, tempos de execução e um resumo dos erros ocorridos nos processos, categorizados. As informações são separadas por dia do mês, horizontalmente, localizado, junto ao pallet, ao lado do quadro de acompanhamento e de controle de estoque das placas;
c) Tabela de tempos: É o método utilizado para medição de tempos, e, consequentemente, estimar prazos de produção. Há, próximos de seus pontos de trabalho, suportes nas paredes contendo várias cópias da planilha. O operador preenche a hora de início de uma atividade, o projeto em que estava trabalhando, e marca com um X o que, mais precisamente, estava fazendo. Ao final do dia deposita no recipiente apropriado ao lado da sala de administração e design. O grau de detalhamento fica a critério do operador.

4. Proposição de Melhorias

4.1. Implantação da gestão visual no estoque de placas de MDF

Substituição do quadro indicativo de reposição de estoque por sinalizadores visuais:

Figura 1 – Gestão visual

Fonte: Interiore/Autores (2013)

Resultado:

- ✓ Economia de tempo, eliminando a tarefa de atualização do status de compra de cada tipo de placa de MDF;
- ✓ Evita erros de contagem do estoque;
- ✓ Evita erros de falta de atualização do quadro;
- ✓ Economiza tempo na conferência do status para disparo da ordem de compra.

4.2. Implantação de kanban de abastecimento

Uso de kanban de abastecimento para os equipamentos que utilizam insumos comuns a mais de uma peça (Ex.: Laminadora, Lixadeira, Pintura, Etc.):

Figura 2 – Flow racks de abastecimento

Fonte: Internet

Resultado: A utilização de flow racks de abastecimento com retorno possibilita a remoção do estoque no local.

Funcionamento:

- ✓ No início do dia, os flow racks devem ser abastecidos na parte inferior com duas caixas de cada insumo (lâminas de cada cor, lata de cola, lixas, etc.);
- ✓ Quando uma das caixas é esvaziada, o operador deve colocar a caixa vazia na parte superior para sinalizar a reposição do material;
- ✓ Em um determinado momento do dia (a ser definido conforme a necessidade), o responsável pelo abastecimento recolhe as caixas vazias, leva ao Almoxarifado e reabastece-as com os insumos descritos nas caixas e retorna ao local (ou locais) e coloca novamente as caixas na parte inferior, atrás da que está em uso.

4.3. Implantação de flow racks de armazenamento

Implantação de flow racks de armazenamento, com o sistema de reposição simples por duas caixas no almoxarifado.

Figura 3 – Flow racks de armazenamento

Fonte: Internet

Resultado: Economia de tempo, de espaço e ganho na organização, revelando se há estoque em demasia (desperdício).

Funcionamento:

- ✓ São definidas duas caixas para cada material no estoque, com quantidades calculadas de modo que cada caixa dure tempo suficiente entre o disparo da ordem de compra e a chegada do material no almoxarifado. Pode-se utilizar três caixas, sendo que uma delas é o estoque pulmão e/ou segurança;
- ✓ Quando uma das caixas esvazia, dispara-se a ordem de compra do material e quantidade descrita na caixa;
- ✓ Ao chegar o material, é reposta na caixa vazia e a mesma vai para o final da fila.

4.4. Implantação de flow racks para os kits de pré-montagem

Figura 4 – Flow racks para kits de pré-montagem

Fonte: Internet

Resultado: Economia de tempo e de estoques extra nas caixas de ferramentas.

Funcionamento:

- ✓ O flow rack fica na saída do almoxarifado (espécie de expedição de kits);
- ✓ Toda vez que for iniciada a pré-montagem de um móvel, é montado um kit com todas as peças que serão utilizadas, dentro do Almoxarifado, dentro de uma caixa,

identificadas com as informações do móvel (código do projeto, nome do móvel, nome do cliente, etc.);

- ✓ No término da pré-montagem, a caixa vazia é colocada na parte superior do flow rack, que volta para dentro do almoxarifado;
- ✓ O móvel é desmontado e todas as peças são embaladas;
- ✓ As embalagens são levadas para a área da expedição, onde seguirá para o local de montagem em definitivo (a casa do cliente).

4.5. Medição de tempos dos processos menos voláteis

- ✓ Utilização de cronômetro para medição dos processos de tempos de laminação e pintura;
- ✓ Detalhar a faixa de tempo em pequenas e micro atividades;
- ✓ Incluir a produção real do processo (metros laminados, e metros quadrados pintados).

Resultado: Informações mais precisas sobre a produtividade, abrindo oportunidade para melhorias na programação e em nível de chão de fábrica. Evidencia pequenos desperdícios. As informações reais sobre a produtividade revelariam se há, de fato, necessidade de terceirização de alguns serviços, como ocorre ocasionalmente em períodos mais tumultuados.

4.6. Comentários

Devido ao fato de se tratar de produtos fabricados exclusivamente sob encomenda, o fluxo de materiais e informação sofre grandes variações e ocorre em baixos volumes. A utilização de ferramentas lean necessitaria de alguns ajustes para que representassem fielmente a situação da fábrica e, portanto, fornecesse dados confiáveis para detecção de problemas.

Assim sendo, o grupo de análise optou por se abster de uma abordagem voltada para dados numéricos, pois para se obter informações confiáveis e representativas exigiria um estudo mais complexo e longo do que o que se é viável. Focou-se em detecção de problemas

mais latentes, sugerindo eliminação de desperdícios mais aparentes para uma análise qualitativa.

5. Considerações Finais

Durante as visitas foi observado que os funcionários da empresa possuem treinamento a respeito dos princípios lean, mas não apreendem suas técnicas para melhoria do processo e eliminação de desperdício.

Foram encontradas dificuldades a respeito da aplicação dos princípios lean no caso específico de uma fábrica de móveis personalizado. A empresa Interiore possui volume de produção variável, uma grande diversidade de projetos e cada um destes envolve um ritmo de produção.

Para início de qualquer modificação nas práticas de gestão de estoques, é necessário implementar os programas que possuem modificações mais simplificadas inicialmente, ou seja, que façam uma mudança de cultura em toda a empresa, porém de forma sutil e que possa ser bem percebida pelos funcionários.

Tendo o programa obtido êxito, pode-se partir para a implantação de outros sistemas e programas de qualidade, que exijam mudanças mais profundas de todo o sistema da empresa.

Pode se afirmar, que há um grande interesse por parte da empresa em adquirir conhecimentos que a torne mais eficiente e mais competitiva.

REFERÊNCIAS

GRABAN, M. (2013). **Hospitais Lean: melhorando a qualidade , a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários.** Porto Alegre: Bookman.

MORCHEL, E., COSTA, L., REIS, D., & MATOS, E. (2011). **Sistema Toyota de Produção: aplicação na Indústria de Móveis.**

OHNO, T. (1997). **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman.

PETERSON, J. &. (1998). **O Guia de Bolso do 5S.** Productivity Press.

REIS, R. L. (2008). **Manual da gestão de stocks: teoria e prática.**

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. (1997). **Administração da Produção.**

Uma abordagem teórica a respeito da influência da Produção Enxuta nas condições de trabalho

Rodrigo Salvador (UTFPR) – salvador.rodrigors@gmail.com

Lidiana Zocche (UFRGS) – lidianazocche@gmail.com

Antonio Carlos de Francisco (UTFPR) – acfrancisco@utfpr.edu.br

Resumo: O desenvolvimento tecnológico e a real necessidade de adaptação ao mercado influenciam nas características e mudanças dos modos de produção. Um sistema de produção surgido por volta de 1940, em uma indústria automobilística visava "enxugar" a produção, reduzindo desperdícios e otimizando processos, ficando conhecido como "Produção Enxuta". Observa-se, contudo, que mudanças nos modos de produção influenciam não somente propriedades materiais dos processos, mas também características do trabalho humano. Portanto, este estudo objetiva apresentar, através do levantamento de um referencial teórico a respeito de Produção Enxuta e da Influência da Produção Enxuta nas condições de trabalho, breve conceito e histórico da Produção Enxuta e discutir, por meio de dados da literatura, a influência deste modo produção nas condições de trabalho. Pode-se observar que há resultados positivos e negativos, destacando-se a percepção pelos trabalhadores de participação mais atuante na fiscalização da eficiência da produção, tendo maior responsabilidade, reconhecimento e satisfação no trabalho.

Palavras-chave: Produção enxuta; Condições de trabalho; Sistemas de Produção.

Abstract: Technological development and the real need to adapt to market changes influence the characteristics and production methods. A production system emerged around 1940, in an automobile industry aimed "lean" the production, reducing waste and optimizing processes, and this became known as "Lean Production". However it was observed that changes in production methods alter not only the processe's material properties, but also have influence on the characteristics of human labor. Therefore, this work aims to show through a theoretical survey about Lean Production and Lean Production Influence on working conditions, a brief history and conceptualization of Lean Production, and discuss through the literature data, the production mode influence in working conditions. It can be observed that there are positive and negative results, highlighting the worker's perception of their more active participation in monitoring the efficiency of production, having increased responsibility, recognition and satisfaction work.

Keywords: Lean production; Work conditions; Production Systems.

1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico, que data de anos, renova cada vez mais e mais rapidamente seu perfil, o que molda cada vez de uma forma diferente o comportamento humano frente ao que ele mesmo cria e desenvolve.

Os modos de produção, derivados do desenvolvimento tecnológico, atuam de forma a parear com as tendências do mercado e as características necessárias à permanência da organização nele, como afirmam Calligaris e Torkomian (2003).

Na década de 1940, uma empresa japonesa, mais precisamente a Toyota Motors, começou a diferenciar seu modo de produção, destoando do sistema na época praticado, onde fazia-se uso dos princípios ditados pelo Fordismo e pelo Taylorismo, modos de produção que pregavam a padronização e produção em massa (KOUKOULAKI, 2014).

Mesmo com a economia no setor automobilístico enfrentando problemas, devido à crise do petróleo, nos anos 1960, a Toyota, com esta nova maneira de gerenciar a produção não era equivalentemente afetada em relação às práticas exercidas pelas outras organizações da época, o que despertou a curiosidade não só das organizações que a rodeavam, mas em um contexto mundial (DOMBROWSKI, MIELKE e ENGEL, 2012).

Este novo modo de produção, diferentemente, fazia uso da variedade, além da eliminação das etapas que não agregavam "valor" ao produto e de evitar o excesso, seja no uso de insumos, consequentemente reduzindo a produção de rejeitos, ou no tamanho dos estoques (HORNG e COCHRAN, 2001). Dadas as características atreladas a esta nova forma de gerir, onde se procurava fazer "mais com menos", a mesma ficou conhecida como "Produção Enxuta".

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar, através do levantamento de um referencial teórico a respeito de Produção Enxuta e da Influência da Produção Enxuta nas condições de trabalho, um breve conceito e histórico da Produção Enxuta e discutir, por meio de dados da literatura, a influência deste modo produção nas condições de trabalho.

Para tanto, a seguir é apresentado o papel da presente discussão (2), o porquê da necessidade do entendimento do assunto aqui tratado. Em seguida, é abordada a metodologia (3) adotada neste trabalho. Na sequência são apresentados um breve histórico e conceitos a respeito de Produção Enxuta (4) e uma discussão a respeito da influência da Produção Enxuta nas condições de trabalho (5). Finalmente são traçadas as Considerações Finais (6) acerca deste estudo e expostas as referências utilizadas.

2. Justificativa

O sucesso de uma organização, na produção de bens, pela ótica de Amasaka (2007), está na definição de estratégias que possibilitem uma produção de qualidade e tenha tempo de *start-up* simultâneo ao recebimento das informações de demanda.

Para que estas características sejam alcançadas e, consequentemente a prosperidade do negócio, ainda segundo Amasaka (2007), a gestão da organização e os modos de produção devem se adequar ao panorama contemporâneo, do ponto de vista sustentável (econômica, ambiental e socialmente), buscando a adoção de medidas que possibilitem tais ganhos.

A introdução de qualquer nova informação no âmbito organizacional provoca mudanças, quer seja no aspecto físico ou nas relações de trabalho. Neste caso as mudanças podem ser percebidas pelos trabalhadores e têm influência no modo de ação dos mesmos, contudo é necessário avaliar a natureza destas mudanças e analisar as consequências resultantes.

É necessário, portanto, que se saiba melhores maneiras de como realizar a implementação de um novo modo de produção na organização e as possíveis consequências desta mudança para o ambiente, tanto tangível como intangivelmente. Para que, assim, seja possível mensurar o alcance destas consequências na cadeia e planejar adequadamente ações de melhoria e atenuação de incoerências no processo de produção e nas relações de trabalho.

3. Metodologia

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho é uma pesquisa bibliográfica, documental, qualitativa, realizada em bases nacionais e internacionais, bem como em anais de eventos, abordando os conceitos referentes à Produção Enxuta e a Influência da Produção Enxuta nas Condições de Trabalho. Tais informações servem como base para uma discussão, em uma abordagem exploratória e qualitativa, a respeito das consequências da implementação deste modo de produção nas organizações.

4. Produção Enxuta

Esta nova forma de produção teve sua origem nos anos de 1940 no Japão, baseando-se na Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* (TQM)) e nos princípios do *Just-in-Time* (JIT). Mesmo sendo praticado desde esta década pela empresa automobilística Toyota, este novo sistema de produção, mais flexível e que veio se contrapor às ideias e aos

princípios da produção tanto pregados pelos até então aplicados Taylorismo e Fordismo, tal processo só começou realmente a chamar atenção a partir da crise do petróleo em meados da década de 1970 em meio ao duro panorama do mercado de combustíveis e indústrias automobilísticas. (GIRARDI et al, 2006; FONSECA, BEZERRA e FARIAS FILHO, 2006).

A solidez da Toyota e seu processo produtivo, mostrando resultados positivos mesmo em meio à condição desfavorável da época, que no momento levava inúmeras empresas à falência, despertou o interesse de organizações desde o próprio oriente até mesmo do ocidente, sugerindo a mudança do modo de gerenciamento e adequação à nova realidade do mercado. (GIRARDI et al, 2006).

O Lean Institute Brasil, segundo Lucresia Júnior et al (2006), define esta forma de pensamento enxuto como um processo ótimo onde se busca fazer "cada vez mais com cada vez menos" minimizando as perdas e a geração de rejeitos e, em sintonia com a demanda, fornecer a quantidade necessária no tempo necessário, diminuindo estoques e excedentes.

Como abordado por Fonseca, Bezerra e Farias Filho (2006) e Girardi et al (2006), a Produção Enxuta tem como principal objetivo eliminar os desperdícios, resultando na redução de custos, de tal modo que o produto destas ações venha, além desta redução, aumentar o nível de confiabilidade da produção e elevar a satisfação no trabalho, bem como proporcionar atendimento rápido e confiável aos clientes e aumento da qualidade dos produtos.

Além do mais, percebe-se melhora global da eficiência do processo por meio do uso de ações que resultam em melhoria contínua e eliminação das atividades que não contribuem para a geração de valor.

A discrepância que pode ser observada entre Taylorismo e Fordismo e a Produção enxuta, como observado por Fonseca, Bezerra e Farias Filho (2006), é que os dois primeiros são baseados na produção em massa, buscando a minimização dos custos em cada subparte do processo produtivo. Já um processo baseado na produção enxuta busca a completeza da relação mútua com o cliente, gerando "valor", diferentemente de outros processos baseados na produção em massa que pouco levam em consideração a opinião do cliente, resultando, por vezes, em produtos "inadequados".

Nesta visão, busca-se a produção, basicamente, da forma adequada, na quantidade demandada, no momento certo, evitando-se, assim, o desperdício de diversas formas: evitando

superprodução, estoque de produtos, fila de demanda. Nota-se, portanto, que este modo de produção caracteriza o *Just-in-Time* (principal pilar da Produção Enxuta) (GIRARDI et al, 2006).

Um exemplo disso é o modo de operação de um supermercado, quando apenas repõe nas prateleiras o que foi vendido, suprindo a demanda sem provocar excedente.

Observa-se que o significado para expressão "Produção Enxuta" é dado de forma literal, uma vez que para o desenvolvimento e aplicação do método, na adequação de todo o processo para implementação e continuidade visa-se à redução do investimento para a produção, espaço, tempo, desperdícios, estoques, defeitos e esforço do trabalhador, além da melhora significativa da qualidade dos produtos, aumento da variedade e eficiência e eficácia da produção. Combina, ainda, pontos positivos como a grande variedade do modo artesanal, porém evitando os grandes custos inerentes a este, assim como evita a característica rigidez da produção em massa (WOMACK, JONES e ROOS, 1990).

Na ótica de Lorenzon e Martins (2006), o uso da Produção Enxuta como forma de gerenciamento da produção gera melhora na competitividade entre as organizações, uma vez que diminui os prazos de entrega, melhora a qualidade e reduz os custos de produção.

Observa-se, contudo, que além de modificações no que diz respeito ao aspecto material, equipamentos e afins, a produção enxuta, assim como da adoção de outro novo modo de produção provoca mudanças, também, de aspecto subjetivo, influenciando nas condições de trabalho, o que será abordado a seguir.

5. Influência da produção enxuta nas condições de trabalho

No que diz respeito à influência dos princípios e práticas da Produção Enxuta nas condições de trabalho, a literatura apresenta um panorama ambíguo, uma vez que é possível notar um equilíbrio no aspecto quantitativo das informações relatando resultados positivos e negativos de forma bastante equilibrada (KOUKOULAKI, 2014; SAURIN e FERREIRA, 2009; NIEPCE e MOLLEMAN, 1998).

Klein (1989) coloca que a adoção de práticas de produção enxuta pode resultar em estresse aos trabalhadores, pois pela otimização e padronização do tempo de trabalho, assumindo um caráter multifuncional o trabalhador poderá ser forçado a realizar atividades que não deseja.

Em contrapartida, Mullarkey Jackson e Parker (1994), afirmam que a implementação das atividades de produção enxuta, podem acarretar resultados positivos nas condições de trabalho. Mesmo que em caráter dependente da abordagem realizada para esta implementação.

O que se encontra registrado, também, é que em um estudo sobre as condições de trabalho, por influência do modo de Produção Enxuta, Saurin e Ferreira (2008) comprovaram que os trabalhadores afirmam maior possibilidade de crescimento profissional, pela percepção de sua valorização pela empresa com a adoção do novo sistema. Justificado por meio do aumento da responsabilidade e percepção da importância do trabalho individual.

O nível de autonomia dos trabalhadores sofreu aumento, ainda que mesmo assim não possam escolher as atividades que desejam realizar, sua satisfação aumenta em razão disto (KOUKOULAKI, 2014).

Há discrepância com relação à discussão a respeito da autonomia no sistema de Produção Enxuta. Klein (1989), afirma que com a mudança do modo de produção, na implementação da Produção Enxuta, os trabalhadores ganham autonomia. Já, Saurin e Ferreira (2008), por sua vez, afirmam que a autonomia é diminuída. Resultados discrepantes mesmo ambos justificando-os, de certa forma, da mesma maneira, com base nos mesmos fatos.

Com a nova forma de gerenciamento do tempo de trabalho, no exercício da atividade e nas pausas, e a, talvez nova, atividade multifuncional do trabalhador, há a combinação dos aspectos positivo e negativo. O exercício de atividade multifuncional pelo trabalhador, como já abordado, por vezes o leva a desenvolver atividades indesejadas.

Esta característica de multitarefa, por sua vez, pode ser o pivô da discrepância de conclusões acerca da influência nas condições de trabalho, uma vez que se o trabalhador antes era destinado a apenas uma atividade tinha certa autonomia sobre ela, por outro lado, sendo um trabalhador multitarefa sua responsabilidade e a importância do seu papel aumentam consideravelmente no ambiente de trabalho (KOUKOULAKI, 2014).

Todavia neste mesmo aspecto, com a importância observada pela atividade de cada um dos colaboradores, a autonomia, de certa forma, é colocada em evidência, uma vez que o processo em sua plena eficiência, com visão à prevenção ao invés da correção, necessita da

contribuição dos trabalhadores na gestão do processo, já que os mesmos desempenham papel direto no processo produtivo e estão mais próximos do controle do mesmo e supervisão direta desta eficiência. Este envolvimento do colaborador no controle do processo, além do mais, atua como elemento desenvolvedor no aspecto competitivo global, por facilitar a otimização do processo como um todo (ABDEL-MAKSOUD, DUGDALE e LUTHER, 2005).

Dentro deste panorama, segundo Saurin e Ferreira (2008) e Taylor e Taylor (2008), é colocado pelos próprios trabalhadores que o nível de estresse aumentou, devido ao aumento da responsabilidade em função do novo sistema de trabalho, deixando-os mais irritados e ansiosos, de uma forma geral. Entretanto, mesmo dentro destas condições a satisfação com o trabalho não sofre alteração.

Nesta perspectiva pode-se dizer que levando em conta os aspectos subjetivos ligados à atividade humana, o estresse ocasionado pelas mudanças no trabalho abordadas, há a contribuição das características intrínsecas ligadas a este mesmo aspecto, no reconhecimento da importância do sujeito, que leva à satisfação no desempenho da atividade.

Portanto, como alegado por Mullarkey Jackson e Parker (1994), a implementação do novo modo de produção, no caso o processo de Produção Enxuta, ocasiona resultados positivos e negativos, como qualquer informação nova resultaria. Contudo os resultados dependem da abordagem utilizada e do modo como as informações são apresentadas.

Esclarecimentos a respeito do processo e das mudanças que venham a ocorrer podem ampliar a visão dos trabalhadores e auxiliá-los na identificação das melhorias e percepção do fundamental papel que desempenham e desempenharão no processo.

6. Considerações Finais

A introdução de novas informações no meio organizacional traz mudanças no comportamento e no desempenho dos trabalhadores, de uma forma geral. Quer seja positiva ou negativamente.

A implementação de um novo modo de produção muda a visão do profissional em relação ao processo produtivo e o obriga a diferenciar sua atuação no trabalho, visando adaptar-se a esta nova realidade.

Na mudança do processo produtivo de uma organização para o modo de Produção Enxuta, como se pode observar pela literatura, há discrepância de informações quanto às

características resultantes desta mudança. Contudo não se pode negar que o novo método incentiva uma postura mais responsável pelo trabalhador, fazendo-o reconhecer sua importância no processo e aumentando sua satisfação em relação à atividade que desenvolve.

A Produção Enxuta, portanto, além de trazer benefícios para a organização no que tange aos resultados economicamente mais satisfatórios, "enxugando" o processo produtivo, minimizando custos de toda natureza e maximizando eficiência, vem trazer benefícios aos trabalhadores na relação com o trabalho e satisfação profissional.

REFERÊNCIAS

ABDEL-MAKSOUD, Ahmed; DUGDALE, David; LUTHER, Robert. Non-financial performance measurement in manufacturing companhies. **The British Accounting Review**, v. 37, 2005, p.261–297.

AMASAKA, Kakuro. Applying New JIT—Toyota's global production strategy: Epoch-making innovation of the work environment. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 23, 2007, p. 285–293.

CALLIGARIS, Aline Bellintani; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. Benefícios do desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica. **Revista Produção**, v. 13, n. 2, 2003.

DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T.; ENGEL, C.. Knowledge Management in Lean Production Systems. **Procedia CIRP**, v. 3, 2012, p. 436-441.

FONSECA, Paulo Luiz; BEZERRA, Marlene de Jesus Soares; FARIAS FILHO, José Rodrigues. Considerações sobre a evolução da construção enxuta no Brasil: aspectos tecnológicos e a aplicabilidade dos conceitos à realidade brasileira. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 8., 2006, Bauru. **Anais**... São Paulo, 2006.

GIRARDI, Thaís Rohling; TURBINO, Dalvio Ferrari; ANDRADE, Gilberto J. P. O.; SILVA, Glauco. Manufatura enxuta em sistemas produtivos com alta variedade de produtos. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 8., 2006, Bauru. **Anais**... São Paulo, 2006.

HORNG, H. C.; COCHRAN J. K.. Project surfasse regions: a decision support methodology for multitaskig workers assigntment in JIT systems. **Computers & Industrial Engineering**, v. 39, 2001, p. 159-171.

KLEIN, J. **The human costs of manufacturing reform**. Harvard Business Review, mar.-apr., p. 60-66, 1989.

KOUKOULAKI, Theoni. The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. **Applied Ergonomics**, v. 45, 2014, p. 198-212.

LORENZON, Itamar Aparecido; MARTINS, Roberto Antonio. Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 8., 2006, Bauru. **Anais**... São Paulo, 2006.

LUCRESIA JUNIOR, Jorge; CARDOSO, Alvaro Azevedo; CHAVES, Carlos Alberto. Manufatura Enxuta Aplicada em Área de Montagem de Peças Automotivas. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 8., 2006, Bauru. **Anais**... São Paulo, 2006.

MULLARKEY, S.; JACKSON, P. R.; PARKER, S. Introducing JIT and production teams in a high involvement organization: impacts on job content and job related stress. In: PLATTS, K.; GREGORY, M.; NEELY, A. (Eds). **Anais**... Operations Strategy and Performance, Cambridge: University of Cambridge, 1994, p. 189-194.

NIEPCE, W., MOLLEMAN, E., 1998. Work design issues in lean production from a sociotechnical systems perspective e neo-Taylorism or the next step in sociotechnical design. **Human Relations**, v.51, p. 259-287.

SAURIN, Tarcicio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabrício. The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 39, 2009, p. 403–412.

SAURIN, Tarcísio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabricio. Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho. **Revista Produção**, v. 18, n. 3, set./dez. 2008, p. 508-522.

Taylor, M., Taylor, A., 2008. Operations management research in the automotive sector: some contemporary issues and future directions. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 28, n. 6 , p. 480-489.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Tradução de Ivo Korytovski. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

WOMACK, J.P; JONES, D.T.. **A mentalidade enxuta nas empresas Elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Aplicação de uma ferramenta de análise dos princípios da construção enxuta

Romão Manuel Leitão Direitinho (UFSCAR)

Harlen Nunes (UFSCAR) - harlennunes@yahoo.com.br

Fabio Ottoni (UFSCAR) - falurono@yahoo.com.br

Renato Marques (UFSCAR) - renato.arcuri@uol.com.br

Sheyla Serra (UFSCAR) - sheylabs@ufscar.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi efetuar um diagnóstico sobre a implantação e nível de maturidade da Construção Enxuta em construtora atuante na região de São Carlos, por meio da aplicação da metodologia proposta por Carvalho (2008). Trata-se de um estudo no âmbito de uma disciplina de mestrado do PPGECIV da UFSCAR, em 2013, o que colaborou para o rigor científico dos dados. Dois dos participantes são engenheiros civis atuantes na empresa pesquisada, o que facilitou o acesso aos dados. Se tratou de uma análise exploratória qualitativa, com aplicação de um questionário estruturado para entrevista e coleta de dados, complementado por visitas à empresa e análise de documentos. As entrevistas foram dirigidas a vários *stakeholders* da empresa: projetista, diretoria, engenharia, fornecedores, clientes e funcionários. Os resultados apresentados cumpriram o objetivo de reflexão sobre o nível de adoção e conhecimento dos princípios da construção enxuta por diferentes participantes do processo produtivo. Concluiu-se que, e apesar de a construtora não ter implantada uma estrutura dedicada à construção enxuta, implicitamente ela aplica os respectivos princípios de forma relativamente satisfatória. Observou-se que essa implantação também ocorre nos canteiros de obra, onde era esperado, que em face do tradicionalismo de processos e dos intervenientes, fosse uma dificuldade. Este trabalho contribui para uma avaliação prática da aplicabilidade e validação da metodologia proposta por Carvalho (2008). Para validação mais alargada o questionário deveria ser aplicado num âmbito mais representativo de empresas e regiões. A empresa é de médio porte e administrada familiarmente.

Palavras-chave: construção enxuta, diagnóstico, medição de desempenho

Abstract: The aim of this study was to perform an assessment of the implementation and maturity level of Lean Construction in an active construction company in the region of São Carlos , by application of the methodology proposed by Carvalho (2008). This is a study within a masters discipline of PPGECIV, of UFSCAR, in 2013 , which contributed to the scientific rigor of the data. Two of the participants are active civil engineers in the researched company, which facilitated access to data. This was an exploratory qualitative analysis, applying a structured interview and questionnaire data collection, supplemented by company visits and document analysis. The interviews were directed at various stakeholders of the company : designer , management, engineering , suppliers , customers and employees. The results presented fulfilled the objective of reflection on the level of adoption and knowledge of the principles of lean construction by different participants in the production process. It was concluded that, despite the contractor not having implemented a structure dedicated to the lean construction, it implicitly applies its principles with relative satisfaction. It was noted that this implementation also occurs at construction sites, where it was expected it was a difficulty, in face of traditionalism of processes and actors. This work contributes to the practical evaluation and validation of the applicability of the methodology proposed by Carvalho (2008). For more extensive validation questionnaire should be applied in a more representative part of businesses and regions. The company is mid-sized and administered familiarly.

Keywords: lean construction, diagnosis, performance measurement

1. Introdução

A construção civil é normalmente tida como uma indústria atrasada quando comparada com outras. Isso ocorre, entre outros fatores, por déficit de qualificação profissional de vários

operários presentes no canteiro de obras, falta de uso de procedimentos de controle de qualidade e de produtividade, grandes desperdícios de materiais decorrentes de processos de produção ineficientes, ou falta de organização dos canteiros.

Para resolver problemas como esses, tornou-se necessário que o setor caminhasse para implantação de novas tecnologias e de formas mais modernas e eficientes de gestão da produção. A adoção e adaptação de filosofias, técnicas, métodos e ferramentas gerenciais e produtivas vindas de setores mais eficientes, como a manufatura, se tornou uma realidade.

De acordo com Womack, Jones e Roos (1992), o conceito de *Lean Thinking*, traduzido como pensamento enxuto ou mentalidade enxuta, surgiu na década de 50 do século passado, na sequência de visitas efetuadas a plantas automotivas nos EUA, pelo engenheiro japonês Taichi Ohno, e daria origem ao chamado Sistema Toyota de Produção, conhecido pela sigla em inglês TPS (Toyota Production System).

Segundo Pichi (2003), o TPS foi desenvolvido em ambiente de manufatura, nas fábricas da Toyota, no Japão, como um novo modelo de produção que se contrapunha ao sistema de produção em massa, que havia sido desenvolvido por Ford décadas antes.

A forma como se processa a mudança do paradigma de produção, desde Ford até ao TPS, e nas próprias palavras do mentor deste último, Ohno (1988), tem a ver com um conceito inovador e fundamental que é o conceito do *Just-in-time*. Ele é a grande base do TPS. O *Just-in-time* é um conceito segundo o qual algo só é produzido no momento exato em que se torna necessário, e apenas na quantidade necessária, de acordo com as necessidades e os requisitos do cliente, e puxado pelo processo anterior, e, em última análise, pelo cliente final do produto.

O TPS, muitas vezes designado de produção puxada ou Produção Enxuta, foi aperfeiçoado ao longo de quatro décadas, por tentativa e erro, despertando a atenção de outros setores para além do automóvel (Fujimoto, 1999). Ainda de acordo com Womack, Jones e Roos (1992), o reconhecimento e a curiosidade despertados por tal sistema de produção, se deveu à competitividade e eficiência demonstrada, levando assim ao seu estudo e adaptação por parte tanto de teóricos como de empresas de outras indústrias.

Beneficiando então do tempo de desenvolvimento, aperfeiçoamento e maturação do TPS, em 1992 o pesquisador finlandês Lauri Koskela faz a respetiva adaptação para o setor da

construção, cunhando o conceito de Construção Enxuta, através do seu Relatório Técnico nº 72, "*Application of the New Production Philosophy to Construction*" (KOSKELA, 1992). Este artigo deu origem ao grupo internacional que passou a estudar o conceito de Construção Enxuta. No relatório, Koskela (1992) faz uma adaptação dos conceitos de fluxo e criação de valor, que já estavam presentes na teoria do Pensamento Enxuto e no Sistema Toyota de Produção, e estabelece os onze princípios da Construção Enxuta:

1º - Redução de atividades que não agregam valor - Koskela afirma existirem três formas de o conseguir:

a) Reduzir ou eliminar perdas na inspeção, movimentação e espera (não agregam valor para o cliente);

b) Aumentar a informação sobre a medição de desempenho das atividades realizadas em canteiro (sem o que não existe possibilidade de o gestor de obra aumentar a produtividade da mesma);

c) Reduzir ou eliminar as atividades que embora sejam decorrentes do processo produtivo não agregam valor ao produto (acidentes, transportes de uma conversão para outra, defeitos e outros).

2º - Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente (externo ou interno);

3º - Reduzir variabilidades;

4º - Reduzir o tempo de ciclo;

5º - Simplificar e minimizar o número de passos e partes;

6º - Melhorar a flexibilidade do produto;

7º - Melhorar a transparência do processo;

8º - Focar no controle do processo global;

9º - Introduzir melhoria contínua do processo;

10º - Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões;

11º - Tomar referências de ponta (*Benchmark*).

Os onze princípios estabelecidos por Koskela para a Construção Enxuta continuam válidos até o momento atual.

2. Objetivo

O presente artigo tem por objetivo fazer uma avaliação do grau de aplicação ou maturidade na implantação dos 11 princípios da construção enxuta numa empresa do setor. Toma como base o uso da ferramenta proposta por Carvalho (2008), que será apresentada posteriormente.

3. Ferramenta para avaliação da maturidade da construção enxuta

Verifica-se que existem algumas pesquisas que visam a elaboração de ferramentas que tenham embasamento teórico e que possam revelar o grau de maturidade na aplicação da construção enxuta nos processos produtivos e gerenciais de uma empresa.

Kurek et al (2006), desenvolveram um trabalho que buscou definir parâmetros de desempenho que pudessem dar suporte ás empresas que pretendessem iniciar com a prática da Construção Enxuta. A pesquisa enunciou os onze princípios de Koskela (1992), e apresenta um questionário desenvolvido pelos autores, através do qual se busca evidenciar superficialmente a presença das práticas dos 11 princípios da construção enxuta nas empresas construtoras. O questionário não permite no entanto a definição de uma escala através da qual se possa fazer uma classificação e correspondente comparação de diferentes empresas analisadas, no que diz respeito ao grau de aplicação da construção enxuta encontrado.

Alves e Neto (2008) se dedicaram à mesma temática, mas este trabalho focou mais nas barreiras existentes para implantação de indicadores relativos à construção enxuta nas empresas.

Hofacker et al (2008) elaboraram um artigo que propõe, através da aplicação de um questionário, uma avaliação simples e rápida do uso da construção enxuta nos canteiros de obras. O questionário propõe os cinco princípios da mentalidade enxuta desenvolvidos por Womack e Jones (1998), em conjunto com os onze princípios desenvolvidos por Koskela (1992). A aplicação dos dezesseis princípios é distribuída em seis categorias: i) foco no cliente; ii) tratamento de resíduos; iii) qualidade; iv) fluxo de material; v) organização, planejamento e fluxo de informações; vi) melhoria contínua. Uma crítica que pode ser

apontada a esta pesquisa é que apenas aborda o processo produtivo em canteiro de obra, deixando de fora outras áreas de interesse para a promoção da construção enxuta na empresa.

Arantes (2010), desenvolve uma estrutura para avaliação do grau de maturidade na aplicação dos princípios de Koskela (1992) em empresas construtoras. O autor começa por fazer uma revisão bibliográfica sobre os temas da Produção Enxuta e Construção Enxuta, e desenvolve um modelo embasado na aplicação de um questionário cujas respostas têm por objetivo avaliar a presença dos princípios da construção enxuta, no caso em três empresas construtoras que foram alvo de estudos de caso. Os resultados do questionário são depois apresentados sob a forma de gráficos em "estrela".

Carvalho (2008), foi o percursor da metodologia que Arantes (2010) seguira, com pequenas diferenças de detalhes na estrutura e composição dos questionários dos autores. Por ser a pesquisa Carvalho (2008) a base do processo de investigação adotado neste artigo, em seguida a mesma será descrita com maior detalhe.

4. Pesquisa adotada

Carvalho (2008) desenvolve uma pesquisa que resulta na aplicação de um questionário, e que compreende as seguintes fases metodológicas:

a) Revisão da literatura sobre medição de desempenho e construção enxuta;

b) Elaboração do questionário;

c) Primeira rodada de testes referentes à aplicação do questionário, com uma empresa;

d) Identificação de problemas com o questionário;

e) Desenvolvimento de melhorias no questionário, utilizando o relato dos responsáveis, e uma avaliação qualitativa da aplicação dos mesmos;

f) Submissão do questionário para críticas apresentadas por três especialistas de construção enxuta;

g) Desenvolvimento de melhorias no questionário, em função das críticas recebidas;

h) Contato com três empresas para solicitação e realização dos estudos de caso;

i) Avaliação qualitativa e aplicação do questionário;

j) Análise dos resultados e elaboração de melhorias no questionário, em função dos resultados obtidos;

k) Conclusões sobre o trabalho.

A estratégia desenvolvida por Carvalho (2008) pode ser visualizada graficamente por meio da Figura 1 apresentada a seguir:

Figura 1 – Delineamento da pesquisa

Fonte: Carvalho (2008)

O questionário proposto por Carvalho (2008) foi criado por meio da união/junção de conceitos teorizados por Koskela (1992), os quais são adaptados e transformados em forma de perguntas que consigam extrair a informação sobre a presença e eficiência desses princípios da construção enxuta na empresa. As perguntas estão distribuídas em seis questionários, os quais devem ser respondidos por diferentes *stakeholders*, ou por pelo menos uma pessoa que represente cada uma das seguintes categorias: a) diretoria; b) engenharia; c) operários; d) fornecedores; e) projetistas; f) clientes. A aplicação do questionário entre estes diferentes profissionais objetiva estabelecer uma avaliação setorial das diferentes áreas de uma empresa, contribuindo ao final para uma avaliação geral da mesma. Esses questionários são aplicáveis a qualquer construtora, possua ou não a filosofia da construção enxuta. Os primeiros cinco questionários (diretoria, engenharia, operários, fornecedores e projetistas) servem como modelo de avaliação do uso da construção enxuta na empresa; o questionário do cliente serve para demonstrar a percepção dele sobre a construtora, em relação à construção enxuta.

Preferencialmente o questionário deve ser aplicado por uma pessoa externa à empresa, e que possua bons conhecimentos sobre construção enxuta. Cada pergunta deve levar a uma nota atribuída na escala Likert e são admitidos comentários nas respostas ás perguntas, embora não sejam contabilizados na pontuação final.

O formato do questionário segue a estrutura da escala Likert, sendo que as notas variam entre zero e três. Segundo o autor, foram escolhidos quatro níveis, portanto, um número par, propositadamente para evitar que o respondente escolha o valor médio. O significado de cada nível é:

NÍVEL 0 = O princípio não está presente ou há grandes inconsistências em sua implementação;

NÍVEL 1 = O princípio está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação;

NÍVEL 2 = O princípio está totalmente presente e efetivamente implementado;

NÍVEL 3 = O princípio está totalmente presente, efetivamente implementado e exibe melhoramentos na sua execução nos últimos 12 meses.

Carvalho (2008) apresenta uma escala de classificação do nível de adoção da construção enxuta pelas empresas em quatro níveis e três subníveis, ao final da pontuação geral.

Carvalho (2008) aplicou o questionário em quatro empresas brasileiras, sendo três de pequeno porte e uma de médio porte, com diferentes perfis de atuação no mercado. Duas empresas eram de Curitiba, uma de Porto Alegre e outra de Belém do Pará. Duas afirmaram anteriormente possuírem a filosofia da construção enxuta como base de gestão de negócio e outras duas não. Mas o que se verificou foi que todas as empresas possuíam algum nível de implantação da construção enxuta.

5. Metodologia

Pode-se considerar esta uma análise exploratória, qualitativa, que tem por estratégia um estudo de caso único, como realização de pesquisa de campo e aplicação do questionário desenvolvido por Carvalho (2008).

A empresa foi selecionada devido ao contato existente anteriormente, o que facilitaria o acesso aos dados necessários. Foram entrevistadas os profissionais recomendados pela

pesquisa Carvalho (2008). Foi visitada uma obra da empresa para verificação das práticas adotadas pela empresa por todos os membros da equipe.

6. Estudos de caso

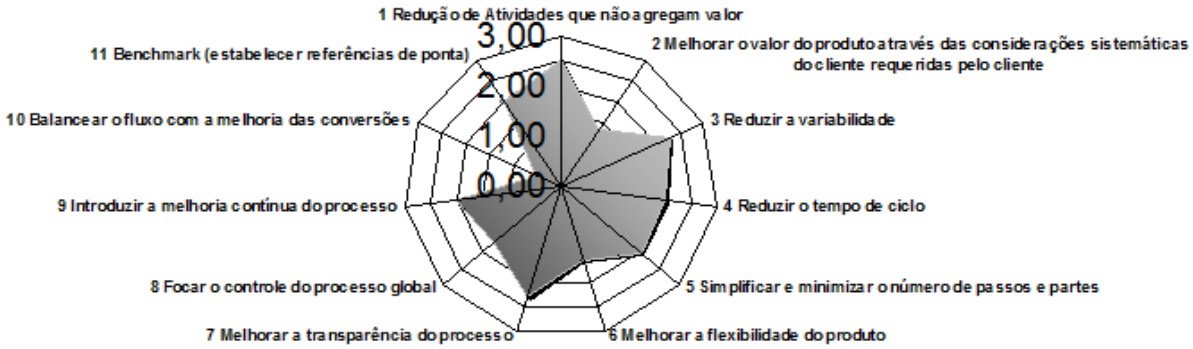
A empresa alvo de estudo foi uma construtora de médio porte, com sede em Ribeirão Preto, interior de São Paulo, de estrutura acionista familiar, e com 30 anos de existência.

O seu principal foco de atuação são os empreendimentos residenciais, com tipologias de condomínio horizontal, condomínio vertical, loteamentos, e atua em menor escala também em edifícios comerciais.

A empresa possui certificação ISO 9001/2008 e certificação de nível A no PBQPH, mas não se assume como tendo uma estratégia deliberada de atuação seguindo a construção enxuta.

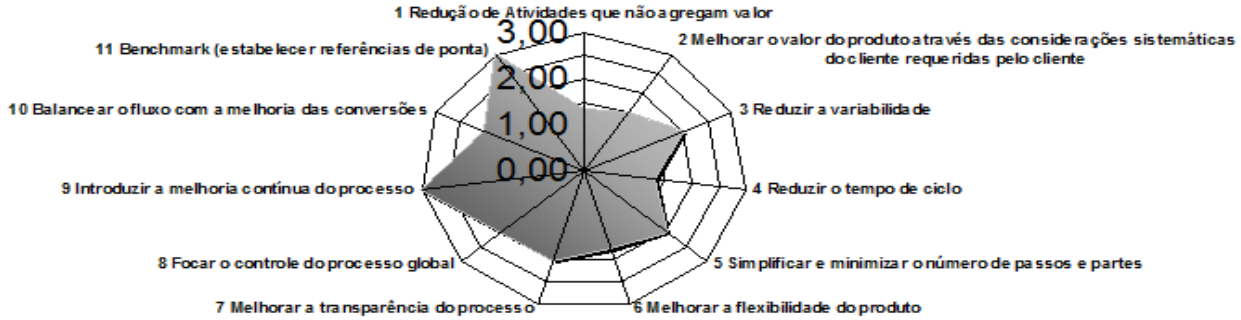
Seguindo a metodologia de Carvalho (2008) foram aplicados os questionários a elementos da diretoria, engenharia, operário, projetista, fornecedor e cliente. Após coletada dos dados, os mesmos foram inseridos na planilha e geraram os gráficos com as notas obtidas para cada um dos 11 princípios analisados. Os resultados são mostrados a seguir - Figuras de 2 a 7 – apresentados sob a forma de gráficos em “estrela”.

Figura 2 – Gráfico do questionário aplicado à Diretoria



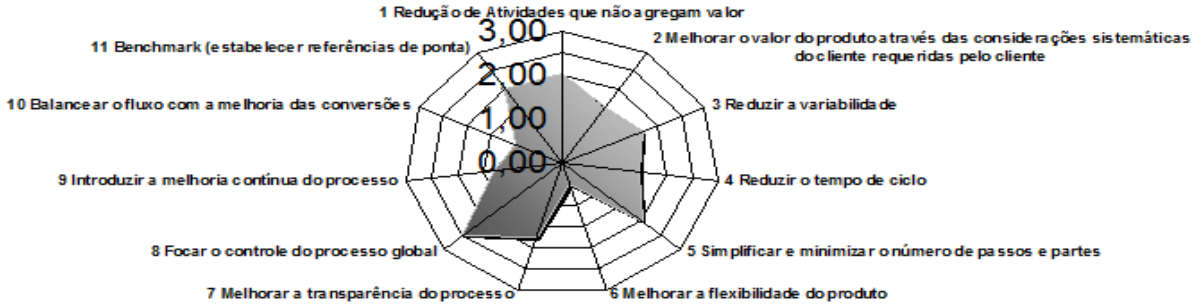
Fonte: Os autores

Figura 3 – Gráfico do questionário aplicado à Engenharia



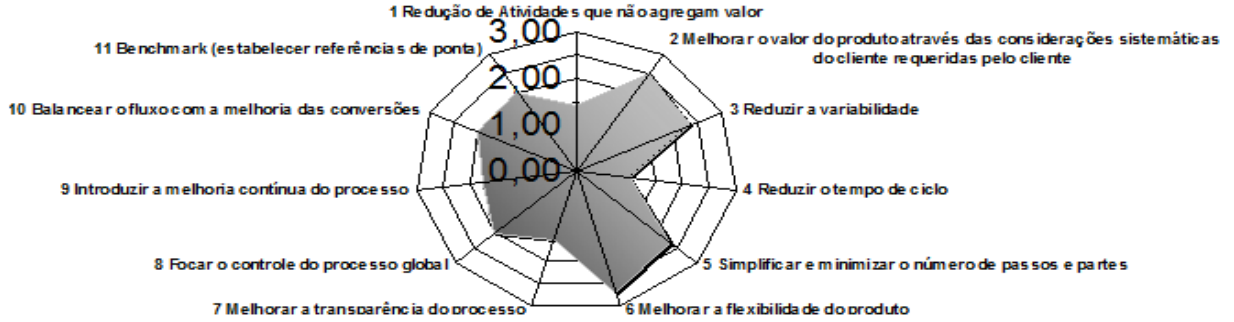
Fonte: Os autores

Figura 4 – Gráfico do questionário aplicado a Operário



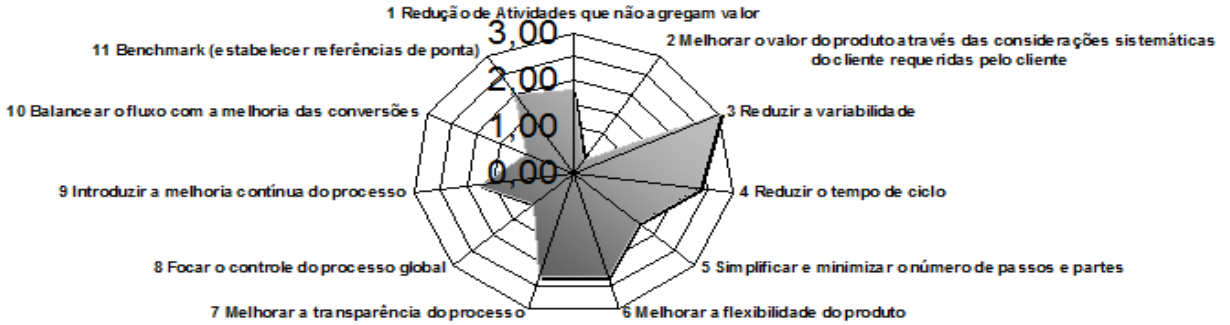
Fonte: Os autores

Figura 5 – Gráfico do questionário aplicado a Cliente



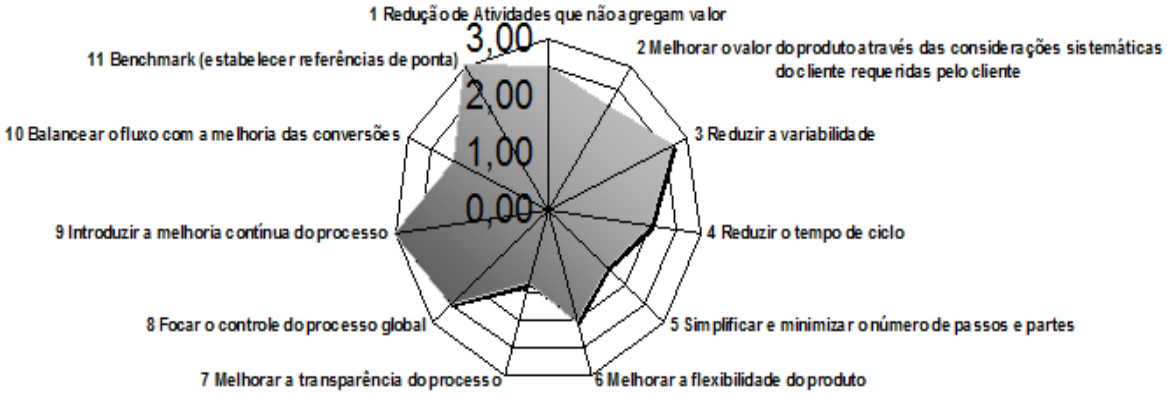
Fonte: Os autores

Figura 6 – Gráfico do questionário aplicado a Fornecedor



Fonte: Os autores

Figura 7 – Gráfico do questionário aplicado a Projetista



Fonte: Os autores

Os pontos mais favoráveis seguindo os princípios de Koskela, e aqueles que necessitam de ser mais bem trabalhados podem ser esquematizados na forma do Quadro 1 apresentado a seguir.

Quadro 1– Pontos favoráveis e a serem trabalhados

Entrevistado	Pontos favoráveis	Pontos a serem trabalhados
Diretoria	Redução de atividades que não agregam valor (1); melhorar a transparência do processo(7)	Balancear fluxo de conversões (10); melhorar valor do produto através considerações dos clientes (2)
Engenharia	*Benchmark* (11); Melhoria Contínua (9)	Redução de atividades que não agregam valor (1); reduzir tempo de ciclo (4)
Operário	Focar o controle do processo global (8); minimizar nº de passos e partes (5)	Melhorar flexibilidade do produto (6); balancear o fluxo com melhoria das conversões (10)
Fornecedor	Redução da Variabilidade (3); reduzir tempo de ciclo (4)	Melhorar o valor do produto através das considerações dos clientes (2); focar o controle do processo global (8)
Projetista	*Benchmark* (11); melhoria contínua(9)	Melhorar a transparência do processo (7); minimizar nº de passos e partes (5)
Cliente	Melhorar o valor do produto através das considerações dos clientes (2); melhorar flexibilidade do produto (6)	Redução de atividades que não agregam valor (1); reduzir tempo de ciclo (4)

Fonte: Os autores

Pode-se notar o seguinte: os princípios da construção enxuta segundo os quais se registram os melhores e os piores resultados variaram bastante em função do respondente, o que pode ter a ver com o próprio processo da empresa que implicitamente está a ser avaliado,

ou com uma perspectiva pessoal por parte do respondente, ou até confirmar o fato assumido pela empresa de que não tem uma estratégia clara de aplicação da construção enxuta nas suas atividades.

Os resultados quando avaliados por princípio, fazem com que as respostas obtidas com os vários respondentes, sejam calculadas como um valor percentual como apresentado no Quadro 2 a seguir. Observa-se que o resultado geral apresentado corresponde a 63,17%.

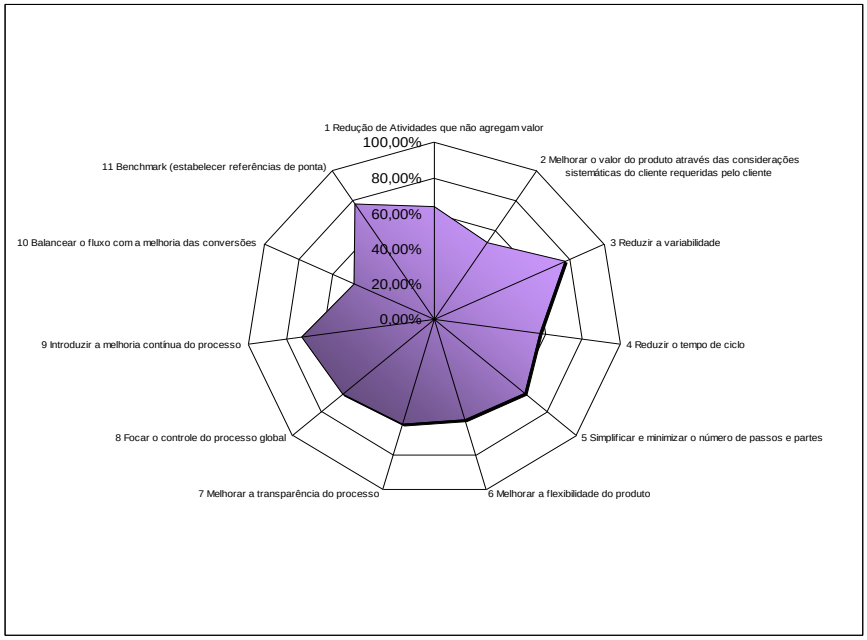
Quadro 2– Avaliação por princípio

1-Redução de Atividades que não agregam valor	63,80%
2-Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente	51,85%
3-Reduzir a variabilidade	77,31%
4-Reduzir o tempo de ciclo	56,48%
5-Simplificar e minimizar o número de passos e partes	63,52%
6-Melhorar a flexibilidade do produto	59,26%
7-Melhorar a transparência do processo	61,57%
8-Focar o controle do processo global	64,81%
9-Introduzir a melhoria contínua do processo	71,30%
10-Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	47,22%
11-Benchmark (estabelecer referências de ponta)	77,78%
Média Geral	63,17%

Fonte: Os autores

Este resultado em cada princípio estudado pode também ser transposto num gráfico tipo "estrela" ou "radar", conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8– Gráfico "estrela" da avaliação por princípio



Fonte: Os autores

Numa análise global e gráfica pode-se afirmar que os dois princípios da construção enxuta que a empresa mais precisa de trabalhar são o balanceamento entre o fluxo e as conversões, e a melhoria do valor do produto através das considerações sistemáticas dos clientes. Por outro lado a construtora se destacou pela procura constante de referências de ponta (*Benchmark*), e pela redução na variabilidade dos seus produtos e serviços.

Finalmente, para fazer a avaliação global da construtora quanto ao grau de aplicação e maturidade dos princípios da construção enxuta, deve-se ter como base a média geral das respostas e a classificação em níveis proposta por Carvalho (2008) e apresentada na Figura 9 a seguir.

Figura 9– Classificação da empresa

Tabela 3 - Classificação da empresa de acordo com o nível de Construção Enxuta. Modificado de HOFACKER et al (2008).

NÍVEL	SUBNÍVEL	PECENTUAL	CARACTERÍSTICA
A	AAA	95% to 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta
	AA	90% to 94%	
	A	85% to 89%	
B	BBB	80% to 84%	Consciência e aprendizado enxuto
	BB	75% to 79%	
	B	70% to 74%	
C	CCC	65% to 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.
	CC	60% to 64%	
	C	55% to 59%	
D	DDD	50% to 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta
	DD	45% to 49%	
	D	0 to 44%	

Fonte: Modificado de Hofacker et al (2008)

Em função da nota percentual obtida anteriormente de 63,17%, a empresa é classificada então como Nivel C, Subnível CC, que possui como característica “foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta”.

Observou-se que esta análise é condizente com a percepção anterior da empresa à pesquisa.

7. Conclusões

Os resultados revelaram que a aplicação dos questionários propostos por Carvalho (2008) resultaram em análise consistente com o perfil conhecido da empresa. Este resultado sugere portanto a validade da metodologia proposta para avaliação do grau de aplicação e maturidade da construção enxuta em construtoras.

Cabe destacar que, devido ao fato da empresa não possuir uma estratégia clara de aplicação da construção enxuta, o resultado obtido se revela bastante razoável quando comparado com a amostra de quatro empresas da pesquisa de Carvalho (2008). E em duas destas havia propósitos claros de aplicação dos princípios de Koskela (1992). Portanto, é de admitir que, ainda que implicitamente, a empresa possui conhecimentos sobre construção enxuta. Alguns dos princípios foram inseridos nos processos de planejamento devido ás exigências da certificação da ISO 9001/2008.

Confirma-se que a metodologia proposta por Carvalho (2008) deve ser aplicada por indivíduos que tenham conhecimento dos conceitos básicos da Construção Enxuta, para que possam suprir dúvidas dos respondentes.

Como afirmado anteriormente, para conclusões mais abrangentes é necessária a realização de estudos de caso com amostras mais representativas.

REFERÊNCIAS

ALVES T.; NETO J. **Análise estratégica da implementação da filosofia lean em Empresas construtoras.** SIMPOI, 2008.

ARANTES F.T. **Modelo de diagnóstico da maturidade da Construção Enxuta e estudo de casos em empresas de construção civil.** Trabalho de conclusão de curso. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2010.

BALLARD G.; FENG P. **Standard work from a lean theory perspective.** IGLC - International Group for Lean Construction. Manchester, UK, 2008.

BALLARD G.; HOWELL G. **Lean Construction Institute [Online].** Acessado em 12 de abril de 2013. http://www.leanconstruction.org/.

BALLARD G. et al. **Case Study**. International Group For Lean Construction. - Birmingham, 1996.

BALLARD G. **The last planner system of production control.** A thesis submitted to the Faculty of Engineering of the University of Birmingham for the degree of Doctor of Philosophy. - Birmingham, UK. Thesis, 2000.

CARVALHO B.S. de **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da Construção Enxuta.** Dissertação. Universidade Federal do Paraná, 2008.

COSTAS D. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil.** Dissertação - UFRGS/PPGEC . Porto Alegre-RS, 2003.

FORMOSO C. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos.** Relatório - Nucleo Orientado para inovação da Edificação. Porto Alegre, 2002.

FUJIMOTO T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota.** New York: Oxford University Press, 1999.

HOFACKER A. et al. **Rapid lean construction - quality rating model IGLC** - International Group for Lean Construction. Manchester - UK, 2008.

KAPLAN R.; NORTON D. **The balanced scorecard – measures that drive performance.** Harvard Business Review. - jan-feb de 1992. - Vol. 70. - pp. 71-79.

KOSKELA L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, 1992. (Technical Report, n. 72).

KOSKELA L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Dissertation for the degree of Doctor of Technology at Helsinki University of Technology. - Espoo : Technical research centre of Finland. Finlad, 2000.

KUREK J. et al. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta.** IV SIBRAGEC. Porto Alegre, 2006.

LIKER J. **O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Tradução. RIBEIRO Lene B. Porto Alegre : Bookman, 2005.

MARTINS R. **Sistemas de medição de desempenho: Um modelo para estruturação do uso.** - São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

NASCIMENTO L.; SANTOS E. **Barreiras para o uso de Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil.** VII Workshop brasileiro de gestão de processo de projetos na construção de edifícios. Curitiba, 2007.

NOGUEIRA M.; SAURIN T. **Avaliação do nível de implementação de práticas enxutas com base nas percepções dos gerentes.** XXVI - ENEGEP. - Fortaleza - CE, 2006

OHNO T. **Toyota Production System: beyond large-scale production.** Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

PICCHI F.A. **Oportunidade da aplicação do Lean Thinking na construção.** Revista Ambiente Construído, v.3, n.1, jan/mar., 2003.

ROTHER M.; HARRIS R. **Criando fluxo contínuo.** São Paulo : The Lean enterprise institute – Vol. 01, 2002.

ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a enxergar.** - São Paulo : The lean enterprise institute – Vol. 3, 2003.

WOMACK J.P.; JONES D.T.; ROOS D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

SELLITTO M.; RIBEIRO J. **Construção de indicadores para avaliação de conceitos intangíveis em sistemas produtivos.** Gestão e Produção. – São Carlos. - Vol. XI. - pp. 75-90, janeiro de 2004.

WOMACK J.P.; JONES D.T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 5. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Sistemática para Balanceamento de Célula de Manufatura Integrando Abordagens Determinística e Estocástica: estudo de caso em uma empresa do ramo automotivo

Cristina da Silva Torres (UFRGS) – cristinastorres@gmail.com

Fernando de Oliveira Lemos (PUCRS) – fernando.lemos@pucrs.br

Resumo: Um dimensionamento adequado dos recursos produtivos é essencial para a competitividade das empresas frente ao mercado globalizado. Uma das formas para dimensionamento dos recursos é o balanceamento de célula de manufatura. Existem duas formas principais para realização de balanceamento de célula de manufatura: análise determinística e estocástica. Este artigo propõe uma sistemática para balanceamento de célula de manufatura integrando abordagens determinística e estocástica, a fim de avaliar a utilização dos recursos em uma indústria do ramo automotivo. A sistemática proposta está estruturada em três fases, e demonstra a contribuição resultante da integração entre o balanceamento determinístico e a simulação computacional. A partir da sistemática proposta reduziu-se em 25% a necessidade de recursos e obteve-se uma melhoria de até 76% na utilização dos recursos.

Palavras-chave: Balanceamento de Células; Manufatura Celular; Simulação Computacional.

Abstract: A correct sizing of productive resources is essential for the competitiveness of companies across the global market. One way for resources sizing is by doing cell balancing. There are two main ways to perform cell balancing: deterministic and stochastic analysis. This article proposes a systematic to balancing manufacturing cell integrating deterministic and stochastic approaches in order to evaluate the use of resources in a factory of the automotive industry. The systematic proposed is structured in three phases, and demonstrates the contribution resulting from the integration of the deterministic balancing and computational simulation. From the systematic proposed had as results a reduction of 25% on the need of resources and an improvement of 76% in the utilization of resources.

Keywords: Cell Balancing; Cellular Manufacturing; Computational Simulation.

1. Introdução

No contexto do mercado atual, as organizações dependem da racionalização dos recursos internos para aumentar o seu potencial competitivo. Esta situação ocorre no ramo automotivo, o qual tem sido marcado pela introdução de novos conceitos de gestão e de princípios de manufatura enxuta (ANTUNES, 1998).

A utilização da manufatura celular permite que as empresas coloquem em prática os princípios da manufatura enxuta (SHINGO, 1996). Para a obtenção de melhores resultados com a manufatura celular, faz-se necessário o balanceamento dos recursos utilizados na célula de manufatura.

O objetivo do balanceamento é atingir a homogeneidade de carga de trabalho entre os operadores, para que o tempo de ciclo em cada posto de trabalho não ultrapasse o takt-time de

produção (MASSOD, 2006). Existem duas formas principais para realização de balanceamento de célula de manufatura: análise determinística e estocástica.

O tema deste estudo é o balanceamento de célula de manufatura utilizando análises determinística e estocástica. Ao realizar o balanceamento, com base em dados estocásticos, é possível utilizar softwares de modelagem e simulação computacional, os quais possibilitam a visão sistêmica do sistema produtivo e são capazes de demonstrar o comportamento da célula de manufatura por meio de recursos de animação e de análises estatísticas (CARSON, 2004).

O objetivo geral deste trabalho é propor uma sistemática para balanceamento de célula de manufatura, integrando as abordagens determinística e estocástica. Como objetivos específicos, compreendem-se três questões: (i) analisar as sistemáticas de balanceamento utilizadas; (ii) simular o balanceamento realizado pela abordagem determinística utilizando a simulação computacional; e (iii) analisar e comparar os resultados obtidos nas abordagens determinística e estocástica. O estudo proposto avaliou os impactos que a sistemática de balanceamento produz na utilização dos recursos de uma célula. Neste estudo não foram analisados os impactos econômicos resultantes do balanceamento, somente os impactos operacionais no processo.

Como justificativa, optou-se pela utilização da modelagem e simulação computacional devido à capacidade que esta técnica computacional tem de simular sistemas produtivos com dados estocásticos (CARSON, 2004). Além disso, a empresa em que o estudo foi realizado possui uma sistemática para balanceamento determinístico, baseada na técnica de balanceamento *Yamazumi*, a qual não possibilita a análise das variáveis estocásticas (GOMES et al., 2008).

O presente estudo está subdividido em cinco seções: uma introdução que aborda o tema, objetivos gerais e específicos, justificativas e delimitações do estudo; uma seção de referencial teórico; uma seção na qual é apresentada a sistemática proposta; uma seção de aplicação e análise dos resultados da sistemática proposta; e uma última seção com considerações finais e sugestões para estudos futuros.

2. Referencial Teórico

Nesta seção são apresentados os conceitos sobre manufatura celular, balanceamento e simulação computacional, com objetivo de embasar tecnicamente a aplicação prática realizada.

2.1 Manufatura Celular

A manufatura celular é uma forma de organização do trabalho com o objetivo de melhorar a eficiência e produtividade, com trabalhadores multifuncionais, que deslocam-se de forma a atender todas as operações do processo, e com um *layout* de produção organizado para agrupar processos semelhantes em operações ou processos dedicados a uma família de produtos, com características similares (PRASAD; ARAVINTHAN, 2011; ANGRA *et. al.*, 2007).

A partir da utilização do conceito de manufatura celular, é possível (MARODIN; SAURIN, 2007; BARROSO; TUBINO, 2004; MILTENBURG, 2001): reduzir as distâncias percorridas; reduzir os estoques intermediários; reduzir espaço físico; reduzir tempos de fabricação e *lead time* de produção; melhorar os aspectos biomecânicos relacionados às atividades a serem executadas pelo operador; e aumentar a quantidade e a qualidade das unidades produzidas.

O balanceamento da célula de manufatura é um dos pontos críticos para a implantação da manufatura celular, de forma a evitar perdas por má utilização da mão de obra e recursos operacionais (OLORUNNIWO; UDO, 2002).

2.2 Balanceamento de Célula de Manufatura

Existem diversas técnicas e sistemáticas para balanceamento de uma célula de manufatura. A Figura 1 apresenta algumas sistemáticas, em ordem cronológica, utilizadas em trabalhos científicos, para fins de balanceamento, bem como sua abordagem (determinística ou estocástica) e objetivos.

Figura 1 – Sistemáticas de balanceamento utilizadas em trabalhos científicos

Fonte	Sistemática	Fundamentação	Objetivo
Lehman (1969)	Programação linear	Determinística	Minimizar o custo total decorrente do desbalanceamento.
Erel e Gokcen (1999)	Algoritmo da Rota mais Curta	Determinística	Encontrar a solução ótima do problema de balanceamento de linhas de modelo único.
Khan e Day (2002)	Knowledge Based Design Methodology (KBDM)	Estocástica	Encontrar a solução do balanceamento baseado no conhecimento obtido.

Gehrardt e Fogliatto (2004)	Diagrama de precedência	Determinística	Apresentar possibilidades na sequência das atividades.
Lu e Wong (2005)	Simulação Computacional Software ProModel	Estocástica	Auxiliar a realização de balanceamento com fundamentação estocástica
Farnes (2006)	Peso Posicional	Determinística	Atribuir elementos às estações na ordem decrescente dos valores de Peso Posicional.
Gomes *et. al.* (2008) Whitfield (2001)	GBM (Gráfico Balanceamento de Máquinas)/ GBO(Gráfico Balanceamento de Operadores)/ *Yamazumi*	Determinística	Alocação de tarefas entre operadores, de forma a chegar o mais próximo da linha do *takt-time.*
Fernandes *et. al*. (2008) Askin e Zhou (1997)	Programação Inteira	Determinística	Minimizar o excesso de trabalho existente nas estações.
SILVA *et. al.* (2010)	Simulação Computacional Software Arena	Estocástica	Auxiliar a realização de balanceamento com fundamentação estocástica
OLIVEIRA *et. al*. (2011)	Metodologia MTM *(Methods-Time Measurement)*	Determinística	Auxiliar a evidenciar os pontos fortes e fracos do processo produtivo, nas atividades que sofrem influência do homem.

Fonte: Elaborada pela autora

O presente estudo abordará a sistemática *Yamazumi*. O *Yamazumi* é uma ferramenta criada na Toyota para determinar quais tarefas devem ser executadas por cada operador, nivelando-as o mais próximo possível do *takt-time*. As tarefas são classificadas em atividades que agregam e não agregam valor. A linha do *takt-time* é referência para a distribuição das tarefas e de possíveis balanceamentos (GOMES *et al*., 2008).

O balanceamento tradicional busca o nivelamento dos tempos de ciclo de cada operador, a fim de uniformizar a carga de trabalho, não ultrapassando o *takt-time* (GUINATO, 2000). O número mínimo teórico de estações de trabalho resulta da divisão da soma dos tempos de duração das atividades individuais pelo *takt-time* (STEVENSON, 2011). O *takt-time* representa o ritmo de produção para atendimento da demanda, considerando as restrições de capacidade da célula de manufatura. Para calcular o *takt-time*, calcula-se a razão entre o tempo disponível para produção e a demanda (SLACK *et al.*, 2006).

Após realizar o cálculo do número de estações de trabalho, devem-se transferir elementos de trabalho entre operadores, até que fique balanceada a carga de trabalho entre os operadores. Desta forma pode-se diminuir a quantidade de recursos, e como consequência ter um ganho em produtividade (BLACK, 2001).

Para definir se há defasagem no balanceamento deve-se calcular o percentual de tempo ocioso da linha. Para calcular este percentual divide-se o tempo ocioso por ciclo pelo valor obtido na multiplicação do número de estações de trabalho pelo *takt-time* (STEVENSON, 2011).

Para verificação dos resultados obtidos com o balanceamento determinístico de células de manufatura pode-se utilizar a simulação computacional.

2.3 Simulação Computacional

A simulação computacional permite análises de diversos cenários, com o menor gasto possível, e é uma ferramenta na tomada de decisão. Law e Kelton (2000) definem simulação como o ato de criar um sistema real, modelado em computador, com o intuito de avaliar seu desempenho.

Os modelos de simulação podem ser classificados como (BANKS, 2000): (*i*) Modelos de simulação estáticos ou dinâmicos; (*ii*) Modelos de simulação determinísticos ou estocásticos; e (*iii*) Modelos de simulação discretos ou contínuos. Detalhes sobre cada classificação podem ser obtidas em Banks (2000).

Ao realizar balanceamentos de célula de manufatura, utilizando sistemáticas de base determinísticas, não é possível verificar o real comportamento da célula, visto que não se consegue descrever parâmetros dinâmicos de modelagem para descrição do sistema produtivo. Entretanto, ao utilizar a simulação computacional como ferramenta de apoio para o balanceamento de célula de manufatura, é possível utilizar dados estocásticos e representar as aleatoriedades (MENDES *et al.*, 2005).

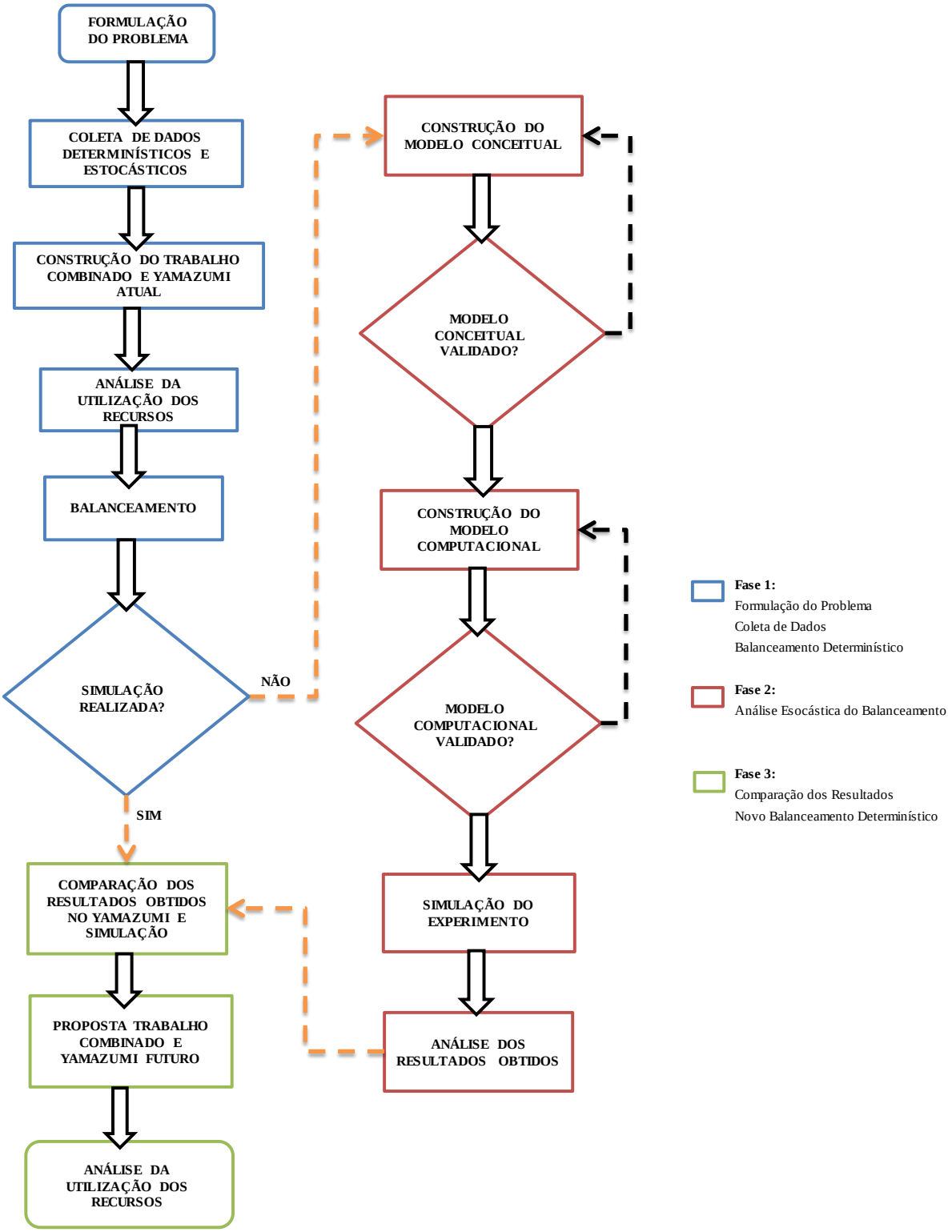
Para modelar e simular um sistema de manufatura utiliza-se uma sistemática com as seguintes etapas (LAW; KELTON, 2000): (*i*) formulação do modelo conceitual; (*ii*) coleta de dados e (*iii*) programação do modelo. A estrutura do sistema, incluindo as interações entre os componentes, o levantamento das hipóteses sobre as variações desses componentes e os parâmetros e variáveis incluídas no sistema, permitem a formulação do Modelo Conceitual. A Coleta de Dados está vinculada à Formulação do Modelo, uma vez que será a partir das informações obtidas que o mesmo será desenvolvido. Os dados coletados devem ser altamente confiáveis, para assegurarem credibilidade ao Modelo e ao processo de tomada de decisão (LAW; KELTON, 2000).

3. Sistemática proposta

A sistemática proposta para integração de modelos de balanceamento está estruturada em três fases, apresentadas na Figura 2.

Na primeira fase realiza-se um balanceamento puramente determinístico. Na Fase 2 integra-se o balanceamento determinístico com análises estocásticas, por meio da utilização da simulação computacional. Na terceira, e última fase, os resultados são analisados e propõe-se melhorias no processo de balanceamento estudado. Cada fase é detalhada na seção 4, na qual é discriminada a aplicação da sistemática proposta.

Figura 2 – Sistemática proposta



Fonte: Adaptado de Law e Kelton (2000) e Whitfield (2001)

4. Aplicação Prática

Este estudo foi realizado em uma empresa multinacional do ramo automotivo. Mais especificamente, em planta do Rio Grande do Sul, onde estão algumas das principais operações de usinagem do grupo no país.

4.1 Fase 1: Formulação do Problema

A Fase 1 iniciou com a realização de reuniões de *Kaizen* para identificação dos problemas de balanceamento de recursos em uma célula de manufatura selecionada. A partir de observações preliminares constatou-se que a célula de manufatura apresentava altos estoques intermediários e alto *lead time*, em consequência da falta de balanceamento da carga de trabalho dos operadores, uma vez que o tempo de pausa de alguns operadores era maior do que o de outros.

Realizou-se o Mapeamento do Fluxo de Valor e constatou-se um tempo de processamento total de 5,4 horas/peça. Entretanto, devido aos altos níveis de estoques em processo, o *lead time* de produção era de 13,14 dias/peça.

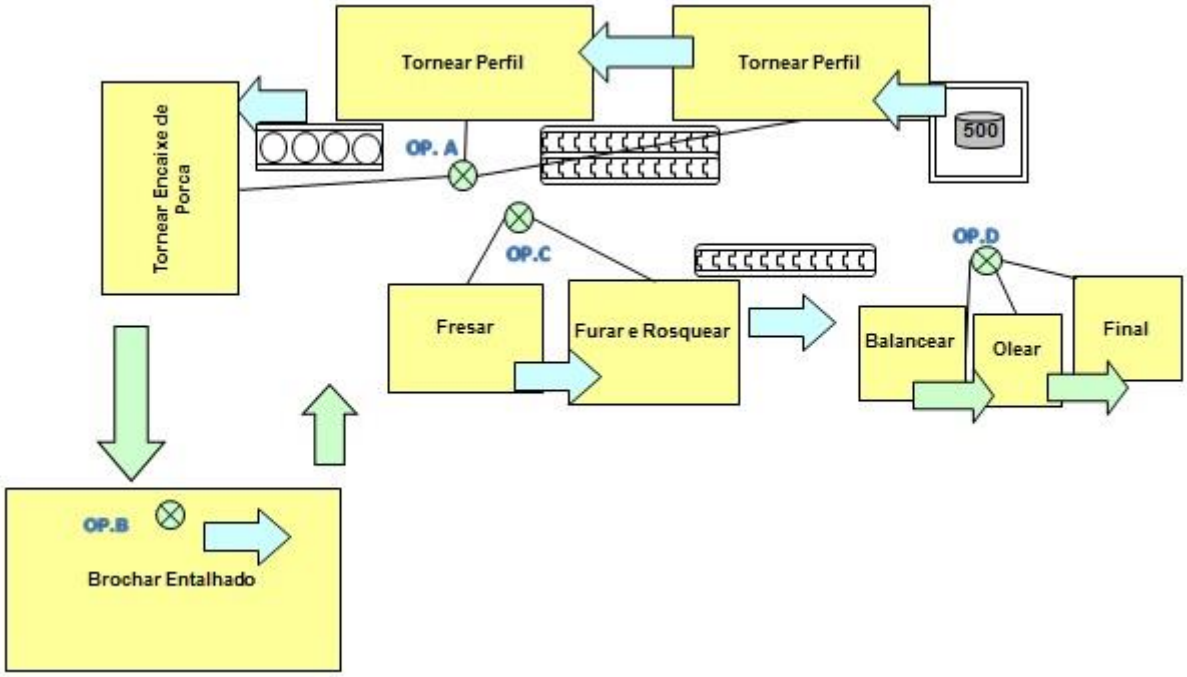
Com a identificação das perdas na célula de manufatura, foi definido o problema a ser resolvido. A partir da definição do problema, seguiu-se para a fase de coleta de dados.

4.1.2 Fase 1: Coleta de Dados

Após a reunião de *Kaizen* e formulação do problema, foi realizada a coleta de dados de tempos necessários para o balanceamento determinístico. Na abordagem determinística (*Yamazumi*) utiliza-se a média dos tempos; já na abordagem estocástica utiliza-se todos os tempos, a fim de analisar as variabilidades. A partir da coleta de tempos, pode-se construir o trabalho combinado das atividades, por posto de trabalho. Assim, pode-se gerar o gráfico de balanceamento *Yamazumi* e analisar a utilização dos recursos.

A célula de manufatura analisada produz um item utilizado no sistema de transmissão de torque de veículos pesados, como caminhões, ônibus e caminhonetes. A célula possuía oito máquinas, dispostas em layout tipo "U". Destas oito máquinas, dois tornos realizavam a operação tornear perfil, pois essa operação era uma restrição do processo e necessitava de duas máquinas em paralelo para atender ao programa de produção. Na Figura 3 está representado o arranjo produtivo, no qual os operadores estão representados por letras e as máquinas por números.

Figura 3 – Sequenciamento das operações e distribuição dos operadores



Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados da empresa

O Operador A era responsável pelas operações de tornear perfil e tornear encaixe de porca. O Operador B realizava a operação de brochar entalhado. Esta operação ficava alocada em uma plataforma de 2 metros, e as peças chegavam e saiam em lotes de 30 peças através de um elevador. O Operador C fazia as operações de fresar e furar/rosquear. O Operador D fazia as operações de balancear, olear e empacotar as peças.

A demanda média mensal da célula de manufatura era de 13.080 peças. Consideram-se 25 dias mensais para produção, a demanda diária era 523 peças. A jornada diária de trabalho é de 8 horas, em 3 turnos por dia, com uma hora de intervalo. Logo, consideram-se 21 horas disponíveis para produção por dia. A partir destes dados, foi possível calcular um t*ak-time* de 144 segundos/peça para a célula de manufatura estudada.

Após o cálculo do *takt-time*, realizou-se os estudos de tempos. Analisaram-se os seguintes tempos: a carga e descarga das máquinas, deslocamentos entre operações e o tempo padrão de cada operação. O tamanho da amostra, da coleta de tempos, com grau de confiança de 95% (z = 1,96), é igual a oito cronometragens de cada elemento. Para o balanceamento determinístico, utilizou-se a média dos tempos de cada atividade.

4.1.3 Fase 1: Balanceamento Determinístico

Nesta etapa foi realizada a estruturação do trabalho combinado com a operação gargalo (operação com maior tempo de ciclo). No caso da célula de manufatura em estudo, o gargalo é o centro de usinagem, máquina para furar e rosquear, a qual é operada pelo Operador C. Com a estruturação do Trabalho Combinado, foi possível gerar o gráfico *Yamazumi.*

O gráfico *Yamazumi* permitiu a análise das atividades que agregam e não agregam valor. Utilizaram-se cores para estratificar as atividades: em verde estão as atividades que agregam valor; em vermelho, as que não agregam valor; em amarelo estão os deslocamentos; e em azul estão representadas as pausas. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos no gráfico *Yamazumi.* Os resultados de utilização dos operadores relata o percentual de tempo em que o operador está exercendo suas atividades, em relação ao tempo do *takt-time*.

Tabela 1 – Dados obtidos no Gráfico *Yamazumi*

Operador	Utilização	Agrega Valor	Não Agrega Valor	Caminhada	Pausa
A	94%	58 segundos	52 segundos	16 segundos	17 segundos
B	19%	6 segundos	13 segundos	8 segundos	116 segundos
C	51%	30 segundos	32 segundos	11 segundos	70 segundos
D	45%	39 segundos	16 segundos	10 segundos	78 segundos
Total		133 segundos	113 segundos	45 segundos	281 segundos

Fonte: Elaborada pela autora

O cálculo do percentual de ociosidade do balanceamento possibilitou verificar uma ocorrência de defasagem no balanceamento. A partir do cálculo do percentual de ociosidade, constatou-se que a célula de manufatura permance 48,78% ociosa. Ao finalizar o balanceamento determinístico foi realizada a análise de dados estocásticos, utilizando como ferramenta de apoio o software de simulação computacional ProModel.

4.2 Fase 2: Análise Estocástica do Balanceamento

Com a realização do balanceamento da célula de manufatura, utilizando a técnica determinística *Yamazumi*, iniciou-se a Fase 2 da sistemática, que objetiva analisar o balanceamento, gerado na Fase 1, a partir de uma análise estocástica utilizando um software de modelagem e simulação computacional. A simulação computacional é utilizada como ferramenta para validação dos resultados obtidos nas análises determinísticas.

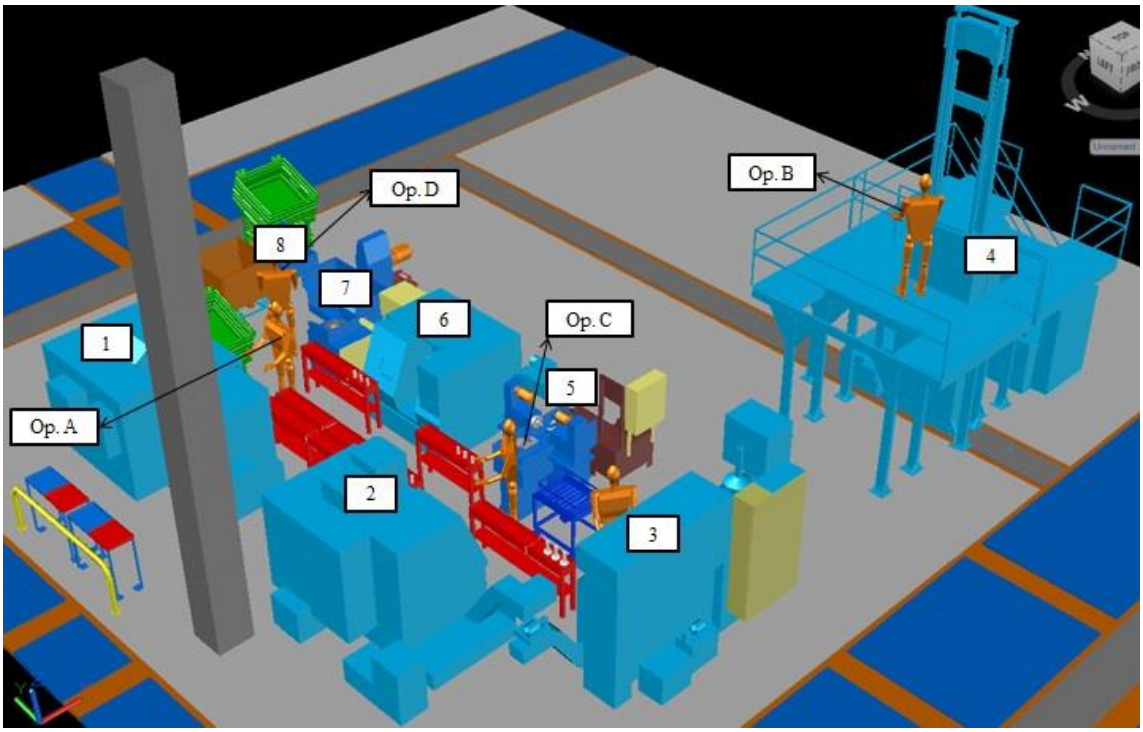
A coleta de dados da Fase 1 foi utilizada como base para a construção do modelo conceitual. A principal diferença entre as análises determinística e estocástica foi a utilização dos dados da coleta de tempos. Na Fase 1 utilizou-se a média dos tempos de cada atividade

para estruturar o trabalho combinado. Entretanto, com o apoio da simulação computacional, pode-se utilizar toda a amostra de dados, e assim verificar as variabilidades do sistema produtivo.

Para a construção do modelo conceitual, foram estipuladas as seguintes considerações: (*i*) o modelo devia representar as mesmas atividades estipuladas no trabalho combinado; (*ii*) os operadores deveriam estar disponíveis 100% para realizarem as atividades; (*iii*) não haveria falta de matéria-prima; e (*iv*) não haveria retrabalho, ou seja, taxa de qualidade de 100%.

Desta forma foi construído o modelo computacional, a fim de modelar e simular o estado atual da célula de manufatura. Na Figura 4 está representado o arranjo produtivo gerado no software de simulação.

Figura 4 - Modelo Computacional



Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados da empresa

Na Figura 5 estão descritas as operações desempenhadas pelas máquinas, bem como a distribuição dos operadores.

Figura 5 – Distribuição dos Recursos nas Operações

Máquina	Operação	Operador
1	Tornear Perfil	A
2	Tornear Perfil	A
3	Tornear Encaixe de Porca	A

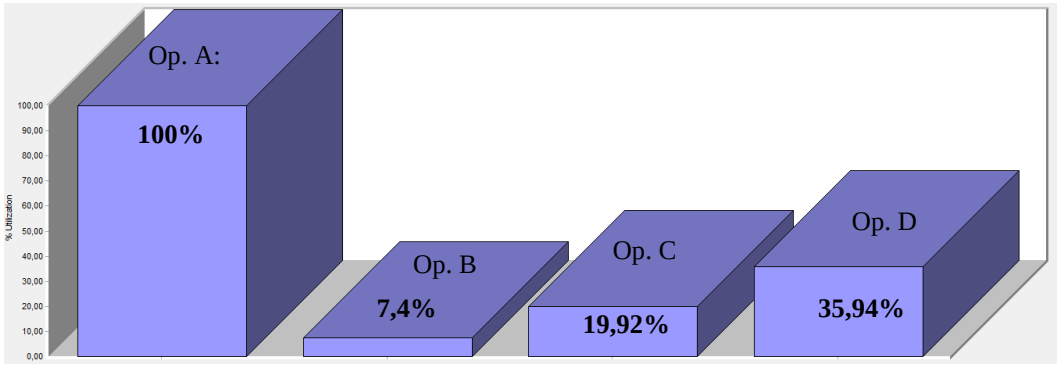
4	Brochar Entalhado	B
5	Fresar	C
6	Furar e Rosquear	C
7	Balancear	D
8	Olear e Empacotar	D

Fonte: Elaborada pela autora

A simulação foi realizada utilizando os mesmos dados de produção, jornada de trabalho, tarefas e tempos de operações utilizados no balanceamento determinístico (Fase 1). Considerou-se 5 horas de tempo de aquecimento e mais 21 horas (um dia de produção) para realização da simulação. Analisou-se o modelo em relação à movimentação das entidades (produto em processamento) e recursos (operadores) e verificou-se que estavam realizando o fluxo conforme o processo real.

Conforme dados coletados (seção 4.1.2), a produção diária é de 523 peças. A capacidade da célula de manufatura a 100% de eficiência é de 546 peças. O modelo computacional obteve como capacidade produtiva 618 peças. Portanto, houve uma variação de aproximadamente 11,65%, considerada aceitável, uma vez que na simulação considerou-se eficiência de 100%. Com a simulação, foi possível analisar o percentual de utilização dos operadores (Figura 6).

Figura 6 - Utilização dos Operadores



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos resultados dos relatórios de simulação no ProModel

Para entendimento e visão sistêmica do arranjo produtivo, analisou-se a ocupação das máquinas. Para assim entender as diferenças encontradas no percentual de utilização das abordagens determinística e estocástica. Na Tabela 2 estão descritos os dados de ocupação de máquinas obtido na simulação computacional.

Tabela 2 - Dados de Ocupação das Máquinas

Operador	Máquina	% Tempo em Operação	% Tempo Ocioso	% Tempo em Espera
A	1	68,81%	0%	31,19%
A	2	46,55%	0%	53,45%
A	3	36,45%	0%	63,55%
B	4	27,11%	72,89%	0%
C	5	48,54%	33,10%	10,49%
C	6	66,63%	27,73%	5,64%
D	7	67,26	29,72%	3,02%
D	8	56,4%	32,7%	7,48%

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos resultados dos relatórios de simulação no ProModel

O percentual de tempo em operação é o tempo em que a máquina está efetivamente agregando valor ao produto, ou seja, a peça está sendo manufaturada. O percentual de tempo ocioso é o tempo em que a máquina fica sem operar, ou seja, não há peça para ser manufaturada. Já o percentual de tempo em espera é o tempo em que a máquina fica com a peça após a sua operação, mas o operador ainda não descarregou.

Analisando os dados de ocupação de máquinas, percebe-se que a máquina 4 passava 72,89% do tempo ociosa. Como consequência, as máquinas das operações seguintes também apresentavam tempos ociosos. O que acarretava em diminuição na utilização dos recursos disponíveis.

A análise de ocupação de máquinas e consequente impacto na utilização dos recursos, não podem ser realizados no balanceamento determinístico, o qual não possibilita a análise de variabilidades no processo. Utilizando os dados coletados na Fase 1 na simulação computacional, foi possível verificar o comportamento da célula de manufatura, e assim indicar melhorias a serem realizadas.

4.3 Fase 3: Comparação dos Resultados

Na Fase 3 são comparados os resultados de utilização dos recursos obtidos nos balanceamentos determinísticos e estocásticos, e são identificadas possibilidades de mudanças no balanceamento. Nesta fase propõe-se um novo balanceamento determinístico e uma análise da utilização dos recursos.

Os resultados de utilização obtidos na simulação computacional foram comparados com o balanceamento do gráfico *Yamazumi*. A comparação e diferenças encontradas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação da Utilização dos Operadores

Operador	*Yamazumi*	ProModel	Diferença
A	94%	100%	6%
B	19%	7,4%	6,1%
C	51%	19,92%	60,94%
D	45%	35,94%	20,13%

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos resultados obtidos na Fases 1 e 2

Verificou-se diferenças significativas nos valores de utilização encontrados no *Yamazumi* e na simulação Computacional. A principal diferença encontrada foi na utilização do Operador C, com 60,94% de diferença nos valores encontrados. Explica-se esta diferença devido aos dados de ocupação de máquina (Tabela 2), em que a máquinas 5 e 6, operadas pelo Operador C, apresentavam juntas 60,83% de tempo ocioso.

A diferença encontrada na utilização do Operador B, explica-se pelo fato de a máquina 4 estar localizada em uma plataforma e as peças chegarem em lotes de 30 peças, por meio de um elevador. Desta forma, o máquina 4 apresentou o maior percentual de tempo ocioso (72,89%), o que impactou na utilização do Operador C. Devido às questões de percentual de ociosidade de máquinas e consequente utilização dos recursos, o Operador D que estava alocado nas últimas operações, também apresentou diferença nos resultados de utilização obtidos nas análises determinística e estocástica.

4.3.1 Fase 3: Novo Balanceamento Determinístico

Com as análises de comparação dos resultados obtidos, iniciou-se a etapa de novo balanceamento determinístico. Para tanto, calculou-se o número de estações de trabalho necessárias (2,41 estações). Utilizou-se a soma dos tempos manuais coletados e o resultado do cálculo do *takt-time* (seção 4.1.2).

Conforme o resultado de 2,41 estações, seriam necessárias 3 estações. Se a opção for trabalhar com 2 estações deve-se estudar ajustes no processo. Neste caso, estudou-se a possibilidade de colocar a operação da máquina 7 na plataforma em que se encontra a Máquina 4. A partir dos dados de utilização da Tabela 3, optou-se por agregar as atividades dos operadores B (7,4% de utilização) e D (35,94% de utilização), em função do operador C (19,92% de utilização) operar a máquina gargalo da célula de manufatura. Desta forma, o operador C passaria a ser responsável pelas máquinas 5, 6 e 8.

Na Figura 7 estão descritas as operações desempenhadas pelas máquinas, bem como a distribuição dos operadores.

Figura 7 – Distribuição dos Recursos nas Operações Estado Futuro

Máquina	Operação	Operador
1	Tornear Perfil	A
2	Tornear Perfil	A
3	Tornear Encaixe de Porca	A
4	Brochar Entalhado	B
7	Balancear	B
5	Fresar	C
6	Furar e Rosquear	C
8	Olear e Empacotar	C

Fonte: Elaborada pela autora

Com a nova proposta de alocação dos recursos, construiu-se o Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Futuro - MFV. No MFV futuro, delimitaram-se os estoques intermediários, a fim de nivelar a carga de trabalho entre as operações, e introduziu-se o conceito de produção puxada, para assim, reduzir os estoques intermediários.

O Operador A manteve as mesmas atividades. Entretanto, o operador B, responsável apenas pela máquina 4, passou a exercer também as atividades da máquina 7. O Operador C teve as atividades das operações finais (olear e empacotar) acrescidas às suas atividades. Desta forma, foi estruturado o novo trabalho combinado e novo gráfico *Yamazumi*. Os resultados de utilização obtidos no novo balanceamento determinístico estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados obtidos no Gráfico *Yamazumi* Estado Futuro

Operador	Utilização	Agrega Valor	Não Agrega Valor	Caminhada	Pausa
A	94%	58 segundos	52 segundos	16 segundos	41 segundos
B	80%	41 segundos	24 segundos	13 segundos	65 segundos
C	75%	44 segundos	39 segundos	16 segundos	44 segundos
Total		143 segundos	115 segundos	45 segundos	150 segundos

Fonte: Elaborada pela autora

Com as modificações propostas a partir da simulação computacional foi possível identificar um aumento de 32% na utilização do operador C. Otimizou-se a necessidade de recursos humanos para produção, uma vez que foram agregadas atividades para o operador B, obtendo-se uma melhoria de 76,25% em sua utilização.

Calculou-se novamente o percentual de ociosidade (34,72%), para verificação de defasagem no balanceamento. Obteve-se uma melhoria de 28,82% no percentual de ociosidade da célula de manufatura. A partir do novo balanceamento, reduziu-se para 2,94 dias o *lead time* para produção de uma peça, visto que a carga de trabalho balanceada reduziu o estoque em processo. Assim, obteve-se uma redução de 77,62% no *lead time* para produção.

A partir destes resultados, iniciou-se um novo ciclo de integração de técnicas de balanceamento determinística e estocástica, a fim de otimizar os recursos utilizados.

5. Conclusões

A partir da estruturação de uma sistemática integrada de técnica determinística e estocástica para balanceamento de célula de manufatura foi possível avaliar uma proposta de balanceamento para célula de manufatura em uma empresa.

Utilizando a ferramenta *Yamazumi*, a qual retrata as atividades do trabalho combinado dos operadores por posto de trabalho, foi possível obter uma estimativa da utilização dos operadores. Após estruturar o *Yamazumi*, utilizou-se a ferramenta de simulação computacional, para demonstrar o real comportamento da célula de manufatura. E assim, foi possível avaliar a utilização dos operadores considerando o cenário de manufatura que apresentava paradas de máquina por espera de peças, movimentações, inspeções de qualidade, entre outros.

Desta forma, pode-se demonstrar que, utilizando de forma integrada a sistemática *Yamazumi* e a simulação computacional, é possível realizar o balanceamento dos recursos, e entender de forma sistêmica todo o processo produtivo e suas restrições. Utilizando isoladamente a sistemática *Yamazumi* limita-se a análise de utilização dos operadores baseada em dados determinísticos, o que não remete à realidade dos sistemas de manufatura.

A utilização desta sistemática permitiu a identificação de possibilidades de melhoria no balanceamento e possibilitou a estruturação de um novo gráfico *Yamazumi*, baseado nos resultados obtidos na simulação. A simulação computacional pode ser utilizada como ferramenta de apoio a técnicas estruturadas de balanceamento determinístico, permitindo análises das variabilidades no processo (máquinas, recursos, entidades, locais, entre outros).

O objetivo geral deste trabalho foi atendido, visto que foi proposta uma sistemática para balanceamento de célula de manufatura integrando abordagens determinística e estocástica. Foram analisadas as sistemáticas de balanceamento utilizadas. Simulou-se o

balanceamento determinístico utilizando a simulação computacional. E, por fim, comparou-se os resultados obtidos nas abordagens determinística e estocástica.

Este trabalho deixa como contribuição a conclusão de que uma sistemática integrada de técnica de determinística com a simulação computacional permite avaliar de forma sistêmica a célula de manufatura, e assim, ter um melhor entendimento das variabilidades dos processos.

Neste trabalho não foi realizada a simulação computacional do estado futuro proposto. A simulação do estado futuro inicia um novo ciclo da sistemática proposta. Sugere-se para os trabalhos futuros, a utilização da sistemática por mais ciclos objetivando a confirmação de resultados futuros e a melhoria contínua do processo de balanceamento.

REFERÊNCIAS

ANGRA, S.; SEHGAL, R.; NOORI, Z. S. Cellular manufacturing: A time-based analysis to the layout problem. **International Journal Production Economics.** n. 112, p. 427 – 438, 2007.

ANTUNES JR., J.: **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção:** uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e a teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Tese de doutorado em Administração de Empresas, Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR, J. Takt-Time: Conceitos e Contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. **Revista Gestão & Produção.** V.8, n. 1, p. 1-18, abr. 2001.

ASKIN, R. G.; ZHOU, M. A parallel station heuristic for the mixed model production line balancing problem. **International Journal of Production Research**, London (Inglaterra), v. 35, n. 11, p. 3095-3105, 1997.

BANKS, J. Introduction to simulation. **Proceedings of the Winter Simulation Conference.** Atlanta, 2000.

BARNES, R.M. **Estudo de Movimentos e de tempos:** projeto e medida do trabalho. São Paulo: Ed. Blucher, 1977. 634p.

BARROSO, U. I. B.; TUBINO, D. F. O layout celular na indústria moveleira de estofados. **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2004, Florianópolis, SC, nov. 2004.

BLACK, J. T. **O projeto da Fábrica com Futuro.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

CARSON, J; Introduction to modeling and simulation. **Winter Simulation Conference**, 2004.

CHIROLI, D. G. G.; NUNES, P. V.; LEAL, G. C. L. O uso da cronoanálise para implantação do plano mestre de produção em uma empresa avícola. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de Outubro de 2010.

CONCEIÇÃO, S. V. Otimização do Fluxo de Materiais através da Manufatura Celular. **Revista Produção.** v. 15, n. 2, p. 235-250, Maio/Ago. 2005.

GERHARDT, M. P.; FOGLIATTO, F. S. Balanceamento de linhas de montagem multi-modelos. **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Florianópolis, SC, nov. 2004.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5ª edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

GOGG, T. J.; MOTT, J. R. **Improve quality & productivity with simulation**. 2. Ed. JMI Consulting Group, 1995.

GOMES, J. E. N.; OLIVEIRA, J. L. P.; ELIAS, S. J. B.; BARRETO, A. F.; ARAGÃO, R.L. Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva – um estudo de caso. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção,** Rio de Janeiro, RJ, out.2008.

GUINATO, P. **Produção e Competitividade:** Aplicação e Inovações. Tradução: Adiel Almeida e Fernando Souza. Recife: UFPE, 2000

EREL, E.; GOKCEN, H. Shortest-route formulation of mixed-model assembly line balancing problem. **European Journal of Operational Research**, n° 116, p. 194-204, 1999.

FARNES, V. C. F.; PEREIRA, N. A. Balanceamento de linha de montagem com o uso de heurística e simulação: estudo de caso na linha branca. **XIII Simpósio de Engenharia de Produção.** Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

FERNANDES, C. F. F.; FILHO, M. G.; CUTIGI, R. A.; GUIGUET, A. M.; O uso da programação inteira 0-1 para o balanceamento de linhas de montagem: modelagem, estudos de caso e avaliação. **Revista Produção**. v. 18, n. 2, p. 210-221, maio/ago. 2008

FERNANDES, F. C. F.;DALALIO, A. G. Balanceamento e rebalanceamento de linhas de montagem operadas por grupos de trabalho autogerenciados. **Revista Gestão & Produção.** v.7, n.3, p.378-398, dez. 2000.

KHAN, A.; DAY, A. J. A Knowledge Based Design Methodology for manufacturing assembly lines. **Computers & Industrial Engineering**, Los Angeles (EUA), v. 41, n. 4, p. 441-467, 2002.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation Modeling and Analysis.** 3ª ed. Boston: McGrawHill, 2000. 760p.

LEHMAN, M. On criteria for assigning models to assembly lines. **International Journal of Production Research**, London (Inglaterra), v. 7, n. 4, p. 269-285, 1969.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota:** 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005. 316p.

LOBÃO, E. C.; PORTO, A;. J. V. Evolução das técnicas de simulação. **Revista Produção**. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 13-21, jan./jun. 1999.

LU, M.; WONG, L.; Comparison of two simulation methodologies in modeling construction systems: Manufacturing-oriented PROMODEL vs. construction-oriented SDESA. **Automation in Construction.** n. 16, p. 86–95, 2005.

MARODIN, G.; SAURIN, T. A. Modelo de Avaliação de Arranjos Físicos sob a ótica da Manufatura Celular. **Revista Gestão Industrial**. v. 03, n. 03: p. 66-86, 2007

MASSOD, S. Line balancing and simulation of an automated production transfer line. **Assembly Automation.** 26,/1, p. 69 – 74, 2006.

MENDES, A. R.; RAMOS, A. L.; SIMARIA, A. S.; VILARINHO, P. M. Combining heuristic procedures and simulation models for balancing a PC camera assembly line. **Computers & Industrial Engineering.** n. 49, p. 413–431, 2005.

MILTENBURG, J. U-shaped production lines: A review of theory and practice. **International Journal Production Economics**. n. 70, p. 201 – 214, 2001.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 149 p. 1997.

OLIVEIRA, F. U. N.; SILVA, I. B.; HELLENO, A. L. Metodologia MTM (Methods – Time Measurement) como estratégia competitiva para um balanceamento de linha de produção mais exuto. **XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Belo Horizonte, MG, out. 2011.

OLORUNNIWO, F.; UDO, G. The impact of management and employees on cellular manufacturing implementation. **International Journal Production Economics**. n. 76, p. 27 - 38, 2002.

PINHO, A. F.; LEAL, F.; MONTEVECHO, J. A. B.; MARINS, F. A. S; MAPA, S. M. S.; RIBEIRO, M. J. C. Aumento de Produtividade em uma Linha de Montagem de Chassis Automotivos Através da Simulação Computacional. **XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza, CE, out. 2006.

PRASAD, P. S. S.; ARAVINTHAN, G.. Development of Cellular Layout for a Pump Manufacturing Industry. **The IUP Journal of Operations Management**, vol.X, n.2, 2011.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo:** um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: The Lean Enterprise Institute, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, L. M. F; PORTO, E. S. O balanceamento do fluxo produtivo à luz da TOC: caso prático no processo demontagem de calçados autoclavados. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção,** Rio de Janeiro, RJ, out.2008.

SILVA, J. M. A.; JUNIOR, M. V.; COPPINI, N. L.; BAPTISTA, E. A.; PILEGGI, G. C. F. Balanceamento de células flexiveis de manufatura pela otimização das condições operacionais e uso do software Arena. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de Outubro de 2010

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção.** 6. ed. Rio de Janeiro : LTC, 701 p., 2001.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão-de-fábrica.** Porto Alegre: Bookman, 1999. 134p.

WHITFIELD, K. Building better powertrains through lean approaches at Toyota. **Automotive Design & Production**. n. 113, 5, p. 70 - 73, May, 2001.

Avaliação de práticas de produção enxuta em células de manufatura no setor automotivo

Larissa de S. Pedrosa Fritzen (UFRGS) – larissa_pedrosa@hotmail.com
Tarcisio Abreu Saurin (UFRGS) - saurin@ufrgs.br

Resumo

O conceito de produção enxuta é muito difundido e aplicado por empresas de vários setores, especialmente no setor automotivo. O uso de células de manufatura é uma das principais práticas adotadas no contexto dos sistemas de produção enxuta. Este artigo tem como objetivo identificar oportunidade de melhoria em um método de avaliação do uso de práticas enxutas em células de manufatura. Com base para identificar tais oportunidades, o método foi aplicado em uma célula de manufatura de uma empresa automotiva que necessita melhorar seu sistema produtivo para a entrada de novos produtos e suportar o aumento da sua demanda produtiva.

Palavras-chave: Células de manufatura. Produção enxuta. Medição de desempenho.

Abstract:

The concept of lean production is widespread and applied by companies in various industries, especially in the automotive sector. The use of manufacturing cells is one of the main practices in the context of lean production systems. This article aims to identify opportunities for improvement in a method of evaluating the use of lean practices in manufacturing cells. Basis to identify such opportunities, the method was applied to a manufacturing cell of an automotive company that needs to improve its production system for the entry of new products and support the increase of its production demand.

Keywords: manufacturing cells. Lean production. Performance measurement.

1 Introdução

O setor automotivo caracteriza-se por uma grande competitividade o que exige suprir a demanda com qualidade, eficiência e menor custo, em contextos de frequentes mudanças na estrutura das empresas. (CANGUE et al., 2004). Diante desse cenário, o setor automotivo pode se beneficiar do uso de Sistemas de Produção Enxuta (SPE)[18], originalmente criado pela

[18] O SPE tem como uma das suas práticas a organização em células de manufatura, que apresentam benefícios como flexibilidade de *mix*, baixo tempo de *set up*, melhor qualidade. (PARK; HAN, 2002). Além disso, outro ponto forte da célula de manufatura é que ela requer postos de trabalho com cargas de trabalho balanceadas e baixo estoque em processo, o que acaba

Toyota. O princípio básico dos SPE é produzir mais com menor utilização de recursos, como energia e mão de obra. (WOMACK et al., 1998).

Este artigo tem como objetivo identificar oportunidade de melhorias em um método de avaliação das práticas de PE em CM, proposto por Saurin et al. (2011). Tal método foi escolhido por trazer uma visão abrangente das práticas de PE, contemplando àquelas ligadas aos recursos humanos, ao planejamento e controle da produção e as tecnologias de processo. Além disso, o método induz à análise dos relacionamentos entre as práticas, permitindo identificar como melhorias em uma prática impactam em outras. O método de Saurin et al. (2011), até o momento não foi encontrado na literatura em outra aplicação publicada por outros que não sejam os idealizadores do mesmo. Em termos práticos, o trabalho justifica-se, pois a empresa onde o método foi aplicado identificou a necessidade de melhorar o desempenho da célula avaliada, visto que um novo produto deve entrar em produção aumentando a sua demanda. Outro ponto importante é que esta célula, financeiramente, é muito importante para a empresa e, por isso, a entrada de um novo produto requer estudos externos, como o proposto neste artigo; evitando que o reprojeto tenha os mesmos problemas atuais.

2-Referencial Teórico

2.1 Células de manufatura no Sistema de Produção Enxuta

A produção enxuta teve sua origem no setor automobilístico e, posteriormente, foi aplicada em outros setores. É um sistema em que a produção obedece à demanda solicitada. Em contraponto aos sistemas tradicionais de produção, nos quais se produz com base em programas que não necessariamente refletem os deveres reais de cada operação. (SHARMA et al., 2008).

revelando rapidamente suas ineficiências. (WILKES, 2000). Os aspectos citados acima também são importantes de acordo com os princípios da PE.

Wilkes (2000) destaca que a implantação de células de manufatura exige um grande comprometimento de toda a companhia, o que pode exigir mudanças culturais. Fleury (1993) e Wilkes (2000) citam como exemplos dessas mudanças, como a delegação de autonomia e responsabilidade aos níveis operacionais, em termos de controle da qualidade, desenvolvimento de projetos de melhorias, e operação de múltiplas máquinas.

A produção enxuta abrange uma variedade de práticas que incluem, principalmente, sistema de qualidade, trabalho em equipe e células de manufatura em um sistema integrado (SHAH; WARD, 2003). Segundo Riani (2006), é necessária a aplicação das ferramentas para obter os resultados do sistema enxutos. A célula de manufatura[19] é uma das ferramentas que contribuem com os objetivos da PE.

2.2 Método de avaliação de práticas de PE usado neste estudo

O método de Saurin et al. (2011) permite avaliar a utilização de práticas de PE em células de manufatura, mostrando pontos fortes e fracos e identificando oportunidade de melhorias com base na análise das interfaces entre práticas de produção enxuta.

O método citado também permite avaliar se os atributos de uma CM existem, quais sejam: tecnologia de grupo, atributo organizacional e conexões de tempo, espaço e informação.

As dezoito práticas de produção enxuta incluídas no método são classificadas em três categorias: Recursos Humanos, Planejamento e Controle da Produção e Tecnologia de Processo. Cada prática possui uma série de atributos, os quais são avaliados com base em fontes de evidências definidas pelo método. Os quadros 1, 2 e 3 apresentam todas as práticas e seus respectivos atributos.

Quadro 1 – Atributos de práticas de produção enxuta no subsistema de recursos humanos.

Práticas	**Atributos**
1. Trabalho em equipe e	□□O líder de equipe auxilia os operadores em atividades de melhoria e solução de problemas.

[19] Células de manufatura são agrupamentos de postos de trabalho que possuem uma sequência de etapas de processo, tendo pouco ou nenhum estoque entre as etapas (CONTADOR, 1995) e fabricando produtos da mesma família. Com a implementação das células, verifica-se uma redução do tempo gasto em transferências entre os postos de trabalho, do tempo de preparação das máquinas, da quantidade de ferramentas utilizadas, do tamanho dos lotes e do tempo total de fabricação. (RIBEIRO; MEGUELATI, 2002). O sistema de produção organizado em células torna-se mais simples e eficiente, apresentando respostas rápidas e qualificadas para as inúmeras demandas de mercado. (CONCEIÇÃO, 2005).

Hyer e Brown (1999) salientam a importância das conexões de tempo, espaço e informação entre os postos de trabalho que compõem as células de manufatura. Os autores definem as conexões como: (a) o tempo de espera e transferência entre operações seqüenciadas deve ser minimizado; (b) o espaço entre as operações realizadas deve ser pequeno; (c) as pessoas responsáveis pela CM devem ter acesso às informações necessárias para o trabalho realizado na CM.

liderança (TWL)	□□O líder de equipe substitui os operadores no caso de ausências. □□Os operadores são avaliados pelo desempenho do trabalho da equipe como um todo.
2. Melhoria Contínua (CI)	□□Os operadores são treinados em métodos de solução de problemas, incluindo a ênfase em buscar as causas raízes. □□Há grupos de operadores que se dedicam a atividades de melhoria contínua, se reunindo periodicamente. □□Os grupos de melhoria contínua são coordenados por operadores ou líderes.
3.Multifuncionalidade e prática de rodízio. (MCT)	□□Todos os operadores são capacitados a realizar todas as operações da célula. □Há um controle da capacitação dos operadores em realizar as operações da célula (ex: matriz de habilidades). □O rodízio entre postos e operações é realizado de modo diário.
4. Autonomia dos Operadores. (WAU)	□□Os operadores têm autonomia para identificação e controle de variações. □□Os operadores e o líder têm autonomia para parar a linha de produção em caso de anormalidades. □□Há dispositivos visuais para solicitar auxílio imediato do líder e ou de áreas de apoio (por exemplo: manutenção, *pré-setup*, engenharia ou qualidade).
5. Padronização do trabalho. (STW)	□□Há um ou mais formulários de padronização das operações. □□O (s) formulário(s) está visível aos operadores e ao líder. □□O (s) formulário (s) descreve as informações de: *takt time*, tempo de ciclo, separação de tempo homem e tempo máquina, seqüência de produção, estoque padrão, desenho do arranjo físico e movimentação dos operadores. □□O (s) formulário (s) é atualizado regularmente de acordo com as melhorias realizadas nas operações. □□O (s) formulário (s) é utilizado para verifica se as operações estão

	ocorrendo de acordo com os padrões estipulados.
6. Organização do local de trabalho. (WHK)	□□A célula está organizada (tem apenas os objetos necessários), ordenada (localização clara de cada objeto) e limpa (sem poeira, óleo ou outro tipo de sujeira). □□Há um programa 5S com auditorias regulares □□Os resultados das auditorias estão publicados junto à célula.

Fonte: Saurin et al. (2011).

Quadro 2 – Atributos de práticas de produção enxuta no subsistema de planejamento e controle da produção.

Práticas	**Atributos**
7. Produção Puxada. (PULL)	Há limites para os estoques em processo, componentes e produto acabado da célula. Tais limites são identificados por meio de dispositivos visuais segundo a lógica de linha *FIFO* ou *kanban*. □□O atributo anterior existe para todos os produtos, sejam eles comprados ou fabricados. □□A alimentação de componentes da célula é realizada com regularidade e por funcionários dedicados a essa atividade (não pelos próprios operadores da célula).
8. Nivelamento de Produção. (SPR)	□□Todos os modelos de produtos demandados ao longo do mês são produzidos todos os dias. • Consumo de matérias primas ocorre em constantes volumes entre os processos.
9. Troca rápida de ferramentas. (QST)	□□A célula não apresenta tempos de *setup* (por exemplo, na fabricação de apenas um modelo de produto). □□Caso haja *setup*, as respectivas atividades são padronizadas, havendo diferenciação entre atividades internas e externas.
10. Manutenção produtiva total. (TPM)	□□Os operadores realizam a manutenção preventiva básica e rotineira (limpeza, lubrificação, ajustes, troca de componentes simples, pequenos reparos e verificações e inspeções visuais) de forma padronizada em todos os equipamentos. □□Existe um programa de manutenção planejada preventiva ou

	preditiva em todos os equipamentos.
11. Indicadores enxutos para a medição de desempenho. (LME)	□□A célula utiliza indicadores que refletem a adoção de princípios da produção enxuta, tais como: tempo de atravessamento (*lead time*), *FTT* ou índice que leve em consideração retrabalho e refugo, o estoque planejado versus real e a eficiência do processo (ex: *OEE*, no caso de possuir operações não manuais).
12. Gestão visual do controle de produção. (VPC)	□□Há um quadro de controle de produção (manual ou automatizado) visível aos operadores da célula, indicando a programação de produção por períodos de horas ou turnos. □□As seguintes informações de controle de produção estão no quadro: planejado; realizado; saldo pendente; motivos de não atendimento; ações corretivas

Fonte: Saurin et al. (2011).

Quadro 3 – Atributos de práticas de produção enxuta no subsistema de tecnologia de processo.

Práticas	**Atributos**
13. Gestão visual do controle de qualidade. (VQC)	□□Há quadros de gestão visual do controle da qualidade (manuais ou automatizados) visíveis aos operadores da célula. □□Os quadros apresentam os índices de qualidade causa raízes para os defeitos encontrados e respectivos planos de ação.
14. Autonomação de equipamentos. (EQA)	□□Há uma separação entre o tempo homem e o tempo máquina, de modo que as máquinas desenvolvam, ao menos parcialmente, operações que dispensam monitoramento ou ação do operador. Todos os equipamentos possuem dispositivos *poka-yokes* para detectar anormalidades (erros ou defeitos), os quais paralisam a produção e sinalizam sua ocorrência de forma sonora ou visual.
15. Fluxo unitário. (ONE)	□□As peças são produzidas e transportadas de modo unitário entre operações, sendo que em cada operação se realiza apenas o que é exigido pela etapa posterior.

16. Visibilidade e troca de informações. (VIS)	□□Há visibilidade de todos os operadores em relação a todas as operações (operadores e equipamentos) e materiais (em fluxo ou em estoque) alocados na própria célula. □□Todos os operadores podem se comunicar verbalmente em tom de voz normal.
17. Tamanho e forma do arranjo físico. (LSS)	□□As dimensões da célula e o arranjo físico permitem que todos os operadores (no mínimo dois) troquem materiais entre si, sendo exigido para isso um deslocamento de até um metro de distância. □□Caso tenha apenas um operador, o arranjo físico permite que a célula opere com mais de um operador e obedece ao atributo anterior.
18. Organização em fluxo dominante. (ODF)	□□Todos os produtos que são produzidos na célula passam pelos mesmos processos seguindo o mesmo fluxo de produção.

Fonte: Saurin et al. (2011).

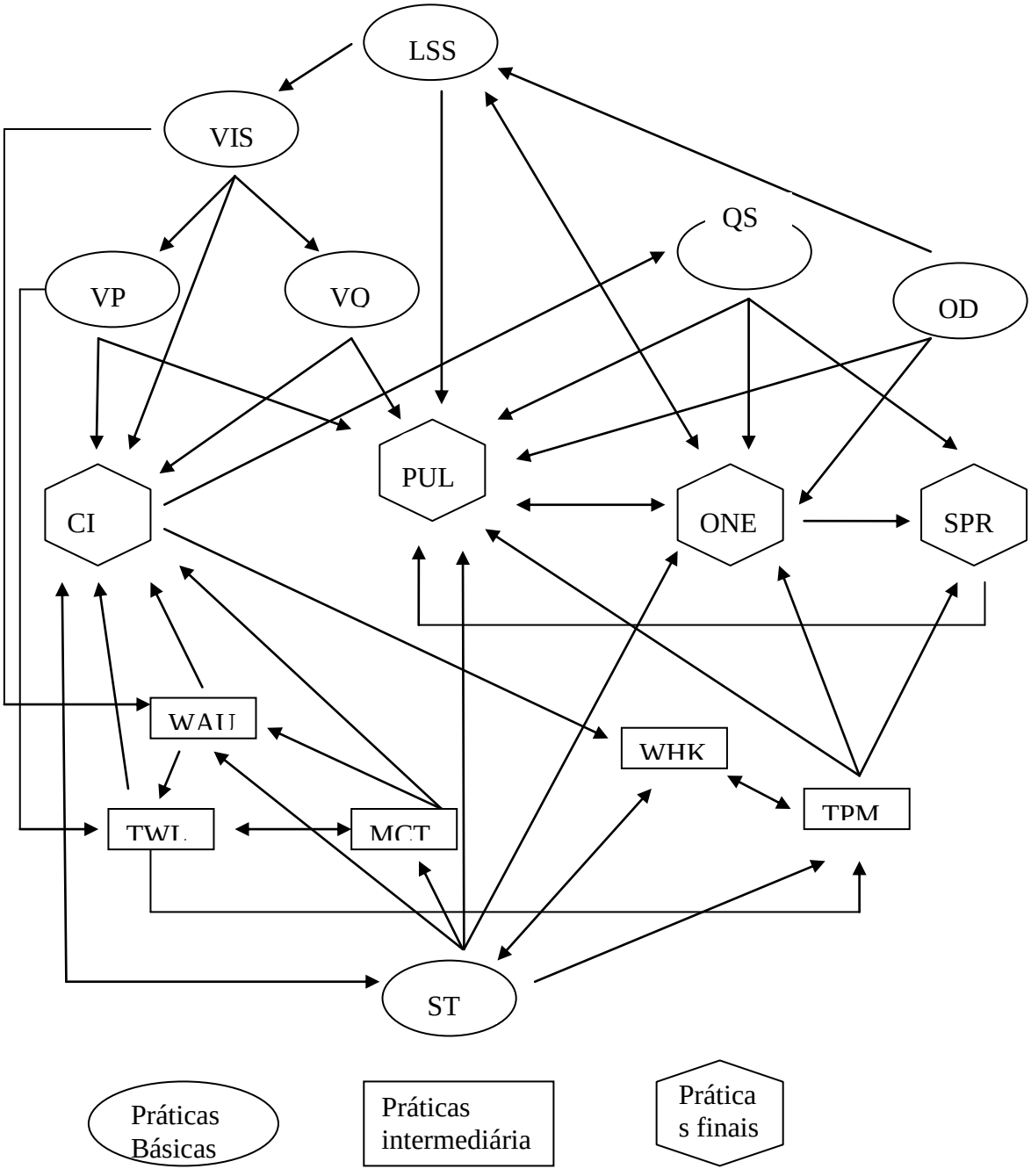
Tendo em vista orientar a coleta de dados, Saurin et al. (2011) desenvolveram formulários com 30 questões, distribuídas em quatro seções:

a) A primeira parte se refere à empresa, buscando informações sobre o porte, segmento que atua e seus produtos;
b) A segunda aborda as características da célula, como o número de colaboradores, os equipamentos e produtos;
c) A terceira trata das conexões entre espaço, tempo e informações;
d) Já a quarta trata da construção da matriz de produto e processo, avaliando o uso de tecnologia de grupo.

A figura 1 apresenta o modelo de relacionamento entre as práticas de PE, não contendo somente as práticas automação de equipamentos (EQA) e indicadores enxutos para a medição de desempenho (LME), visto que essas práticas não apresentaram relações fortes de dependência com as demais. Com base na figura 1, pode-se observar que as práticas são

classificadas como: básicas, intermediárias e finais. Os autores definem que (a) práticas básicas apoiam outras práticas pelo menos duas vezes mais do que dependem de outras práticas; (b) práticas intermediárias dependem tanto de outras práticas como outras práticas dependem delas; (c) práticas finais dependem das outras práticas pelo menos o dobro do que elas suportam outras práticas.

Figura 1 – Modelo de relacionamento das práticas de produção enxuta.



Fonte: Saurin et al. (2011).

3 Método de pesquisa

O planejamento deste estudo foi dividido da seguinte forma: a) revisão da bibliografia acerca de CM e SPE; b) escolha do método de avaliação do uso de PE em CM e melhoria do mesmo; c) escolha da empresa e da célula para aplicar o método; d) organização da aplicação do método de avaliação da célula. Após o planejamento, ocorreu a etapa de aplicação do método de avaliação da célula, em que foi definido o planejamento da aplicação das avaliações da existência dos atributos de CM, do uso das práticas de PE e dos relacionamentos entre as práticas.

3.1 Melhorias no método Saurin

Antes de aplicar o método de Saurin et al. (2011), foram identificadas oportunidades de aperfeiçoamento no mesmo. Assim, foram incorporados atributos associados à ergonomia e segurança no trabalho, no âmbito da categoria de práticas Recursos Humanos (Quadro 4). De fato, conforme Gary (2003) e Gonçalves Filho et al. (2011), a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais deve ser um dos objetivos relevantes de empresas que implementam a PE.

4 Recursos Humanos

Quadro 4 – Atributos de segurança no trabalho e ergonomia propostos como acréscimo ao método de Saurin.

Praticas	Atributos	Fontes
7. Segurança e ergonomia. (SE)	□□Auditorias realizadas pelo o time de apoio avaliando as questões de segurança e ergonomia em cada processo na linha de produção □□ Há quadros de controles visuais dos controles de segurança e ergonomia. Indicadores proativos, identificando os	• Garcia (2004) e Gonçalves Filho et al. (2011) • Gary (2003) • Gonçalves Filho et al. (2011)

	problemas antes que eles aconteçam e indicadores corretivos. □□O líder conduz as melhorias contínuas para ergonomia e segurança.	

Fonte: Fritzen (2013).

Como outro aperfeiçoamento de método de Saurin et al. (2011), foram estabelecidas pontuações para os diferentes níveis de atendimento de cada atributo. Assim, o atributo que está plenamente conforme recebe a pontuação 2; o que está parcialmente conforme recebe a pontuação 1; o que não está conforme recebe a pontuação 0 e as práticas que não são aplicáveis ao estudo não recebem pontuação. A pontuação de cada prática é calculada a partir da soma das pontuações de cada atributo, dividida pelo total de pontos possíveis em cada prática.

3.2 Critérios de escolha da empresa e da célula de manufatura

Os critérios levados em consideração para a escolha da empresa estudada foram os seguintes: a) planta automotiva de grande porte, setor no qual teve início a produção enxuta; b) planta que opera segundo a filosofia da produção enxuta e que tenha um método de implementação desta filosofia.

Após a escolha da planta, foi escolhida uma célula. O principal critério de escolha foi o fato de que um novo produto seria introduzido na mesma, criando então, oportunidade para aplicação de uma diretriz de reprojeto de CM proposto como objetivo principal dessa dissertação.

3.3 Aplicação do método de avaliação da célula

No início da avaliação, a CM foi observada pelo analista de processo durante uma semana, com o objetivo de verificar pontos que pudessem comprometer o estudo e avaliar a existência dos atributos da CM. Foi observado seu funcionamento através do trabalho padrão dos operadores e atividades do líder de produção, como o abastecimento das matérias primas. Com as movimentações, verificou-se o *layout* das máquinas e tempos de ciclos de cada

operação. Outro ponto observado foi os quadros de controles de produção, identificando a metodologia adotada para transmitir as informações coletadas na CM.

Para o funcionamento da célula são necessários dois operadores e um líder de produção em cada turno. Desses, somente dois operadores e um líder foram entrevistados como parte da coleta de dados para aplicação do método, uma vez que eles possuem mais de cinco anos de trabalho na célula, possuindo maior conhecimento acerca de suas rotinas. O gerente da produção e o analista de qualidade também foram entrevistados para aplicação do método, tendo em vista que os dois possuem uma visão sistêmica do negócio, além de conhecimento no assunto SPE.

Antes da aplicação dos formulários de avalição do uso das práticas de PE, verificou-se a importância da realização de uma reunião para explicar aos participantes o objetivo do estudo. Durante o encontro foram apresentadas as tabelas que definem os atributos de recursos humanos, planejamento e controle da produção e tecnologia do processo, além do questionário a ser aplicado (Apêndice A, B, C e D). Foram esclarecidas as diferenças entre o método adotado pela empresa para avaliar a célula e o método usado na pesquisa.

Após a reunião de esclarecimento do método, com duração de uma hora e meia, o questionário foi entregue às pessoas selecionadas. Ao invés do método de Saurin et al. (2011), em que as entrevistas foram feitas no local, os colaboradores levaram o questionário para suas casas, para que tivessem tempo hábil de responder as questões propostas. Essa medida foi tomada também porque a gerência tinha receio de que este trabalho prejudicasse o andamento da produção. Todos entregaram o questionário uma semana após a reunião de esclarecimento.

A engenharia de processo analisou os questionários de uso das práticas de PE dos participantes. Logo após o resultado, foram avaliados relacionamentos entre as práticas de PE. Estas análises tiveram uma duração de dois meses, em que foram apresentadas para o time participante em uma reunião de resultados. Com base nos resultados do estudo, foram discutidas as melhorias identificadas. Todos concordaram com os resultados apresentados, debatendo as questões de maior pontuação.

5 Resultados e discussões

5.1 Características da empresa e da célula estudada

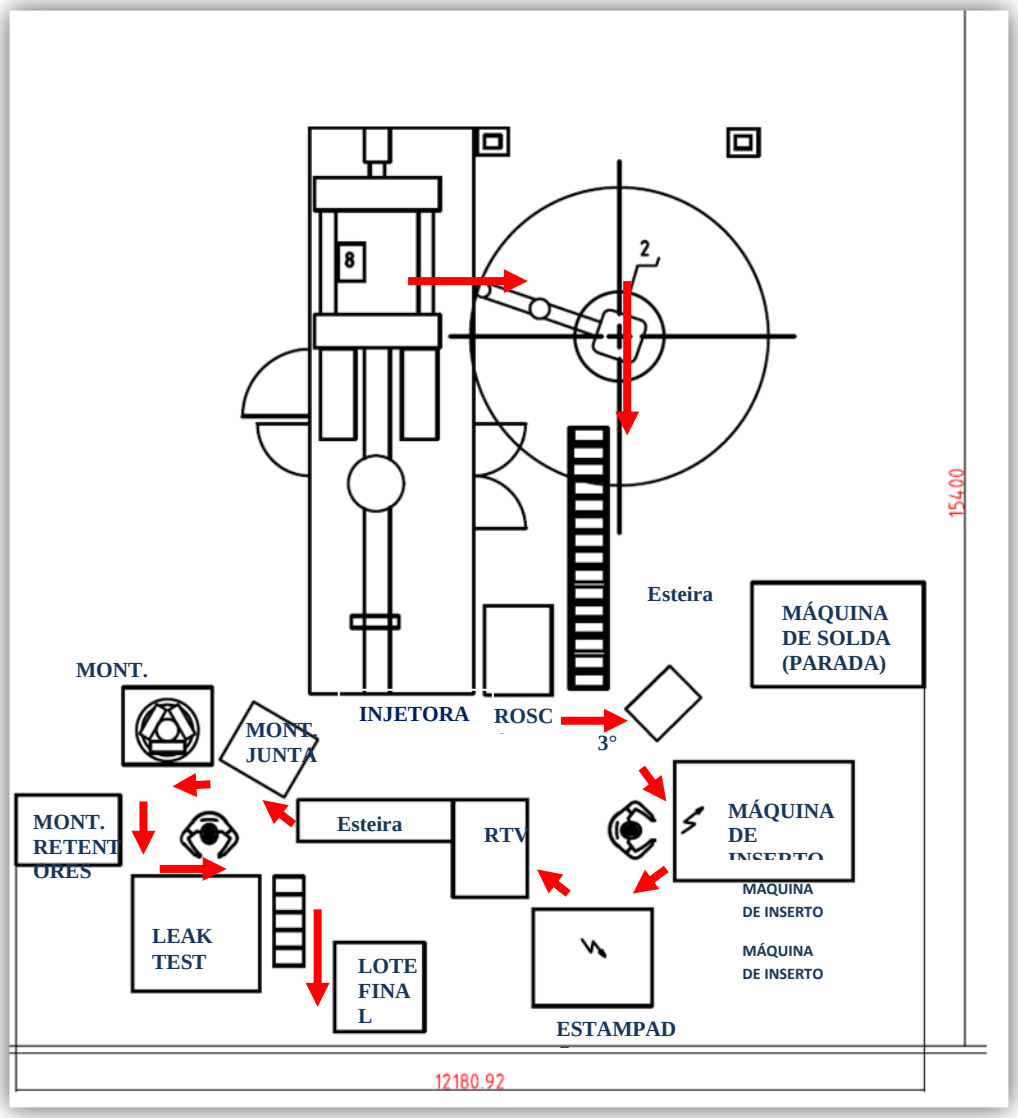
Fundada em 1904 a empresa multinacional é sediada na cidade de Maumee, Ohio, nos Estados Unidos. Atua em 26 países, nos quais emprega 25.000 colaboradores em todas as suas unidades. Há 63 anos no Brasil, a empresa mantém 13 unidades industriais e dois Centros de Serviços Compartilhados, em Gravataí, no Rio Grande do Sul, em Diadema, em Sorocaba, no interior de São Paulo.

A planta onde está presente a célula em estudo se localiza em Gravataí no estado do Rio Grande do Sul e possui cerca de 200 funcionários diretos, sendo 150 operadores na produção. Atendendo o mercado nacional e internacional, seus principais produtos são módulos de vedação que tem como matéria prima o metal, o plástico e a borracha. O faturamento desta planta representa 7,5% do faturamento da empresa no Brasil, chegando a R$ 65 milhões em 2011.

Dentro desta planta, foi escolhida a célula mais evoluída em seu sistema de produção. Esta célula produz tampas de válvula em termoplástico, material polimérico que a torna mais leve e econômica para carros de passeio. Nessa célula, práticas de produção enxuta vêm sendo aplicadas há sete anos.

A célula possui dez operações, sendo conduzidas por dois colaboradores e um líder de produção, em cada turno. Conforme a figura 2, a primeira célula funciona com seis operações: injeção de plástico, rosca, montagem de inserto metálico, montagem de estampados e inserção de silicone. Já a segunda célula possui quatro operações: montagem de junta de vedação, parafusos, tampa de óleo e válvula e um teste final de vazamento. A célula opera em dois turnos, fabricando produtos que seguem diretamente para a expedição. A produção diária é de setecentas peças.

Figura 2 – *Layout* da célula de manufatura em estudo.



Fonte: Fritzen (2013).

Nota: As setas significam o fluxo de materiais.

5.2 Método de avaliação de células de manufatura usado na empresa em estudo

Conforme mencionado, a empresa possui o seu próprio método de avaliação de células de manufatura. Os especialistas do método, que estão alocados na unidade central da empresa, visitam as unidades uma vez por ano para verificar se as práticas de produção enxuta estão sendo bem aplicadas. Com uma periodicidade diária, a eficácia das práticas de PE também é avaliada por meio de indicadores de desempenho, cujos resultados são expostos em um quadro de controle.

Figura 3 – Quadro de controle da CM.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os indicadores usados são os seguintes: a entrega, a segurança, a qualidade, a produtividade e a eficiência. Apesar de todos indicadores serem controlados pela manufatura, cada um possui um responsável da área de apoio para monitorar o desempenho.

O indicador de entrega corresponde à área de programação e controle da produção e seu resultado é controlado visualmente através de cores: verde (entrega no prazo), amarelo (entrega no prazo via frete aéreo) e vermelho (não entregou para o cliente). O controle de segurança corresponde à área de segurança do trabalho, controlando os acidentes, incidentes, e a prevenção de acidentes. Tem como meta zero acidente por ano e também é controlado na CM através de cores: verde (não acidentes), amarelo (incidentes) e vermelho (acidentes). Os incidentes ou quase acidente, são todas as ocorrências que se verificam no dia a dia de trabalho, não atingindo as pessoas e não ocasionando danos à propriedade. O acidente é aquele que provoca lesão corporal ou perturbação funcional, que causa a redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho.

O controle de qualidade avalia a sucata e as reclamações de clientes da CM. São controladas em um quadro de controle as reclamações de clientes por dia, em que: verde não possui reclamação e vermelho possui reclamação. A sucata da CM é discutida nas reuniões diárias de produção e tem como meta 0,166% por ano. Os indicadores de produtividade e OEE são controles da produção, em que a produtividade está ligada a eficiência dos processos, tratando da utilização dos recursos para gerar produtos e serviços. Seu cálculo e

feito da seguinte forma: número de peça por hora, dividido pelo tempo disponível para a produção. O OEE é o resultado do produto entre os fatores: disponibilidade, *performance* e qualidade. Conforme o quadro 5, o time de apoio utiliza ferramentas que contribuem no monitoramento dos resultados dos indicadores.

Quadro 5 – Ferramentas que contribuem no monitoramento dos resultados dos indicadores.

	Indicadores				
Ferramentas	Entrega	OEE	Produtividade	Segurança	Qualidade
Dowtime (paradas não programadas)	X	x	x		
Past due (indicador de atraso por dia em valor financeiro),	X				
BTS (built to schedule)	X	x	x		
Overtime (hora extra de produção)		x	x		
DTD (dock to dock)		x	x		
FTT (first time through).		x	x		
Assets utilization (utilização de máquina).		x	x		

Fonte: Fritzen (2013).

5.3 Avaliação da existência dos atributos CM

Nesta etapa da pesquisa foi avaliado se a célula aderia às características de célula de manufatura descritas na secção 2.2 deste artigo. Observou-se que as operações são diferentes e sequenciais, e que é dedicada a uma família de produtos. A CM possui um *layout* compacto, que diminui as caminhadas dos operadores e transferências de materiais. Esse *layout* também contribui para um curto tempo de espera entre uma operação e outra. A célula está separada por um túnel de resfriamento, por motivos de tecnologia de processo. O túnel também ajuda no balanceamento da célula, pois os tempos de ciclos das operações são diferentes.

Em relação às conexões de informação, há documentação em local de fácil acesso e visibilidade, mostrando os procedimentos operacionais padronizados e especificações técnicas

dos produtos. Além disso, a célula também possui quadros com indicadores que mostram os resultados do dia a dia de qualidade, produção e segurança.

Figura 4 – Documentação é de fácil acesso aos operadores.

Fonte: Elaborado pela autora.

A CM possui metas de desempenho que são controladas pelo líder de produção, que também contam com um gerente de produção e supervisor de produção. O líder é o responsável por coordenar os operadores e também dar o suporte técnico imediato, como soluções para problemas de primeiro nível. Junto ao líder, na área de suporte técnico, há um analista de processo que é envolvido em todas as documentações, melhorias e desenvolvimentos. Também há um analista da qualidade que se envolve com as auditorias de qualidade e reclamações de cliente.

5.4 Uso das práticas de PE na célula avaliada

Os quadros 6, 7 e 8 apresentam na terceira coluna, os resultados acerca da existência dos atributos das práticas de PE na célula avaliada e na quarta coluna o resultado da pontuação de cada prática. O quadro 9 apresenta em uma tabela o resumo da pontuação que cada prática obteve, conforme a secção 3.2.

Recursos Humanos

Quadro 6 – Análise dos atributos de produção enxuta no subsistema de recursos humanos da célula de manufatura em estudo.

Práticas	Atributos	Resultados dos atributos verificados na célula	Pontuação das práticas de PE
1. Trabalho em equipe e liderança (TWL)	a) O líder de equipe auxilia os operadores em atividades de melhoria e solução de problemas. b) O líder de equipe substitui os operadores no caso de ausências. c) Os operadores são avaliados pelo desempenho do trabalho da equipe como um todo.	a) O líder é o responsável pelas atividades de melhoria e solução de problemas	a) 1 pt b) 2 pts c) 2 pts
2. Melhoria Contínua (CI)	a) Os operadores são treinados em métodos de solução de problemas, incluindo a ênfase em buscar as causas raízes. b) Há grupos de operadores que se dedicam a atividades de melhoria contínua, se reunindo periodicamente. c) Os grupos de melhoria contínua são coordenados por operadores ou líderes.	a) Os operadores estão desatualizados nos métodos de solução de problemas. b) O líder é responsável por melhoria contínua na linha. c) Não possui grupos de melhoria contínua.	a) 1 pt b) 1 pt c) 0 pts
3.Multifuncionalidade e prática de rodízio (MCT)	a) Todos os operadores são capacitados a realizar todas as operações da célula. b) Há um controle da capacitação dos operadores	a) Todos os operadores são treinados em todos os postos, mais falta experiência nas	a) 1 pt b) 2 pts c) 0 pts

	em realizar as operações da célula (ex: matriz de habilidades). c) O rodízio entre postos e operações é realizado de modo diário.	máquinas. c) A linha não possui rodízio entre postos	
4. Autonomia dos Operadores (WAU)	a) Os operadores têm autonomia para identificação e controle de variações. b) Os operadores e o líder têm autonomia para parar a linha de produção em caso de anormalidades. c) Há dispositivos visuais para solicitar auxílio imediato do líder e ou de áreas de apoio (por exemplo: manutenção, *pré-setup*, engenharia ou qualidade).	b) □O líder é o único com autonomia para parar a linha de produção em caso de anormalidades. c) □ão□há dispositivos visuais para solicitar auxílio imediato do líder e das áreas suporte	a) 2 pts b) 1 pt c) 0 pts
5. Padronização do trabalho (STW)	□□Há um ou mais formulários de padronização das operações. a) O (s) formulário (s) está visível aos operadores e ao líder. b) O (s) formulário (s) descreve as informações de: *takt time*, tempo de ciclo, separação de tempo homem e tempo máquina, sequência de produção, estoque padrão, desenho do arranjo físico e	c) □Os formulários necessitam de melhorias na sua atualização	a) 2 pts b) 2 pts c) 1 pt d) 2pts

	movimentação dos operadores. c) O (s) formulário (s) é atualizado regularmente de acordo com as melhorias realizadas nas operações. d) O (s) formulário (s) é utilizado para verifica se as operações estão ocorrendo de acordo com os padrões estipulados.		
6. Organização do local de trabalho (WHK)	a) A célula está organizada (tem apenas os objetos necessários), ordenada (localização clara de cada objeto) e limpa (sem poeira, óleo ou outro tipo de sujeira). b) Há um programa 5S com auditorias regulares c) Os resultados das auditorias estão publicados junto à célula.	□□Neste requisito a célula está com seus procedimentos conforme	a) 2 pts b) 2 pts c) 2 pts
7. Segurança e ergonomia. (SE)	a)Auditorias realizadas pelo o time de apoio avaliando as questões de segurança e ergonomia em cada processo na linha de produção. b)Há quadros de controles visuais dos controles de segurança. Indicadores proativos, identificando os problemas antes que eles	a) □s operadores indicaram que necessitam melhorias na área de ergonomia, pois sentem dores nos corpos. a) □ célula possui auditorias de ergonomia, mas o	a) 1 pt b) 2 pts c) 2 pts

	aconteça em indicadores corretivos c) O líder conduz as melhorias contínuas para ergonomia e segurança.	trabalho ainda necessita de melhorias.	

Fonte: Fritzen (2013).

Planejamento e controle da produção

Quadro 7 – Análise dos atributos de produção enxuta no subsistema planejamento e controle da produção da célula de manufatura em estudo.

Práticas	**Atributos**	**Resultados dos atributos verificados na célula**	**Pontuação das práticas de PE**
8. Produção Puxada (PULL)	a) Há limites para os estoques em processo, componentes e produto acabado da célula. Tais limites são identificados por meio de dispositivos visuais segundo a lógica de linha *FIFO* ou *kanban*. b) O atributo anterior existe para todos os produtos, sejam eles comprados ou fabricados. c) A alimentação de componentes da célula é realizada com regularidade e por funcionários dedicados a essa atividade (não pelos próprios operadores da célula).	□□Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme.	a) 2 pts b) 2 pts c) 2 pts
9. Nivelamento de Produção	a) Todos os modelos de produtos demandados ao longo do mês são produzidos todos os dias. b) Consumo de matérias primas ocorre	□□Neste requisito a célula esta com seus	a) 2pts b) 2pts

(SPR)	em constantes volumes entre os processos.	procedimentos conforme	
10. Troca rápida de ferramentas (QST)	a) A célula não apresenta tempos de *setup* (por exemplo, na fabricação de apenas um modelo de produto). b) Caso haja *setup*, as respectivas atividades são padronizadas,havendo diferenciação entre atividades internas e externas.	□□Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme	a) 2pts
11. Manutenção produtiva total (TPM)	a) Os operadores realizam a manutenção preventiva básica e rotineira (limpeza, lubrificação, ajustes, troca de componentes simples, pequenos reparos e verificações e inspeções visuais) de forma padronizada em todos os equipamentos. b) Existe um programa de manutenção planejada preventiva ou preditiva em todos os equipamentos.	a)□Alguns equipamentos da área de montagem não possuem manutenção preventiva.	a) 2pts b) 1pt
12. Indicadores enxutos para a medição de desempenho (LME)	a) A célula utiliza indicadores que refletem a adoção de princípios da produção enxuta, tais como: tempo de atravessamento (*lead time*), *FTT* ou índice que leve em consideração retrabalho e refugo, o estoque planejado versus real e a eficiência do processo (ex: *OEE*, no caso de possuir operações não manuais).	a)□Não possui indicadores de lead time e estoque planejado versus real	a) 1pt

13. Gestão visual do controle de produção (VPC)	a) Há um quadro de controle de produção (manual ou automatizado) visível aos operadores da célula, indicando a programação de produção por períodos de horas ou turnos. b) As seguintes informações de controle de produção estão no quadro: planejado; realizado; saldo pendente; motivos de não atendimento; ações corretivas.	□□Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme.	a) 2pts b) 2pts

Fonte: Fritzen (2013).

Tecnologia de processo

Quadro 8 – Análise dos atributos de produção enxuta no subsistema tecnologia de processo da célula de manufatura em estudo.

Práticas	Atributos	Resultados dos atributos verificados na célula	Pontuação das práticas de PE
14. Gestão visual do controle de qualidade (VQC)	a) Há quadros de gestão visual do controle da qualidade (manuais ou automatizados) visíveis aos operadores da célula. b) Os quadros apresentam os índices de qualidade causa raízes para os defeitos encontrados e respectivos planos de ação.	□□Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme.	a) 2pts b) 2pts
15. Autonomação de equipamentos	a) Há uma separação entre o tempo homem e o tempo máquina, de modo que as máquinas desenvolvam, ao menos parcialmente, operações que	a)□Nem todos os processos possuem poka-yokes.	a) 1pt

(EQA)	dispensam monitoramento ou ação do operador. Todos os equipamentos possuem dispositivos *poka-yokes* para detectar anormalidades (erros ou defeitos), os quais paralisam a produção e sinalizam sua ocorrência de forma sonora ou visual.		
16. Fluxo unitário (ONE)	a) As peças são produzidas e transportadas de modo unitário entre operações, sendo que em cada operação se realiza apenas o que é exigido pela etapa posterior.	Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme.	a) 2pts
17. Visibilidade e troca de informações. (VIS)	a) Há visibilidade de todos os operadores em relação a todas as operações (operadores e equipamentos) e materiais (em fluxo ou em estoque) alocados na própria célula. b) Todos os operadores podem se comunicar verbalmente em tom de voz normal.	a) Os operadores não possuem uma boa visibilidade da célula b) Os operadores não se comunicam em tom de voz normal	a) 1pt b) 0pts
18. Tamanho e forma do arranjo físico. (LSS)	a) As dimensões da célula e o arranjo físico permitem que todos os operadores (no mínimo dois) troquem materiais entre si, sendo exigido para isso um deslocamento de até um metro de distância. b) Caso tenha apenas um operador, o arranjo físico permite que a célula	Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme.	a) 2pts b) 2pts

	opere com mais de um operador e obedece ao atributo anterior.		
19. Organização em fluxo dominante (ODF)	a) Todos os produtos que são produzidos na célula passam pelos mesmos processos seguindo o mesmo fluxo de produção.	Neste requisito a célula esta com seus procedimentos conforme.	a) 2pts

Fonte: Fritzen (2013).

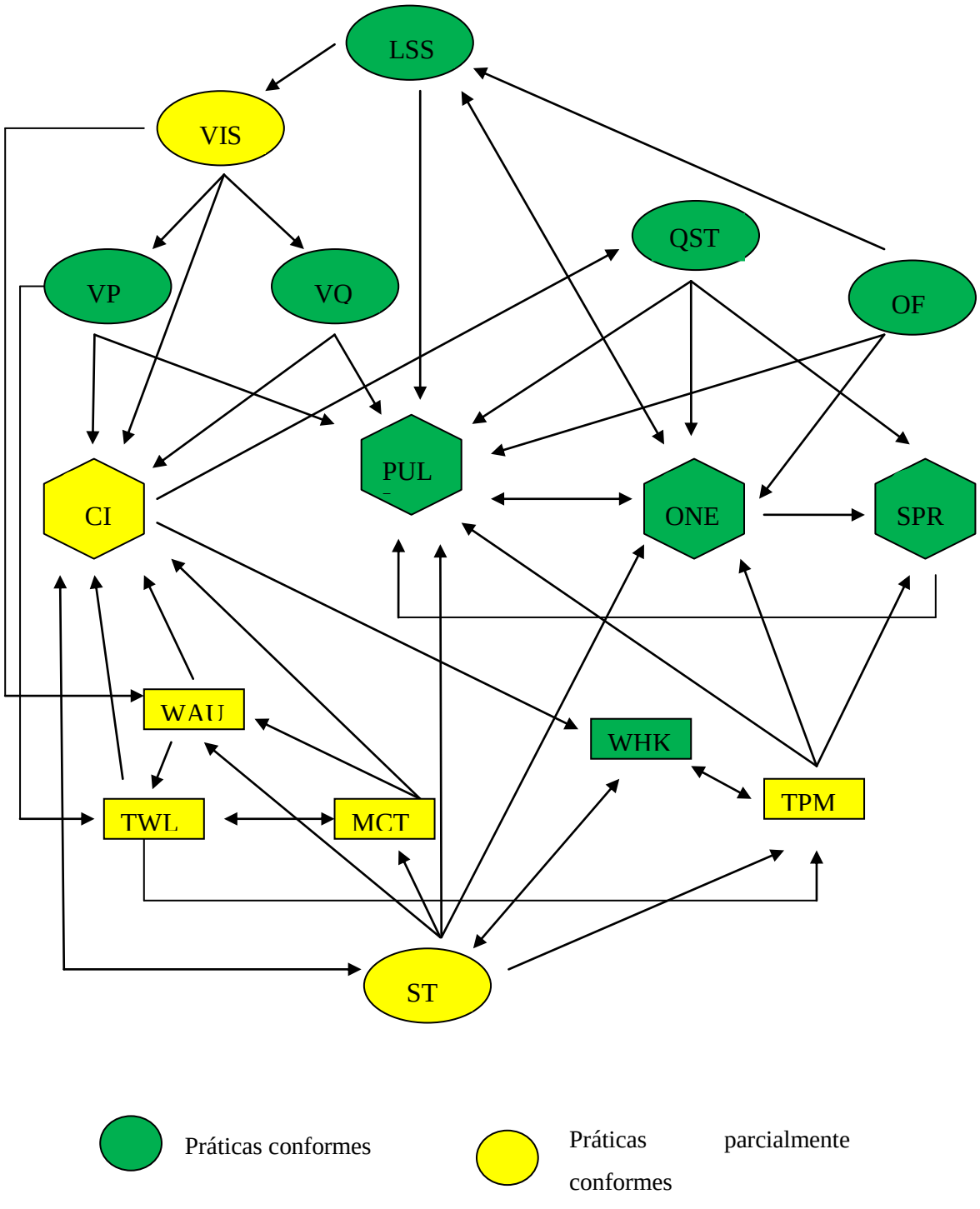
Quadro 9 – Tabela de pontuação das praticas de PE de acordo média aritmética dos atributos (a, b, c, d).

Pontuação dos atributos					
	A	B	C	D	Total
17.Visibilidade e troca de informação (VIS)	1	0	-	-	0,5
2.Melhoria contínua (CI)	1	1	0	-	0,66
3.Multifuncionalidade e prática de rodízio (MCT)	1	2	0	-	1,0
4.Autonomia dos operadores (WAU)	2	1	0	-	1,0
12.Indicadores enxutos para a medição de desempenho (LME)	1	-	-	-	1,0
15.Autonomação de equipamentos (EQA)	1	-	-	-	1,0
11.Manutenção produtiva total (TPM)	2	1	-	-	1,5
1.Trabalho em equipe liderança (TWL)	1	2	2	-	1,6
7.Segurança e ergonomia (SE)	1	2	2	-	1,6
5.Padronização do trabalho (STW)	2	2	1	2	1,7
6.Organização do local de trabalho (WHK)	2	2	2	-	2,0
8.Produção puxada (PULL)	2	2	2	-	2,0
9.Nivelamento de produção (SPR)	2	2	-	-	2,0
10.Troca rápida de ferramentas (QST)	2	-	-	-	2,0
13.Gestão visual do controle de produção (VPC)	2	2	-	-	2,0
14.Gestão visual do controle de qualidade (VQC)	2	2	-	-	2,0
16.Fluxo unitário (ONE)	2	-	-	-	2,0
18.Tamanho e forma do arranjo físico (LSS)	2	2	-	-	2,0
19.Organização em fluxo dominante (ODF)	2	-	-	-	2,0

Fonte: Fritzen (2012).

Conforme podemos verificar no quadro 9 a célula apresentou nove práticas de produção enxuta que são utilizadas completamente (WHK, ONE, QST, VQC, VPC, PULL, SPR, ODF, LSS) representando 47% do total. Dez práticas que são usadas parcialmente (VIS, CI, MCT, WAU, TWL, STW, LME, EQA, SE, TPM).

Figura 5 – Resultado do modelo de relacionamento das práticas de produção enxuta.



Fonte: Saurin et al. (2011).

Conforme a figura 5 as práticas VIS, CI, MCT, WAU, TWL, STW e TPM foram consideradas como parciais, por alguns pontos não estarem de acordo com o estudo.

Em relação à prática VIS, dois atributos foram considerados parciais. O primeiro porque os operadores não possuem uma boa visibilidade da CM e o segundo porque os operadores não se comunicam verbalmente em tom de voz normal. O primeiro atributo pode impactar diretamente nos resultados das práticas VPC e VQC que são consideradas práticas conforme; pois mesmos que os quadros de controles de produção e qualidade tenham uma gestão visual e sejam visíveis aos operadores, os quadros só podem ser vistos na entrada da célula. O segundo atributo se interliga com as práticas WAU, TWL, STW, MCT e CI, em que a MCT depende diretamente das outras para um bom resultado.

A prática MCT não possui rodízio entre postos devido a problemas de qualidade. Segundo a gerência da empresa, isto acontece por que os operadores que estão fixos nos postos de trabalho conhecem muito bem as operações, e por isso têm receio de que a implementação aumente o índice não qualidade. O primeiro ponto que deveria ser tratado é a documentação desatualizada da prática STW, pois as informações corretas fazem com que os operadores não tenham dúvidas nos postos de trabalho.

Outro ponto para solucionar os problemas de qualidade, é que os problemas deveriam ser tratados através de um grupo de melhoria contínua, que é um atributo da prática CI, e que não deveria ter somente um responsável, conforme o resultado da prática TWL. Outra solução para os problemas de qualidade poderia ser a implementação do atributo de solicitação imediata para auxilio da prática WAU, em que a mesma ajudaria na comunicação interna da CM, visto que na prática VIS foi detectado que os operadores não se comunicam verbalmente em tom de voz normal devido ao ruído de ar comprimido das inúmeras máquinas de injeção de borracha.

As práticas VIS, TWL, STW, CI, MCT, WAU citadas acima necessitam umas das outras para solucionar as questões que não estão de acordo. Como visto, a prática MCT só será conforme se os problemas de qualidade forem solucionados através das práticas VIS, TWL, STW, CI e WAU.

Outra prática que não está conforme é a TPM, por não possuir manutenção preventiva em todos os equipamentos. A TPM também pode causar problemas de qualidade que prejudicam a prática MCT. Além desta, outra prática como WHK, que é considerada conforme, pode ter resultados não desejados visto que a falta de manutenção dos equipamentos pode gerar vazamentos de óleo, prejudicando limpeza da célula.

5.5 Resultados dos indicadores da célula de manufatura

Os resultados dos indicadores de qualidade: entrega, segurança, produtividade e eficiência foram analisados durante seis meses antes da entrada do novo produto da CM, tendo como objetivo comparar os resultados. A tabela 1 mostra o resultado da média dos seis meses analisados.

Tabela 1 – Tabela de resultados dos indicadores da célula de manufatura.

Indicadores	Resultados	Metas
Entrega	100%	100%
Segurança	0%	0%
Qualidade	1.8%	2%
Produtividade	90%	91%
Eficiência	93%	89%

Fonte: Fritzen (2013).

Os resultados dos indicadores de entrega e segurança mostraram-se satisfatórios para a empresa, atingindo as metas de 100% de entrega e de nenhum acidente na área de segurança. Comparado com os resultados do estudo da tabela 1, os atributos de planejamento e controle da produção e de segurança estão com a pontuação máxima nos seus requisitos, confirmando os resultados dos indicadores apresentados pela empresa.

Em relação ao indicador da qualidade, verificou-se que o seu índice estava dentro do especificado pela a empresa, que tem como meta 2% de sucata. Mesmo tendo bons resultados, este índice vem aumentando nos últimos anos. Esse aumento da sucata era oriundo de uma falta de manutenção preventiva em alguns equipamentos de montagem. De fato, na avaliação

do uso da PE, apenas parte dos atributos da prática TPM era atendida, em função da falta de manutenção preventiva.

Tabela 2 – Tabela de resultados do mês dos indicadores de OEE e Produtividade da célula de manufatura.

Monthly Performance Summary

KPI / Information		Shift	Day																															MTD
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
OEE (%)	MM 401	1	98%	93%			80%	96%	94%	86%	91%			87%	93%	88%	83%	93%			89%	90%	95%	93%	87%			91%	95%	98%	95%	46%	91%	89%
		2																																
		3	79%	99%			86%	91%	95%	98%	95%			91%	98%	86%	99%	97%			91%	85%	98%	97%	93%			84%	76%	83%	94%	95%	92%	91%
		Avg	90%	96%			85%	95%	96%	95%	94%			92%	104%	90%	93%	96%			90%	90%	96%	96%	92%			88%	90%	93%	95%	79%	93%	93%
Productivity (%)	MM 401	1	98%	93%			80%	96%	94%	86%	91%			87%	93%	88%	83%	93%			89%	90%	95%	93%	87%			91%	95%	98%	95%	46%	91%	89%
		2																																
		3	79%	99%			86%	91%	95%	98%	95%			91%	98%	86%	99%	97%			91%	85%	98%	97%	93%			84%	76%	83%	94%	95%	92%	91%
		Avg	88%	96%			83%	94%	95%	92%	93%			89%	96%	87%	91%	95%			90%	88%	96%	95%	90%			88%	86%	91%	94%	71%	91%	90%

Fonte: Fritzen (2013).

O resultado do indicador de eficiência encontra-se em 93 %, e o indicador de produtividade em 90%. Conforme a tabela 2 analisou-se que, mesmo com as metas de 89% e 91%, estes dois indicadores apresentaram várias paradas devido a problemas de processo e máquinas, chegando a 40 horas mensais.

Mesmo a empresa utilizando práticas de produção enxuta há anos, os resultados mostraram a importância do estudo de Saurin et al. (2011) para a CM. Com o estudo, identificou-se que todas as horas paradas ocorreram por não atendimento imediato da CM, sendo necessárias paradas maiores posteriores para atender a qualidade de produto. Um dos resultados do estudo mostrou que esta ineficiência do não atendimento da linha, prejudica o seu andamento sendo necessários dispositivos visuais, como o *andon*. A falta da ferramenta *andon* era de conhecimento da empresa e foi detectada nas auditorias, mas não se sabia o impacto causado pela a ausência da mesma, pois os resultados mensais foram sempre acima da meta.

6 Conclusões

O presente trabalho apresentou uma avaliação do uso de práticas de produção enxuta de uma célula de manufatura, a qual seria reprojetada em função da introdução de um novo produto. A CM em análise era a mais importante para empresa financeiramente e, por isso, uma avaliação externa se fazia necessária para evitar que o reprojeto tenha as mesmas falhas da CM atual.

Os participantes da aplicação deste método foram os operadores, chefes de produção, analistas de processo e de qualidade, que viram as principais diferenças entre os métodos de Saurin et al. (2011) e o método da empresa.

Ao analisar o método de Saurin et al. (2011) e o da empresa, chegou-se a conclusão de que era necessário incluir os itens: segurança do trabalho e ergonomia. Outra modificação incluída no trabalho foi uma tabela de pontuação das práticas de PE, gerando graus de importância dos atributos para o reprojeto da CM.

Após a aplicação, percebeu-se que algumas práticas da PE não eram usadas: Trabalho em equipe e liderança (TWL), Padronização do trabalho (STW), Melhoria contínua (CI), multifuncionalidade e práticas de rodízio (MCT), autonomia dos operadores (WAU) e visibilidade e troca de informações (VIS), Segurança e ergonomia (SE) e Automação de equipamentos (EQA). Estas práticas devem ser o foco das melhorias durante o processo de reprojeto.

Na análise geral do trabalho, podemos considerar que 47% das práticas de produção enxuta avaliadas no trabalho de Saurin et al. (2011), estão atingindo a pontuação máxima, deixando algumas melhorias a serem executadas para que esta célula seja considerada enxuta.

REFERÊNCIAS

CANGÜE, F.; GODEFROID, L.; SILVA, E. **Análise atual do setor automobilístico nacional. Revista Científica Symposium**. v. 2, n. 1, 2004.

CONCEIÇÃO, S. **Otimização do fluxo de materiais através da manufatura celular. Prod**., São Paulo, v. 15, n. 2, may/aug. 2005.

CONTADOR, J. **Células de manufatura**. São Paulo: Departamento de engenharia de produção UNESP, 1995.

FLEURY, A. **Cultura da qualidade e mudança organizacional. Revista de administração**, v. 33, n. 2, p. 26-34, 1993.

GARCIA, C. **Planejamento da auditoria de saúde e segurança no trabalho** – OHSAS 18001. In: SIMPEP, 11., 2004, Bauru. **Anais**… Bauru: [s.n.], 2004

GARY, L. **Developing and implementing and ergonomic audit for manufacturing. MSQA Program**, n. 28, jul. 2003.

GONÇALVES FILHO, A.; ANDRADE, J.; MARINHO, M. **Culture e safety management: the proposal of a model. Gestão de Produção**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 205-220, 2011.

HYER , N.; BROWN, K. A. **The discipline of real cells. Journal of operations Management**, v. 17, p. 557-574, 1999.

PARK, K. S.; HAN, S. W. **Performance obstacles in cellular manufacturing implementation - empirical investigation**. **Human factors abs ergonomics in manufacturing.** [S.l.]: [s.n.], 2002.

RIANI, A. **Estudo de caso: o lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson.** Engenharia de produção. Juiz de Fora: UFJF, 2006.

RIBEIRO, J.; MEGUELATI, S. **Organização de um sistema de produção em células de fabricação. Gestão da Produção**, São Carlos, v. 9, n. 1, 2002.

SAURIN, T.; MARODIN, G.; RIBEIRO, J. **A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. International journal of production research**, v. 49, n.11, p. 3211-3230, 2011.

SHARMA, B. P.; PATTANAIK, L. N. **Implementing lean manufacturing with cellular lay out: a case study**. India: Department of Production Engineering, Birla Institute of Technology, 2008.

SHAH, R.; WARD, P. T. **Lean manufacturing: context, practice bundles, and a performance. Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, 2003.

WILKES N.. **Strength in agility. Professional engineering**, v. 13, p. 34-35, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO "I": CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DA CÉLULA

FORMULÁRIO "I" – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESAE DA CÉLULA:

1. Caracterização da empresa:

1.1 Qual o faturamento anual aproximado da empresa?

1.2 Qual é o total de funcionários na empresa?

1.3 Qual é o número de operadores na fábrica?

1.4 Quais são os principais produtos da empresa?

1.5 Quais são os principais clientes da empresa?

1.6 Quais são os principais mercados em que a empresa atua?

1.7 Qual o setor produtivo em que a empresa se enquadra?

1.8 A empresa possui um esforço ou um incentivo de utilização da Produção Enxuta? Se a resposta for sim, como está organizado?

1.9 Qual foi o ano de início das atividades voltadas à Produção Enxuta?

1.10 Como a empresa buscou se capacitar em Produção Enxuta?

1.11 Na sua opinião, em uma escala de 0 a 10 (sendo 10 o maior grau, e 0 o menor), Qual o grau de utilização da Produção Enxuta na empresa?

2. Caracterização da célula

2.1 Quais os números máximo e mínimo de operadores com que a célula opera?

2.2 Qual o número de operadores que a célula terá no momento da aplicação da sistemática?

2.3 Quais são os tipos de equipamentos presentes na célula?

2.4 Quantos processos (iguais ou diferentes) a célula apresenta?

2.5 Quais os produtos produzidos pela célula?

2.6 A célula recebe componentes de processos internos da fábrica?

2.7 A célula produz para clientes internos da fábrica?

2.8 Qual foi o método ou o procedimento utilizado para criar ou escolher os produtos que passariam pela célula?

2.9 Há quanto tempo esta célula está em funcionamento?

2.10 Qual foi a última alteração no arranjo físico?

2.11 A célula é considerada uma unidade administrativa própria, sendo gerenciada de maneira única, com seus próprios recursos, metas, medidas e responsabilidade de desempenho?
2.12 Em uma escala de 0 a 10 (sendo 10 o maior grau, e 0 o menor), qual o grau de utilização de práticas da Produção Enxuta em que você considera a célula?

4. Indícios dos atributos das conexões de tempo, espaço e informação **Questões**	**SIM**	**NÂO**
4.1 No arranjo físico, os equipamentos e os operadores estão próximos? Obs: _____		
4.2 Há facilidade de transferência de materiais? Obs: _____ Descrever o motivo que levou à resposta _____		
4.3 Há facilidade de troca de informações e de comunicação entre operadores? Obs: _____ * Descrever o motivo que levou à resposta _____		
4.4 Há facilidade de resolução rápida de problemas entre operadores? Obs: _____ * Descrever o motivo que levou à resposta _____		
4.5 O tempo de transferência e espera entre as operações da célula podeser considerado como baixo, em relação à distância e ao tempo percorrido? Obs: _____		
4.6 As informações de indicadores, metas, pedidos, procedimentos e disponibilidade de componentes e produtos estão completas, disponíveis e precisas a todos? Obs: _____		

4.7 A localização de todos os recursos (humanos, equipamentos e estoques) permite que a maior parte dos operadores tenha visibilidade da maior parte desses recursos? Obs: _____		
4.8 A célula possui uma forma compacta (ex.: U, L, V, circular...)? Obs: _____		
4.9 Os recursos técnicos (equipamentos) e humanos (operadores) são dedicados exclusivamente à célula? Obs:_____		

APÊNDICE B – FORMULÁRIO "A": OBSERVAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA CÉLULA

FORMULÁRIO "A" – OBSERVAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA CÉLULA:

Avaliador: _____ Entrevistado: _____

Empresa: _____ Célula:_____ Data: _____

Questões	**SIM**	**NÃO**
4.1 Existem dispositivos visuais (*andons*) que os operadores ou líderes estejam autorizados a utilizar para solicitar auxílio imediato de áreas de apoio (Ex: engenharia, manutenção, qualidade,...)? Obs: _____		
5.1 Existem documentos que padronizem as operações? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique quais das informações abaixo o formulário contém: ( ) seqüência das atividades de produção ( ) separação de tempo homem e tempo máquina ( ) tempo de ciclo ( ) *takt time* ( ) estoque padrão ( ) diagrama de trabalho (*layout* e movimentação de operadores) ( ) os documentos estão à vista dos operadores e do líder em suas operações habituais (não considerar como "à vista" quando os documentos estiverem apenas no computador ou fora do local de trabalho)		
6.1 A célula apresenta um programa 5 S estruturado com as premissas de um local organizado, ordenado, limpo? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique se o programa possui: ( ) gestão visual focada em local organizado, ordenado e limpo		

( ) controle (auditorias) freqüente do programa 5S. ( ) controle e resultado de auditorias estão evidenciados no local de trabalho		
7.1 O chão de fábrica recebe ordens de produção enviadas pelo PCP? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique quais os processos que recebem as ordens de produção: ( ) o processo fornecedor (interno e externo) da célula ( ) a célula ( ) o processo cliente da célula Qual a periodicidade do envio e o horizonte de planejamento contidos nestas ordens de produção: _____		
7.2 Há limites (visuais ou físicos) para o estoque de componentes (comprados e produzidos internamente)? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique: ( ) apresenta as características de uma linha FIFO (puxada sequenciada) – quantidade máximo de estoque ( ) apresenta as características de um *kanban* (puxada de reposição) – quantidade mínima e ponto de reposição Qual porcentagem do volume de componentes é gerenciada desta maneira: _____		
7.3 Há limites (visuais ou físicos) para o estoque de produtos acabados? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique: ( ) apresenta as características de uma linha FIFO (puxada sequenciada) – quantidade máximo de estoque ( ) apresenta as características de um *kanban* (puxada de reposição) – quantidade mínima e ponto de reposição. Qual porcentagem do volume de componentes é gerenciada desta		

maneira: _____		
7.4 Desenhar o mapa do estado atual, de acordo com a simbologia contida no Anexo A (espaço reservado no final do formulário).		
7.5 A alimentação (ou reposição) de componentes da célula é feita por funcionários dedicado se não pelos próprios operadores da célula? Em caso de resposta "**sim**", indique: Em que freqüência (periodicidade) é realizada esta alimentação de componentes: _____		
12.1 Existe um quadro de controle de produção visível à célula? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique: Quais das informações abaixo, o quadro de controle de produção contém: ( ) planejado, ( ) realizado, ( ) saldo pendente ( ) motivos do não atendimento O período de tempo utilizado como unidade de medida de controle (ex: um dia, uma hora etc): _____		
12.2 O controle de produção é feito diariamente pelo líder ou supervisor? Obs: _____ Em caso de resposta "**não**", indique: Como é feito o controle de produção?_____		
13.1 Existe um quadro manual ou automatizado que apresenta o resultado do controle de qualidade dos produtos produzidos? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique se o quadro apresenta:		

( ) inspeção em 100% dos produtos produzidos ( ) causas de principais problemas (ex: Pareto, Ishikawa ou histogramas) ( ) planos de ações para os problemas ( ) quadro está visível à célula A inspeção em 100% é realizada através de dispositivos poka-yokes (ou equipamentos) manuais ou automatizados? _____		
14.1 Há uma separação entre o tempo homem e o tempo máquina, de modo que as máquinas desenvolvam, ao menos parcialmente, operações que dispensam monitoramento ou ação do operador? Obs: _____		
14.2 Existem dispositivos incorporados nos equipamentos que detectam anormalidades (Ex.:peças defeituosas, quebra de máquina, etc.)? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique: Estes dispositivos estão incorporados no processamento dos equipamentos? ____ Em quantos equipamentos existem estes dispositivos que param a produção e sinalizam quando ocorrem defeitos de produção? ____ Em quantos equipamentos existem estes dispositivos que param a produção e sinalizam prevenindo a ocorrência de defeitos de produção? ____		
15.1 Alguma operação está sendo realizada em fluxo unitário de produtos Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique quantos: _____		
15.2 Algum transporte (dentre operações internas na célula) é feito em fluxo unitário de produtos. Obs:_____ Em caso de resposta "**sim**", indique quantos: _____		

15.3 Todas as operações realizam apenas o que exigido pela etapa posterior? Obs:_____		
17.1 Desenhar o *layout* da célula (espaço reservado no final do formulário). Fixar um ponto de acordo com a posição de cada operador na célula. Para o deslocamento de operadores entre postos, indicar o posto do operador no local médio entre os postos nos quais ele se desloca.Relacionar a distância entre os postos no desenho do *layout*. Obs:_____		
17.2 Todos os operadores possuem visibilidade em relação a todas as operações (operadores e equipamentos) e estoques (componentes, produtos em processo e produtos acabados)? Obs:_____ Em caso de resposta "**não**", responda: Quantos operadores possuem uma maior visibilidade em relação às operações e os estoques da célula? _____		
17.4 Existe a possibilidade de troca de informações (sonoras) em tom de voz normal entre todos os operadores? Obs:_____ Em caso de resposta "**não**", indique: Quantos operadores têm uma possibilidade de troca de informações (sonoras) em tom de voz normal? _____		
17.5 Caso tenha apenas um operador, o arranjo físico permite que a célula opere com mais deum operador? Obs:_____		
18.1 Preencher a tabela de possibilidade de troca de materiais contida no final do formulário. Obs:_____		

18.2 Todos os operadores estão localizados a uma distância de até 2 metros de todos os demais operadores? Obs:_____ Em caso de resposta "**sim**", indique: ( ) existe alguma barreira física que impeça a troca de materiais entre todos os operadores		

APÊNDICE C – FORMULÁRIO "B": ENTREVISTA COM OPERADOR

FORMULÁRIO "B" – ENTREVISTA COM OPERADOR

Avaliador: _____ Entrevistado: _____

Empresa: _____ Célula:_____ Data: _____

Questões	**SIM**	**NÃO**
1.1 O líder ou encarregado substitui ou auxilia em atividades de produção quando necessário? Obs: _____		
1.2 O líder ou encarregado auxilia nas atividades de solução de problemas? Obs: _____		
1.3 A avaliação do trabalho (ex: produtividade, PPR, número de problemas resolvidos,...) é feita de forma individual por operador? Obs: _____		
1.4 A avaliação do trabalho é feita de acordo com o trabalho do time da célula de forma uniforme? Obs: _____		
2.1 Você já foi envolvido em ações de resolução de problemas de produção, qualidade ou manutenção e implantação de melhorias? Obs: _____		
2.2 Você foi treinado para a resolução de problemas e sugestão de melhorias? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique: Em que prática ou ferramenta foi baseado este treinamento? _____		
2.3 Existem grupos que contem com a presença de operadores e se reúnam para levantar e implantar melhorias? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique:		

Qual a periodicidade em que os grupos se reúnem:_____ Os grupos são coordenados pelos operadores ou líderes: _____		
3.1 Você é treinado para realizar todas as operações da célula? Obs: _____ * Em caso de resposta "**não**", indique para quantas operações você recebeu treinamento:_____		
3.2 Vocês realizam troca de posto na célula? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique a periodicidade das trocas: _____		
4.1 Você é cobrado pela responsabilidade de identificar e controlar variações em relação à qualidade dos produtos? Obs: _____		
4.2 Você ou o seu líder está autorizado a parar a produção quando detectarem algum problema? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique quais os problemas que os operadores estão autorizados a parar a produção: _____		
5.1 Existem documentos que padronizem as operações? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique: ( ) estes documentos são atualizados regularmente de acordo com melhorias realizadas nas operações.		
10.1 Você é responsável pela manutenção preventiva básica e rotineira (limpeza,lubrificação, ajustes, troca de componentes simples pequenos reparos e verificações e inspeções visuais) nos equipamentos? Obs: _____ Em caso de resposta "**sim**", indique:		

( ) essas tarefas estão padronizadas em suas atividades Em quantos equipamentos são feitas essas atividades? _____		

APÊNDICE D – FORMULÁRIO "C": ENTREVISTA COM LÍDER OU SUPERVISOR

FORMULÁRIO "C" – ENTREVISTA COM LÍDER / SUPERVISOR:

Avaliador: _____ Entrevistado: _____

Empresa: _____ Célula:_____ Data: _____

Questões	**SIM**	**NÃO**
1.1 O líder ou supervisor substitui ou auxilia em atividades de produção quando necessário? Obs: _____		
1.2 O líder ou supervisor auxilia nas atividades de solução de problemas? Obs: _____		
1.3 A avaliação do trabalho (ex: produtividade, PPR, número de problemas resolvidos, ...) é feita de forma individual por operador? Obs: _____		
1.4 A avaliação do trabalho é feita de acordo com o trabalho da equipe da célula deforma uniforme? Obs: _____		
2.1 Os operadores são envolvidos em ações de solução de problemas de produção,qualidade ou manutenção e implantação de melhorias? Obs: _____		
2.2 Os operadores foram treinados com ferramentas para solução de problemas e sugestão de melhorias? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique: Quantos operadores desta célula são treinados: _____ Em que prática ou ferramenta foi baseado este treinamento: _____		
2.3 Existem grupos que contem com a presença de operadores e se reúnam para levantar e implantar melhorias? Obs: _____		

* Em caso de resposta "**sim**", indique: Qual a periodicidade em que os grupos se reúnem: _____ Estes grupos são coordenados pelos operadores ou líderes?_____		
3.1 Existem operadores treinados para ocupar todos os postos da célula? Obs:_____ * Em caso de resposta "**sim**", indique o número de operadores treinados para ocupar todos os postos: _____		
3.2 Existem operadores treinados para ocupar a maioria dos postos da célula? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique o número de operadores treinados para ocupar a maioria dos postos: _____		
3.3 Existe um controle da capacitação dos operadores em realizar as operações da célula (ex. uma matriz de habilidades)? Obs: _____		
3.4 Existe troca de posto na célula? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique a periodicidade das trocas: _____		
4.1 Os operadores são cobrados pela responsabilidade de identificar e controla rvariações em relação à qualidade dos produtos? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique quais as variações que acontecem e com que frequência: _____		
4.2 Os operadores ou líderes estão autorizados a parar a produção quando detectarem algum problema? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique quais os problemas que os operadores estão autorizados a parar a produção: _____		

5.1 Existem documentos que padronizem as operações? Obs:_____ Em caso de resposta "**sim**", indique se estes documentos: ( ) são atualizados regularmente de acordo com melhorias realizadas nas operações. ( ) são utilizados para verifica se as operações estão sendo ocorrendo de acordo comos padrões estipulados.		
7.1 O processo fornecedor (podendo ser interno ou externo) a célula, recebe uma ordem de produção do PCP ou Compras? Obs: _____		
7.2 A célula recebe uma ordem de produção do PCP? Obs: _____		
7.3 O processo cliente recebe uma ordem de produção do PCP? Obs: _____		
8.1 Quantos modelos, em média, são produzidos na célula em um período de um mês? Obs:_____		
8.2 A produção de cada modelo é distribuída ao longo do mês para que todos os modelos necessários no mês sejam produzidos a cada dia? Obs: _____ * Em caso de resposta "**não**", indique: Em quanto tempo, em média, são produzidos todos os modelos necessários em ummês: _____ Por que os modelos são agrupados: _____		
9.1 O tempo de *setup* entre produtos é menor que 1 minuto ou não é necessário realizar *setup* (no caso de haver apenas um produto)? Obs: _____		
9.2 Está mapeada a seqüência de atividades de troca de ferramentas (*setup* e ajustes)?		

Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique: ( ) o mapeamento possui diferenciação entre internas e externas (incluindo ajustes)		
10.1 Os operadores são responsáveis pela manutenção preventiva básica e rotineira(limpeza, lubrificação, ajustes, troca de componentes simples pequenos reparos e verificações e inspeções visuais) nos equipamentos? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique: Em quantos equipamentos são realizadas estas atividades: _____ Essas atividades estão padronizadas em suas rotinas de trabalho? _____		
0.2 Existe um programa de manutenção planejada (preventiva ou preditiva) nos equipamentos? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique em quantos		
11.1 Vocês utilizam indicadores para medir o tempo de atravessamento (*lead-time*)? Obs: _____ *Em caso de resposta "**sim**", indique o resultado para esta célula: _____		
11.2 Vocês utilizam indicadores para medir o estoque planejado versus o real? Obs: _____ *Em caso de resposta "**sim**", indique o resultado para esta célula: _____		
11.3 Vocês utilizam indicadores para medir a eficiência do processo (*OEE* - da célula como um todo)?		

Obs_____ *Em caso de resposta "**sim**", indique o resultado para esta célula: _____		
11.4 Vocês utilizam indicadores para medir a qualidade na fonte (*FTT* da célula ou outro indicador para medir o re-trabalho e refugo)? Obs: _____ *Em caso de resposta "**sim**", indique o resultado para esta célula: _____		
14.1 Existem dispositivos incorporados no processamento dos equipamentos que detectam anormalidades (Ex: peças defeituosas, quebra de máquina, etc.)? Obs: _____ * Em caso de resposta "**sim**", indique: ( ) são realizadas reuniões periódicas para a sugestão de novos dispositivos		
18.1 Na matriz de produto e processo, todos os modelos de produtos passam pelos mesmos processos, seguindo o mesmo fluxo de produção? Obs: _____ * Em caso de resposta "**não**", indique apenas quantos produtos passam pelos mesmos processos: _____		

Congresso de Sistemas LEAN

Método *Lean Office*: Abordagem conceitual e prática de sua aplicação no fluxo de valor de uma instituição prestadora de serviços educacionais

Carlos Eduardo de Medeiros Braguini (Instituto Tecnológico de Aeronáutica / SENAI - MT) - carlosbraguini@gmail.com

Luís Gonzaga Trabasso (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) – gonzaga@ita.br

Carlos Fernando Martins (SENAI - SC) – cfmartins@sc.senai.br

Guilherme Moreira de Castro (SENAI - MT) – ti1.getec@senaimt.com.br

Resumo: Motivados por uma economia alicerçada na crescente relação de consumo de produtos e serviços, as organizações buscam aperfeiçoar seus processos a fim de ampliar a sua capacidade de competir em um mercado cada vez mais globalizado. As empresas buscam organizar-se em um modelo de gestão orientado a processos que as possibilite ampliar a qualidade, reduzir prazos e custos, porém, a maior parte destas empresas não tem noção clara do caminho a ser percorrido para aprimorar seu modelo de gestão. O objetivo deste artigo é realizar uma abordagem conceitual e prática do método de melhoria de processos do *Lean Thinking* desenhado especificamente para o aperfeiçoamento de processos administrativos ou de serviços, o *Lean Office*. São apresentados conceitos, técnicas e ferramentas utilizadas para eliminação dos desperdícios em processos de escritório tendo como alvo a operação enxuta nas atividades. Como resultado, constatou-se a aderência do método *Lean Office* para eliminação de desperdícios administrativos sendo evidenciado na sua aplicação em processos de uma instituição prestadora de serviços educacionais. Por fim constatou-se também a necessidade de aprofundamento de sua aplicação com foco no aculturamento do método e geração de maiores resultados a médio e longo prazo.

Palavras-chave: Processo; Pensamento Enxuto; *Lean Office*.

Abstract: Motivated by an economy rooted in the growing relationship of consumption of goods and services, organizations seek to improve their processes in order to increase their ability to compete in an increasingly globalized market. Companies seek to organize into a management model oriented processes that enable extend quality, reduce time and costs, however, most of these companies have no clear idea of the path to be taken to enhance its management model. The purpose of this article is a conceptual and practical approach of the method of process improvement Lean Thinking specifically designed to improve administrative processes or services, the Lean Office. Concepts, techniques and tools used for disposal of waste in office processes targeting the lean operation in the activities are presented. As a result, there was adherence of the method Lean Office to eliminate administrative waste being evidenced by its application in processes of an institution providing educational services. Finally it was also found the need to deepen its application focusing on the acculturation of the method and generate greater results in the medium and long term.

Keywords: Process; Lean Thinking; Lean Office.

1. Introdução

Todo trabalho desenvolvido em uma organização faz parte de algum processo. Da produção de um chip de computador ao *check-in* no hotel de sua preferência, necessariamente, há um processo que foi seguido para que o objetivo fosse cumprido. Na concepção mais frequente, processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que recebe um *input*, e depois de adicionado valor, fornece um *output* a um cliente (GONÇALVES, 2000). Ocorre que em muitas vezes os processos organizacionais possuem atividades que não representam valor ao *stakeholder* principal – o cliente – e sempre que executados, exigem tempo e esforço do provedor e do cliente do processo.

Neste contexto é que se aborda o *Lean Thinking* (WOMACK & JONES, 2004) como forma de aprender a enxergar e eliminar desperdícios nos processos a fim de promover melhorias que resultem na realização de processos e produção de produtos que estejam alinhados ao que o cliente entende como valor. A abordagem tem como alvo uma operação enxuta focada no cliente.

A abordagem *Lean* foi idealizada por Taiichi Ohno em meio a processos fabris do setor de manufatura automobilística nas dependências da Toyota, no Japão, consolidando-se logo após a segunda guerra mundial. Mais do que um sistema de produção de veículos baseada na eliminação dos desperdícios, a Toyota e seu modelo de produção *Lean* tiveram um importante papel no processo de reconstrução pós-guerra japonês. Já em 1990, o Sistema Toyota de Produção foi apresentado ao mundo nas páginas de um dos *best sellers* da literatura especializada: A Máquina que Mudou o Mundo. Nesta obra, Womack, Jones and Ross (2004) apresentam de forma detalhada uma maneira diferente de produzir automóveis a partir de um modelo enxuto operado com baixos níveis de estoque, valorização da opinião e sugestão dos operários e paradas de produção específicas para assegurar qualidade do produto.

A Figura 1 mostra os cinco princípios da abordagem *Lean* propostos por Ohno:

Figura 1 – Os cinco princípios do Pensamento Enxuto

Fonte: Adaptado de Womack & Jones (2004)

Em uma visão ampliada, Womack e Jones (2004) apresentam o Pensamento Enxuto como uma valorosa forma de eliminar desperdícios, traduzindo os princípios de Ohno nos conceitos mostrados no Quadro 1.

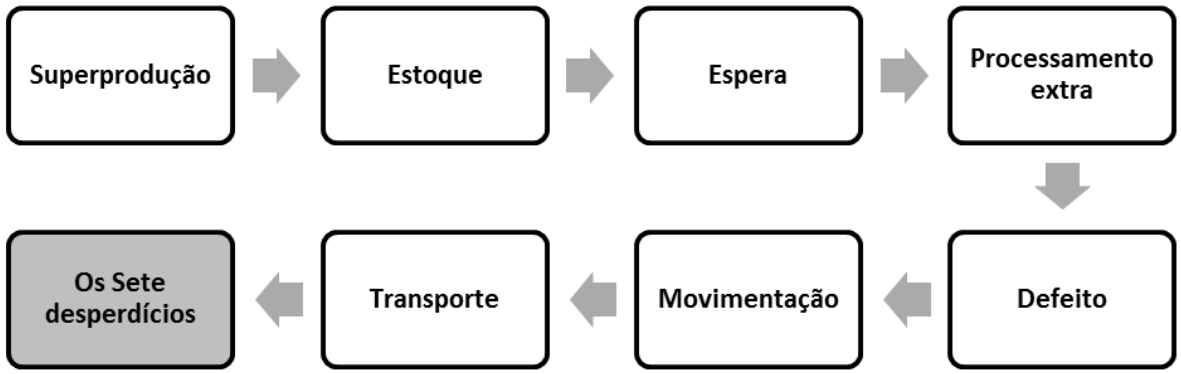
Quadro1: Os cinco princípios do Pensamento Enxuto.

N.	Princípio	Definição
1	Valor	É o que realmente importa ao cliente;
2	Fluxo de Valor	São as atividades e fases que compõem o ciclo de vida de um processo produtivo;
3	Fluxo Contínuo	É o compromisso com a fluidez, mínimas esperas/paradas;
4	Produção Puxada	É prática da produção no tempo certo refletindo na necessidade do fluxo ou do cliente;
5	Perfeição	É melhorar continuamente visando à eliminação dos erros no processo ou produto

Fonte: Adaptado de Womack & Jones (2004)

Os cinco princípios apresentados acima, são considerados o norte verdadeiro do pensamento dirigido à produção enxuta e alicerçam os demais conceitos, técnicas e ferramentas do *Lean Thinking*. Orientado por estes direcionadores, Ohno (1997) entendia que era impossível desenvolver um sistema enxuto sem a identificação/mitigação dos desperdícios existentes. Conforme mostra a Figura 2, estes foram categorizados em sete tipos.

Figura 2 – Os sete desperdícios do pensamento enxuto.



Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

Desta forma, a abordagem do *lean* foi aplicada em um ambiente administrativo de uma instituição educacional, mais especificamente em processos do SENAI do estado de Mato Grosso, com objetivo de atenuar problemas vivenciados pela organização decorrentes do avanço da complexidade do negócio e da evolução de seus resultados operacionais, conforme detalha-se no item 4.2.

Além da introdução, este artigo é constituído por seis seções, a começar por uma avaliação de outros trabalhos relacionados ao tema correlato, revisão teórica e conceitual do *Lean Office*, passando pela descrição da aplicação do método no fluxo de valor do SENAI abordando os resultados obtidos e chegando com as considerações finais, agradecimentos e as referências utilizadas para desenvolvimento deste trabalho.

2. Trabalhos relacionados

Ao pesquisar sobre trabalhados relacionados ao tema foram identificadas publicações que apresentam resultados de implementação do *lean* em vários segmentos, seja na versão dedicada ao chão de fábrica ou na versão para ambientes administrativos. Ressalta-se nesta pesquisa diferenciados níveis de maturidade nas organizações que se beneficiam do *lean* em todo mundo. Constata-se que os maiores resultados e contribuições estão ligados a processo de manufatura, porém, com crescente número de casos aplicados em ambientes de serviços. Destaque especial para aplicação relatada por Tapping & Shuker (2003), na forma de passo a passo que facilita o entendimento da implementação ferramental lean principalmente para níveis iniciais de maturidade em *Lean Office*. Destaca-se também, outras publicações em cadeias de valor de setores educacionais, como é o caso de Martins (2012) com resultados semelhantes aos apresentados neste artigo, porém, com estratégias de aplicação diferentes.

3. O método *Lean Office*

Baseado na versão *Lean Manufacturing*, a versão escritório vai ao encontro da necessidade de eliminação de desperdícios em processos administrativos e/ou serviços. Conceitualmente *Lean Office* é um método que utiliza de ferramentas e técnicas fundamentadas no pensamento *Lean* com objetivo de promover a eliminação dos desperdícios nas tarefas administrativas em um determinado fluxo de valor (MARTINS, 2012);

Dado que Ohno (1997) categorizou os sete desperdícios presentes na manufatura, pode-se também associá-los aos desperdícios existentes em ambientes administrativos ou de prestação de serviços.

Conforme mostrado no Quadro 2, observam-se vários exemplos destes desperdícios.

Quadro 2 – Os sete desperdícios em um contexto administrativo

N.	Desperdício	Exemplos
1	Superprodução	Documentos/informações em excesso; aquisição de materiais sem necessidade;
2	Estoque	Armazenamento de materiais/consumíveis; caixas de e-mails lotadas;
3	Espera	Pessoas esperando no telefone; atrasos para início de uma reunião.
4	Processamento extra	Coleta de dados sem necessidade; impressões de materiais sem necessidade;
5	Defeito	Impressões/cópias erradas; perda de arquivos/informações;
6	Movimentação	Busca de materiais em locais distantes; problemas de *layout*;
7	Transporte	Necessidade de múltiplas aprovações em um documento.

Fonte: Adaptado de Martins (2012) *apud* Keyte & Locher (2004)

A aplicação desses conceitos permite que o trabalho e as informações fluam na organização por meio da eliminação daquilo que não acresce valor. Deve-se considerar que na aplicação do método pode-se encontrar dificuldades no mapeamento de valor em comparação com o mesmo processo na manufatura. Tal situação se dá pelo fato de que o fluxo de valor constituir-se em um fluxo de informação e de conhecimento do processo da empresa ao invés de um fluxo de materiais em processos fabris (MCMANU, 2005).

Ainda que o método seja claro nos conceitos, ferramentas e técnicas é válido ressaltar que se trata de uma mudança cultural iniciando pela alta administração com replicação aos demais níveis hierárquicos da empresa.

Embora o método *Lean Office* seja composto por uma vasta quantidade de ferramentas *lean*, adotou-se uma estratégia de aplicação coerente com o nível de maturidade dos processos no SENAI-MT, focando principalmente na geração de resultados em curto prazo e no aprendizado, a fim de gerar conhecimento para uma segunda jornada.

Outras estratégias de aplicação do *Lean Office* são conhecidas, dentre elas destaca-se a proposta de Tapping & Shuker (2003), que estrutura a aplicação do método em oito fases sequenciais, conforme apreentado na Figura 3.

Figura 3 – O método de aplicação de Tapping & Shuker (2003)

Fonte: Adaptado de Tapping & Shuker (2003)

Desta forma, ressalta-se do *Lean Office* deve preceder uma fase de planejamento para identificação das variáveis, restrições e proposição do plano de implantação abordando estratégias e ferramentas adequadas ao cenário.

4. O método *Lean Office* aplicado no fluxo de valor do SENAI-MT

O SENAI-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, entidade de economia mista, natureza privada, integrante da Confederação Nacional da Indústria (CNI), é uma instituição sem fins lucrativos presente em todo Brasil com mais de 800 unidades operacionais fixas e móveis que possuem a missão de prover educação profissionalizante e serviços de tecnologia/inovação para elevação da competitividade da indústria. Desde sua criação (1942), o SENAI formou mais de 55 milhões de profissionais nas 28 áreas industriais. Também mantém uma rede certificada de 208 laboratórios que prestam serviços de tecnologia e inovação empresas em todo o país (Portal da Indústria, 2014).

Em Mato Grosso, o SENAI está presente com 8 unidades operacionais fixas e mais de 600 empregados, que são responsáveis por cumprir a missão da instituição no estado. Sua estrutura organizacional é verticalizada em formato piramidal estando no topo a Presidência do Conselho/Direção Regional (estratégico), passando por unidades departamentais de apoio (tático), chegando à base com foco na execução do negócio (operacional). O processo decisório é misto e possibilita autonomia suficiente para execução da maior parte dos processos relacionados à prestação dos serviços nas Unidades, entretanto, assegura que processos estratégicos ou de alto impacto sejam conduzidos pela sede.

Nos últimos 5 anos, o SENAI-MT triplicou seus resultados finalizando 2013 com mais de 140 mil matrículas realizadas. Foi reconhecido pela CNI como o estado com o melhor desempenho operacional no triênio 2011/2013 em uma avaliação de 6 indicadores de gestão. Em 2014, a meta é realizar 145 mil matrículas e assegurar efetivas melhorias na busca pela excelência da gestão.

4.1 O problema na prática

O acentuado crescimento operacional experimentado pelo SENAI-MT trouxe consigo novos desafios para equilibrar qualidade e resultados operacionais. Embora a instituição possua um modelo de gestão alicerçado na norma NBR ISO 9001, entendeu-se como necessário o direcionamento de esforços específicos para melhoria dos processos internos, fundamentando-se em 3 objetivos principais.

Reduzir burocracia (1): Além de ser um setor regulado pelos 3 órgãos da administração pública (Ministério, Secretarias Estaduais e Municipais) através de leis, portarias, regimentos, etc., a maior parte das instituições do segmento educacional do Brasil possuem uma cultura de gestão que valoriza o controle interno ao invés do que o cliente entende como valor. A burocracia tem foco interno e tende a sustentar a existência de atividades de baixo valor agregado. Não é dificil encontrar casos do tipo “Por que você está fazendo esta atividade? Não sei. Só sei que por aqui as coisas sempre foram assim.”.

Reduzir falhas (2): Errar menos na execução dos processos. São exemplos de falha nos procesos da instituição: ausência das cópias de documentos do aluno, irregularidade na vigência dos contratos de docentes, expedição de certificados com erros de digitação em nome, etc.,. Exemplos como estes geram custos para instituição, seja na ação de correção das falhas ou na criação de mecanismos de controle/supervisão - muitas vezes redundantes no fluxo de valor - para garantia da qualidade e plena conformidade do processo.

Reduzir prazos (3): Quando falamos de tempo estamos tratando de um bem cada vez menos presente na vida das pessoas. Seja na pele do consumidor ou do provedor, a combinação de burocracia com falhas de operação potencializa o desperdício do tempo resultando em centenas de horas perdidas. Assim, melhorar o tempo de conclusão de atividades vai ao encontro da redução de custos operacionais e a preservação do tempo de

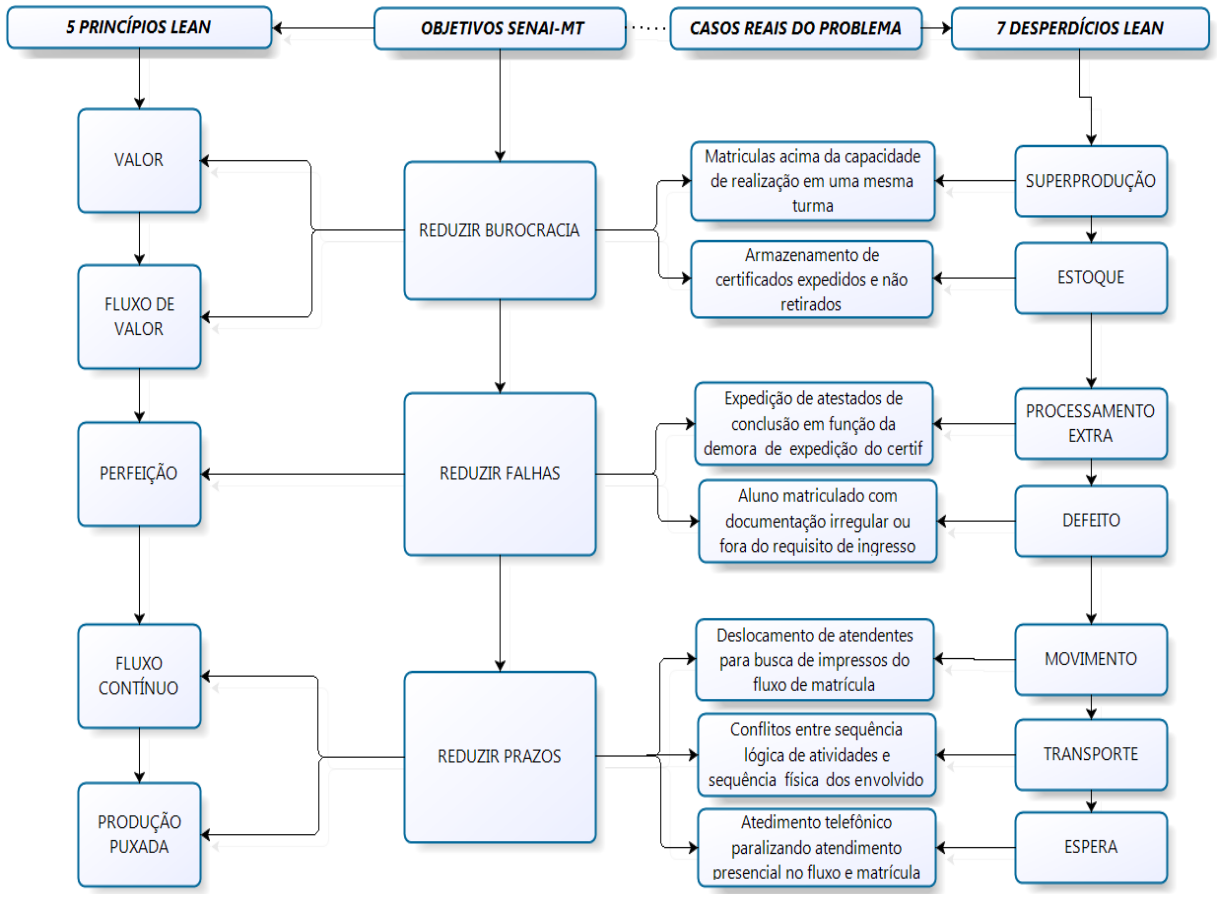
todos envolvidos. Como exemplo prático, cito o processo de expedição de certificados, que antes da aplicação do método lean demorava entre 45 a 90 dias para expedição.

É válido ressaltar que antes mesmo da escolha do *Lean Office* como método otimização de processos, a instituição tinha clareza que os esforços a serem despendidos nesta iniciativa deveriam atender aos 3 objetivos citados anteriormente (redução de burocracia, redução de prazos e redução de falhas). Após definição clara do que realmente a instituição tinha como expectativa é que as lideranças envidaram esforços para encontrar um caminho. Inicialmente pensou-se na implantação de novos sistemas, automatização de controles em níveis mais sofisticados, porém, percebeu-se que tais alternativas não resolveriam as dificuldades levantadas.

Apenas em um segundo momento é que foi identificado no SENAI-SC a possibilidade de atingimento destes objetivos com o método *Lean Office*.

A Figura 5 ilustra a correlação existente entre os objetivos do SENAI-MT e a abordagem *lean*.

Figura 4 – Convergência de conceitos *lean*, objetivos e casos SENAI-MT



Fonte: *Os autores (2014)*

4.2 Aplicação do método no SENAI-MT

O primeiro passo da aplicação do *Lean Office* foi a definição junto as lideranças de quais seriam os processos prioritários a serem otimizados, conforme segue no quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Processos prioritários para aplicação do *Lean Office*

N.	Processo	Motivação melhoria
1	Matrícula de Alunos	Tempo médio para conclusão de uma matrícula paga próximo de 3h;
2	Comercialização de Produtos	Falta padrão e integração entre as áreas de educação;
3	Expedição de Certificados	Tempo de entrega médio em 60 dias. Acima da expetativa do cliente;
4	Avaliação de Satisfação	Processo com atividades de baixo valor agregado;

5	Contratação de Pessoas	Processo lento e regulado por órgãos de controle;

Fonte: O próprio autor

Uma vez definidos os processos prioritários avançou-se para montagem de grupos de *kaizen office* compostos por entre 5 a 10 pessoas, sendo um grupo para cada um dos processos prioritários. A partir de uma reunião introdutória para alinhamento de conceitos e expectativas, os grupos foram guiados para aplicação assistida das ferramentas e técnicas do *kaizen office*, a começar pelo Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) que segundo Rother & Shook (2003), reúne uma sequência própria de técnicas enxutas em torno de uma linguagem comum que possibilita a identificação visual das atividades executadas no processo, desperdícios e suas origens dentro do fluxo ou da cadeia de valor que está inserido. O MFV parte de uma perspectiva de quem consome e quem provê um determinado serviço até a visão de fluxo do estado atual (*as-is*) para uma visão de melhoria em estado futuro (*to-be*).

Ao iniciar o desenvolvimento do MFV no processo de matrícula, uma visão de consumidor é apresentada gerando reflexões ao grupo em relação à quantidade de atividades e tempos que não acrescentam valor para o aluno. Na prática, aprende-se a enxergar como as coisas acontecem ao invés de apenas saber que elas acontecem. Este conceito é exemplificado por Womack & Jones (2006) como "Um mundo de trabalho não remunerado".

A Tabela 1 apresenta o fluxo de consumo do processo de matrícula.

Fluxo de Consumo - Processo de Matrícula					
Produto: Matrícula efetivada com documentos assinados					
Coisa: Aluno (cliente)					
Nº	**Tarefa**	**Tempo**			**Acrescenta Valor?**
		Dia	**Hora**	**Min**	
1	Chego na Unidade			15	SIM
2	Vou até o setor de Atendimento			1	NÃO
3	Retiro minha senha			1	SIM
4	Sento e espero ser atendido			50	NÃO
5	Sou chamado e vou até o atendimento			1	SIM
6	Escolho o meu curso			20	SIM
7	Verificam a minha documentação se está correta			6	NÃO
8	Consulta o SPC e imprimem a consulta			2	NÃO
9	Se sou empregado, o CNPJ da empresa é verificado para checar política comercial			6	NÃO

10	Fazem meu cadastro no SIGE			20	NÃO
11	Imprimem minha ficha de matrícula e contrato			5	NÃO
12	Leio e assino meu contrato de matrícula			5	SIM
13	Fazem meu cadastro do boleto no Banco			20	NÃO
14	Imprimem os meus boletos			2	SIM
15	Assino o termo de recebimento dos boletos			2	NÃO
16	Tiram cópias dos meus documentos			5	NÃO
17	Informam a data e local do curso			2	SIM
18	Recebo meu protocolo de matrícula			2	SIM

Nº	**Resumo**	**Resultados**	
		Quantidade	**Percentual**
1	TOTAL DE ATIVIDADES DO PROCESSO	18	100,0%
2	TOTAL DE ATIVIDADES QUE ACRESCENTAM VALOR	8	44,4%
3	TOTAL DE ATIVIDADES QUE NÃO ACRESCENTAM VALOR	10	55,6%
4	TEMPO TOTAL DO PROCESSO	165	100,0%
5	TEMPO EM ATIVIDADES QUE ACRESCENTAM VALOR	48	29,1%
6	TEMPO EM ATIVIDADES QUE NÃO ACRESCENTAM VALOR	117	70,9%

Tabela 1: Fluxo de consumo do processo de matrícula

Fonte: Os autores (2014)

Conforme dados apresentados na tabela 1, o kaizen office do processo matrícula identificou, em uma perspectiva de consumo, que 71% do tempo total da matrícula em atividades que o cliente não enxerga valor.

Ainda de acordo com Womack & Jones (2006), tão importante quanto a visão do consumo é repeti-lo na perspectiva de provedor, ou seja, neste caso na visão do operador que fica sentado atrás de uma mesa executando a matrícula. Apresenta-se na tabela 2 a visão de provedor deste processo.

Fluxo de Provisão - Matrícula					
Produto: Matrícula efetivada com documentos assinados					
Coisa: Aluno (cliente)					
Nº	**Tarefa**	**Tempo**			**Acrescenta Valor?**
		Dia	**Hora**	**Minuto**	
1	Efetuar atendimento inicial para esclarecimento		1	5	SIM
2	Realizar cadastro no Sistema SIGE			35	NÃO
3	Tirar cópia dos documentos			15	NÃO
4	Emitir contrato e ficha de matrícula			15	SIM

5	Apresentar contrato para assinatura			15	NÃO
6	Encaminhar aluno para tesouraria			5	NÃO
7	Efetuar recebimento e/ou gero boleto			15	SIM

Nº	Resumo	Resultados	
		Quantidade	Percentual
1	TOTAL DE ATIVIDADES DO PROCESSO	7	100,0%
2	TOTAL DE ATIVIDADES QUE ACRESCENTAM VALOR	3	42,9%
3	TOTAL DE ATIVIDADES QUE NÃO ACRESCENTAM VALOR	4	57,1%
4	TEMPO TOTAL DO PROCESSO	165	100,0%
5	TEMPO EM ATIVIDADES QUE ACRESCENTAM VALOR	95	57,6%
6	TEMPO EM ATIVIDADES QUE NÃO ACRESCENTAM VALOR	70	42,4%

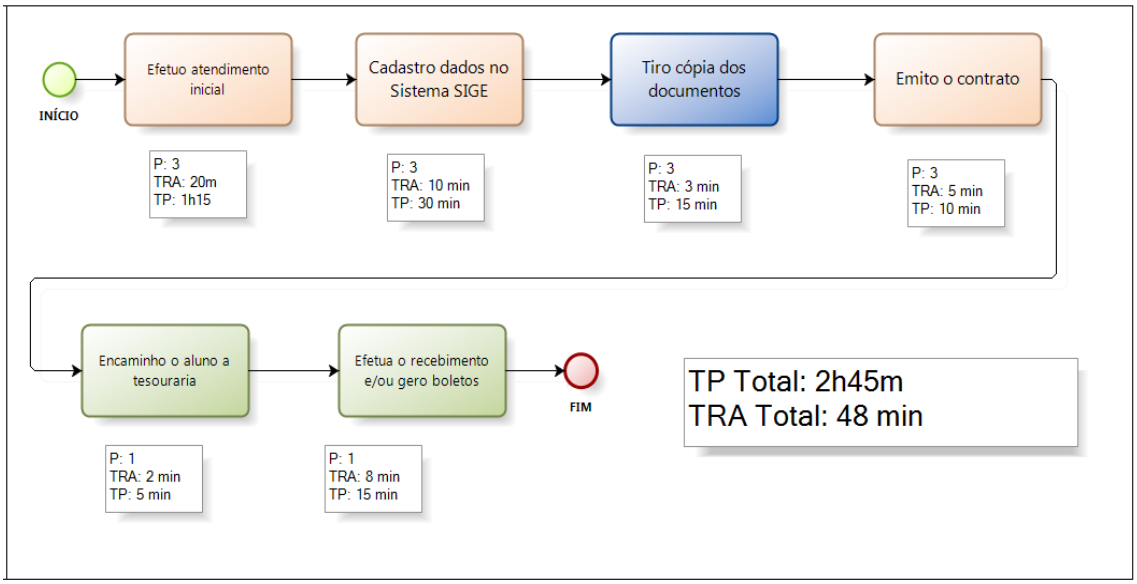
Tabela 2: Fluxo de provisão do processo de matrícula

Fonte: Os autores (2014)

Observa-se nos dados de provisão obtidos, que 42% do tempo do processo eram gastos em atividades que sem acréscimo de valor. É possível concluir que quase metade do esforço despendido nas atividades é gasto em tarefas que não acrescentam valor. É válido ressaltar que as atividades de consumo e de provisão tem relação exclusiva com o desenho estado atual do processo, com a real necessidade de enxergar as tarefas e desperdícios existentes dentro do fluxo de atividades.

De forma esquemática, o MFV atual é mostrado na Figura 5 a seguir:

Figura 5 – Fluxograma do estado atual



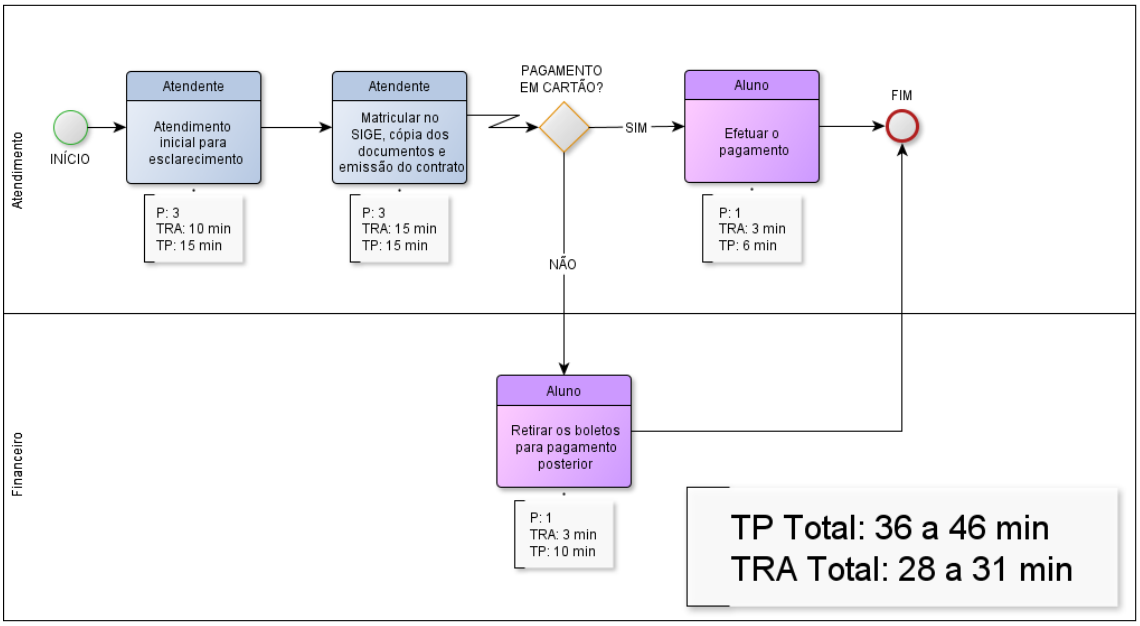
Fonte: Os autores (2014)

Esta forma esquemática consiste em mapear as atividades existentes no processo de provisão estabelecendo tempos para cada uma delas, utilizando-se métricas de pessoas (P) com a quantidade de recursos humanos que a executam, de tempo para realização (TRA) e tempo de permanência (TP), que correspondente à soma de todos os tempos do processo (TP=TRA+ESPERAS+RETRABALHOS). Durante esta fase não se faz necessário o uso de nenhuma tecnologia de mapeamento de processos. Recomenda-se, com o propósito de aguçar a discussão e a capacidade de visão dos integrantes, que não se use softwares, computadores, projetores e outras tecnologias e que as ferramentas sejam limitadas apenas *post-its*, pincéis, *fip-chart*, etc.

Concluído o desenho do estado atual dentro do MFV, desenhou-se o estado futuro com visão a de melhoria. Desta forma, atenta-se para os pontos de qualidade no processo, a saber: “Quais resultados esperamos?”, “Que padrão queremos atingir?”, “Qual nossa condição alvo?”, “Esta atividade é necessária?”.

A reflexão acerca destes questionamentos leva os grupos gerarem alternativas de melhoria necessárias para resgate dos conceitos de valor para o cliente no fluxo, tais como: eliminação/agrupamento de atividades, criação de células de execução, redução do número de aprovações/validações, etc.

Figura 6: Fluxograma do estado futuro



Fonte: Os autores (2014)

No caso do processo de matrícula apresentado, observa-se uma redução de 20 minutos em TRA e quase 2 horas em tempo total.

5. Resultados obtidos

Após a aplicação do método, apurou-se como resultados no processo de Certificação de Alunos que, 90% das turmas realizadas dentro de nossas Unidades recebem o certificado no último dia de aula. Conseguiu-se reduzir 82% de certificados impressos que não eram retirados. No processo de Matrícula, eliminou-se 20 minutos que eram gastos em atividades sem valor para o cliente. Ampliou-se agilidade e reduziu-se burocracia. No processo de Avaliação de Satisfação, reduziu-se 89% de papéis que eram gerados. São cerca de 20 mil formulários por ano que deixaram de ser impressos e tabulados, gerando uma economia de esforço humano na ordem de 70%.

Até o momento, já se conseguiu eliminar mais de 1.000 horas que eram gastas em atividades de baixo valor agregado e outros kaizens continuam em andamento. A implantação agora está focada no fluxo de valor do SENAI CUIABÁ (maior unidade do estado), adicionado do aprendizado, das experiências e dos resultados apresentados na primeira jornada.

5. Considerações finais

Confirma-se, portanto, que a abordagem idealizada por Ohno possibilita organizações identificar/eliminar desperdícios nos processos. O método *Lean Office* é a materialização da abordagem para ambientes administrativos e mediante a aplicação de ferramentas/técnicas enxergou-se desperdícios e propôs-se mudanças visando eliminação no fluxo.

Concluiu-se também que o *Lean Office* faz parte de uma abordagem maior do que uma aplicação de ferramentas/técnicas necessitando de incorporação na cultura da instituição. A aplicação isolada ou fragmentada da abordagem ratifica/fortalece a presença da entropia administrativa.

Embora os resultados apresentados sejam satisfatórios, o SENAI-MT reconhece o não atingimento pleno dos objetivos de redução da burocracia, falhas e prazos, tampouco, que se trata de uma organização *lean*. Assim, a instituição tomou uma decisão estratégica de focar seus esforços no fluxo de valor de sua maior Unidade, deixando de focar em processos segmentados com replicação concomitante as demais unidades de ensino.

Embora haja resultados satisfatórios com a aplicação estruturada em processos isolados, entendeu-se como necessário a efetivação desta mudança visando que o fluxo de valor completo, do planejamento do curso a expedição do certificado, esteja *lean* e que a organização acumule experiências e *know-how* para replicação as demais unidades do estado.

6. Agradecimentos

Registro especial agradecimento a Direção Regional do SENAI de Mato Grosso pela autorização de publicação deste artigo e ao SENAI de Santa Catarina, na pessoa do consultor Dr. Carlos Fernando Martins, pelo compartilhamento do conhecimento e esforços despedidos para aplicação do *Lean Office* no SENAI-MT.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As Empresas são Grandes Coleções de Processos**. Revista de Administração de Empresas, p. 6-19, 2000.

KEYTE, Beau.; LOCHER, Drew. **The Complete Lean Enterprise: Value Stream Mapping for Administrative And Office Process**. New York: Editora: Productivity Press, 2004. 136 p.

MCMANU, Hugh. **Product Development Value Stream Mapping**. Gothenburg, Sweden. 2012.

MORGAN, Jame; LIKER, Jeffrey. **The Toyota Product Development System: Integrating People, Process and Technology**. New York: Editora: Productivity Press, 2006.

Portal da Indústria, 2014. **Informações institucionais** Disponivel em: <http://www.portaldaindustria.com.br/senai/>. Acesso em: 22 mar. 2014.

OHNO, Taichi. **O Sistema Toyota de Produção além da Produção em Larga escala**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

ROTHER, Mike.; SHOOK, Jhon. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Editora: Lean Institute Brasil, 2003.

TAPPING, Dom.; SHUKER, Tom. **Value Stream Management for the Lean Office:** Eight Steps to Planning, Mapping, & Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas. New York: [s.n.], 2003.

WOMACK, James.; JONES, Daniel. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

WOMACK, James.; JONES, Daniel. **Soluções Enxutas**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.

Congresso de Sistemas LEAN

Utilização de Ferramentas de Automação de Projetos em Unidades de Refino de Petróleo

Lessandro Teixeira Rodrigues (Universidade Estácio de Sá) lessandrors@gmail.com

Daniel Luiz de Mattos Nascimento (Universidade Estácio de Sá) nascimentodaniel63@gmail.com

Resumo: Este estudo procura demonstrar o papel das ferramentas de automação de projetos no contexto da grande demanda de construção de unidades de refino de petróleo para atender à camada pré-sal com prazos desafiadores. Foram aplicados conceitos do STP atrelado à metodologia de produção enxuta, dividindo e gerenciando o projeto 3D por áreas de construtibilidade de acordo com as necessidades da construção e montagem, após simulações de sequenciamento construtivo para determinação das prioridades na elaboração do projeto executivo. Esta metodologia é baseada em experiências profissionais, direcionando o trabalho ao estudo de fluxo e otimização dos processos e também de propostas de solução. Reduzir custos, prazos e, principalmente, buscar a melhoria da qualidade e produtividade foram os motivos norteados para a utilização de *softwares* de engenharia amplamente difundidos no mercado e com robustez de operação. Esta pesquisa foi desenvolvida na implementação de um empreendimento para uma refinaria de petróleo. Na aplicação do método de divisão por áreas, com o auxílio do modelo 3D, foram identificadas as tarefas prioritárias para as equipes de construção e montagem e, anteriormente, subsidiou o setor de suprimentos para o fornecimento dos materiais e equipamentos.

Palavras-chave: Automação de projetos, modelo 3D, divisão por áreas, *milk run*.

Abstract: This study aims to demonstrate the role of design automation tools in the context of the demand for construction of oil refinery units to meet the subsalt layer with challenging deadlines. STP concepts linked to the methodology of lean production were applied, dividing and managing 3D design for constructability areas according to the needs of construction and assembly, after sequencing constructive simulations for determining priorities in designing the executive project. This methodology is based on professional experience, directing the work flow study and optimization as well as proposed solutions. Reduce cost, time, and especially seek improvements in quality and productivity were the reasons for the guided use of engineering software widely used in the market and robustness of operation. This research was developed in implementing a project for an oil refinery. In applying the method of division by areas with the aid of the 3D model, the priority tasks for teams of construction and assembly were identified and previously subsidized the sector supplies for the supply of materials and equipment.

Keywords: Automation projects, 3D model, division by areas, milk run.

1. Introdução

Os primeiros sistemas CAD (*Computer-Aided-Design*) foram introduzidos no Brasil no início da década de 1980, sendo o marco para o surgimento da automação de projetos no país. No início, estes sistemas em mainframes com estações gráficas pelos projetistas e engenheiros. Para a geração dos documentos técnicos em 2D, era utilizado ambiente igual ao tradicional de prancheta. Aumentou consideravelmente a produtividade na geração de documentos técnicos de forma isolada, porque após a finalização dos documentos no sistema CAD, eles eram impressos em papel e distribuídos ao público alvo.

As tecnologias CAE (*Computer-Aided-Engineering*) começaram a chegar em meados da década de 1980. Assim, os *softwares* em 2D e também em 3D ganharam espaço nos projetos de engenharia. Começaram a ganhar importância essas ferramentas não apenas pela facilidade em representar formas geométricas, mas também por utilizar bases de dados com informações e especificações técnicas de tubulações, instrumentos, equipamentos e estruturas metálicas e de concreto, relacionadas às suas simbologias. A disseminação das redes locais de computadores em escritórios de engenharia também facilitou a criação de novas estruturas onde os projetos poderiam ser elaborados de forma colaborativa e simultaneamente por mais de um profissional. Desta maneira, o tráfego de documentos de engenharia em papel foi evitado, aumentando significativamente a integração entre as disciplinas técnicas, possibilitando estudos virtuais de interferências físicas e lógicas, arranjos físicos e uma maior consistência de dados.

Neste artigo são descritas boas práticas utilizando soluções integradas de automação de projetos e a sistemática apresentada demonstrará a integração de informações de projetos de engenharia utilizando modelos 3D, designação usualmente utilizada para a maquete eletrônica projetada em ferramentas CAD 3D. Esta metodologia surgiu na indústria petroquímica através da necessidade de centralizar todas as informações pertinentes a cada etapa de projetos de refinarias e plataformas em um único ambiente. Com a aplicação deste conceito, a automatização de processos internos e externos, a gestão da informação e as auditorias de qualidade devem ser efetivas. Existe a possibilidade de fazer simulações para: planejamento, lógica de programação de serviços, controle da produção e para estudos de segurança industrial nas fases de construção civil, montagem eletromecânica e comissionamento.

O modelo 3D foi utilizado para identificar atividades predecessoras aos trabalhos de campo e o controle da construção e montagem, facilitando o planejamento da execução das atividades, concentrando informações do projeto de detalhamento, com exceções de algumas disciplinas por aspectos culturais. Assim, foram analisadas informações de: custo e prazo, alterações ou mudanças no projeto, especificações técnicas, interferências físicas e análises para a priorização de grandes equipamentos da obra.

Para que ocorram reduções de custos e prazos, através da otimização dos processos de transporte e armazenamento de materiais e equipamentos para a aplicação na construção e montagem, foi abordado o papel das ferramentas de automação de projetos neste cenário em

cada fase de um empreendimento. Para poder comprovar ganhos através de aplicações dessas ferramentas, existe uma premissa que são às boas práticas de utilização. Existe um importante ponto de atenção: a dificuldade em implementar novas metodologias de trabalho ou inovações, pois sempre existe resistência nos profissionais na utilização de novas soluções. Este fato é uma realidade no cenário atual e, desta maneira, propor um plano de ação que facilite a utilização das ferramentas de automação de projetos é um caminho para mitigar esse problema.

2. Metodologia

O tema central dessa pesquisa foi o método de divisão por áreas e a utilização do modelo 3D para o fornecimento dos materiais e equipamentos de aplicação para a construção e montagem do empreendimento e a identificação das tarefas prioritárias para as equipes de produção. Com base nos dados investigados, o estudo tornou-se viável e foi desenvolvido utilizando as ferramentas de automação de projetos. A análise desta metodologia foi realizada em uma empresa de petróleo e gás durante o projeto de construção e montagem de uma unidade de refino de petróleo.

3. Cenário de estudo

Hoje, na elaboração de projetos de engenharia e execuções de simulações, planejamento e controle, os benefícios propostos com a utilização de modelos 3D não são muito difundidos na indústria petroquímica. Atualmente, existe a orientação que durante a fase de projeto executivo, os documentos de engenharia impeditivos para a construção sejam extraídos da ferramenta CAE para garantir a consistência dos dados entre os diversos documentos emitidos. Porém, estes documentos são emitidos com a maior brevidade possível em outras ferramentas computacionais para que ocorra o adiantamento da construção e montagem e, consequentemente, maximizar o fluxo de caixa mensal das empresas executantes dos empreendimentos.

No caso do modelo 3D, as atualizações, a partir de um determinado momento, não são mais realizadas para todas as disciplinas, durante a fase de projeto executivo. A única exceção é o projeto de tubulação. A atividade de conciliação do projeto na ferramenta CAD 3D com a documentação emitida acaba ficando para uma etapa final em um empreendimento, próxima ao término da construção e montagem e início da adequação entre o projeto com o que foi

construído, chamada etapa de *AS BUILT*. Existe um número alto de retrabalhos seguindo esta sequência de tarefas, criando uma falta de confiabilidade no modelo 3D para análises, simulações e extração de informações diversas, ficando desatualizado e não consistente em relação à emissão de documentos em 2D.

A disciplina de tubulação industrial esta mais adaptada e tem mais experiência na utilização da ferramenta, em comparação com as demais áreas técnicas. Assim, os profissionais de fiscalização da área de tubulação começaram a exigir em contratos a extração de desenhos isométricos a partir do modelo 3D, pois ficaram expostos às facilidades destas ferramentas de automação de projetos. O esforço foi concentrado nesta disciplina através da quebra automatizada de *spools* de tubulação, fazendo uma automação entre o projeto executivo e fases subsequentes (Construção Civil, Montagem Eletromecânica e Comissionamento). Portanto, os benefícios desta metodologia podem ser comprovados quando utilizados no intuito de diminuir retrabalhos, reduzindo custos e prazos, pois são aplicados em alguns empreendimentos na área de refino e abastecimento.

4. Identificação dos problemas

Os problemas identificados que motivaram a aplicação do conceito do modelo 3D são:

- ✓ A falta de informações integradas e com confiabilidade elevada para que ocorram análises e simulações predecessoras as atividades de execução;
- ✓ Alto índice de retrabalhos em projetos;
- ✓ Baixa na produtividade por má execução de planejamentos;
- ✓ Falta de informações e ambiente propício para elaboração de planejamento da construção e montagem.

5. Objetivos deste trabalho

- ✓ Comentar as dificuldades encontradas na aplicação de uma solução baseada na implementação destas inovações tecnológicas;
- ✓ Relatar casos de utilização na indústria petroquímica e os ganhos já obtidos.

6. Desenvolvimento Teórico

Nesta parte do trabalho, metodologias e teorias serão apresentadas sugerindo linhas de ação para resolver problemas de natureza semelhante em implementação de empreendimentos

industriais, mais especificamente em construções e montagens industriais de unidades na área de refino de petróleo.

6.1. Sistema Toyota de Produção

Atualmente, as organizações estão inseridas em um contexto de eficiência, através da redução de custos, racionalização e aprimoramento de recursos internos. Assim, os princípios do Sistema Toyota de Produção (STP) surgem como uma alternativa para aumentar o potencial competitivo e a busca pela excelência operacional. A Aplicação desses princípios sempre visa atender as exigências do mercado, respondendo rapidamente a variações de demandas, por ciclos de produção e entrega mais curta e uma maior variedade de produtos.

A eliminação dos custos é o objetivo principal do STP, através da eliminação das perdas, ou seja, acabar com todas as condições que poderiam geram custos e não agregariam valor ao produto. O STP propõe também um modelo produtivo baseado em outros princípios que podem contribuir para melhorar o desempenho das empresas (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001): melhoria contínua; zero defeitos; produção e entrega Just-In-Time (JIT); produção puxada; times multifuncionais e descentralização de responsabilidades.

A busca pelo aumento da eficiência da produção é um dos objetivos do STP eliminando de forma completa e consistente os desperdícios, ou seja, produzindo mais com menos horas de trabalho, em um menor espaço físico, com menor inventário, menor quantidade de produtos defeituosos e maior variedade de produtos (OHNO, 1997; SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001).

Para os recursos internos de um processo produtivo, o layout ou o arranjo físico possuem um papel fundamental no processo de flexibilização da manufatura das empresas. A forma como os recursos estão agrupados na área de manufatura, garantindo que o fluxo das operações esteja bem definido, definem como o layout exerce a sua tarefa, diminuindo a movimentação dos produtos no processo produtivo e racionalizando os tempos de passagem dos lotes de peças entre os postos de trabalho (SLACK et al, 2002).

6.2. Método milk run

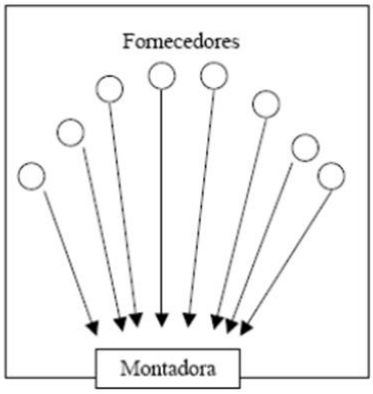
A metodologia *Milk Run* é uma teoria que visa diminuir o fluxo de transporte, uma necessidade crescente em todos os setores da economia, podendo ser adaptado, conforme a

necessidade. Em sua essência, consiste em coletar os produtos de um único fornecedor e entregar para diversos varejistas ou coletar de diversos fornecedores e entregar para apenas um varejista (CHOPRA & MEINDL, 2008). Este método pode facilmente ser aplicado ao processo interno de uma empresa, como no estudo deste trabalho, na construção e montagem de uma unidade de refino de petróleo.

A designação *Milk Run*, "corrida do leite", surgiu a partir da prática de um transportador de leite que passava em várias fazendas, coletava o leite e fazia as entregas para as empresas de laticínio, sem cruzar caminho na rota (ALVARENGA, 2010). Segundo Chopra e Meindl (2008, p. 274), "o projeto de uma rede de transporte afeta o desempenho de uma cadeia de suprimento por estabelecer uma infraestrutura dentro da qual as decisões operacionais de transporte acerca de cronogramas e rotas são tomadas".

No sistema convencional, os fornecedores entregam as peças diretamente na própria montadora. Os custos do transporte dos produtos são embutidos no preço do produto, conforme demonstrado abaixo na figura 1 (MOURA & BOTTER, 2002).

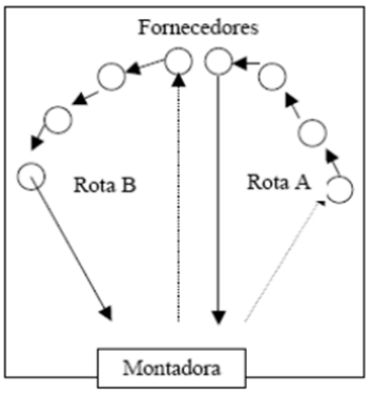
Figura 1 – Esquema de roteirização no sistema tradicional de produção



Fonte: Adaptado de Moura & Botter (2002)

Já no Sistema *Milk Run* (figura 2), a coleta de peças ou componentes é responsabilidade da montadora diretamente nos fornecedores. Desta maneira, a montadora absorverá os custos com o transporte. Neste sistema, no qual a coleta é programada, a capacidade de carga nos veículos utilizados para o transporte deve ser máxima e a rota deve ser estudada visando a otimização, assim minimizando os custos de transporte da operação (MOURA & BOTTER, 2002).

Figura 2 – Esquema de Roteirização no Sistema de Produção Enxuta



Fonte: Adaptado de Moura & Botter (2002)

Concluindo, o *Milk Run* tem como principais objetivos: coleta programada, controle dos materiais em trânsito, otimização da rota e dos veículos utilizados para transporte com a maximização de suas capacidades, redução dos custos de estoques, redução dos custos logísticos e agilidade na carga e descarga (NUÑEZ, 2010).

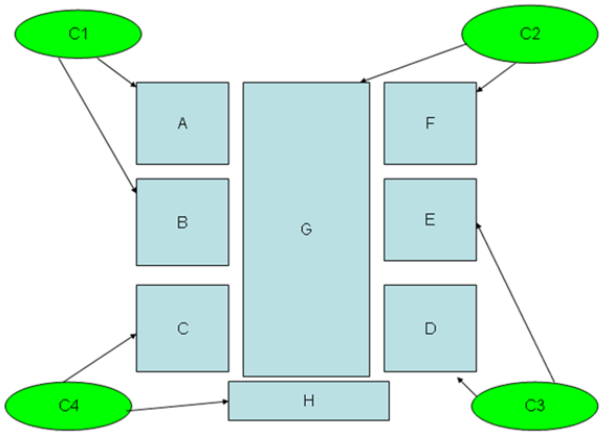
7. Aplicação prática na construção e montagem de uma unidade de refino de petróleo

Para a execução do projeto da unidade de refino, onde a exigência pelo cumprimento de prazos desafiadores era enorme, a busca por soluções que minimizassem tempos de ciclo, retrabalhos e paradas de produção foi constante, mas não poderiam ocasionar em um aumento de custos ao projeto. Para direcionar, controlar e priorizar a fabricação de materiais, equipamentos, estruturas metálicas e tubulações foi utilizada a estratégia da divisão por áreas de construtibilidade, para atendimento da programação de serviços através da utilização do modelo 3D. A maquete eletrônica foi escolhida como sistema integrador pelo motivo de englobar todas as disciplinas de projeto, contemplando todos os itens físicos em um ambiente único. A maior dificuldade foi a falta de padronização, tornando mais árdua a integração entre os sistemas de projeto e suprimento com o planejamento e avanço da obra. Depois que os sistemas tiveram as suas iterações estabelecidas com sucesso, um cenário ideal foi criado para a realização de simulações de planejamento, produção e de falhas previamente à construção.

A produção puxada foi utilizada para itens com o projeto consolidado ou itens já fabricados para a programação de serviços, ou seja, aptos para serem construídos ou montados, seguindo as diretrizes do Sistema Toyota de Produção para o ganho da produtividade. Fazendo uma mescla e visando o fornecimento de insumos para a produção, o objetivo era atender sua capacidade e não permitir a parada de produção por falta de material. Com atenção para a superprodução, outro desafio era evitar o desperdício com matérias primas e produtos acabados, acumulados sem aplicação na montagem para não gerar altos estoques e necessidade de preservação. A descentralização de responsabilidade, através da divisão de subáreas de construtibilidade e delegação de supervisores responsáveis por cada subárea ou célula, favoreceram o aumento da produtividade na montagem. Outro fator que também teve um impacto positivo na produtividade foi a elaboração de um layout que favoreceu a designação de materiais e acessos de guindastes, evitando estoques intermediários.

Utilizando a metodologia *Milk Run* na construção civil e montagem eletromecânica da unidade, foram designadas equipes exclusivas para o acompanhamento dos insumos por subáreas de armazenagem junto aos containers de campo. Cada equipe ficava dedicada a coletar materiais de diversos fornecedores destinados ao mesmo estoque “in loco” de sua respectiva subárea (C1, C2, C3 e C4), conforme demonstrado na figura 3. Assim, todos os materiais necessários para atender a programação de serviços das áreas são priorizados. Cabe lembrar que para cada subárea existe um planejamento e prioridade de conclusão. Os supervisores dessas subáreas prioritárias eram os que mais ativamente faziam a “rota do leite”, visando o suprimento de materiais, equipamentos e tubulações para aplicação e os demais supervisores de acordo com estudos do planejamento, alocavam seus recursos para as subáreas prioritárias para nivelamento de recursos.

Figura 3 – Metodologia de Planejamento de Suprimento de Materiais por Zoneamento

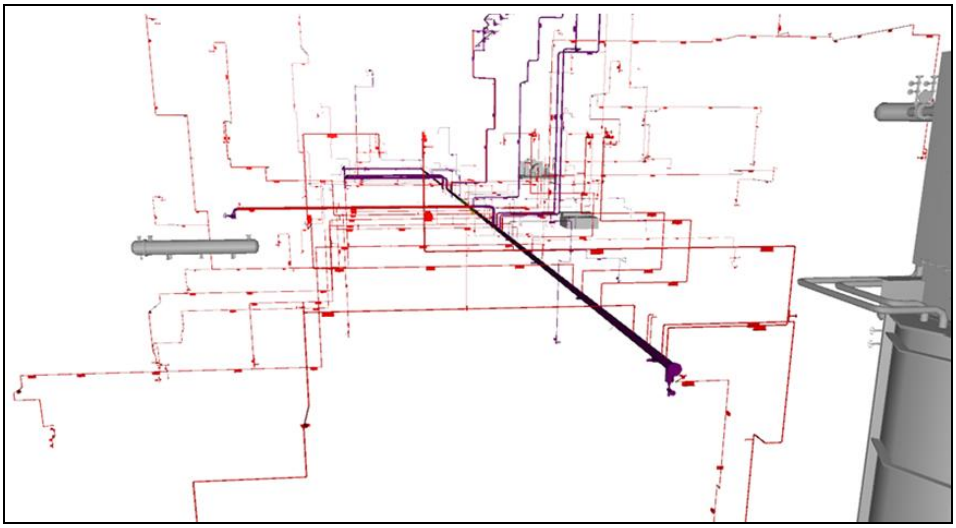


Fonte: Próprio autor

Necessariamente, haverá um profissional para acompanhamento de diligenciamento de equipamentos em fábrica e um ou mais caminhões como recurso alocado e dedicado para buscas nos fornecedores para cada subárea. Em caso de falta de algum material, serão elaborados planos de contingência com a busca de materiais em outro estoque *in loco* para suprir esta falta sendo sempre registrada e controlada. Todas as alterações são registradas em um banco de dados, que irá sinalizar a obrigatoriedade de compra ou busca do material fornecido para devolver à equipe que disponibilizou o suprimento cedido para reposição.

Em seguida, será citado um exemplo prático como aplicação deste método de divisão por áreas, utilizando o modelo 3D para identificação de tarefas prioritárias. Na figura 4, demonstrada abaixo, extraída do software de visualização do modelo 3D, uma importante linha de tubulação foi analisada pela equipe de planejamento e pela supervisão de montagem. Este sistema precisava ser priorizado, sendo necessário para a execução do teste do principal compressor da unidade em construção, ponto de gargalo para a partida da unidade, com previsão para Março de 2012. Na época em que a imagem foi extraída do software, em Junho de 2011, todas as linhas de tubulação na cor vermelha não haviam sido montadas, apenas a linha principal com coloração diferente.

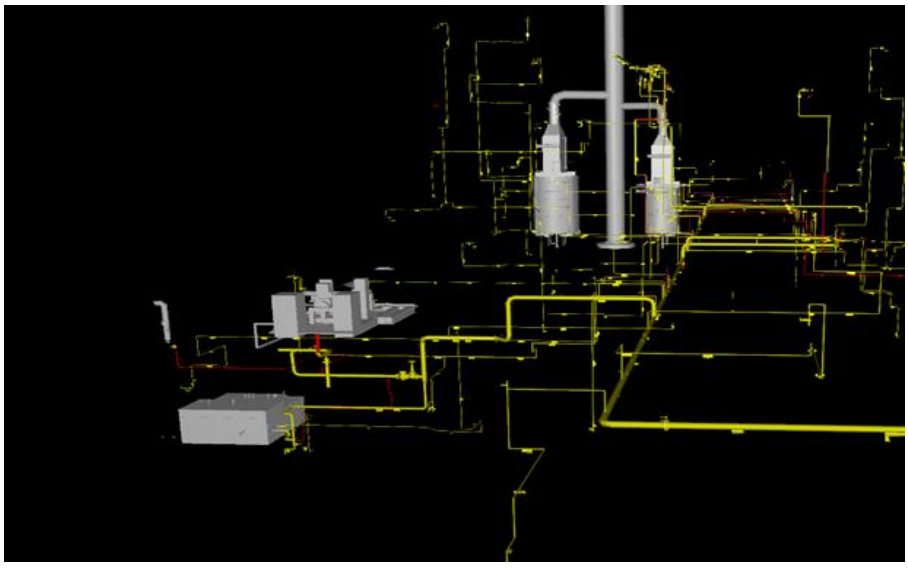
Figura 4 – Utilização do Modelo 3D para Identificação de Áreas Prioritárias



Fonte: Próprio autor

Assim, a fabricação dos *spools* em vermelho foi priorizada, sendo realizada à noite. E, durante o dia, haveria uma equipe dedicada da subárea responsável pela montagem do material. Em novembro de 2011, após cinco meses de trabalho, toda a linha de tubulação estava montada, conforme demonstrado em amarelo na figura 6, sendo possível testar o compressor para a partida da unidade.

Figura 6 – Área Prioritária com a identificação das atividades finalizadas



Fonte: Próprio autor

8. Conclusões

Os conceitos do sistema Toyota de Produção e o método *Milk Run* em conjunto com as ferramentas de automação de projetos se adequaram dentro de uma metodologia aplicada na

construção e montagem de uma unidade de processo industrial. A falta de material e também muitas vezes o excesso de estoque de itens fabricados tornam-se gargalos na cadeia de suprimentos, pois nesses casos, materiais fabricados com revisões obsoletas de projeto acabam sendo estocados.

Apresentando este artigo, procuramos demonstrar a importância do gerenciamento visual da cadeia de suprimentos para atendimento das prioridades da obra. Com a utilização das ferramentas de automação de projetos, a identificação pode ser realizada, subsidiando as equipes de planejamento para a programação de serviços, preconizando a otimização de custos e prazos. Porém, inicialmente, no caso prático demonstrado, apenas os itens com alto peso na estrutura analítica de projeto foram montados. Para atingir os prazos acordados para a partida da unidade é que se criou a solução reativa de priorização da fabricação. Com as metodologias de planejamento e controle, utilizando as divisões de áreas e principalmente com o apoio do modelo 3D, para integrar o projeto executivo com a cadeia de suprimentos, fazendo simulações da produção foi possível identificar visualmente por cores os avanços e gargalos que deveriam ser priorizados.

Concluindo, este plano de ação de fabricação noturna e montagem durante o dia, só foi efetivo por conta de haver um levantamento de necessidades para fabricar, conforme foi demonstrado anteriormente. Ao mesmo tempo, foi efetivo também o processo de transporte e armazenagem, pois existiam estoques dedicados *in loco*, próximos ou ao lado da área de produção, sem desperdícios de tempo, quando a unidade foi criada a divisão por áreas. Cada subárea tinha seu supervisor, responsável pela preservação e aplicação na montagem. A sistemática do layout celular tornou-se motivacional no sentido de obter equipes multifuncionais e voltadas para o sucesso da célula ou subárea, de acordo com as prioridades definidas pelo planejamento do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. L. **Universo da Lógica: Milk Run**. 2010. Disponível em <http://www.universodalogistica.blogspot.com/2010/02/milk-run.html>. Acesso em: 8 de Setembro de 2013.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. São Paulo: Pearson - Prentice Hall, 2008.

A EVOLUÇÃO da Automação de Projetos no Brasil. 2012. Disponível em <http://www.ryo-consulting.com/2012/05/evolucao-da-automacao-de-projetos.html#!/2012/05/evolucao-da-automacao-de-projetos.html>. Acesso em: 1 de Setembro de 2013.

GUIMARÃES, A. **Metodologia de Comissionamento**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2012.

MOTTA, O. M.; QUELHAS, O. L. G.; FILHO, J. R. F. **Alinhando os Objetivos Técnicos do Projeto às Estratégias de Negócio: Contribuição da Metodologia FEL no Pré-planejamento de Grandes Empreendimentos**. Revista Industrial. Ponta Grossa, Vol. 7, n. 4, p. 99-117, 2011.

MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. **Caracterização do Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run**. São Paulo, Vol. 1, n. 1, 2002.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

NEME, K. M. **Utilizando a Metodologia Milk Run para Melhoria de Fluxos de Peças e Transporte Interno**. Ribeirão Preto. UNISEB, 2011.

NUÑEZ, B. C. **Milk Run**. Grupo de Estudos Logísticos da UFSC, 2010.

SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M. P. **Lean Indicators and Manufacturing Strategies. International Journal of Operations & Production Management**. Vol. 21, n. 11, p. 1433-1451, 2001.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

"TCC HANDS ON": integrando teoria e prática na aplicação das ferramentas Lean Manufacturing nos cursos de especialização da PUCPR.

Rogério Schmidt (PUCPR) - rogerio.schmidt@pucpr.br

Resumo: Este estudo aborda um novo formato de trabalho adotado pelos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e de Operações da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, denominado TCC *"Hands On",* que integra o conhecimento teórico, adquirido nas salas de aula, com o conhecimento prático, por meio de um trabalho realizado pelos alunos em empresas hospedeiras. Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, realizada por meio de investigação bibliográfica e entrevista com o idealizador do método e ex-alunos, com o objetivo de apresentar os resultados que o TCC "*Hands On*" tem trazido para a universidade, os alunos, as empresas e, em especial, para o processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Hands On, Aprendizagem, Lean Manufacturing, Pensamento Lean, Educação para o Trabalho..

Abstract: This paper approaches a new work format used by post-graduation courses of Engineering of Lean Manufacturing and Engineering of Logistics and Operations at the Pontifical Catholic University of Parana, named "Hands On", which integrates the theoretical knowledge obtained in the class rooms, with practical knowledge applied by the students in the host companies. It is an exploratory and descriptive study, by literature research and interviews with the creator of the method and alumni with the purpose of presenting the results that this work format has brought to the university, students, companies, and in particular to the learning process.

Keywords: Hands On, Learning, Lean Manufacturing, Lean Thinking, Organizational education.

1. Introdução

De um lado, estudantes ávidos por adquirir conhecimentos e habilidades na aplicação de ferramentas *lean manufacturing* nos cursos de especialização da PUCPR. Do outro, as empresas em busca de soluções que as mantenham vivas, crescentes, competitivas.

Entre os extremos, está a universidade, buscando a inovação na arte de ensinar para servir as comunidades, as empresas e o país, formando profissionais capacitados, éticos e transformadores.

Diante do exposto, o presente artigo busca demonstrar, de forma estruturada, uma proposta aqui denominada TCC "*Hands On"* que, ao longo dos últimos dois anos, vem respondendo de modo altamente positivo aos anseios de estudantes, empresa e universidade. Por meio de experimentação prática, os estudantes dos cursos de pós-graduação em

Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e Operações da PUCPR campus Curitiba, têm a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, em um processo real. Isto se faz possível graças às parcerias realizadas com diversas empresas da região e sob a tutela da universidade, que promove essa experiência de ganhos para todos.

O método *Hands On,* aqui apresentado, tem beneficiado centenas de estudantes e grandes empresas. Além disso, projeta cada vez mais a Pontifícia Universidade Católica do Paraná - campus Curitiba, como instituição parceira, responsável e reconhecidamente inovadora.

Em seu primeiro discurso publicado no site da PUCPR (2014), o reitor Waldemiro Gremski, afirma que: "... é imperioso ressignificar a universidade [...], para a geração de conhecimento aplicável, para fazer, juntamente com a empresa e o estado, com que a tripla hélice do desenvolvimento funcione em plenitude". E acrescenta:

> "E quando se fala em inovação, é indispensável incluir ali também o ensino, visando adequá-lo aos tempos atuais, à realidade da geração que vem em busca de formação e que nem sempre consegue alinhar o seu jeito de ver o mundo com metodologias por vezes superadas, currículos superlotados, onde a aprendizagem nem sempre consegue se compor com a realidade do dia a dia do aluno." (PUCPR, 2014)

Com estas motivações, este estudo pretende ressaltar a importância de aliar teoria e prática, para obtenção de conhecimento e habilidades concretos. A seguir, são detalhados: o problema de pesquisa que norteará este estudo; os objetivos - geral e específicos - e a justificativa para a escolha deste tema. Na sequência, a fundamentação teórica apresenta os conceitos relevantes sobre o assunto e, a partir do terceiro capítulo, a pesquisa passa a ser abordada.

2. Metodologia Da Pesquisa

Este artigo será baseado em metodologia descritiva, na qual busca-se apresentar um modelo de Trabalho de Conclusão de Curso, adotado pelos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e de Operações da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, denominado como TCC *Hands On.*

Visando uma melhor compreensão deste estudo, foi realizada uma pesquisa exploratória acerca do tema, por meio de investigação bibliográfica e entrevista com o idealizador do método e ex-alunos, com enfoque qualitativo na análise dos dados obtidos.

3. Fundamentação Teórica

Este capítulo destina-se à apresentação dos principais conceitos teóricos necessários ao desenvolvimento deste trabalho. Temas como aprendizagem na prática, ou o "aprender fazendo", que sustentam o método *"Hands On"*, além das definições de competências e das ferramentas do *Lean Manufacturing*, são apreciações relevantes para fundamentar o presente estudo.

3.1. Aprender fazendo – Método "Hands On"

A expressão inglesa *"Hands On"* pode ser traduzida como "mãos na massa", ou seja, trabalho prático. Tem relação com outra expressão inglesa *"learning by doing"*, que significa "aprender fazendo".

Delors (1999, pg. 20) afirma que:

> Além da aprendizagem de uma profissão, há que adquirir uma competência mais ampla, que prepare o indivíduo para enfrentar numerosas situações, muitas delas imprevisíveis, e que facilite o trabalho em equipe, dimensão atualmente muito negligenciada pelos métodos pedagógicos. Estas competências e qualificações tornam-se, muitas vezes, mais acessíveis, se quem estuda tiver possibilidade de se pôr à prova e de se enriquecer, tomando parte em atividades profissionais e sociais, em paralelo com os estudos. Daqui, a necessidade de atribuir cada vez maior importância às diferentes formas de alternância entre escola e trabalho.

Desta forma, a intenção do método *"Hands On"* é fazer essa alternância entre escola e trabalho, integrando o conhecimento teórico, adquirido nas salas de aula, com o conhecimento prático, aplicado e vivenciado pelos alunos nas empresas que os acolhem para a realização de um trabalho *in company*. Pois, conforme afirma Martins (2000), "a teoria só adquire significado quando vinculada a uma problemática originada da prática e esta só pode ser transformada quando compreendida nas suas múltiplas determinações, nas suas raízes profundas, com o auxílio do saber sistematizado".

Segundo Rother (2010), o treinamento em sala de aula é validado quando há o "FAZER" de forma prática, pois é nesta hora que se pode perceber o que realmente uma pessoa está pensando.

3.2. Definições de Competências

Fleury e Fleury (2001, p. 21) definem competência como "um saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo".

Para Bitencourt (2004, p. 68), as competências são definidas como:

> [...] um processo contínuo e articulado de formação e desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes, em que o indivíduo é responsável pela construção e consolidação de suas competências (autodesenvolvimento) a partir da interação com outras pessoas no ambiente de trabalho, familiar e/ou em outros grupos sociais (escopo ampliado), tendo em vista o aprimoramento de sua capacitação, podendo, dessa forma, adicionar valor às atividades da organização, da sociedade e a si próprio (autorrealização).

Perrenoud (2000) relaciona a noção de competência à "capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação".

De acordo com o Parecer CNE/CEB Nº 16/99:

> A competência inclui o decidir e agir em situações imprevistas, o que significa intuir, pressentir arriscar com base na experiência anterior e no conhecimento. Ser competente é ser capaz de mobilizar conhecimentos, informações e até mesmo hábitos, para aplicá-los, com capacidade de julgamento, em situações reais e concretas, individualmente e com sua equipe de trabalho. (BRASIL, 1999)

Neste sentido, os cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e de Operações da Pontifícia Universidade Católica do Paraná proporcionam a seus alunos o desenvolvimento de suas habilidades e competências, para aplicá-los em situações reais e concretas.

3.3. Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta)

O termo *Lean Manufacturing***,** em inglês, significa Manufatura Enxuta. Tem origem no Sistema Toyota de Produção, na década de 1950 no Japão, mais especificamente na fábrica da Toyota, com o objetivo de aperfeiçoar os processos por meio da redução contínua de desperdícios. Womack (2011, p.232) defende que "um verdadeiro processo *lean* é um processo perfeito: satisfaz o desejo do cliente com zero desperdício". Shigeo Shingo (1996) classificou sete tipos de desperdícios, dentro do Sistema Toyota de Produção:

a) **Superprodução**: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário;

b) **Espera**: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos;

c) **Transporte excessivo**: Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;

d) **Processos Inadequados**: Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;

e) **Inventário desnecessário**: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente;

f) **Movimentação desnecessária**: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens.

g) **Produtos Defeituosos**: Problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega;

Para contra-atacar estes desperdícios, Mike Rother e John Shook (1998) introduziram uma ferramenta chamada de Mapeamento de Fluxo de Valor *(Value Stream Mapping)*, que é um método de modelagem de empresas relativamente simples (utiliza papel e lápis) com um procedimento para construção de cenários de manufatura.

Durante o curso, os estudantes da pós-graduação em Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e de Operações, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, recebem sólida formação sobre as ferramentas do *Lean Manufacturing*, tais como: Mapeamento de Fluxo de Valor, *Jidoka* e *Poka-Yoke*, Planejamento *Hoshin Kanri*, *Nemawashi*, *Heijunka e Kanban*, *Kaizen*, *Milk Run* e *Cross Docking*, Fluxo e Produção Puxada, Painel *Andon*, *SMED*, *OEE e TPM*, *Toyota Kata e Mock Up*. O conjunto dessas ferramentas permite uma sólida padronização e estabilização dos processos viabilizando a almejada melhoria incremental contínua, combatendo os desperdícios. (PUCPR, 2014)

Para facilitar a interação destas técnicas e ferramentas, adotou-se o relatório A3 como base para a organização e desenvolvimento das atividades. O propósito do relatório A3 é "comunicar, obter consenso, resolver problemas e atingir resultados" (LIKER & MEIER, 2007, p. 354). Shook (2008) enfatiza que o relatório A3 orienta o diálogo e a análise, sendo uma ferramenta poderosa na elaboração de contramedidas eficazes baseadas em fatos.

4. Caracterização do TCC "*Hands On"*

Até o final do ano de 2011, nos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção e Logística, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, os alunos apresentavam artigo científico como trabalho de conclusão de curso, para obtenção da nota final. Este cenário mudou a partir das turmas de 2012, com o surgimento de uma nova forma de trabalho intitulada "*TCC Hands On*".

TCC é a sigla utilizada para Trabalho de Conclusão de Curso, ou seja, um trabalho acadêmico que serve como instrumento de avaliação final dos alunos de um curso superior. A expressão inglesa *"Hands On"* pode ser traduzida como "mãos na massa", ou seja, trabalho prático.

Nos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção e Logística, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, o *TCC Hands On* foi criado para proporcionar uma experiência teórico-prática, aplicada a uma situação real, dentro de empresa hospedeira, onde os alunos têm a oportunidade de exercitar fortemente os conhecimentos adquiridos em sala de aula, num cenário real de produção e/ou serviço. Neste desafio, eles contam com a orientação de um "*Sensei*", um instrutor que se destaca por sua experiência. Segundo Liker & Meier (2007, p. 398), "o *sensei* já trilhou o caminho antes, e o aluno está começando a trilhá-lo". Para a resolução dos problemas, a metodologia adotada é o relatório A3.

5. Modo de funcionamento do TCC "*Hands On"*

A seguir são detalhadas as etapas de desenvolvimento das atividades do TCC *"Hands On":*

5.1. Primeira visita à empresa - 1º Round

Os estudantes, juntamente com o *Sensei* (Orientador), visitam a empresa hospedeira e são recebidos pelo representante da empresa, que define a "bússola *Lean",* ou seja, o direcionamento ou a problemática a ser atacada.

Nesta primeira visita, acontece o *Gemba Walks* - caminhada pelo chão de fábrica. Esta fase é caracterizada pela observação do processo, com o objetivo de conhecer a situação atual,

para melhor definir qual a ferramenta *Lean* será aplicada. Na maioria dos casos, o VSM - *Value Stream Mapping* ou Mapeamento do Fluxo de Valor é a ferramenta ideal, pois permite identificar os desperdícios dentro do fluxo produtivo, ou seja, aquilo que agrega ou não valor ao produto. Após definida a ferramenta, os estudantes iniciam a coleta de dados e o desenho do fluxo do processo, sempre com a proximidade e orientação do *Sensei*.

O próximo passo é a construção do A3 1º Round (estado atual) que será apresentado pelo estudantes na universidade, onde será avaliado por outros dois *Senseis* ou professores da instituição, com o objetivo de pontuar o A3 e fornecer *coaching.*

5.2. 2ª visita à empresa - 2º Round

Esta fase caracteriza-se pelo Brainstorming (tempestade de idéias) sob a ótica da análise do A3 1º Round. Os estudantes trabalham na construção de planos de ações para a redução e/ou eliminação dos desperdícios e resolução dos problemas. Além disso, realiza-se um estudo dos custos de investimento e o ROI - *Return On Investment* (Retorno sobre o Investimento) anualizado. Tudo isso é entregue em um novo A3 - 2º Round (Propostas) ao representante da empresa que, por sua vez, fará análises de viabilidade e devolverá aos estudantes com a aprovação das possíveis ações. Segundo Kaplan & Cooper (1998), é preciso uma análise racional que justifique também as vantagens e desvantagens econômicas derivadas do fato de se destinarem certos recursos para a melhoria de determinado processo de uma organização.

5.3. 3ª visita à empresa - 3º Round

Esta é a etapa de implantação do 3º relatório A3 (estado futuro). Com a prévia aprovação das ações listadas no 2º Round, os estudantes trabalham em conjunto com os colaboradores da empresa, fornecendo orientações na aplicação das ações, no monitoramento dos resultados e na padronização dos processos.

5.4. 4ª visita à empresa - Encerramento

Os estudantes apresentam à direção e demais envolvidos, um breve resumo das atividades realizadas nas etapas de Estado Atual, Desenvolvimento e Estado Futuro consolidado. Nesta ocasião, eles entregam ao representante da empresa o Relatório Executivo, documento que detalha minunciosamente todas as atividades realizadas no projeto. Uma cópia idêntica deste documento retorna à universidade a fim de formalizar o Trabalho de Conclusão de Curso junto ao MEC (Ministério da Educação e Cultura).

6. Benefícios do Modelo de TCC *"Hands On"*

O TCC *"Hands On"* proporciona a integração plena entre a universidade, empresa e estudantes, de forma estruturada e orientada, trazendo benefícios para todos os envolvidos. Orientado pelos princípios da metodologia **"Aprender fazendo**", possibilita que o conhecimento teórico seja aplicado e vivenciado pelos alunos na realidade de empresas que oferecem sua estrutura como um verdadeiro "laboratório" de aprendizado, onde podem surgir propostas de melhorias para os processos e serviços, em uma relação de ganha-ganha.

Empresas como Volvo, Volkswagen, Montana, Hospital Santa Casa de Curitiba, Embraco, O Boticário, entre outras, já foram hospedeiras para a realização do TCC *"Hands On"* dos alunos dos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção e Logística, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, desde o início de 2012.

Os alunos são beneficiados, pois têm a chance de aplicar o que aprenderam no curso. Nas empresas, eles mapeiam os processos, identificam os problemas críticos, desenham o mapa do processo no estado atual, propõem o mapa do processo do estado futuro, elaboram o Relatório Executivo contemplando todo o descritivo da solução e, por fim, sendo viável para ambas as partes, implantam a melhoria proposta.

As empresas se beneficiam ao receber uma espécie de consultoria sem custo, ou seja, um trabalho focado e de alto desempenho que alavanca a qualidade e a produtividade da organização. Utilizando as ferramentas e as tecnologias do *Lean Manufacturing*, os alunos apresentam soluções para reduzir desperdícios e para obter o maior retorno sobre o investimento possível.

Esta experiência também é muito interessante para a universidade, na medida em que ela expande a sua atuação junto à comunidade, gerando conhecimento científico e inovador para o crescimento das empresas e da sociedade.

Dos alunos que participaram das entrevistas para a realização deste estudo, destacam-se alguns depoimentos apresentados a seguir.

6.1. Frutos do TCC "Hands On"

Um aluno da turma de 2012, cujo projeto de *TCC Hands On* gerou uma economia de R$ 61.000,00 à empresa hospedeira, deu o seguinte depoimento: "*Esta foi a minha segunda pós-graduação e tudo isso é muito novo para mim, eu só conhecia o modelo de monografias. Com o Hands On fiquei bastante satisfeito com a inovação e a forma prática e direta deste trabalho".*

A seguir o relato de um dos integrantes da equipe que trouxe redução de R$ 1.600.000,00 à outra empresa: *"Minha percepção é que conseguimos observar de uma forma mais fácil toda a teoria de nosso curso, aplicando a mesma na prática. Podemos de uma forma simples e direta ver a teoria em ação, colocando as mãos na massa, eu fui, eu vi, eu analisei de uma forma prática e verdadeira".*

O diretor de uma empresa de Ponta Grossa - PR, beneficiada pelo projeto, que obteve um retorno na ordem de R$ 1.500.000,00, deu o seguinte depoimento: *"Ficamos muito satisfeitos com os resultados. As portas da empresa estarão sempre abertas para abrigar novos projetos do TCC Hands On".*

6.2. A palavra do precursor do TCC "Hands On"

O professor Pablo Deivid Valle, coordenador dos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção e Logística, que introduziu a metodologia na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, explica que:

> "o *Hands On* é uma estratégia educacional, um elemento inovador que puxa as pessoas para um patamar que as deixam inquietas, curiosas, com vontade de avançar, de saírem da zona de conforto. Este método coloca os alunos em contato com empresas, gerando não só um trabalho verdadeiro, mas também oportunidades para todos. Essa estratégia educacional visa conduzir o aluno para um problema real,

> não só do ponto de vista técnico, mas também da mediação dos conflitos entre as pessoas".

6.3. O TCC "Hands On" em números

O TCC "*Hands On"* vem sendo aplicado nos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e Operações da PUCPR - Curitiba, desde o primeiro semestre de 2012. Entretanto, é preciso ressaltar que os estudantes podem optar por não fazer o TCC "*Hands On"* e fazer o tradicional artigo para conclusão do curso e vice-versa. Desde o início desta nova prática, a taxa de adesão dos estudantes ao TCC "*Hands On"* é de 99,2% e a taxa de adesão ao artigo é menor que 1%.

No primeiro semestre de 2012, eram 8 empresas voluntárias para receber os projetos "*Hands On"*. No 1º semestre de 2014, este número é superior a 40 empresas. O projeto, que nasceu na PUC de Curitiba-PR, expandiu-se para outras cidades e estados, sendo atualmente também realizado em Maringá, Londrina, Toledo, Ponta Grossa, Jaraguá do Sul, Joinville e São Paulo.

7. Considerações Finais

Este estudo apresentou um formato de trabalho que é exclusivo dos cursos de Pós-Graduação de Engenharia de Produção e Logística da PUCPR, e que está na vanguarda em termos de ensino acadêmico, pois instiga o aluno a testar todo o aprendizado adquirido no decorrer do curso, transferindo ganhos de competitividade às empresas.

Os números apresentados, unidos aos depoimentos colhidos, dão uma idéia de aceitação do método pelos estudantes, tornando este, cada vez mais, um caminho sem volta.

Da mesma forma, o aumento crescente do número de empresas que desejam abrigar os projetos TCC "*Hands On"*, demonstra a conscientização dos empresários, quanto à importância da universidade como base para a sobrevivência, para a competitividade, a inovação.

Embora apresente resultados bastante satisfatórios, esse formato de trabalho de conclusão de curso, utilizado na pós-graduação em Engenharia de Produção Enxuta e Engenharia Logística e Operações da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, é

relativamente novo e pode ser aperfeiçoado, permitindo inúmeras possibilidades de aplicação em diferentes realidades acadêmicas.

REFERÊNCIAS

BITENCOURT, C.C. **A gestão de competências gerenciais e a contribuição da aprendizagem organizacional**. RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 58-69, 2004.

BRASIL. **Parecer CNE/CEB Nº 16/99, de 05 de outubro de 1999**. Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. Disponível em: <www.portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/tecnico/legisla_tecnico_parecer1699.pdf>. Acesso em 20 fev 2014.

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo, Ed. Cortez. Brasília, MEC/UNESCO, 1999.

FLEURY, A.; FLEURY, M.T.L. **Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeças caleidoscópico da indústria brasileira**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

KAPLAN, R.S; COOPER, R. (1998). **Custo e Desempenho**. São Paulo, Futura.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER. David. **O Modelo Toyota: Manual de aplicação**. São Paulo: Bookman, 2007

MARTINS, Pura Lúcia Oliver. **Didática teórica / Didática prática. Para além do confronto**. 6a ed. São Paulo, SP: Edições Loyola, 2000.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PUCPR. **Palavra do Reitor**. Curitiba: 2014. Disponível em: <http://www.pucpr.br/institucional/index.php> Acesso em 28 fev 2014

PUCPR. **Especialização. Engenharia de Produção Enxuta (Lean Manufacturing).** Disponível em <http://especializacao.pucpr.br/lista-de-cursos/curso/?processoseletivo=383&curso=4425> Acesso em 01 mar 2014

ROTHER, Mike. **Toyota Kata - Gerenciamento de pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais**. Porto Alegre: Bookman, 2010;

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996

SHOOK, John. **Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar**. São Paulo: Lean

Institute Brasil, 2008.

WOMACK, Jim. **Caminhadas pelo Gemba**. São Paulo. Lean Institute Brasil, 2011.

Avaliação do Lean Supply em serviço de armação de estruturas

Rodrigo T. Honório (UFSCAR) – rodrigothonorio@gmail.com

José Martins C. Da Costa (UFSCAR) – jmartinscc@hotmail.com

Sheyla M. B. Serra (UFSCAR) – sheylabs@ufscar.br

Resumo: O mercado da construção civil brasileiro passou por um período de grande aquecimento que induziu as empresas a se esforçarem para buscar novos meios de se manterem competitivas, visando sempre o triângulo fundamental desse setor: qualidade, prazo e custo. Uma estratégia utilizada é a aplicação de conceitos derivados do Toyotismo e da produção enxuta. Este pensamento busca agregar valor ao produto de forma a agradar o cliente, procurando evitar desperdícios e reduzindo prazos. Uma área que sofre influência direta destes fatores é o setor de suprimentos da construção civil. A gestão deste setor é de grande dificuldade devido à sua complexidade. Este artigo aborda a aplicação da filosofia da mentalidade enxuta para a gestão deste setor, denominada Lean Supply. O estudo realizado baseou na análise do fornecimento de aço em barras e cordoalhas para o serviço de armação das estruturas de um empreendimento. Inicialmente estudou-se o processo construtivo e tecnológico, seguido pela análise do sistema de fornecimento, gestão de contratos e logística da obra. Dessa forma, foi possível a elaboração do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) no estado atual. Após as análises, foi elaborado o MFV no estado futuro. Este estudo gerou sugestões para a aplicação do Lean Supply na obra estudada, envolvendo aspectos de logística externa, ciclo de produção, contratação de fornecedores, organização administrativa, tecnologia executiva e análise de projetos.

Palavras-chave: Construção Civil, Construção Enxuta, Lean Supply, Mapa de Fluxo de Valos.

Abstract: The Brazilian construction market went through a period of great warming that led the parties to strive to seek new ways to remain competitive, always seeking the fundamental triangle in this industry: quality, time and cost. One strategy used is the application of concepts derived from Toyotism and lean production. This thought seeks to add value to the product in order to please the customer, seeking to avoid waste and reducing time. One area that is under direct influence of these factors is the sector of construction supplies. The management of this sector is very difficult because of its complexity. This article discusses the application of the philosophy of lean thinking to the management of this sector, called Lean Supply. The study was based on analysis of the supply of steel bars and wire ropes for the service frame structures of an enterprise. Initially, we studied the constructive and technological process, followed by an analysis of the supply system, contract management and logistics work. Thus, it was possible to prepare the Value Stream Map (VSM) in the current state. After analysis, the VSM was prepared in the future state. This study generated suggestions for the implementation of Lean Supply studied in the work, involving aspects of external logistics, production cycle, hiring vendors, administrative organization, technology and business analysis projects.

Keywords: Construction, Building Lean, Lean Supply, Stream Map Valos.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas que atuam no ramo da construção civil estão buscando diferenciais, pois o mercado é bastante competitivo. Com isto houve início a aplicação dos princípios Lean, com o objetivo de se aumentar a qualidade dos processos. Derivado do Toyotismo, estes princípios começaram a ser estudados para o ramo automobilístico em meados dos anos 50 no Japão, quando Toyoda buscou uma alternativa para a produção em

massa para o seu país. O sucesso se expandiu para outras áreas da indústria de bens de consumo. Na construção civil estas ideias começaram a surgir a partir dos anos 90 com a publicação Koskela (1992).

A partir disto o conceito de Lean Construction surgiu e vem sendo pesquisado e desenvolvido ao longo do mundo por vários pesquisadores.

Recentemente outros princípios derivados das indústrias de bens de consumo começaram a ser estudados visando sua aplicação na construção civil, entre eles, o Lean Supply, que é o emprego de ferramentas e princípios Lean para a gestão da cadeia de suprimentos. Alguns pesquisadores já estudam estas ideias aplicadas a construção civil, como Arbullu e Ballard (2004). Esses autores definem que devem ser implementadas nos canteiros de obra "centrais de logística" que visem um gerenciamento global do sistema de suprimentos baseado no Lean Supply.

As cadeias de suprimentos vêm sendo amplamente estudadas devido ao reconhecimento da necessidade de integração entre as atividades do canteiro de obras e o sistema de fornecimento em geral (LONDON e KENLEY, 2001).

Para avaliação dos conceitos do Lean Supply na construção civil, o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é uma importante ferramenta de análise, pois o mesmo consiste em uma forma gráfica de se visualizar o que está acontecendo em um dado momento e possibilita propor melhorias futuras.

Segundo Souza e Koskela (2012), a gestão da cadeia de suprimentos está sendo discutida tendo enfoques tanto qualitativos quanto quantitativos. O International Group for Lean Construction (IGLC), em seus encontros anuais, vem destacando o gerenciamento desta cadeia de suprimentos. Vários autores já apresentaram seus estudos sobre o tema nas conferências deste grupo.

Este trabalho tem por objetivo estudar a aplicação da filosofia Lean Supply em obras de construção civil, com intuito de avaliar o MFV como ferramenta útil para a aplicação dos conceitos de Lean Supply. Para isso, foi desenvolvido um estudo de caso, onde foi estudado o serviço de armação da estrutura.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Foi adotado o método do estudo de caso exploratório, proposto por Yin (2008). Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica sobre o tema Lean Supply, seguido pela pesquisa de campo.

Para o estudo de caso foi inicialmente definido que deveria ser para um serviço específico e não para todos os processos de uma obra, dada a complexidade de atividades simultâneas existentes em um canteiro de obras. Desta forma foi escolhido o serviço de armação das estruturas de um empreendimento, sendo o mesmo detalhado em dois casos: macro – o serviço de armação do pavimento e micro – o serviço de armação dos pilares.

Os dados foram coletados considerando a análise documental fornecida pela empresa (contratos de fornecimento, emissão de solicitações de materiais e recebimentos), entrevista com o engenheiro de produção da obra e estagiário, que forneceram planilhas que demonstravam a sequência construtiva e o ritmo de produção do serviço, e registro fotográfico das atividades sendo realizadas.

Para a elaboração do MFV foram coletados os seguintes dados: tipo de contrato com o fornecedor (prazos, tamanho dos lotes, períodos de entrega); período de trabalho na obra (duração da obra por dia e efetivo da mão de obra trabalhando); layout da obra (locais de processo e dos estoques); pessoa responsável pela conferência dos serviços e liberação dos serviços posteriores.

A partir dessas informações, foram feitos o MFV do serviço estudado, por meio do software MS Visio - Microsoft, e a partir disto é que foram extraídas as conclusões do trabalho.

3. LEAN SUPPLY

Para Walter e Rodriguez (2011), a aplicação dos princípios e soluções Lean facilitou o gerenciamento da cadeia de suprimentos e emergiu como uma prática que ajuda a alcançar reduções significativas de tempo (lead time), custos e estoques.

Para Stratton e Warburton (2003), o Lean Supply está intimamente associado com a ativação do fluxo e da eliminação de variação desperdício na cadeia de abastecimento ou suprimentos.

O conceito de Lean Supply está baseado no gerenciamento da cadeia de suprimentos, tendo como foco minimizar desperdícios, como transportes desnecessários, estoques muito grandes e tempos de espera. O Lean Supply não está relacionado apenas com o fornecimento de materiais ou de serviços, mas com tudo que envolva a cadeia de suprimentos, como a confiabilidade nos fornecedores e a gest de contratos.

Um fator muito importante para o Lean Supply é o tipo de relação existente com o fornecedor. A maioria dos fornecedores prefere fazer grandes entregas e, muitas vezes, sem lotes definidos. Para uma boa gestão, as entregas devem ser programadas, e devem existir "sinais de puxada" entre o fornecedor e a obra que são avisos da necessidade do material. Estes sinais são dados antes da necessidade imediata do material e depende do nível de confiabilidade no fornecedor.

Como descrito por Arbulu e Ballard (2004) a confiabilidade no fornecedor está diretamente ligada com o tamanho e quantidades de estoque que se pode ter. Quanto mais confiável um fornecedor, melhor a programação das entregas e mais perto se chega de um fluxo contínuo com estoque zero.

O gerenciamento exigido pela filosofia do Lean Supply é dificultado pela complexidade do setor da construção civil, de forma que para aplicá-lo é necessário um estudo prévio do funcionamento de todos os processos envolvidos.

Para facilitar a análise, pode ser feito o MFV do processo a ser analisado. Com base nos dados extraídos de um MFV é possível compreender os fluxos e caminhos, necessários ou não, para um processo ser executado. Assim, o MFV apresenta uma visão generalizada de todo o processo, facilitando a análise.

4. MAPA DE FLUXO DE VALOR (MFV)

Segundo Womack e Jones (2003), as ideias Lean dependem de três conceitos básicos: definição de fluxo, definição de valor e perfeição. O MFV já possui em seu nome praticamente dois destes três conceitos, por isto pode-se dizer que é uma boa ferramenta para aplicação do Lean.

O Mapa de Fluxo de Valor, segundo Rother e Shock (2003), é uma ferramenta capaz de diagnosticar possíveis problemas em um determinado sistema e apontar as possíveis soluções baseadas nos fluxos que ocorrem dentro da produção, sejam estes de materiais ou de serviços.

O MFV apresenta um estado atual e planeja um estado futuro, sendo denominado nestes casos de MFV atual e MFV futuro. Assim, ao mesmo tempo em que o primeiro mapa é feito a partir dos dados coletados em campo, outro mapa deve ser feito descrevendo as possíveis alterações nos fluxos que poderiam melhorar o andamento do sistema como um todo.

As vantagens de elaborar um MFV estão nas informações que dele podem ser retiradas, como descrito na tabela 1.

INFORMAÇÕES	DESCRIÇÃO
Tempo Takt	É o tempo para processar uma tarefa, sem considerar nenhum desperdício e nenhuma atividade que não agregue valor.
Fluxo Contínuo	É a sequência de atividades que podem ser feitas através do pensamento de puxar a atividade anterior, reduzindo os estoques intermediários.
Número de Operadores por Células	De acordo com o detalhamento do mapa pode-se otimizar a quantidade de operários de uma célula.
Intervalo (Tamanho dos Lotes)	O intervalo depende sempre da atividade mais lenta, ela é o gargalo de um sistema de produção. Com o MFV feito é possível saber os tempos de processamento de todas as atividades, assim determina-se o tamanho do lote e o tempo de ciclo de acordo com a atividade que processa menos peças em maior tempo.
Kanban	Kanban é o aviso do sistema de produção puxada, ele sempre pode ser estabelecido nos locais de fluxo contínuo a partir da primeira atividade.
Sistema de Supermercados	O sistema de supermercados representa um maior controle do estoque, geralmente é possível se implementar no início dos fluxos contínuos.
Processo Puxador	O processo puxador deve ser sempre o último da linha de fluxo. É o objetivo que será alcançado na linha do fluxo contínuo, ou algum serviço posterior à linha.
Frequência de Liberação de Ordens	Quando se pensa no mapa de fluxo de valor futuro deve-se ter em mente as ordens para início dos processos. Através do MFV pode-se posicionar kanban e, de acordo com o tempo de ciclo, determinar as frequências em que estes serão liberados.
Melhorias de Processos	O MFV mostra o tempo Takt e o tempo de ciclo das atividades. Também demonstra todo o processo necessário para cada uma das atividades. Através destes tempos é possível se pensar em melhorias do processo de forma que o tempo de ciclo seja sempre o mais próximo possível do tempo Takt.

Tabela 16 – Informações contidas em um MFV

Fonte: O autor

5. ESTUDO DE CASO

Para realizar o estudo através de um MFV foi necessário o desenvolvimento em duas frentes de trabalho, a primeira um estudo macro onde houve o estudo do pavimento do edifício, e um segundo focado no serviço específico da armação dos pilares.

A partir da escolha dos serviços a serem estudados foram definidas as diretrizes deste estudo. Após o conhecimento da filosofia Lean Supply foi feita uma análise do serviço a fim de se verificar onde os processos realizados se afastavam, ou se aproximavam de uma gestão adequada, para posteriormente analisar a viabilidade de sua aplicação.

Na construção do MFV foram utilizados os dados coletados através da análise dos contratos dos fornecedores e entrevistas com o engenheiro e estagiário da obra.

Inicialmente foi realizada a pesquisa para entendimento do serviço, e quais as condições gerais e especificas existentes na obra. Após isso, foram feitas duas análises com Mapas de Fluxo de Valor, um macro considerando todo o caminho do aço desde o fornecedor, passando por todo seu caminho no empreendimento até o término e verificação do serviço. A segunda análise foi realizada apenas para o serviço detalhado da armação dos pilares.

Para este trabalho na confecção do MFV não foram considerados os tempos para execução do serviço, devido à dificuldade de se obter os mesmos e por necessitar de um acompanhamento sistematizado para garantir sua confiabilidade e padronização.

5.1. Obra estudada

A obra estudada fica localizada na cidade de São Paulo, no bairro do Itaim Bibi, próxima ao cruzamento de duas movimentadas avenidas que se inserem numa região que possui restrição de circulação para caminhões no horário comercial. A região da obra é denominada “Quadrilátero” da Zona de Máxima Restrição de Circulação (ZMRC), definida pela Companhia de Engenharia de Tráfego da cidade de São Paulo (SILVA, 2011), proibindo o trânsito de caminhões de segunda à sexta-feira das 10h às 20h e aos sábados das 10h às 14h. A Figura 1 mostra a localização do empreendimento destacada na cor azul.

Deste modo, a maioria das entregas de materiais à obra foi realizada aos sábados, ou dependendo do caso poderia ser entregue durante a semana à noite, desde que não fosse necessário descarregar utilizando a grua, pois devia ser mantido silêncio para não incomodar a vizinhança.

A construtora responsável pela execução do empreendimento é de grande porte e trabalha com toda a mão de obra direta terceirizada. Trata-se da construção de um edifício comercial, com 5 subsolos e 17 pavimentos tipo. O pé direito da estrutura é de 4,14 m. A Figura 2 mostra um croqui da planta de formas do pavimento tipo do edifício, e neste constam algumas das principais dimensões do projeto.

A estrutura do edifício é feita por lajes maciças e vigas protendidas, para vencer o vão médio de 25 m. Por se tratar de um projeto complexo, a taxa de armação é bastante elevada, em torno de 193 kg/m³, fato este que motivou os pesquisadores a estudar o serviço de

armação. O terreno não possui muitas áreas disponíveis para estoque dos materiais como é possível perceber na Figura 3.

Como a região é de alta circulação de veículos, os caminhões de entrega devem adentrar o canteiro de obras para diminuir os riscos de acidentes com transeuntes e transtornos na região. O recebimento do aço é conferido, documentado, ,sendo retirado do caminhão pela grua e colocado no estoque previsto no canteiro. O estoque de aço fica localizado próximo à grua e ao local do térreo onde as vigas são montadas para depois serem içadas quase prontas para o pavimento. A Figura 4 mostra o recebimento no canteiro de um caminhão contendo aço.

Figura 31 – Localização do empreendimento

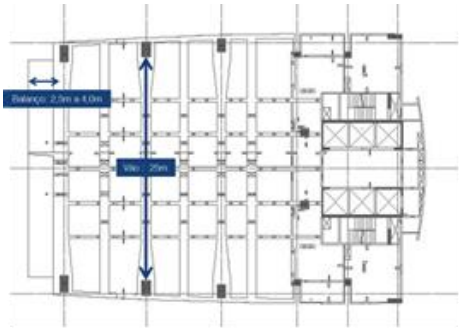


Figura 2 – Croqui da estrutura do pavimento tipo

Figura 3 – Layout do canteiro de obras

Figura 4 – Descarga de caminhão de aço

Fontes: O autor

Existiam dois fornecedores de aço para a obra, identificados como Fornecedor I e Fornecedor II. O Fornecedor I fornecia os vergalhões de aço necessários para os pilares, vigas e lajes, e também os arames de armação, em quantidades especificadas de acordo com o projeto. O Fornecedor II fornecia à obra as cordoalhas engraxadas para uso nas vigas protendidas.

5.2. Estudo macro – Execução da armação da estrutura do pavimento tipo

Para toda a estrutura do pavimento, o aço era fornecido cortado e dobrado, mas a montagem das armações era feita no próprio canteiro de obra.

No caso das cordoalhas as mesmas eram entregues em rolos, cortadas de acordo com o tamanho definido em projeto, com o encaixe feito para a protensão, e identificadas de acordo com as nomes das vigas aonde seriam utilizadas.

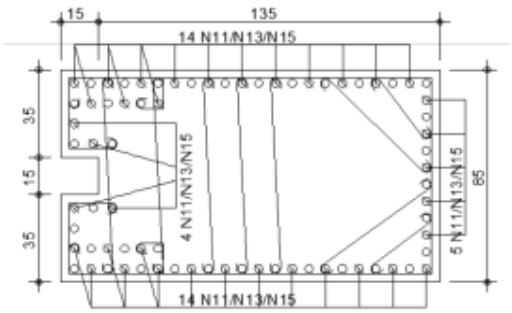
Para a armação dos pilares, as barras cortadas eram içadas e posteriormente eram feitas as montagens no andar. Os processos para os outros serviços eram da seguinte forma: as armações das vigas eram pré-montadas no pavimento térreo do empreendimento, e depois de prontas eram içadas pela grua até a posição onde deviam ser inseridas no pavimento, e posteriormente eram posicionadas as cordoalhas das vigas. E, por fim, a armadura da laje, que também era montada por partes no térreo, era colocada no pavimento, ficando assim a laje pronta para ser concretada após a validação do responsável pela conferência da armação.

5.3. Estudo micro – Armação dos pilares

A armação dos pilares tinha varias peculiaridades devido às características do edifício, como os grandes vãos. Havia 19 pilares por pavimento e as barras utilizadas eram de 32 mm de diâmetro. Uma grande dificuldade da armação foi à impossibilidade de se realizar o transpasse para as ligações, já que de acordo com a norma brasileira (NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento), o transpasse só é permitido em barras de diâmetro inferior a 32 mm. Assim, a solução adotada em projeto foi a utilização de luvas de pressão para fazer a ligação das armaduras dos pilares. Entretanto, devido ao pequeno espaçamento existente entre as barras, o equipamento de prensa não conseguia fazer a ligação de todas as barras. Nas Figuras 5 e 6 é possível perceber a dificuldade na armação destes pilares, pois eram 72 barras de aço com 32 mm de diâmetro em um pilar com dimensões de 85 x 150 cm.

Figura 5 –Croqui das Armaduras longitudinais dos pilares

Figura 6 - Imagem da armação dos pilares e estoque de barras do pavimento



Fonte: O autor

Fonte: O autor

Para solucionar o problema, o engenheiro responsável pelo projeto de estrutura propôs a utilização de solda nas barras dos pilares que não pudessem ser prensadas.

As Figuras 7 e 8 mostram as duas diferentes formas de ligação das barras dos pilares. Foi possível perceber no estudo de caso que para cada um destes serviços a quantidade de operários necessária e a dificuldade de operação eram diferentes.

Figura 7 - Prensa da armação dos pilares

. Fonte: O autor

Figura 8 - Solda para emenda das barras dos pilares.

Fonte: O autor

5.4. Mapa de Fluxo de Valor (MFV) do estudo de caso

A partir destas informações foram elaborados os MFV do estado atual. O primeiro MFV, da Figura 9, mostra o caso macro: recebimento de todo o aço da obra, e o segundo MFV, Figura 10, mostra o caso micro: armação dos pilares.

Figura 9 – Mapa de Fluxo de Valor atual do caso macro

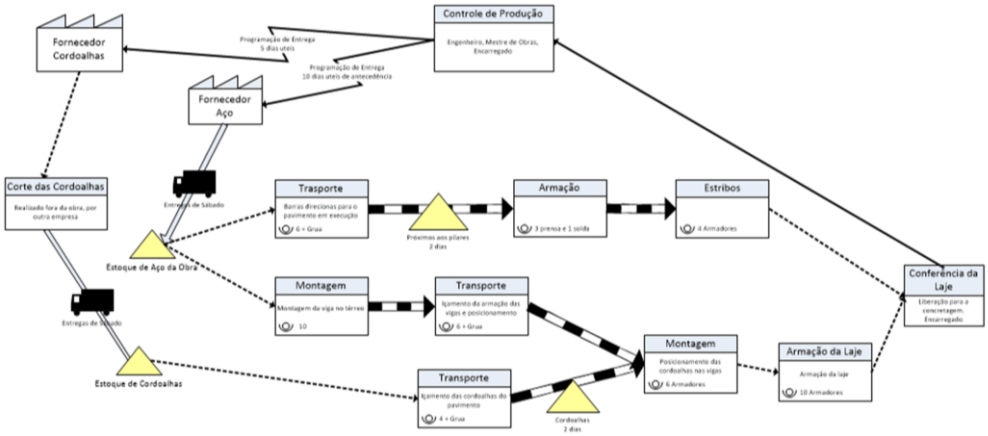
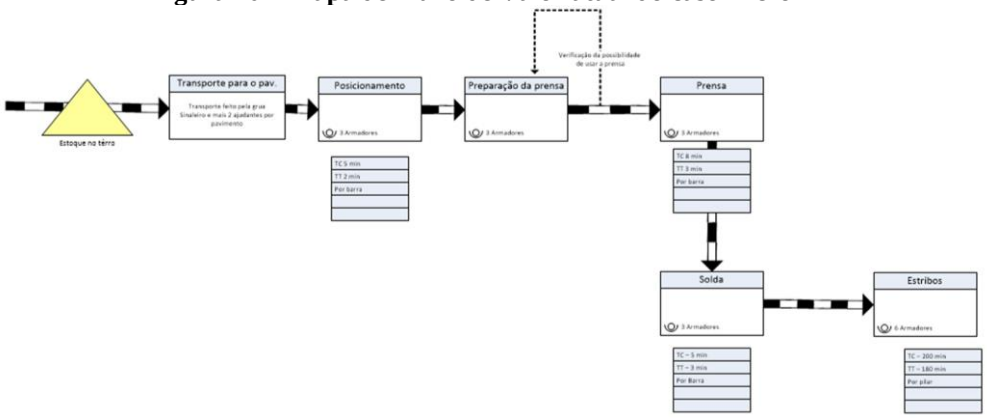


Figura 10 – Mapa de Fluxo de Valor atual do caso micro



Fontes: O autor

A partir dos dados coletados e dos MFV, foram feitas algumas análises. Observou-se que para o caso macro, as necessidades da produção dependiam do cronograma pré-estipulado. Os dois fornecedores da obra possuíam um contrato firmado para o fornecimento de todo o aço da obra. Entretanto, as condições de cada um dos contratos são diferentes.

O Fornecedor I exigiu que os pedidos de entrega de materiais fossem feitos, no mínimo, 10 dias úteis antes da data prevista para entrega na obra, considerando as restrições de

logística, já descritas. Dessa forma, o estoque de aço da obra era grande, abastecendo cerca de duas semanas de trabalho, como pode ser observado na Figura 11.

O contrato com o Fornecedor II foi feito para fornecimento também para toda a obra, sendo que o mesmo se comprometeu a garantir o preço durante apenas quatro meses. O prazo para entregas era de 5 dias, sendonecessário um estoque na obra para uma semana de trabalho. Outra curiosidade deste contrato foi o fato das cordoalhas serem cortadas em outro fornecedor, contratado pelo Fornecedor II. Assim, a programação de entrega na obra era feita diretamente com o fornecedor que prestava o serviço de cortar as cordoalhas.

A Figura 12 mostra as cordoalhas no pavimento esperando para serem utilizadas enquanto as vigas armadas no térreo eram posicionadas nas formas. É possível perceber que as cordoalhas estavam em rolos, sendo que cada rolo representava as cordoalhas de uma determinada viga, estando etiquetada para possibilitar a identificação e correspondente manuseio, como já mencionado.

Figura 11 – Estoque de aço da obra

Figura 12 – Cordoalhas no pavimento em execução

Fonte: O autor

Devido ao problema da restrição da chegada de caminhões ao local da obra, uma das ideias da construção enxuta, destacada por Ballard e Arbulu (2004), que é a redução dos estoques baseada na confiabilidade no fornecedor, só foi possível de ser aplicada parcialmente. Houve a necessidade de formação dos grandes estoques de aço que chegavam à obra somente aos sábados e eram utilizados durante a semana. Pode-se considerar o estoque de aço para o uso de toda a semana era determinado conforme o planejamento e considerando os princípios de lote econômico. Por outro lado, foi estabelecido um contrato que garantisse a parceria e a confiabilidade nas entregas periódicas que precisavam ser realizadas.

Quanto ao Mapa de Fluxo de Valor do serviço específico das armações dos pilares (Fig. 10) existiam mais detalhes a serem observados. O ciclo se iniciava no estoque de aço da obra. O período no estoque variava de acordo com a duração do ciclo do pavimento. Após a liberação do início dos serviços, a concretagem da laje do pavimento inferior atuava como processo puxador, assim, as barras dos pilares eram içadas até o novo pavimento. Neste pavimento em execução, as barras eram posicionadas próximas aos pilares nos quais seriam utilizadas.

Inicialmente eram realizadas as ligações por meio de prensa, e na falta do espaço entre as barras, era realizado o processo de solda das barras na sequência. Verificou-se que não existia um critério definido para quando se utilizava solda ou quando se prensava. A preferência era pela prensa, e apenas quando não havia espaço suficiente para a máquina é que eram utilizadas as soldas, pois as luvas garantiam melhor qualidade no transpasse, além da maior rapidez de execução. Este processo era repetido para todas as barras de todos os pilares. Após o pilar estar com todas as suas barras colocadas e fixadas, podia-se iniciar a colocação dos estribos e espaçadores no pilar.

5.5. Discussões e MFV de estado futuro

Como a filosofia Lean Supply considera o processo de análise desde a negociação com os fornecedores até a entrega do produto final, o serviço em estudo necessitava de algumas modificações para se adequar. Para a confecção dos MFV de estados futuros foi considerado que a formação de estoques não poderia ser modificada, pois dependiam das restrições de logística.

Dessa forma, adotou-se que nos MFV de Estudo Futuro, as principais mudanças seriam referentes à alteração de serviços empurrados para serviços puxados, e o foco em geração de fluxos de processo, como descrevem Rother e Shock (2004).

Para o caso macro foram propostos mais serviços sendo realizados fora do local de processo, como feito com as vigas que eram pré-montadas no térreo. Foi inserida a utilização do Kanban para puxar a produção e gerenciar melhor os estoques. Já para o caso micro foi definido o uso de Kanban para o serviço das prensas, e uma nova organização do trabalho na qual operários diferentes ficassem responsáveis pelo transporte da barra e pelo posicionamento da prensa, já que atualmente essas atividades eram feitas pelos mesmos três

funcionários. Dessa forma, o fluxo seria mais eficaz. As figuras 13 e 14 apresentam os MFV de estados futuro propostos.

Figura 13 - Mapa de Fluxo de Valor de Estado Futuro para o caso macro

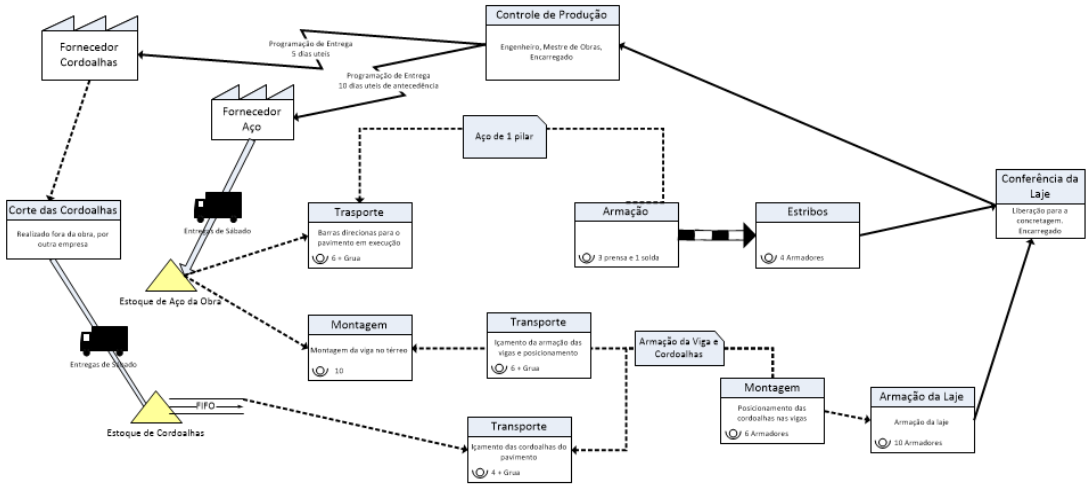
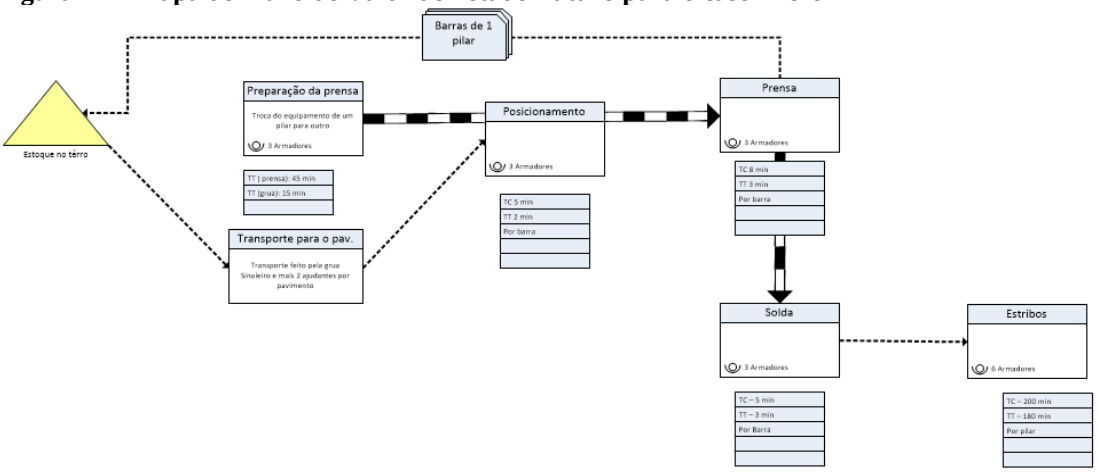


Figura 14 – Mapa de Fluxo de Valor de Estado Futuro para o caso micro



Fonte: O autor

Com isso, foi possível reduzir o tempo de ciclo das atividades no pavimento em três dias. A Tabela 2 mostra uma comparação entre ciclos da estrutura antes e após estes a aplicação dos conceitos de Lean Supply.

DIA	CICLO ANTIGO		CICLO NOVO	
	Pavimento em execução	Outro Local	Pavimento em execução	Outro Local
1	Marcação de eixos e transporte	Transporte de	Marcação de eixos e transporte	Transporte de

	das barras dos pilares	materiais	das barras dos pilares	materiais
2	Armação dos pilares	Separação da armação das vigas	Transporte e armação dos pilares e montagem dos cimbramentos	Separação e início da montagem da armação de vigas
3	Armação e fechamento das formas dos pilares, e montagem dos cimbramentos	Armação de vigas no térreo	Armação e fechamento das formas dos pilares e montagem dos cimbramentos	Armação das vigas no térreo
4	Armação e fechamento das formas dos pilares, e montagem dos cimbramentos	Armação de vigas no térreo	Montagem dos cimbramentos e montagem das formas de laje	
5	Armação e fechamento das formas dos pilares, e montagem dos cimbramentos		Montagem das formas de laje e concretagem dos pilares	Protensão das vigas inferiores
6	Montagem dos cimbramentos, montagem das formas de viga e lajes	Protensão das vigas inferiores	Concretagem dos pilares e transporte de vigas e cordoalhas	Transporte de vigas armadas e armação de vigas e lajes
7	Montagem dos cimbramentos e montagem das formas de vigas e lajes	Armação das lajes no térreo	Armação das vigas protendidas e transporte de vigas armadas	Armação das lajes no térreo
8	Concretagem dos pilares	Armação das lajes no térreo	Transporte e armação das lajes	Transporte de materiais
9	Transporte das vigas armadas e transporte das cordoalhas	Auxílio para transporte de materiais	Concretagem das vigas e lajes	
10	Armação da protensão das vigas e armação das lajes			
11	Armação da protensão das vigas e armação das lajes			
12	Concretagem das vigas e lajes			

Tabela 17 – Comparação entre os dois ciclos da estrutura

Fonte: O autor

Por meio deste estudo foi possível definir os tempos Takt, que no caso desse serviço seria o tempo de preparação e realização das prensas nas armações dos pilares. O fluxo contínuo foi possível de ser aplicado para todo o processo, tanto para o caso macro quanto para o micro, definindo os serviços predecessores e os respectivos responsáveis.

Deste modo, pode-se definir o tamanho dos lotes no MFV do caso micro como sendo a execução de um pilar. O processo de Kanban foi utilizado para regularizar o transporte dos materiais. A liberação de ordens de serviço foi feita por pilar também.

6. CONCLUSÕES

A aplicação do Lean Supply em construção civil é uma ideia recente e que ainda foi pouco estudada, mas entende-se como importante a sua utilização no setor, pois trará vários benefícios, tendo como importante ferramenta de análise o MFV.

O estudo de caso deste trabalho foi realizado em uma empresa de grande porte, e que possui setores estratégicos de controle de fornecedores e obra. Mesmo assim, este estudo mostrou alguns problemas para uma aplicação de um gerenciamento central para toda a cadeia

de suprimentos de um determinado material, ainda dependente das formas de contratações e procedimentos existentes na empresa. É importante haver um setor responsável pelo processo de aquisição, bem como um responsável por monitorar e analisar as condições de entrega, principalmente dos insumos considerados críticos.

A análise do estudo foi feita sobre um serviço específico. Mesmo assim existem problemas para a geração de um fluxo continuo e um controle de todos os fluxos e atividades que se inter-relacionam com o serviço estudado, como a concretagem. Outro problema encontrado foi quanto à logística de entregas, que impedem algumas ações para se atingir o conceito de Lean Supply de maneira ideal. Houve a necessidade de se trabalhar com estoques de uma ou duas semanas, que era o tempo de entrega dos materiais estudados. Observou-se a redução do ciclo de produção com a melhor organização do processo e definição de responsabilidade.

Desta forma, ficou evidenciado no estudo exploratório que a filosofia do Lean Supply e da ferramenta do MFV pode ser útil para a construção civil, mesmo que não seja aplicada completamente. A utilização dos princípios pode apresentar oportunidades importantes de melhorias pontuais, bem como influenciar na análise da logística local e do gerenciamento da cadeia de suprimentos como um todo.

Pode-se concluir que é interessante a aplicação dos conceitos do Lean Supply de maneira parcial, e apenas em serviços isolados da obra. Para uma aplicação global esta filosofia deve ser mais estudada e a mentalidade Lean do setor deve amadurecer um pouco mais e alcançar os fornecedores de materiais e serviços. As dificuldades são inerentes à construção civil como a existência da terceirização e as grandes variáveis que interferem na programação da obra.

6. REFERÊNCIAS

ARBULU, R.; BALLARD, G. **Lean supply systems in construction.** In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Copenhagen, DK. Proceedings Copenhagen: IGLC, 2004.

KOSKELA, L**. Aplication of the new production philosophy.** Stanford, EUA: CIFE, 1992.

LONDON, K.A.; KENLEY, R**. An industrial organization economic supply chain approach for the construction industry: a review.** Construction Management and Economics, London, UK, v. 19, p. 777-788, jul. 2001.

ROTHER, M.; SHOOK, J**. Learning to See: Value Stream Mapping to add value and eliminate muda.** 3nd. Edition. Lean Enterprise Institute, 2003.

SILVA, M.R.M**. Zona de máxima restrição de circulação (ZMRC): restrição ao trânsito de caminhões em São Paulo.** São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2011. 52p. (Boletim Técnico da CET, 47).

SOUZA, D.V.S.; KOSKELA, L**. On Improvement in Construction Supply Chain Management.** In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20, 2012, San Diego, USA. Proceedings. San Diego: IGLC, 2012.

STRATTON, R.; WARBURTON, R.D.H. **The strategic integration of agile and lean supply.** International Journal of Production Economics, Volume 85, Issue 2, 11 August 2003, Pages 183–198.

WALTER, O.M.F.C.; RODRIGUEZ, C.M.T. **Aplicação do Lean Supply Chain Management: pesquisa-ação em uma indústria metal mecânica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1, 2011, Ponta Grossa, PR, Brasil, Anais... Ponta Grossa, PR: COBENPRO, 2011, 12p.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation.** Productivity Press, 2nd. Edition, 2003.

YIN, R.K. **Case Study Research: design and methods**. SAGE Publications, 4th edition, 2008.

Estudo dos conceitos da construção enxuta a partir de um caso de empreendimento habitacional

André Luiz Flores Refosco (UFPR) – arefosco@gmail.com

Ricardo Mendes Júnior (UFPR) – mendesjr@ufpr.br

Sérgio Scheer (UFPR) – scheer@ufpr.br

Tiago Francisco Campestrini (UFPR) – tiago@campestrinitecnologia.com.br

Marlon Camara Garrido (UFPR) – marlon.c.garrido@gmail.com

Resumo: O método adotado no presente trabalho consiste na identificação dos conceitos da Construção Enxuta em algumas soluções aplicadas em um empreendimento habitacional na cidade de Araucária (Paraná). Para que isto fosse possível, lançou-se mão de análises de documentos da obra, observações no canteiro e entrevistas não estruturadas com o engenheiro responsável pela obra e outros elementos da equipe. As soluções aplicadas pela empresa, visando benefícios na economia, produção e eficiência da obra, foram: no planejamento e controle da produção (Linha de Balanço, e Last Planner); O kit hidráulico para a separação prévia, no almoxarifado, de peças destinadas a um cômodo com rede hidro sanitária; O uso de pré-lajes para a aceleração e economia na execução das lajes. A central de argamassa, que consiste em um silo que armazena o produto pronto, o que acarreta na simplificação de varias etapas. Para a implementação do planejamento e controle da produção, optou-se pelo modelo 3D integrado da informação – modelo BIM, combinada com a simulação do cronograma – modelo 4D. Como resultado obteve-se a apresentação da correlação dos princípios da Construção Enxuta: reduzir a parcela das atividades que não agregam valor, aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes, reduzir variabilidade, reduzir o tempo de ciclo, simplificar reduzindo o número de passos ou partes, aumentar a flexibilidade, aumentar a transparência do processo, focar o controle no processo global, introduzir a melhoria contínua ao processo, balancear a melhoria no fluxo com as melhorias das conversões e benchmark; com as soluções aplicadas na obra estudada.

Palavras-chave: Construção Enxuta, Last Planner, Lookahead Planning e BIM (Building Information Modeling).

Abstract: This paper´s method consists on the identification of the Lean Construction concepts in some solutions applied in a building site in Araucária (Paraná). For the accomplishment of this, were performed files analysis, observations in the building site, non-structured interviews with the construction manager and other team elements. The solutions applied by the firm intending benefits in economy, production and efficiency of the construction, were: in the production planning and control (Line of Balance and Last Planner); hydraulic plumbing kit for the prior separation, in the warehouse, of the parts intended for a room with hydro sanitary plumbing; the use of pre-slabs for the acceleration and economy of slabs. Mortar central, that consists in one storing silo, resulting in simplifying various stages. For the implementation of production planning and control, it was adopted the 3D information integrated model - BIM, combined with the simulation of schedule – 4D model. The result obtained is the presentation of the correlation of the Lean Construction principles: reduce the share of non value-adding activities, increase output value through systematic consideration of the customer requirements, reduce variability, reduce the cycle time, simplify by minimizing the number of steps and parts, increase output flexibility, increase process transparency, focus control on the complete process, build continuous improvement on the process, balance flow improvement with conversion improvement and benchmark; with the solutions applied in the studied construction.

Keywords: Lean Construction, Last Planner, Lookahead Planning and BIM (Building Information Modeling).

1. Introdução

A indústria da construção civil tem passado nos últimos anos por várias mudanças de paradigmas, sejam eles referentes a questões de segurança, tecnologias construtivas ou materiais, mas principalmente do uso de tecnologias na concepção de projetos e no planejamento de obras. No entanto isso não significa que a construção seja uma indústria atrasada ou que não haja estudos e esforços contínuos para melhorias. Pode-se dizer, portanto, que a indústria da construção tem seu ritmo próprio de desenvolvimento por conta de sua complexidade e suas características únicas. Um bom exemplo de desenvolvimento adequado a este ritmo próprio é a aplicação dos conceitos da Construção Enxuta e o uso do BIM (Building Information Modeling).

Diversos trabalhos acadêmicos demonstram as inovações buscadas pelo setor. Um estudo de referência aplicado em várias cidades brasileiras foi desenvolvido no início dos anos 2000 que traçou um panorama da evolução da utilização de tais técnicas no país (FREITAS et al. 1999, OLIVEIRA et al. e POZZOBON et al., 2004).

E é sob essa perspectiva unida à Construção Enxuta que o presente trabalho foi desenvolvido, com o objetivo de relatar a aplicação das técnicas, equipamentos e soluções observados em um empreendimento habitacional, classificando-os conforme os conceitos da Construção Enxuta aos quais se enquadram.

2. Revisão bibliográfica

A partir dos anos 1990 uma nova forma ou filosofia de estruturar o processo de execução (ou produção) da construção foi proposto e vem sendo adotada em vários países – a construção enxuta. A construção enxuta também vem sendo aplicada aos processos de planejamento e controle da produção, principalmente com base nos conceitos e ferramentas desenvolvidas nos anos 1990 por Ballard e Howell (1998). Esta seção resume estes conceitos.

2.1 Construção Enxuta

A filosofia *Lean Production*, iniciada através do Sistema Toyota de Produção, mais tarde assim batizada, chegou à indústria da construção civil em 1992, a partir do trabalho de Lauri Koskela (1992) - *Application of the new production philosophy in the construction industry*. Essa publicação propõe a aplicação dessa nova filosofia na construção civil, o que mais tarde veio a ser conhecida como *Lean Construction* ou Construção Enxuta.

Para se ter um melhor entendimento dos conceitos da Construção Enxuta é preciso primeiro entender o conceito de valor. Segundo Formoso (2002) o conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo parte da execução de um processo. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos (FORMOSO, 2002, p.4).

Segundo Koskela (1992), na construção civil tradicional se define produção como as atividades que transformam os insumos (*inputs*) em produtos (*outputs*), sendo apenas analisadas as atividades que geram valor. Essa transformação é chamada de conversão, e quando os processos de conversão são muito longos esses se dividem em subprocessos. Para o autor esse modelo, de se olhar apenas para o que se agrega valor, é falho. Isso porque, não contempla os fluxos que podem representar uma grande parte dos gastos em uma construção. Já o modelo sugerido pelo autor contempla os fluxos, que são essenciais para processo produtivo. Os fluxos são as atividades que não agregam valor e é por isso que podem ser otimizados ou eliminados, para o autor o processamento é a única parte que realmente agrega valor ao produto, sendo a inspeção, o movimento e a espera os fluxos. Assim se estuda uma maneira de melhorar os fluxos para que eles levem um menor tempo ou sejam eliminados.

Entretanto, segundo Formoso (2002) nem toda atividade de processamento agrega valor. Por exemplo, quando as especificações de um produto não foram atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que atividades de processamento foram executadas sem agregar valor.

Para auxiliar no controle dos processos Koskela (1992) propôs onze princípios da Construção Enxuta:

- ✓ Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor
- ✓ Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes
- ✓ Reduzir variabilidade
- ✓ Reduzir o tempo de ciclo
- ✓ Simplificar reduzindo o número de passos ou partes
- ✓ Aumentar a flexibilidade do produto
- ✓ Aumentar a transparência do processo
- ✓ Focar o controle no processo global
- ✓ Introduzir melhoria contínua ao processo
- ✓ Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões
- ✓ Benchmark (Referências de ponta)

2.2 Linha de Balanço

Na construção de um empreendimento há uma tendência de atividades repetitivas e junto com a necessidade do aumento de produtividade, impulsionou o desenvolvimento da técnica da Linha de Balanço. Essa técnica é referente ao planejamento de longo prazo. Segundo Mendes Junior (1999) a Linha de Balanço nada mais é que um diagrama quantidade-tempo para todo o processo.

Como cada atividade do planejamento tem um ritmo distinto e uma inter relação entre si em algum determinado ponto, quando essas atividades se encontram, há uma alteração no ritmo, prejudicando a produtividade.

A proposta da técnica da Linha de Balanço é fazer um balanceamento das atividades para que elas sejam executadas continuamente sem interferência. Um dos grandes benefícios da técnica da Linha de Balanço é que esta fornece ritmos de produção e informações de duração em forma gráfica de fácil interpretação. O Gráfico da Linha de Balanço para uma construção repetitiva pode ser facilmente construída e então mostrar rapidamente o que está errado no andamento do projeto, e detectar possíveis gargalos futuros (MENDES JUNIOR, 1999).

2.3 Lookahead Planning

Segundo Ballard (1997) *Lookahead Planning* é uma técnica de planejamento de médio prazo que tende a ser móvel. Ainda segundo o autor é considerada um elemento essencial na melhoria da eficiência do plano de curto prazo e, consequentemente, para a redução de custos e durações.

As atividades do *Lookahead* descrevem o processo de construção utilizado, métodos construtivos e os recursos necessários para a execução, outros pontos considerados nesse horizonte são a quantificação dos recursos disponíveis no canteiro e as restrições ao desenvolvimento dos trabalhos. O plano de médio prazo também pode contemplar mais propósitos como modelar o fluxo de trabalho na melhor maneira possível, facilitando o andamento do empreendimento; ajustar os recursos com os fluxos de trabalho; auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta; entre outras vantagens.

2.4 Last Planner

A técnica de planejamento do *Last Planner* é aplicada para prazos curtos. O planejamento de curto prazo ou operacional tem o papel de orientar diretamente a execução da obra. Em geral, é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamentos e ferramentas) às atividades programadas no plano de médio prazo (FORMOSO et al., 2001).

Para a implementação do Last Planner usa-se uma planilha que tem como principal vantagem a sua simplicidade, que facilita a comunicação com todos os envolvidos no processo de produção, e também a sua facilidade de entendimento e leitura. Outra vantagem é o fato de que o planejamento de curto prazo é formalizado, e assim se tem um maior comprometimento.

3. Materiais e métodos

O método adotado no presente trabalho consiste na identificação dos conceitos da construção enxuta em algumas técnicas, uso de equipamentos e soluções aplicadas em um empreendimento habitacional na cidade de Araucária (Paraná).

O protocolo de coleta de dados desta pesquisa tomou como base a lista de inovações tecnológicas adotadas em canteiros de obras proposta por Freitas et al. (1999) e as correlações de algumas destas com os conceitos da Construção Enxuta, observadas por Pozzobon et al. (2004).

Para que a identificação dos conceitos da Construção Enxuta fosse possível, bem como quais técnicas, equipamentos ou soluções os contemplavam, lançou-se mão de análises de documentos da obra, observações no canteiro e entrevistas não estruturadas com o engenheiro responsável pela obra e outros elementos da equipe como mestre de obras e encarregado.

4. Caso estudado

A escolha do empreendimento para o estudo se deu pelo fato da empresa de gestão e planejamento da obra procurar aplicar nesta obra técnicas de construção enxuta e ferramentas

e sistemas de tecnologias da informação e comunicação, sendo, portanto, possível a constatação dos benefícios esperados.

O empreendimento consiste em uma obra de um condomínio habitacional pertencente a uma empresa incorporadora que contratou os serviços de outras duas empresas. A primeira delas, a empresa de gestão de obras, é onde foi situada a pesquisa e a outra é a empreiteira responsável pela execução da obra.

Deste modo, as tomadas de decisões eram feitas em conjunto e nenhuma empresa tinha sua autoridade e autonomia sobreposta pela outra, desde que, acatando e estando em conformidade com as exigências da contratante, que era a incorporadora.

A obra que permitiu este estudo de caso consiste na construção de um condomínio habitacional pertencente ao programa de financiamentos Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal (CEF). A obra é composta por quatro torres de apartamentos, de quatro pavimentos com seis unidades por andar, executadas em alvenaria estrutural.

4.1 Técnicas implantadas

As técnicas implantadas nesta obra foram a modelagem tridimensional dos projetos para a previsão de interferências físicas da estrutura e os sistemas hidráulico e elétrico, o layout do canteiro e outras soluções somente possíveis pela modelagem da informação (BIM). Para o Planejamento e Controle da Produção (PCP) foram utilizadas as técnicas de *Last Planner System*, *Lookahead Planning* e *Linha de Balanço*.

4.2 Estrutura organizacional

Por cada uma das empresas terem setores que desenvolvem atividades específicas a estrutura organizacional da obra tem que ser observada como o conjunto dos setores de cada empresa.

A incorporadora como proprietária da obra tem seus setores voltados para a parte financeira, o gerenciamento dos recursos junto ao órgão financiador e o contato com os prováveis clientes para vendas e personalização, feito através de uma imobiliária parceira. O setor de qualidade, também pertencente à incorporadora, foi instituído para que a execução mantenha os padrões exigidos. Outro setor observado foi o de recursos humanos, que cuida do enquadramento funcional interno.

A empreiteira também possui um setor de recursos humanos destinado ao gerenciamento dos profissionais responsáveis pela execução da obra que são alocados em outro setor, o de equipes de execução.

A empresa de gestão de obras é a que contempla mais setores uma vez que desenvolveu o planejamento e a modelagem tridimensional antes do início da obra e que os respectivos setores, planejamento e projetos, permaneceram após o início da mesma. Isto aconteceu, pois o planejamento continuou sendo feito através do *PCP* e a manutenção dos projetos foi mantida através do modelo virtual para extração de quantitativos, sanar dúvidas e posteriormente para a emissão do *as built*. Todas estas etapas só ocorreram mediante a aprovação do gerente da empresa, pois o mesmo, além de suas atribuições nesta, também é o responsável técnico por alguns dos projetos e pela execução da obra. Com isso os projetos que não foram elaborados pelo gerente da empresa de gestão de projetos foram contratados de fornecedores externos, outro aspecto que justifica a necessidade da manutenção do setor de projetos ao longo da obra.

Ainda na empresa de gestão estão os setores de orçamento e suprimentos. O primeiro que além de obter as quantidades para aquisições de materiais, era o responsável pelo controle do que foi previsto em relação ao realizado, afim do auxiliar no controle financeiro do empreendimento. E o segundo responsável pela gestão do almoxarifado, suprimentos e compra de materiais.

Por fim o setor de engenharia da empresa de gestão de obras representado pelo gerente da empresa, nesse caso como engenheiro responsável pelos projetos e execução e pelo encarregado que fica em tempo integral no canteiro para facilitar a comunicação entre o mestre de obras e o engenheiro.

5. Apresentação das práticas de construção enxuta observadas

Algumas das soluções usadas na obra, objeto deste estudo de caso, foram adotadas pela empresa de gestão de obras por suas características enxutas e por ter sido considerado que estas contribuiriam para a economia, produção e eficiência do empreendimento. Portanto, nesta seção serão expostas as soluções de acordo com os princípios em que se encaixam.

5.1 Planejamento e controle da produção

O Planejamento e Controle da Produção aplica três diferentes técnicas que remetem a cada nível de planejamento (longo, médio e curto prazo). Sendo assim no planejamento de longo prazo a técnica utilizada foi a de linha de balanço, no médio prazo a técnica, difundida na literatura como, *Lookahead* e por fim no curto prazo a técnica *Last Planner* idealizada por Ballard e Howell (1998).

Ambas as três técnicas apesar de terem focos diferentes atendem aos mesmos princípios da Construção Enxuta por pertencerem ao mesmo processo, o planejamento.

A **melhoria do valor do produto através da consideração sistemática das necessidades dos clientes**, neste caso internos, ocorre através da definição e padronização das equipes, dos locais, dos prazos e dos pacotes de serviços. A partir disso outro princípio pode ser atingido, a **redução da variabilidade**, pois cada serviço será realizado por uma determinada equipe em um determinado prazo e local. Outro princípio observado é o da **melhoria da transparência do processo** através da fácil visualização da distribuição dos pacotes de serviços ao longo do cronograma. Que contribui também para o **controle focado no processo global**, ou seja, possibilita o controle de todos os fatores associados à obra. Resultando em informações confiáveis que tornam possível a **melhoria contínua** seja na própria obra ou em obras futuras.

5.2 Kit hidráulico

O kit hidráulico foi uma solução idealizada pela empresa de gestão e consistia na separação, no almoxarifado, do conjunto de peças referentes a um determinado cômodo que possui a passagem de rede hidro sanitária. Este era entregue ao profissional que o requisitou, que recebe o kit no local de aplicação através do transporte pela manipuladora telescópica. Para a definição das quantidades dos itens que formam o kit foi usado o **modelo BIM**.

Com isso foi possível **diminuir a variabilidade** das peças usadas em cômodos semelhantes, evitando improvisos. Deste modo ocorre a **simplificação e minimização do número de passos**, pois a definição da quantidade e posicionamento das peças já está definida previamente. Contribuindo para a **redução das atividades que não agregam valor** como, por exemplo, o caso do tempo perdido estudando a solução para o arranjo das peças e as viagens desnecessárias ao almoxarifado para retirada ou substituição destas.

5.3 Manipuladora Telescópica

A manipuladora telescópica foi escolhida para fazer o transporte tanto horizontal como vertical da obra, por ser uma solução amplamente difundida em obras de mesmo porte, o que pode ser visto como uma forma de **benchmarking**. No aspecto vertical ela substitui a necessidade de equipamentos estáticos como guinchos ou elevadores em cada torre, além de ter maior velocidade e capacidade de carga. Já no aspecto horizontal a manipuladora contribui para a redução do transporte manual e das interferências de fluxos físicos, uma vez que é ela que realiza a maior parte do transporte no canteiro.

Portanto, as atividades que dependem do transporte de materiais, a partir do almoxarifado ou do local de estocagem, são reduzidas contribuindo para a **redução das atividades que não agregam valor**, como o caso do transporte realizado manualmente por um funcionário que poderia estar em outra atividade. A partir disso pode haver o **balanceamento das melhorias do fluxo com as melhorias de conversão** uma vez que as reduções dos tempos de transporte causados pela maior velocidade e capacidade do equipamento permitem um maior foco nas atividades que agregam valor.

5.4 Pré-Lajes

O uso de pré-lajes é uma técnica executiva amplamente difundida, ou seja, mais um exemplo de **benchmarking**. E foi a solução adotada para a redução da quantidade de formas, escoramentos e do tempo de armação e montagem para a concretagem. Atendendo aos princípios de **simplificação e minimização do número de passos e partes**, **redução das atividades que não agregam valor**, **redução do tempo de ciclo** e **variabilidade**. Pois, comparado ao sistema convencional o uso de pré-lajes tem menos etapas, com um processo mais curto e homogêneo.

A satisfação dos princípios acima faz com que ocorra o **balanço das melhorias de fluxo com as melhorias de conversão**.

5.5 Central de Argamassa

A central de argamassa consiste em um silo que armazena o produto pronto, o que acarreta na eliminação da etapa de produção, estocagem e transporte dos insumos na obra, da

necessidade de mais um equipamento (betoneira), sua conservação e limpeza. Atividades que condizem com os princípios de **redução das atividades que não agregam valor**, **redução e simplificação do número de passos**, **redução do tempo de ciclo**. Outro aspecto é a uniformidade do traço da argamassa contribuindo para a **redução da variabilidade**.

Como nas duas soluções imediatamente anteriores esse também é um caso de uso amplamente difundido, satisfazendo o princípio de **benchmarking**, e onde ocorre o **balanço das melhorias de fluxo com as melhorias de conversão**.

5.6 Bim 3D e 4D

Para a implementação do planejamento e controle da produção, a empresa de gestão de obras optou pelo modelo 3D integrado da informação – **modelo BIM,** combinada com a simulação do cronograma – **modelo 4D**. Seguindo a tendência mundial, de planejamento integrado com tecnologia da informação e comunicação na construção, o que pode ser visto como **benchmarking**.

Com a visualização espacial e simulação do cronograma foi possível a **melhoria da transparência**, **foco do controle do processo global** e **aumento da flexibilidade** da obra através das análises de cenários, opções executivas, estudos de planos de ataque e compatibilização interdisciplinar de projetos.

Além disso, foi possível a previsão de problemas e dificuldades pontuais bem como as medidas para sana-las, acarretando na **melhoria do valor do produto através das considerações sistemáticas das necessidades do cliente**, que neste caso podem ser entendidas como eliminação dos imprevistos no momento da realização do processo, atendendo também ao princípio da **redução da variabilidade**. Gerando uma quantidade de informações que possibilitam o aprendizado incrementando a **melhoria contínua**.

6. Referências bibliográficas

BALLARD, Glenn. **Lookahead planning: the missing link in production control.** Conference of Lean Construction. (5.: 1997), Proceedings, p. 13:25, 1997.

BALLARD, Glenn., HOWELL, G. **Shielding production: essential step in production control**. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 124, N. 1, p. 11-17, 1998.

BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção.**2001. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, NORIE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rs, 2001.

BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva. **Método de análise do processo de planejamento da produção em empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação: Proposta baseada em estudo de caso.** 1996. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, NORIE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

FORMOSO, Carlos Torres. **Lean Construcion: Princípios básicos e exemplos.** Porto Alegre, RS: NORIE, 2002.

FORMOSO, Carlos Torres et al. **Planejamento e Controle da Produção em empresas de construção.** Porto Alegre, RS: NORIE, 2001.

FREITAS, Maria do Carmo Duarte; POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, Luiz Fernando M. **Listagem de mudanças relacionadas ao gerenciamento dos canteiros de obra**. In: I Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade na Construção Civil, 1999, Recife/PE, 1999

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to the construction industry**. Stanford, USA, Stanford University, 1992. Technical Report 72.

MENDES JUNIOR, Ricardo. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos.** 1999. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, Luiz Fernando M.; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. **Atualizando o Levantamento de Inovações Tecnológicas Simples em Obra**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2004, 2004, São Paulo. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2004, 2004.

Mapeamento de fluxo de valor aplicado em um setor do Centro de Desenvolvimento de Produto da Souza Cruz

Paula de Oliveira Ferreira (Souza Cruz) – paula.ferreira@souzacruz.com.br

Caroline Guterres de Souza (Souza Cruz) – caroline.souza@souzacruz.com.br

Andréia Strider Nunes Francescki (Souza Cruz) – andreia.francescki@ souzacruz.com.br

Resumo: A Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* apresenta-se como uma importante abordagem a ser seguida por empresas que buscam aumentar o desempenho de seus processos. O principal objetivo do conceito é a obtenção de um fluxo de valor enxuto desde a matéria-prima até o produto final. Para isto utiliza-se, normalmente, uma ferramenta denominada Mapeamento de Fluxo de Valor. Apesar do Lean Manufacturing e suas ferramentas terem sido criados com foco em processo produtivo fabril, nada impede que este tipo de abordagem seja utilizado para entender e introduzir mudanças em outros tipos de processos, visando uma elevação no nível de eficiência destes últimos. Em qualquer laboratório, as etapas de recebimento, cadastro e amostragem são anteriores à análise da amostra em si e são fundamentais para alcançar a exatidão e garantir a rastreabilidade dos resultados analíticos de alta qualidade. O conjunto dessas etapas, já que as mesmas ocorrem sequencialmente, pode ser considerado como um processo e portanto sua eficiência é passível de ser avaliada sob a metodologia Lean. O objetivo deste trabalho foi aplicar a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor, utilizada pela metodologia *Lean Manufacturing*, no setor de Recebimento, Cadastro e Preparo de Amostras (RCPA) do *Product Centre Americas* , o centro de pesquisa e desenvolvimento de produtos da empresa Souza Cruz, e utilizar outras ferramentas da Produção Enxuta para alcançar o estado futuro proposto. As etapas da aplicação do conceito foram: a definição dos tipos de produtos (assim denominado pela metodologia Lean), o desenho do estado anterior, o desenho do estado futuro e o plano de implementação. Com uma nova estrutura desenhada, foi possível estimar o *lead time* de um processo futuro otimizado e comparar os indicadores dos mapas anterior e futuro, evidenciando as diferenças entre os dois estados. Os resultados alcançados mostraram excelentes indicadores, como uma redução de 54% no *lead time* após a implementação do novo estado, uma elevação de 91% no valor agregado ao processo, uma redução no número de etapas do processo como um todo de 6 (seis) para 4 (quatro) e uma redução de 6 (seis) pontos de programação de atividades. Com estes dados é possivel confirmar ~~que~~ a vantagem da aplicaçãoda metodologia *Lean Manufactoring* em setores não produtivos, obtendo o mesmo nível de ganhos de eficiência e tornando processos mais enxutos.

Palavras-chave: Produção Enxuta, Mapeamento de Fluxo de Valor.

Abstract: The Lean Manufacturing is an important approach to be used by companies that seek to increase the process performance. Its main goal is to get a lean value stream from the raw material up to the finished products. Value Stream Mapping is the tool that allows the flow to become optimized to a lean value. The aim of this study was to apply the Value Stream Mapping over the called Sampling Sector from the Product Center Americas (PC Americas) – it is the product development center of Souza Cruz - and use other tools to achieve the proposed future state. The study implementation stages were: definition of product families, structure of the previous state, and structure of the future state and implementation plan. The new proposed structure made possible to estimate the lead time of the process and compare indicators of the previous and future maps, showing the differences between the two states. The observed reduction of lead time after the implementation of the new structure was 54%, the value added to the process was the double and the number of steps was reduced from 6 (six) to 4 (four) besides a reduction of 6 (six) points in activities programs. The lean manufacturing concept it is possible to be applied in non-production sectors.

Keywords: Lean Manufacturing; Value Stream Mapping.

1. Introdução

O atual cenário apresentado pelo mercado mundial apresenta como principais características o aumento da competitividade, os avanços globais, o desejo de liderança e a constante busca por maximização de lucros. Neste sentido, as organizações precisam cada vez mais de sistemas produtivos que sejam rápidos e flexíveis de modo ofertarem o que os clientes necessitam, no momento certo, com a maior qualidade possível e a um custo atraente (LIKER, 2005).

Diante deste cenário desafiador, muitas empresas têm dedicado inúmeros esforços e recursos para promover melhoria contínua dos processos de manufatura, com o intuito de manter sua posição no mercado frente à concorrência. Neste contexto surge o conceito de Produção Enxuta (PE) ou *Lean Manufacturing*, como uma importante abordagem a ser seguida por empresas que buscam aumentar o desempenho de seus processos, adaptando-se às novas premissas impostas pelo mercado.

A Produção Enxuta segundo Womack, Jones e Roos (2004) é um sistema produtivo que tem como principal objetivo a eliminação de desperdícios, a fim de possibilitar a obtenção de produtos com elevada qualidade, ao menor custo possível e que atendam convenientemente às necessidades dos clientes. Os princípios da PE são determinar valor, definir cadeia de valor, trabalhar em fluxo, puxar a produção e a perfeição como visão. (WOMACK ; JONES, 2004).

Para que estes princípios sejam alcançados, torna-se necessário utilizar das algumas ferramentas apresentadas por este conceito, tais como: *Just in Time*, Operações Padronizadas, Otimização de Layout, Gestão Visual, Melhoria Contínua (*kaizen*), Balanceamento de Células de Produção e Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).

O objetivo deste trabalho foi aplicar a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) em um setor do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento de Produtos da Souza Cruz (*Product Centre Americas*), buscando a eliminação de atividades sem valor agregado, tornando os processos mais ágeis e superando a expectativa dos clientes. O *Product Centre Americas* (PC-Americas) possui como prestadores de serviços internos, laboratórios de análise, uma planta piloto e uma Unidade Suporte (US). A US consiste de vários setores para suporte às atividades PC-Americas. Entre estes setores de suporte encontra-se o setor de Recebimento, Cadastro e Preparo de Amostras (RCPA) no qual foi aplicado o MFV.

O RCPA é responsável por receber, cadastrar, preparar, entregar e armazenar todas as amostras (cigarros, fumo, matéria-prima, componentes das embalagens, entre outras) destinadas à análise nos laboratórios do PC- Americas.

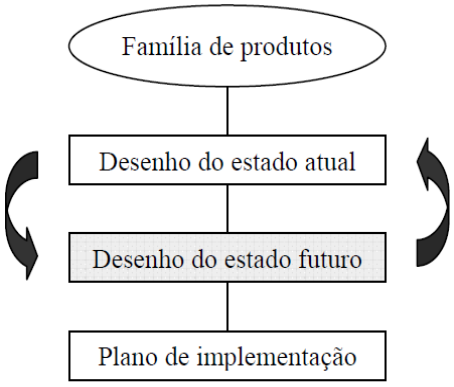
A evolução do PC-Americas ao longo do tempo gerou novos desafios, e, com estes, intensificaram-se as demandas analíticas. Este crescimento, natural das grandes organizações, ocasionou impactos significativos no RCPA e na sua sistemática de trabalho vigente. De fato, pode-se observar uma não padronização dos procedimentos e um reprocessamentos crescente ao longo deste período. Assim, o objetivo deste trabalho foi a utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor para reduzir ou eliminar tais impactos, minimizando o tempo gasto com atividades que não agregam valor ao cliente e identificando pontos de melhorias no processos.

2. Referencial teórico

O principal objetivo da produção enxuta é a obtenção de um fluxo de valor enxuto desde a matéria-prima até o produto final, no qual é de fundamental importância levar em consideração o todo e não as partes isoladas do processo (OHNO, 1997). Rother e Shoock (2004) dissertam que a ferramenta que possibilita tornar o fluxo de valor enxuto é o mapeamento de fluxo de valor.

De acordo com Rother e Shoock (2004), para a utilização do MFV deve-se fazer uso de papel e lápis para auxiliar o do fluxo de materiais e de informações ao longo da cadeia de valor percorrida pelo material. Segundo os mesmos autores, a sua aplicação deve seguir as etapas apresentadas na figura 1.

Figura 1 – Etapas do MFV



Fonte: O autor

A primeira etapa da metodologia consiste em selecionar uma família de produtos (no caso de laboratórios, tipos de amostras) que passam por atividades semelhantes durante o processamento e que utilizem praticamente os mesmos equipamentos. A segunda etapa é iniciada a partir da coleta de informações no "chão-de-fábrica" (com os colaboradores do laboratório), a fim de se montar a representação do estado atual do processo. É necessário mostrar na representação do processo atual a posição do cliente no fluxo, os processos por onde passam os "produtos" e os fornecedores do processo, indicando uma ou duas matérias-primas principais. Segue-se com a inserção do fluxo de informações e por fim, são incluídos os *lead times* de cada atividade na parte inferior da folha. A terceira etapa apresenta uma idealização do processo (futuro), após a eliminação de todos os desperdícios encontrados. Para esta etapa é necessário seguir oito passos (ROTHER; SHOOK, 2004):

a) Calcular o *takt time*: é definido como o intervalo de tempo entre itens consecutivos em um sistema de produção (fluxo) que deve ser alcançado para atender à demanda do cliente e pode ser calculado de acordo com a equação (1):

$$Tempo\ Takt = \frac{Tempo\ Disponível\ de\ Trabalho\ \ por\ Período}{Demanda\ do\ Cliente\ \ por\ Período} \qquad (1)$$

b) Definir se os "produtos" finais serão alocados em supermercados ou produzidos diretamente para entrega;
c) Identificar os processos que têm tempos de ciclo (frequência com que uma unidade acabada, ou subamostra, sai do final da célula) próximos e que possivelmente podem ser produzidos em fluxo contínuo;
d) Definir onde será utilizado supermercado para puxar a produção;
e) Definir em qual parte do processo a produção será programada, ou seja, estabelecer qual será o processo puxador;
f) Nivelar o *mix* de produção;
g) Nivelar o volume da produção;
h) Melhorias no sistema, através de um plano de ação, designando responsáveis e datas.

A quarta etapa é escrever o Plano de Trabalho, dividido em etapas as quais devem conter objetivos, metas e datas para se atingir, o máximo possível, o estado futuro desenhado (ROTHER; SHOOK, 2004).

Para que seja possível alcançar o estado futuro proposto, algumas ferramentas apresentadas pela PE podem ser úteis, tais como:

- ✓ *Just in Time* (JIT): apresenta-se como uma maneira de interligar todos os processos de manufatura envolvidos no chão de fábrica, de modo que cada processo fornecedor esteja produzindo no mesmo ritmo que seu processo cliente (WOMACK; JONES, 2004);
- ✓ Operações Padronizadas: é uma importante ferramenta para redução de variabilidade dos processos, pois assegura a padronização de todas as atividades e especificações em termos de conteúdo, sequências, tempo e resultado (SPEAR; BOWEN, 1999);
- ✓ Otimização de *Layout:* permite a eliminação de uma série de perdas existentes no processo produtivo, tais como a eliminação das horas-homem, redução de transporte, melhoria nos índices de qualidade, redução do *lead time* produtivo, redução dos inventários entre processos, aumento da produtividade, da motivação e do comprometimento dos funcionários (SHINGO, 1996);
- ✓ Gestão Visual: é uma ferramenta que possibilita a visualização do status das atividades em andamento, por parte dos gestores e dos colaboradores, facilitando o acompanhamento da produção e tomadas de ações, quando necessárias (LIKER, 2005);
- ✓ Melhoria Contínua (*kaizen*): busca o melhoramento contínuo em todos os fatores, refletindo consequentemente na produtividade, na qualidade e sem custos ou com mínimo investimento (SCOTELANO, 2007);
- ✓ Balanceamento de Células de Produção: é uma ferramenta gráfica que ajuda na criação do fluxo contínuo em um processo com múltiplas etapas e múltiplos operadores, distribuindo os elementos de trabalho do operador em relação ao tempo *takt* (LEAN INSTITUTE, 2013). Os passos para o balanceamento de células de produção são: determinar o tempo de ciclo e calcular o número de operadores necessários de acordo com a equação (2):

$$Número\ de\ Operadores\ Célula\ = \frac{\sum tempos\ manuais}{tempo\ de\ cliclo} \qquad (2)$$

3. Aplicação do mapeamento de fluxo de valor no RCPA e análise de resultados

As principais etapas realizadas foram: identificar o cenário atual do setor, definir a família de produtos (tipo de amostras), desenhar o mapa atual, apresentar o estado futuro e as ferramentas utilizadas para alcançá-lo.

3.1. Identificação do cenário atual

O RCPA é responsável por receber, cadastrar, preparar, entregar e armazenar as amostras que são analisadas nos laboratórios do PC-Americas. A amostragem visa subdividir a amostra bruta em porções, garantindo a representatividade estatística em cada conjunto de ensaios analíticos realizados. Tais amostras são classificadas de acordo com o programa ou projeto no qual estão inseridas. Em vista disso, o portfólio de análises define quais as atividades serão realizadas, assim como o tempo necessário para a realização de cada conjunto de atividades até a obtenção do "produto final" que são as subamostras, entregues nos laboratórios.

A cronoanálise realizada no processo de amostragem apresentou resultados entre 98 e 512 minutos, dependendo do projeto ao qual a amostra pertence. Adicionalmente, algumas particularidades em determinadas atividades apresentam-se apenas em projetos específicos, ou seja, não rotineiros ao setor. Este é um fator que pode dificultar a assimilação de processos internos pelos colaboradores, e ainda gerar alguma ocorrência de reprocessamento.

Os principais processos realizados pelo setor para obtenção do produtos finais (subamostras) são: recebimento, cadastro, preparo e entrega. A atividade recebimento identifica e verifica a documentação da amostras recebida. O cadastramento é realizado em um sistema de gerenciamento de dados analíticos, ao qual são inseridas todas as informações pertinentes ao projeto. O preparo de amostras é o conjunto de atividades de amostragem, no qual são geradas as subamostras que, em suma, são os "produtos finais" resultantes do fluxo produtivo deste setor. É nesta etapa que observa-se uma variação significativa entre os diferentes tipos de projetos e os tempos dispendidos se efetuar a amostragem. A última etapa é a entrega das subamostras em cada um dos laboratórios, por colaboradores do setor, a fim de serem analisadas.

3.2. Definição da família de produtos

Para definição da família de produtos construiu-se a matriz de projetos *versus* processos. Adicionalmente, foi realizada a cronoanálise do tempo dos processos nos diferentes projetos. Considerou-se como sendo uma única família (tipo), os produtos (amostras) que passavam por pelo menos 80% dos mesmos processos.

Com o resultado da matriz de projetos *versus* processos, observou-se a existência de uma única família de produtos (amostras). Porém, como o tempo de preparo das amostras identificado pela cronoanálise foi significativo, os projetos foram classificados em relação ao tempo e a similaridade de seus processos.

Os projetos foram então classificados em três categorias. Nas duas primeiras categorias foram alocados os projetos que apresentaram tipos e etapas de preparos de amostras similares, mas diferiam entre si no tempo de processamento. Uma categoria possuia um tempo de processamento menor que a outra. Na terceira categoria, situaram-se os projetos com tipos de amostras e etapas de preparos significativamente diferentes dos demais citados.

3.3. Desenho do estado atual

O mapa do estado atual foi desenhado conforme descritos no item 2 deste artigo (Referencial Teórico) e está apresentado em anexo (Figura 5).

No mapa do estado atual se observou que a estrutura do modelo de negócio era complexa. Neste cenário eram necessárias intervenções constantes para que o processo fosse realizado, mostrando grande centralização e dependência da liderança. A sistemática e rotina de trabalho deste setor pode ser classificada como sendo do tipo *jobshop*, onde cada colaborador realizava suas atividades sem interagir com os demais participantes.

Foram analisados os processos (conjuntos de atividades) e seus respectivos *lead times* e os estoques foram mensurados para que fosse possível obter o *lead time* total de processamento da amostra. Adicionalmente, outros indicadores foram obtidos conforme constam na tabela 1.

Lead Time do Processo (dias)	13
Tempo de Processo (h)	11
Valor Agregado [a]	11%
Número de Etapas	6
Pessoas	11
Pontos Programação	8

[a] O valor agregado é a razão entre o tempo de processo e seu *lead time.*

Tabela 1 – Indicadores do estado atual

Fonte: O autor

3.4. Desenho do estado futuro

O mapa do estado futuro (em anexo na figura 6) também foi obtido conforme citado no item 2 deste artigo (referencial teórico), após a análise do estado atual. Foram identificados 19 pontos de melhoria, gerando 36 planos de ação, para que o novo fluxo pudesse entrar na rotina de trabalho do setor. Todas as ações adotadas tiveram, como pré-requisito, um tempo de implementação máximo de 06 meses.

Para que fosse possível alcançar o estado futuro proposto, foi necessário utilizar o conceito de fluxo contínuo unitário nos processos ou conjunto de atividades de preparo e cadastro. Desta forma, identificou-se a necessidade de criar células de trabalho e otimizar o *layout* de processamento. O balanceamento destas células e adequação do layout estão descritos nos subitens 3.4.1 e 3.4.2, respectivamente.

3.4.1. Balanceamento das células de trabalho

Conforme mencionado no item 3.2 (definição da família de produtos), identificou-se a necessidade de criação das células de trabalho A, B e C. Desta maneira, a célula A era responsável pelos processos de cadastro e preparo de amostras (amostragem) dos projetos pertencentes à categoria 1. Já para célula B foram destinadas as amostras dos projetos da categoria 2. E para a célula C foram designadas todas as amostras pertencentes aos projetos da categoria 3.

Após isto, o tempo *takt* foi calculado para cada uma das células de acordo com a equação (1) com base em uma demanda estimada. Para que o tempo *takt* pudesse ser atingido, verificou-se a necessidade de redistribuir as atividades entre os operadores durante a atividade, ou seja, foi necessário um balanceamento das células de trabalho. Para tal, foi definido o tempo de ciclo, onde se considerou 80% do tempo *takt* por amostra.

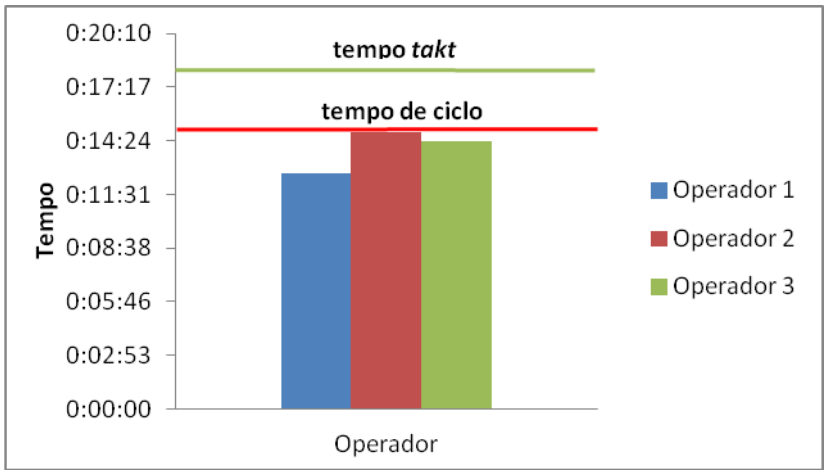
$$Tempo\ de\ Ciclo\ \ Linha\ \ A = 14{,}8\,\text{min}$$

$$Tempo\ de\ Ciclo\ \ Linha\ \ B = 69\,\text{min}$$

$$Tempo\ de\ Ciclo\ \ Linha\ \ C = 5{,}4\,\text{min}$$

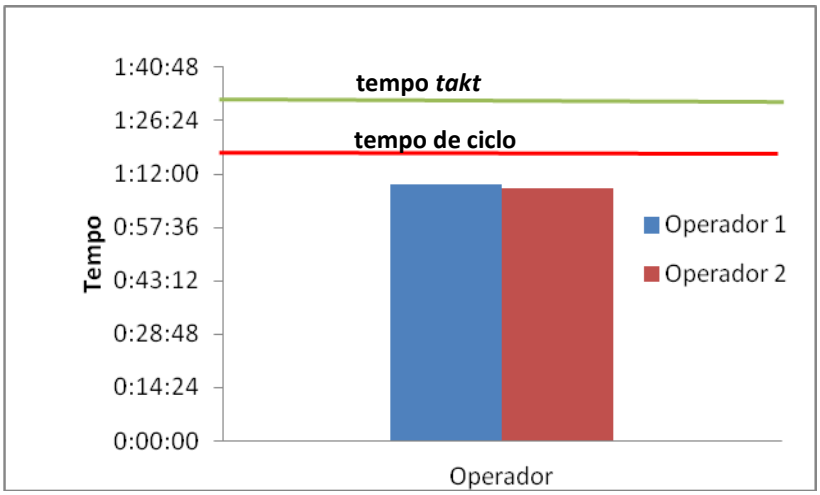
A quantidade teórica de operadores/colaboradores por célula de trabalho foi calculada de acordo com a equação (2) e os resultados teóricos obtidos para as células A, B e C foram de 4, 3 e 1,5 operadores por tempo, respectivamente. Durante esta etapa, todas as atividades mapeadas foram revistas, com o objetivo de identificar desperdícios de tempo e que não agregavam valor ao cliente. No total, foram eliminadas aproximadamente 36 etapas em todo o processo de amostragem. Assim, a quantidade teórica de operadores para as células A e B pode ser ajustada para 3 e 2, respectivamente. As figuras 2, 3 e 4 apresentam os gráficos de balanceamento das células.

Figura 2 – Balanceamento célula A



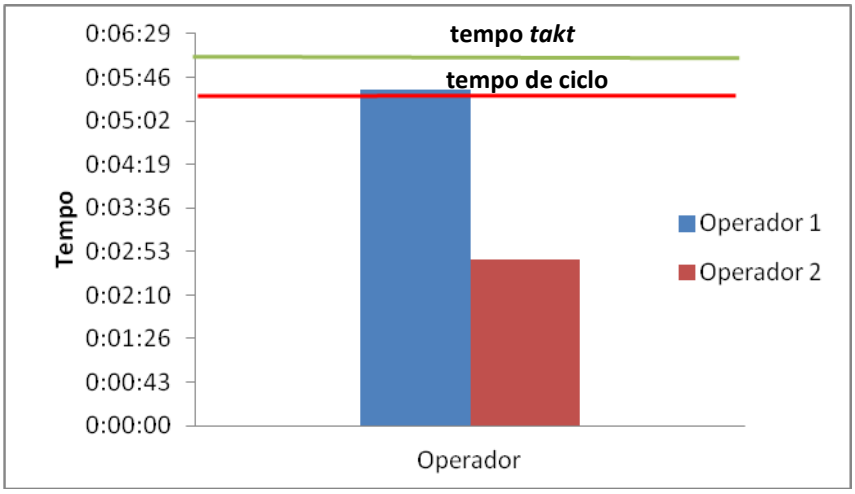
Fonte: O autor

Figura 3 – Balanceamento célula B



Fonte: O autor

Figura 4 – Balanceamento célula C



Fonte: O autor

Os resultados alcançados no balanceamento de células indicaram que para realizar a mesma demanda de trabalho a equipe poderia ter 80% do tamanho original, ou seja, antes da implementação do MFV. Assim, 20% da equipe foi realocada em funções de apoio, nomeada de staff, e a estas foram atribuídas às funções de *set up* das células, embalagem, armazenamento, descarte e entrega das amostras.

Assim como nas células, as atividades e os processos da equipe de apoio (*staff)* também foram balanceadas. Foram definidas as capacidades dos carrinhos utilizados nas entregas e os tempos das atividades foram cronometradas. Como resultado, foram roteirizados 4 (quatro) percursos de entregas de amostras, de maneira otimizar o trajeto e não desabastecer as atividades dos processos internos do setor.

Outra etapa de extrema importância no fluxo de processo do RCPA é o recebimento de amostras. Após o balanceamento das células, as atividades desta etapa também foram redefinidas, de maneira que esta passasse a ser o processo puxador "da produção", ou seja, nada seria gerado pelas células de trabalho do setor sem que o processo/atividade de recebimento fosse realizado. O processo de recebimento passaria as amostras para as células A e C, por meio de FIFO (*First in First out)*, pois o processo de obtenção das subamostras, nestes projetos, é rápido não sendo necessária a realização de programação, para cumprir os prazos de entrega. Devido às características da célula B, foi necessário um ponto de programação, pois os projetos destinados a esta célula tem cronogramas pré-definidos. Para isso, um quadro com a programação de forma simples e visível para todos os colaboradores

da célula, foi alocado. Assim, obtiveram-se duas células de conceito *Lean* (células A e C), ou seja, enxuta e rápida e uma célula conceito *Agile* (célula B), ou seja, ágil com programação.

3.4.2. Definição do Novo Layout

Para que o estado futuro fosse alcançado, foi indispensável adequar o *layout* do setor, pois se passou do modelo *jobshop* para células de trabalho. Foi considerado que os materiais necessários para o trabalho de cada célula estivessem próximos às bancadas, reduzindo o tempo de *set up* para início das atividades. Além disso, com a redução dos estoques intermediários, foi possível reduzir em aproximadamente 20% o número dos armários de armazenamento e a área de recebimento foi ampliada.

3.4.3. Comparativo entre os estados atual e futuro

Com a nova estrutura desenhada, foi possível calcular o novo *lead time* do processo e comparando os indicadores, evidenciaram-se as diferenças dos dois estados. O resultado encontra-se descrito na tabela 2.

	Estado Atual	Estado Futuro
Lead Time do Processo (dias)	13	6
Tempo de Processo (h)	11	10
Valor Agregado [a]	11%	21%
Número de Etapas	6	4
Pessoas	11	11
Pontos Programação	8	2

[a] O valor agregado é a razão entre o tempo de processo e seu *lead time*

Tabela 2 – Comparativo entre os indicadores do estado atual e futuro

Fonte: O autor

A redução do *lead time* após a implementação do novo estado foi de 54% e o valor agregado ao processo praticamente dobrou de valor. A redução dos pontos de programação se deve ao fato de as células A e C serem do modo *Lean* trabalhando em sistema FIFO. Além disso, também foi possível eliminar dois pontos de estoque intermediários de subamostras (produtos em progresso). Já para a célula B, por ser modo *Agile*, foi necessário a criação de

um estoque de amostras programado, pois os projetos preparados nesta célula tem cronogramas previamente acordados.

4. Conclusões

O mapeamento de fluxo de valor possibilitou o realinhamento de toda a cadeia de atividades do setor RCPA. Um ponto fundamental a ser ressaltado foi o envolvimento de todos os colaboradores neste trabalho, o que facilitou a obtenção de dados bastante precisos e reais, para o desenho dos processos. Foi possível também concentrar esforços nas atividades de melhoria dos pontos identificados, agilizando a realização das atividades no novo processo, sem a necessidade de suporte adicional ao time.

As melhorias alcançadas com a utilização do MFV reduziram em aproximadamente 54% do *lead time* total de processamento dentro do setor do RCPA, aumentaram em praticamente 91% as atividades de valor agregado ao cliente, reduziram os desperdícios pela exclusão de 36 atividades, além da eliminação dos estoques intermediários ao longo do processo avaliado.

Este trabalho confirmou que os conceitos oferecidos por esta ferramenta são adaptáveis a segmentos não industriais. Observou-se a total aplicabilidade do mapeamento de fluxo de valor e produção em célula a um setor como o de preparo de amostras laboratoriais de um centro de pesquisas e desenvolvimento~~s~~ de produtos. Os resultados obtidos resultaram em uma melhora significativa na performance e eficiência do setor, garantindo a rastreabilidade, integridade e a qualidade das amostras preparadas para análises químicas e físicas do PC-Americas.

REFERÊNCIAS

LEAN INSTITUTE. Disponível em http://www.lean.org.br. Acesso em 06/11/2013.

LIKER, Jeffrey. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

ROTHER, Mike.; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

SCOTELANO, Laíce Souza. Aplicação da Filosofia Kaizen e uma Investigação sobre a sua Difusão em uma Empresa Automobilística. **Rev. FAE**, Curitiba, v.10, n.2, p.165-177, jul./dez. 2007.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero:** O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.

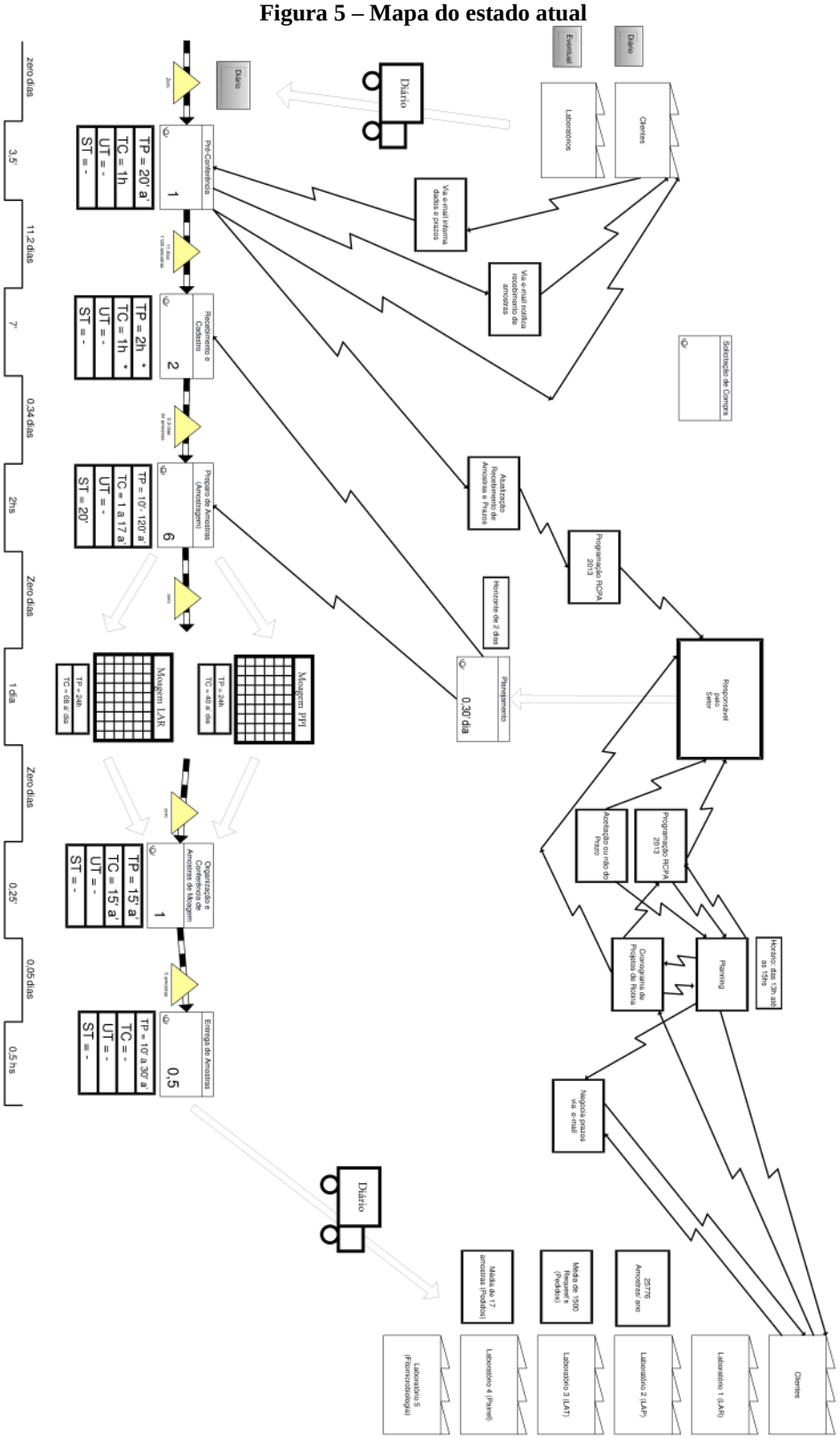
SPEAR, S; BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review. September-October,1999.

WOMACK, James; JONES, Daniel. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, James; JONES, Daniel.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004 – 10 ed.

ANEXOS

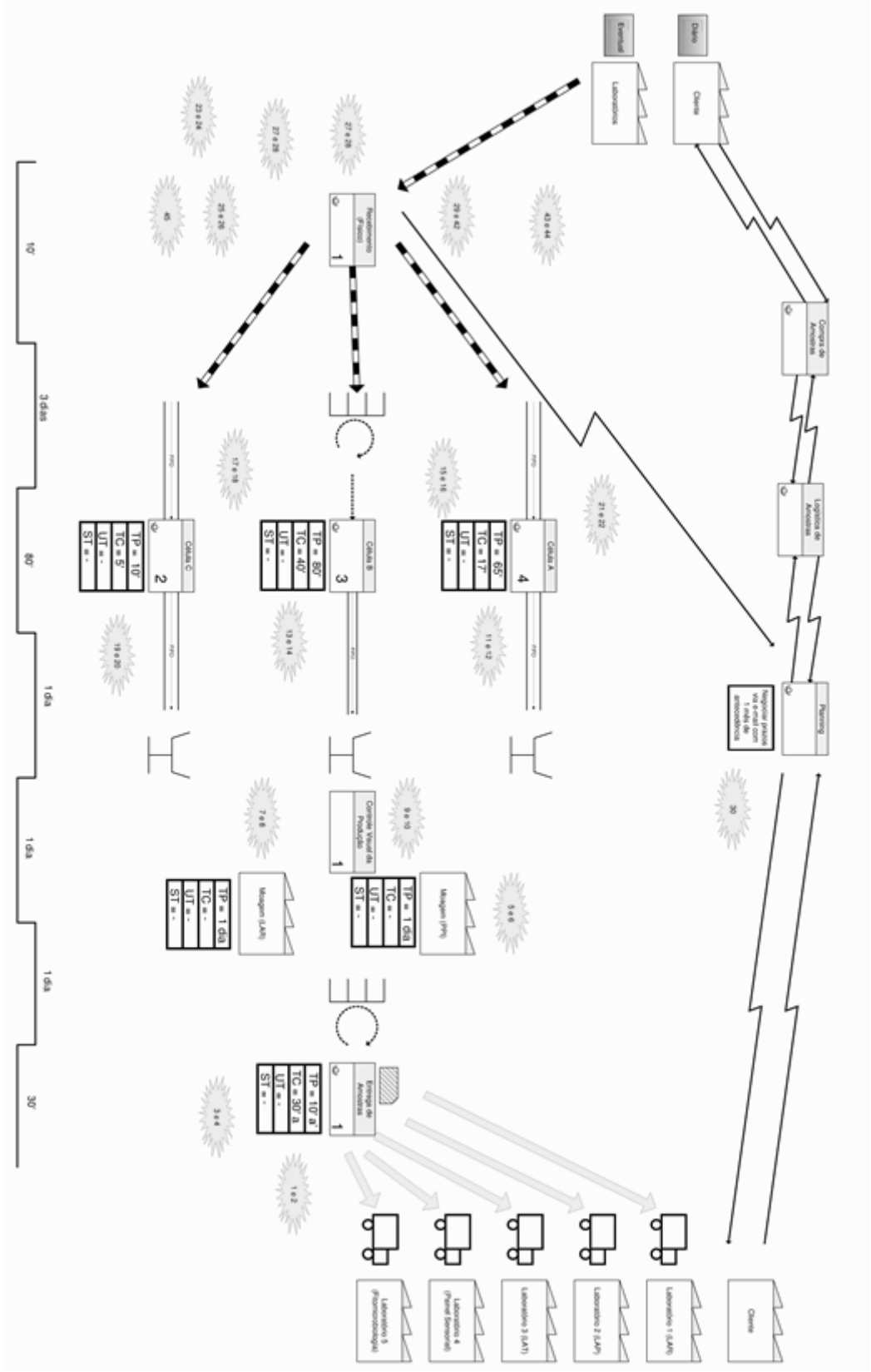
Figura 5 – Mapa do estado atual



Fonte: O autor

Figura 6 – Mapa do estado futuro

Fonte: O autor



Arcabouço conceitual de integração de modelagem da informação da construção com Sistema Last Planner: proposta adaptada e baseada em estudo de caso

Marlon Camara Garrido (UFPR) – marlon.c.garrido@gmail.com

Ricardo Mendes Júnior (UFPR) – mendesjr@ufpr.br

Sérgio Scheer (UFPR) – scheer@ufpr.br

André Luiz Flores Refosco (UFPR) – arefosco@gmail.com

Tiago Francisco Campestrini (UFPR) – tiago@campestrinitecnologia.com.br

Resumo: A construção enxuta e o BIM são duas aplicações que estão cada vez mais em uso nos projetos de construção. Embora o BIM e a construção enxuta sejam independentes um do outro, tem-se como hipótese que o potencial pleno de melhorias nos empreendimentos de construção somente pode ser alcançado com a adoção integrada de ambos. O objetivo deste trabalho é propor um arcabouço conceitual para utilização de Last Planner System integrado com Modelagem da Informação da Construção. Este arcabouço é proposto a partir da literatura e dos conhecimentos obtidos em um projeto de construção residencial realizado na cidade de Curitiba (Paraná), com participação dos pesquisadores. O planejamento com Last Planner já estava em uso no dia a dia da obra. A partir do planejamento mestre e com os projetos 2D foi construído o modelo BIM e os modelos 4D e 5D. O artigo relata o uso do modelo BIM na preparação das atividades no lookahead, em relação ao planejamento, quantitativos e preparação dos materiais para as atividades. Com a utilização da interação do modelo BIM com o Sistema Last Planner é possível obter mais informações para produção do que utilizar documentos sem integração. Para que tenha sucesso, essa utilização deve ser feita de maneira sistemática. A experiência realizada no estudo de caso relatado acima mostrou que a equipe não estava pronta para utilizar o modelo. À menor falta de informação integrada, a equipe deixava o modelo de lado e voltava ao seu trabalho tradicional com documentos sem integração.

Palavras-chave: BIM, Construção enxuta, Sistema *Last Planner*.

Abstract: Lean Construction and BIM are two applications that are increasingly in use in construction projects . Although BIM and lean construction are independent of each other , has hypothesized that the full potential of improvements in construction projects can only be achieved with the adoption of integrated both. The objective of this work is to propose a conceptual framework for using Last Planner System integrated with the Building Information Modeling . This framework is proposed from the literature and knowledge obtained on a residential construction project in the city of Curitiba (Paraná) , with participation of researchers . Planning with Last Planner was already in use in day to day work . From the master and the 2D planning projects was built BIM model and the 4D and 5D models . The article reports on the use of BIM in the preparation of the lookahead activities in relation to planning , quantitative and preparing materials for activities. Using the BIM model of the interaction with the Last Planner System is possible to produce more information than using documents without integration . In order to succeed , it shall be done in a systematic way . The experiment conducted in the case study reported above showed that the team was not ready to use the model . At the slightest lack of integrated information , the team left the model aside and return to his traditional work with documents without integration .

Keywords: BIM; Lean Construction; Sistema Last Planner.

Introdução

Segundo dados da CBIC, a atividade de construção representou 15,5% do PIB (Produto Interno Bruto) no ano de 2012, no Brasil (http://www.cbic.org.br). O país enfrentou décadas de baixo investimento em infraestrutura e habitação. Segundo Simão (2012), felizmente a construção retomou seu importante papel na atividade produtiva brasileira. O desafio é pela busca incessante de produtividade. Há necessidade de se produzir mais com menor emprego de recursos.

Com objetivo de propor uma mudança de visão no sistema produtivo da indústria da construção, Koskela (1992) publica seu relatório chamado "*The aplication of the new production philosophy to construction*": A visão da construção em fluxos, com a busca incessante pela redução das atividades que não agregam valor ao produto entregue ao cliente, é uma adaptação do Sistema Toyota de Produção a indústria da construção.

A tecnologia da informação vem trazendo muitas mudanças para a indústria da construção, uma destas é a tecnologia BIM (*Building Informatio Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção, no Brasil). Tem sido alvo de pesquisas e testes na indústria da construção. O BIM é o projeto concebido no ambiente virtual em 3D com elementos geométricos parametrizados e todas as disciplinas de engenharia e arquitetura compatibilizadas. Este mesmo modelo é levado ao canteiro de obras para ser utilizado pela equipe de produção, trazendo consigo as informações necessárias para guiar o processo produtivo.

Fato, como relatado por Scardoelli et al. (1994, apud NASCIMENTO. SANTOS, 2003), é que a indústria da construção sofre grande atraso tecnológico em relação a outras industrias e setores. Os mesmos autores citam que isso é devido a resistência às inovações tecnológicas.

BIM e construção enxuta objetivam trazer inovação em filosofia, método e tecnologia a indústria da construção. Embora o BIM e a construção enxuta sejam independentes um do outro, Sacks et al. (2010) trazem a hipótese de que o potencial pleno de melhorias nos empreendimentos de construção somente pode ser alcançado com a adoção integrada de ambos.

O objetivo deste trabalho é propor um arcabouço conceitual para utilização de *Last Planner System* integrado com Modelagem da Informação da Construção, adaptado da proposta de Bhatla & Leite (2012) com os conhecimento de um projeto realizado na cidade de Curitiba, Paraná. Este caso brasileiro já havia sido implantado *Last Planner System*. Gradualmente, o

modelo de informação era utilizado nas diferentes fases do sistema produtivo, junto as *Last Planner System*.

Sistema Last Planner

Segundo Ballard (2000), o sistema Last Planner é uma filosofia que deve ser seguida por todos os envolvidos no processo produtivo. Desde responsáveis por produção, projetos (*design*), suprimentos entro outros recursos.
O sistema traz atividades que deveriam (should) ser realizadas, pelo cronograma mestre da produção. Essas atividades são filtradas para uma visão restrita de médio prazo, que Ballard (2000) chama de planejamento lookahead. Neste planejamento, as atividades possuem restrições para seu início. Nessa etapa devem ser listadas as atividades que podem (can) ser realizadas, mediante a remoção das restrições. Algumas aplicações do lookahead limitam este em quatro (4) semanas. Quando as atividades possuem todas suas restrições removidas, estão prontas para irem à programação da produção. Assim, um planejamento (comumente realizado semanalmente) de curto prazo é realizado para a obra. Neste, a equipe de produção (denominada Last Planner) programa aquilo que vai (will) fazer. Passado o período de produção (a semana), são coletadas as atividades feitas (did) e um novo lookahead é realizado.

O lookahead estabelece fluxo puxado de atividades dos envolvidos no processo produtivo.

Interações entre Modelagem da Informação da Construção e construção enxuta.

Koskela, Sacks, Dave & Owen (2010) estabeleceram uma matriz com 14 princípios de qualidade total, propostos por Deming (1986) e utilizados na nova filosofia de Koskela (1992), cruzados com potencialidades que o uso de BIM pode proporcionar. As seguintes questões são feitas:

- O BIM como processo tem características que seriam intrinsecamente fundamentais na eliminação de desperdícios dominantes na construção?

- As organizações estimuladas a adotar BIM terão implantação neutra, favorável ou dificultosa, em termos Lean?

- Quais características do sistema BIM promovem fluxos e quais os interrompem?

BIM pode ser adotado sem praticas Lean e vice e versa, porém o efeito é potencializado com a implementação conjunta (Koskela et al, 2010).
Eastman et al. (2011) relata um estudo de caso do Sutter Medical Center, nos Estados Unidos. Este estudo é modelo de aplicação de BIM, porém um exemplo é citado ao falar que o uso de BIM 4D é utilizado para otimizar o planejamento e visualização de fluxos. Isso acarreta na redução de tempos de ciclo.
Segundo Sacks et al. (2013), empreiteiros abrem diferentes frentes de trabalho simultaneamente, pois assim se protegem da possibilidade de terem equipes paradas. Para Koskela et al. (2010), através da visualização do processo produtivo, é possível ter maior controle operacional. Também é possível, com utilização de BIM, estabelecer um fluxo puxado de atividades. Sacks et al. (2010) propõe a visualização das atividades no lookahead, com o uso do BIM, integrando e comunicando precisamente os envolvidos.

Método de pesquisa

Baseado em um estudo de caso realizado na cidade de Curitiba, Paraná, e na proposta de Bhatla & Leite (2012), uma proposta de arcabouço conceitual para integração de Sistema Last Planner com BIM é apresentada. A utilização da modelagem da informação da construção não respeitou padrões sistemáticos, tal como será explicado. Assim, o arcabouço conceitual a ser proposto se faz por uma pesquisa construtiva, que consiste em produzir construções inovadoras, com intenção de resolver problemas encontrados no mundo real, e assim, contribuindo para a teoria de uma disciplina, na qual é aplicada (LUKKA, 2003; *apud* BIOTTO, 2012).

Estudo de caso: realizado em Curitiba, Paraná

O estudo de caso foi realizado em uma obra residencial de quatro torres, quatro pavimentos e quatro apartamentos cada pavimento. Totalizando 64 unidades. Infraestrutura de áreas comum com aproximadamente 8700 m². A obra apresentava sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos de concreto; lajes pré-moldadas e capeadas com concreto em piso zero; revestimento em gesso liso; regularizações com posterior acabamento em pinturas e azulejos. Fundações em estacas cravadas com blocos de coroamento interligados com vigas baldrame. A empresa proprietária do empreendimento possuía uma equipe de gestão. Atividades de produção foram terceirizadas a uma construtora.

O Sistema Last Planner estava inserido no dia a dia da organização onde o lookahead distribuía as restrições para a equipe de gestão da empresa proprietária. O planejamento de curto prazo, realizado semanalmente, estava sob a responsabilidade do engenheiro responsável da empresa proprietária e da construtora.

Para o planejamento, já havia sido criada uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP) unificando as informações dessa disciplina. Orçamentos, relatórios de custos e qualidade não haviam sido considerados nessa EAP.

Para o levantamento de informações organizacionais, elaboração do modelo da informação e integração com o Sistema Last Planner, uma equipe de pesquisadores da UFPR se inseriu na equipe de gestão do empreendimento.

Elaboração do BIM do empreendimento

Inicialmente, a EAP do planejamento foi padronizada e utilizada para orçamento e qualidade. O objetivo foi unificar a base de dados que seria inserida no modelo. Logo, todas as atividades passarem a serem tratadas como pacotes de trabalho com informações de custo, prazo, especificações técnicas e qualidade.

Quando decidido utilizar a modelagem da informação da construção no empreendimento, muitas informações já haviam sido trazidas a equipe. Informações como o planejamento mestre da obra, os projetos em 2D, listas com quantitativos de recursos e recursos já negociados com fornecedores. A equipe da UFPR realizou o modelo da informação 5D no momento em a obra passava por atividades de terraplenagem.

Utilização do BIM com Sistema Last Planner

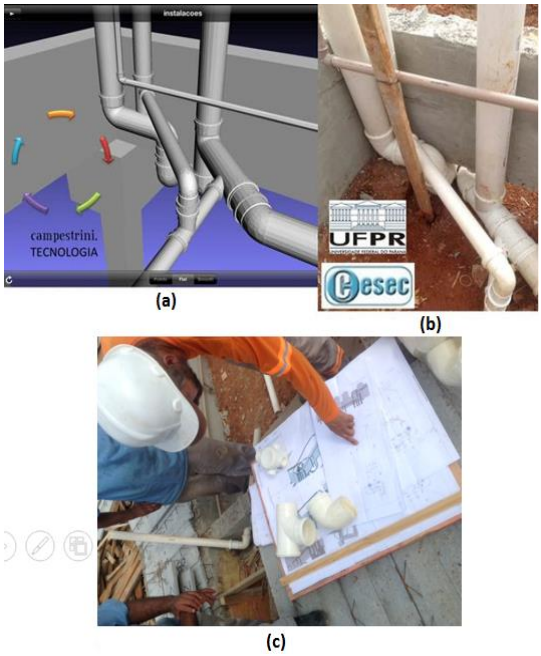
O modelo foi utilizado para revisar o planejamento mestre da obra, com o cronograma 4D. Algumas incompatibilidades na sequência executiva foram detectadas, assim como atividades que não tinham continuidade, exigindo que a mão de obra parasse suas atividades.

Durante o lookahead, a equipe de gestão trabalhava para remover as restrições das atividades. A equipe de pesquisadores revisava as atividades em 3D e 4D, a fim de trazer mais informações para discutir com essa equipe de gestão. A duas semanas do início da atividade, havia uma reunião com a equipe de pesquisadores, a equipe de gestão e a construtora, para discutir o curto prazo da atividade. Durante o período de pesquisa, duas reuniões foram realizadas com a presença do modelo 3D e 4D para coordenação entre instalações elétricas,

hidráulicas e mecânicas (em formato de restrição) e avaliação de riscos em atraso ou adiantamento daquela atividade.

A complexidade em instalações do edifício era baixa, assim com essas duas reuniões, a compatibilidade pode ser realizada. A figura 3 demonstra (a) a instalação de esgoto compatibilizada no modelo; (b) produção em obra; e (c) a mão de obra em contato com informações do modelo.

Figura 3 – Resultado de coordenação de instalações



Fonte: Os autores (2014)

A equipe responsável por programar recursos retirava informações de quantitativos do modelo. Essa informação era compartilhada com o almoxarife da obra, que separava os materiais para execução da atividade, ainda como restrição. Atividades com restrições removidas eram programadas para o planejamento de curto prazo. Este planejamento tinha periodicidade semanal.

Durante os dias de obra, dados de prazo, custo, qualidade e diário de obras eram coletados através de listas padrão, todas integradas através da EAP (e os pacotes de trabalho), alocadas em um servidor na nuvem. Responsáveis pelo canteiro de obras utilizavam tablets para realizar a coleta de dados. Uma interface chamada de Painel de Controle disponibilizava os dados coletados, comunicando a situação da obra em tempo real.

Antes da reunião semanal para discussão através do Sistema *Last Planner*, com os dados disponibilizados no Painel de Controle, era possível retroalimentar o modelo 4D e 5D.

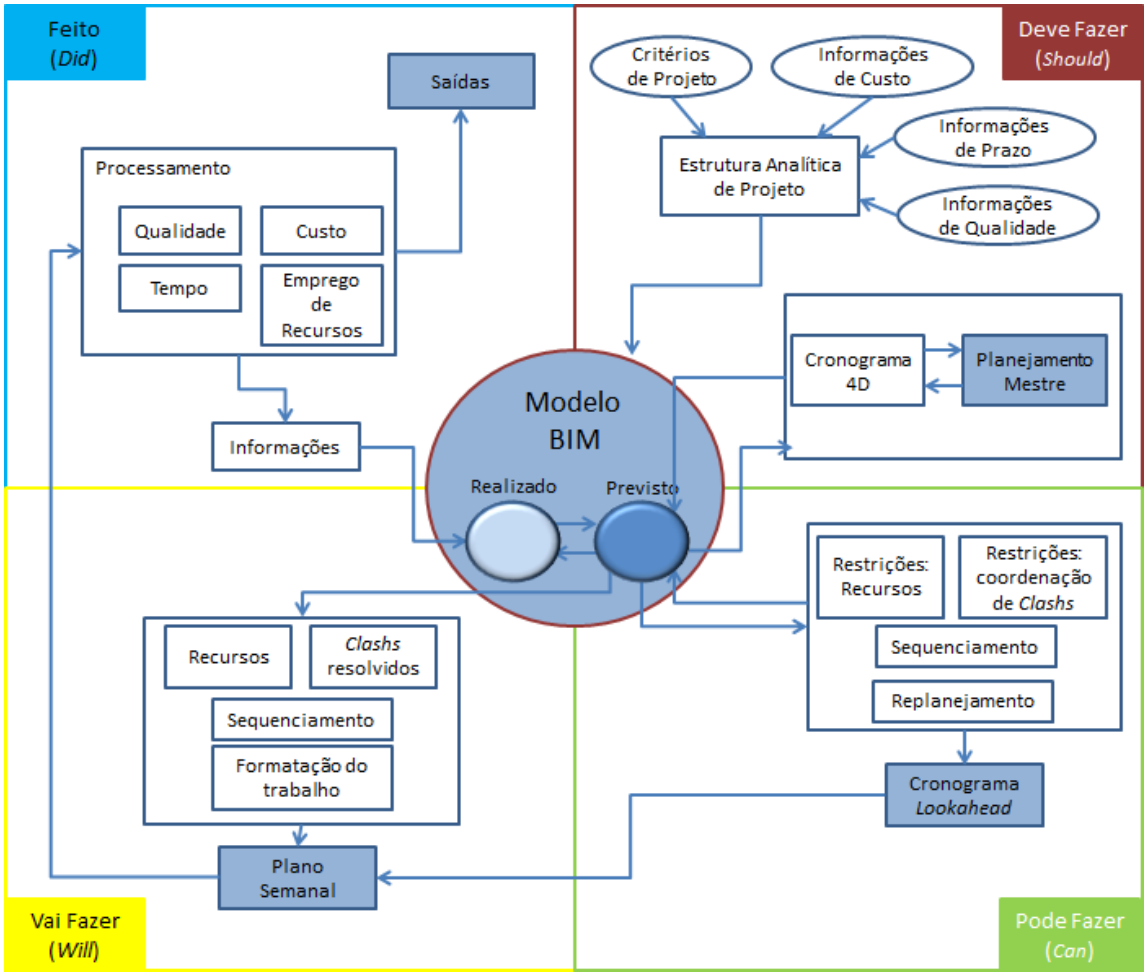
O resultado do modelo 4D era criticado pela equipe de gestão e pesquisadores. Situações em desacordo com o planejamento eram destacadas.

A utilização e troca de informação com o modelo não era realizada de forma sistemática. Quem tinha acesso eram principalmente os pesquisadores da UFPR. A equipe de gestão da empresa proprietária não possuía o modelo sistematicamente inserido em suas atividades de dia a dia.

Arcabouço conceitual de integração de Last Planner com BIM

Baseado no modelo proposto por Bhatla & Leite (2012) e na experiência adquirida com o trabalho realizado com o modelo da informação da construção, o seguinte arcabouço conceitual de integração entre BIM e Sistema Last Planner é proposto (Figura 7):

Figura 7 – Arcabouço conceitual de integração de BIM com *Last Planner*



Fonte: Os autores (2014)

A estrutura analítica de projeto (EAP) é definida orientando o escopo e os pacotes de trabalho de empreendimento. Cada pacote de trabalho possui demanda por informações de custo, prazo, qualidade e critérios de projeto. Todas essas informações, devidamente alocadas na EAP correta, são inseridas no modelo. Esta será o banco de dados do empreendimento.
O planejamento é elaborado e revisto junto ao cronograma 4D. A visualização e análise deste possibilitam revisão do refino do planejamento mestre que é integrado ao modelo e alocado em um local específico no banco de dados. Está definido que a produção deve (*Should*) fazer. No *Lookahead*, o modelo como bando de dados, traz sistematicamente as demandas por informação para a atividade que irá iniciar. Essas demandas por informação são transformadas em restrições e distribuídas à equipe de gestão. Informações coletadas diretamente no canteiro de obras são recursos para replanejamento e sequenciamento da produção, neste mesmo *Lookahead*. O exemplo da Figura 7 demonstrar que estas são as atividades que a equipe de produção pode fazer (*Can*). Em formato de restrição está também a resolução de interferências entre sistemas (resolução de *clashs*). Neste arcabouço conceitual, essa atividade é puxada pelo *Lookahead*. E todas as informações são novamente inseridas em local específico no modelo.
Atividades de restrição zero são divididas em tarefas menores e sequenciadas, como orientação à produção. Assim, semanalmente é realizado o plano semanal. As informações necessárias para a produção constam no modelo: recursos utilizados, especificações técnicas, procedimentos de execução e incompatibilidades resolvidas. Nesta parte do arcabouço são as atividades que a produção vai fazer (*will*).
Passado o período de processamento produtivo, recursos e informação são empregados e transformados em saídas. O resultado da prática do planejado é coletado em forma de dados e adicionado ao modelo como forma de controle. Controle este para trazer tomada de decisão durante a atividade produtiva e conhecimento da situação. Essa etapa é coleta do que foi feito (*Did*). Esses dados se transformarão em informação quando em contato da equipe de gestão e produção, para avaliar qual é a situação da obra e verifica o que pode ser feito, a cada *Lookahead*.

Considerações finais

Com a utilização da interação de moldagem da informação da construção com Sistema *Last Planner* é possível obter mais informações para produção do que utilizar documentos sem

integração (projetos, cronogramas, orçamentos, etc.). A visualização e possibilidade de simular cenários futuros de produção, opção por outros sistemas construtivos e resolução de incompatibilidades traz mais opções para a produção, bem como confiabilidade nos resultados. A integração de documentos aumenta essa confiabilidade. A integração das informações em um só bando de dados reduz variabilidade e melhora a comunicação entre os envolvidos. Isso traz redução de tempos de ciclo, redução em retrabalho pelo acerto em uma primeira tentativa entre outros. Assim, a utilização de modelagem da informação da construção pode trazer princípios da construção enxuta.

Para que tenha sucesso, essa utilização deve ser feita de maneira sistemática. Inserida no dia a dia da equipe do empreendimento. E comprovada que suas informações têm confiabilidade. Além de um rigoroso critério de inserção de informações no modelo, o feedback coletado no dia a dia de produção também aumenta essa confiabilidade. Porém, a experiência realizada no estudo de caso relatado acima, mostrou que a equipe não estava pronta para utilizar o modelo. Muitos não compreendiam a importância do modelo, outros simplesmente não sabiam como interagir. À menor falta de informação integrada, a equipe deixava o modelo de lado e voltava ao seu trabalho tradicional com documentos sem integração.

Para que o modelo possa ser um banco de dados central do empreendimento, é preciso (a) garantir a confiabilidade das informações, (b) preparar bem a equipe antes do início do empreendimento e (c) planejar uma interação de forma sistemática com o dia a dia produtivo. A proposta desse artigo é (c) propor uma forma de interação sistemática da equipe com esse modelo através do Sistema *Last Planner*.

Referências bibliográficas

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle na Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2001. Tese Doutorado.

BIOTTO, C. N. **Método de Gestão da Produção na Construção Civil com Uso da Modelagem BIM 4D.** Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012. Tese Mestrado.

BIOTTO, C. N. M.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. **O uso da Modelagem BIM 4D no Projeto e Gestão de Sistemas em Empreendimentos de Construção.** In:XIV ENTAC - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. p. 3688 - 3697.

COELHO, S. B.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e Ambientes Colaborativos para Gestão de Projetos na Construção Civil.** In: VIII Workshop Brasileiro - Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 2008, São Paulo.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. **BIM Handbook**: **A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.**2and ed. John Wiley & Sons. New Jersey, 2011.

FERREIRA, E. A. M.; MATOS, F. D.; GARCIA, M. S. **Avaliação do Processo de Modelagem da Edificação e do Canteiro de Obras no Desenvolvimento de Projetos 4D.** In:XIV ENTAC - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. p. 3558 - 3563.

FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa.** In: WORSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2007, Curitiba.

FLORIO, W. **Contribuições do BuildingInformationModeling no Processo de Projeto em Arquitetura.** In: SEMINÁRIO TIC 2007 – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NACONSTRUÇÃO CIVIL, 2007, Porto Alegre.

FLORIO, W.; ARAUJO, N. S. **A importância da Tecnologia da Informação e de Modelos 3D/4D no Processo e Gestão de Projetos e Arquitetura.** In:VI ENTECA – ENCONTRO TECNOLOGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 2007, Maringá.

FORMOSO, C. T. (Org.). **Planejamento e controle da produção em empresas deconstrução.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para aInovação da Edificação, 2001.

FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L; OLIVEIRA, K. **Termo de Referencia para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC), 1999.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Centre of Integrated Facility Engineering, 1992. Technical Report 72.

KOSKELA, L.; SACKS, R.; DAVE, B. A.; OWEN, R. The interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, p. 1307-1315. nov. 2009

LEITE, F.; HAMDI, O. BIM and Lean interactions from the BIM capability maturity modelo perspective: a case study. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction,** 12, 2012, Proceedings.... San Diego, United States: IGLC, 2012

JACOSKI, C. A. **A Integração da Comunicação em Projetos de Construção Utilizando Tecnologias da Informação.** In:CONFERÊNCIA CONSTRUÇÃO, 2004, Portuga. FEUP-PORTO/PORTUGAL, 2004.

MENDES JR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. Florinópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Tese de Doutorado. 1999.

MENEZES, A. M.; VIANA, M. L. S.; PEREIRA JR, M. L; PALHARES, S. R. **A adequação (ou não) dos aplicativos BIM às teorias contemporâneas de ensino de projeto de edificações.** In: XIV CONGRESSO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL - SIGRADI 2010, 2010. Bogotá. SIGRADI 2010. Bogotá: Ediciones Uniandes, 2010.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R.; Requirements of building information modeling based lean Production management systems for construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641-655, 2010. Elsevier B.V.

SACKS, R.; BARAK, R.; BELACIANO, B.; GUREVICH, U.; PIKAS, E. KanBIM workflow management system: prototype implementation and field testing. **Lean Construction Journal**, p. 19-35. may. 2013

SAURIN, T. A.; GUIMARÃES, L.B.M. **Integração da Segurança no Trabalho ao Processo de Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil**. In: ABERGO, 2000.

Análise da capacidade produtiva da fabricação de telhas em uma indústria cerâmica

Ana Victoria da Costa Almeida (UEPA) - anavictoriaalmeida@yahoo.com.br
Brenda de Farias Oliveira Cardoso (UEPA) - brendadiifarias@hotmail.com
Gustavo Henrique Natividade Morais (UEPA) - guto.natividade@hotmail.com
Ludmylla da Silva Moreira (UEPA) - ludmylla_al@hotmail.com
Pedro Lucas Nascimento Adelino (UEPA) - pedro.adelino15@hotmail.com

Resumo: O estudo de tempos é de suma importância para as organizações, pois é a base para determinar as medidas de tempo padrão e a capacidade produtiva das mesmas. Tendo esse panorama como alicerce, este artigo tem por finalidade determinar e analisar a capacidade produtiva no setor de fabricação de telhas, em uma empresa de cerâmica localizada no interior do estado do Pará, fazendo uso das técnicas pressupostas pelo estudo de tempos, para poder identificar formas de melhorias. Para isso escolheu-se a etapa da formação das peças e dividiu-a em quatro elementos, cronometrando cada um separadamente. Após a análise dos resultados obtidos, descobriu-se que o tempo normal do operador foi 2,78 e da máquina 14,36 segundos, o tempo padrão foi de 17,47 segundos e a capacidade produtiva da empresa é de aproximadamente 14841 telhas por dia. Os resultados encontrados tornarão menos complexa a determinação dos padrões da produção, o que irá contribuir para elaboração de planos de produção mais eficazes no setor a fim de evidenciar o que pode ser feito para o desenvolvimento das competências da empresa.

Palavras-chaves: Tempos; Capacidade; Produção; Cerâmica.

1.Introdução

A cerâmica, na indústria brasileira, assume um papel importante para a economia nacional, por exemplo, participando do PIB (Produto Interno Bruto). O setor cerâmico no país apresentou desenvolvimento em várias regiões (ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica, 2012) e há, aproximadamente, 418 empresas envolvidas com os produtos e serviços dessa área. Contudo, entre essas empresas ainda existem aquelas que não reconhecem a importância de avaliar toda a sua produtividade, e consequentemente, são as que menos ganham benefícios devido à competitividade, principalmente as que ficam nas regiões norte e nordeste, por serem menos favorecidas devido a vários fatores, de acordo com os dados da ABCERAM (2012).

Nesse contexto, o estudo de tempos torna-se relevante para essas empresas, pois a aplicação desta técnica é de fundamental estima para a estruturação do modo de produção, admitindo dividir a operação em atividades, o que permite uma melhor observação das etapas, bem como o encontro de possíveis erros, gastos excessivos, desperdícios de tempo e/ou pessoas. Desse modo, possibilita aos empresários o conhecimento da produtividade,

condições de trabalho e melhorias de processo, que são fundamentais para a tomada de decisões gerenciais e estratégicas para a organização.

Por conseguinte, o objetivo deste artigo é analisar a etapa molde de telhas em uma empresa do setor de cerâmica, situada no interior do estado do Pará, para determinar a sua capacidade produtiva e buscar possíveis melhorias, além de ressaltar a importância desse estudo para definir os padrões de produções da empresa.

O presente artigo disponibiliza em sua estrutura daqui por diante, na seção 2 o referencial teórico abordando de forma detalhada as técnicas utilizadas no estudo de tempos. Traz ainda, na seção 3 a metodologia usada para pesquisa de campo. Em seguida, na seção 4 encontram-se os resultados e discussões, onde estarão disponíveis todos os dados analisados baseados nas coletas feitas através da pesquisa de campo. A seção 5 possui a conclusão contendo sugestões e propostas de melhorias para a empresa. Por fim, há as referências bibliográficas que deram o embasamento para a realização do trabalho.

2. Referencial teórico

2.1 Contexto histórico e conceitos iniciais

Ao analisar os sistemas produtivos de sua época, Frederick Taylor, na tentativa de fazer o trabalhador produzir mais em menos tempo com a intenção de elevar a produtividade sem aumentar os custos da produção, percebeu que faltava a padronização dos métodos de trabalho e que isso prejudicava o custo/benefício das organizações.

O estudo de tempos é definido como:

> (...) o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto para uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido (BARNES,1977 apud EMERIQUE, 2011).

2.2 Estudo de tempos

O estudo de tempos de determinada atividade (previamente escolhida) inicia com a coleta de informações da operação e do operário encarregado da mesma, registrando os dados na folha de verificação. Em seguida, é necessária a divisão da atividade, que deverá ser

previamente escolhida, em elementos. Estes elementos são partes em que a operação poderá ser dividida, e tem por principal finalidade verificar o método de trabalho. O tempo de cada elemento deverá ser anotado separadamente na folha de observações (MARTINS; LAUGENI, 2006).

2.3 Número de cronometragens necessárias (n)

Após a separação da operação em elementos e a análise da mesma, faz-se necessário realizar um número de cronometragens prévias para composição do estudo. Para tanto, utilizam-se técnicas estatísticas como o cálculo do número de cronometragens necessárias (n), que segundo Martins e Laugeni (2006), é obtido por meio da equação 01:

$$N = \left(\frac{ZxR}{Erxd2x\bar{x}}\right)^2 \quad (01)$$

Onde, z, representa o coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada (na prática costuma ser utilizada probabilidade de 90% ou 95%); R é a amplitude da amostra; Er, erro relativo; d2 é o coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente; $\bar{x}$ é a média da amostra.

De acordo com Martins e Laugeni (2006), antes de utilizar a expressão deve-se realizar uma cronometragem prévia de 5 a 7 vezes, retirando dos resultados obtidos a média, a amplitude R e o erro relativo Er que deve variar entre 5% a 10%, dependendo da probabilidade empregada.

2.4 Gráficos de controle da amostra

Os gráficos de controle são utilizados para validar os dados obtidos nas cronometragens e verificar se não existe nenhuma discrepância nas cronometragens realizadas, podendo desta forma dar continuidade ao estudo.

Existem dois tipos de gráficos utilizados para o controle da amostra que subdividem-se em limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC): gráfico da média e gráfico da amplitude (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.4.1. Gráfico de controle da média

O gráfico de controle da média é utilizado para cada amostra com o objetivo de identificar possíveis diferenças nas médias amostrais. Para isso, são utilizadas as equações 02 e 03, segundo Werkema (2006):

$$LSC = \bar{x} + A2\ x\ R \quad (02)$$

$$LIC = \bar{x} - A2\ x\ R \quad (03)$$

Onde $\bar{x}$ é a média dos tempos das amostras, $A2$ é o coeficiente tabelado que varia de acordo com o número de cronometragens e R é a média das amplitudes das amostras.

2.4.2. Gráfico de controle da amplitude

O gráfico de controle da amplitude é usado em cada amostra com o objetivo de identificar possíveis diferenças nas amplitudes amostrais. Para isso, são utilizadas as equações 04 e 05, segundo Werkema (2006):

$$LSC = D4\ x\ R \quad (04)$$

$$LIS = D3\ x\ R \quad (05)$$

Onde $D4$ e $D3$ são valores obtidos em tabelas estatísticas de acordo com o número de cronometragens realizadas, e R é a média das amplitudes das amostras.

A_2	D_3	D_4
0,577	0	2,114

Tabela 1 – Valores dos coeficientes tabelados para cinco cronometragens

Fonte: Os autores com base em tabelas estatísticas

2.5 Tempo Médio (TM)

Após dividir a operação em elementos e cronometrar cada um deles, faz-se necessário calcular o tempo médio que segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) é o tempo gasto por um trabalhador qualificado na realização de uma tarefa específica com um desempenho padrão. Para encontrar o tempo médio, somam-se os tempos cronometrados de cada atividade e em seguida divide-se o resultado pelo número de cronometragens realizadas, que segundo Martins e Laugeni (2006), está expresso pela equação 06.

$$TM = \frac{\sum_{i=1}^{n} ti}{n} \quad (06)$$

Onde t é o tempo cronometrado de cada elemento da operação e n é a quantidade de elementos em que a operação foi dividida.

2.6 Fator de ritmo ou velocidade do operador (V)

É necessário que o funcionário escolhido realize testes tais como o do baralho onde, segundo Martins e Laugeni (2006), apontam-se 52 cartas do baralho que apresenta uma

indicação da velocidade do trabalhador e de sua propensão à variabilidade. O teste consiste na aferição do tempo gasto por um funcionário na distribuição das 52 cartas de baralho em um gabarito de fórmica, seguindo a distribuição no sentido horário realizado cinco vezes. Posteriormente, os dois primeiros tempos são descartados e a média dos três últimos é calculada. O tempo ideal para a distribuição é de 30 segundos, sendo o ritmo (*V*) do trabalhador a razão entre o tempo ideal e o tempo obtido, descrita na equação 07, segundo Martins e Laugeni (2006):

$$V = \frac{Tempo\ do\ teste\ ideal}{Tempo\ do\ teste\ obtido} \quad (07)$$

2.7 Tempo Normal (TN)

Após calcular a velocidade do operador, é possível calcular o tempo normal que é a relação do tempo determinado para a realização de uma atividade e o ritmo do operador que a executa. Sendo assim, evidência o tempo que um operador devidamente instruído e capacitado, trabalhando num ritmo normal, levaria para completar uma sequência da operação. E segundo Martins e Laugeni (2006), pode ser calculado a partir da equação 08.

$$TN = TM\ x\ V \quad (08)$$

Onde V é a velocidade do funcionário previamente calculada no teste do baralho.

2.8 Fator de tolerância (FT)

Para Martins e Laugeni (2006, p. 86):

> Não é possível esperar que uma pessoa trabalhe sem interrupções o dia inteiro. Assim devem ser previstas interrupções no trabalho que sejam atendidas as denominadas necessidades pessoais e proporcionar um descanso.

Calcula-se o fator de tolerância (FT), segundo os mesmos autores, pela equação 09:

$$FT = \frac{1}{(1-p)} \quad (09)$$

Onde p, é a porcentagem de tempo concedida em relação ao tempo diário e pode ser encontrado a partir da divisão entre o tempo não trabalhado e o tempo de trabalho.

2.9 Tempo padrão da operação (TP)

Para calcular o tempo padrão é necessário obter previamente o tempo normal e levar em conta os cálculos do fator de tolerância também previamente realizados, segundo Barnes

(1977, p. 89): "o tempo padrão deve conter a duração de todos os elementos da operação e, além disso, deve incluir o tempo para as tolerâncias necessárias". E pode ser calculado segundo Martins e Laugeni (2006), através da equação 10.

$$TP = TN \; x \; FT \tag{10}$$

2.10 Capacidade Produtiva (CP)

De posse de todos esses dados é possível o cálculo da capacidade produtiva. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) tem-se que a capacidade de uma operação é o nível máximo de atividade de valor adicionado em um determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação. Pode ser calculada em segundos, minutos, horas, dias ou em qualquer outra medida dependendo dos dados que estiverem dispostos na equação 11 proposta por Martins e Laugeni (2006).

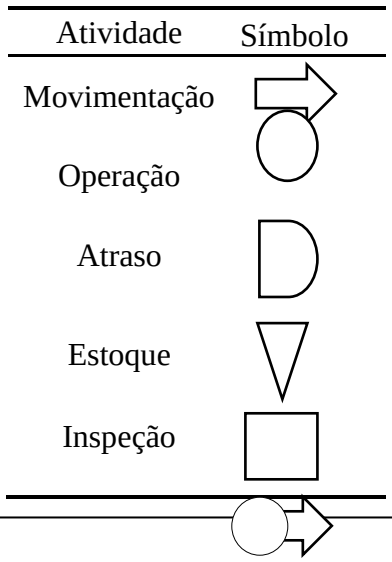
$$CP = \frac{TD}{TP} \tag{11}$$

Onde *TD* é o tempo disponível de trabalho e *TP* é o tempo padrão de realização da operação.

2.11 Gráfico de Fluxo do Processo

Fluxogramas são modos de evidenciar, através de símbolos gráficos, a sequência de cada etapa de um trabalho para auxiliar sua análise. Um fluxograma é um artifício visual para averiguar sistemas produtivos, procurando encontrar oportunidades de melhorar a eficiência dos processos (PEINADO; GRAEML, 2007).

Segundo Martins e Laugeni (2006), existe ainda a atividade combinada, que consiste na realização de duas atividades ao mesmo tempo.



Combinada

Tabela 2 - Gráfico de fluxo do processo

Fonte: Martins e Laugeni (2006)

2.12 Operações homem-máquina

O trabalho desenvolvido pelos operadores e pelas maquinas é representado pela carta de atividades múltiplas, usando símbolos para cada tipo de atividade realizada. Desse modo, é possível verificar a carga de trabalho da operação (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Atividade	Símbolo
Independente	
Combinada	
Espera	

Tabela 3 - Carta de atividades múltiplas

Fonte: Martins e Laugeni (2006)

3.Método de Pesquisa

A aplicação dos estudos de tempos ocorreu em uma empresa de cerâmica localizada no interior do estado do Pará, onde são fabricados dois tipos de produtos: telhas e tijolos. Realizou-se uma visita técnica no departamento de produção que possibilitou a observação de todo o processo produtivo das telhas, na qual foi escolhida uma etapa da sua fabricação para o estudo em si.

Todos os métodos efetivados para a realização do trabalho estão descritos a seguir:

a) Levantamento bibliográfico: foi estudado o referencial teórico que aborda os assuntos relacionados ao estudo de tempos e capacidade produtiva. Todos os dados obtidos através das cronometragens para a determinação dos tempos de produção foram registrados em folhas de verificações e organizados em tabelas para melhor compreensão;

b) Escolha da etapa: devido a produção da telha ser longa, selecionou-se a etapa da formação das peças/telhas para poder aplicar o estudo em si;
c) Divisão da etapa escolhida em elementos: a etapa determinada foi dividida em quatro elementos: corte do material; transporte do rolo até a prensa; moldagem e movimentação da telha; transporte da telha até a vagoneta;
d) Cronometragens preliminares: foram feitas cinco cronometragens preliminares de cada elemento com a finalidade de obter os dados para determinar o número de cronometragens (n), através da equação 01, necessárias para o estudo;
e) Elaboração dos gráficos: foi possível efetuar os cálculos necessários para a realização dos gráficos de controle das médias e das amplitudes, através das equações 02, 03, 04 e 05 respectivamente, para verificar se havia falha ou contradição nos dados coletados, construir o gráfico de fluxo do processo para evidenciar como a fabricação é executada e fazer a carta de atividades múltiplas para observar a relação homem-máquina;
f) Fator de tolerância: levando em consideração as pausas para necessidades fisiológicas e a fadiga dos operadores que acontece ao longo do dia, foi estipulado, devido informações repassadas, 10 minutos de tolerância a cada 1h30min para o cálculo do fator de tolerância através da equação 09;
g) Fator de Ritmo: dois trabalhadores foram selecionados para realizarem o teste do baralho, que consiste na cronometragem da distribuição de 52 cartas de baralho, que foi executado quatro vezes com cada operário, sendo que o primeiro teste funcionou como adaptação e por isso foi eliminado dos cálculos feitos através da equação 07;
h) Realização dos cálculos: com a coleta de todas as informações necessárias, foram realizados os cálculos inerentes ao estudo com os quais, foram determinados: o tempo médio através da equação 06, o ritmo do colaborador através da equação 07, o tempo normal através da equação 08, fator de tolerância através da equação 09, o tempo padrão do processo através da equação 10 e a capacidade produtiva através da equação 11;
i) Análise dos resultados: a partir da aquisição do tempo padrão da operação selecionada, obteve-se a capacidade produtiva e foi feita a análise, avaliações e discussões para melhorar a produtividade da empresa.

4. Resultados e discussões

4.1 Descrição da operação estudada

Observou-se que a produção da telha é constituída por quatro etapas: preparação da matéria-prima e da massa; formação das peças; tratamento térmico e acabamento. A etapa escolhida para aplicar o estudo foi a formação das peças/telhas. Ela tem início no corte da massa, que é basicamente composta de barro amarelo e argila, feita por uma máquina cujo nome é cortador, em rolos de 48 cm. Em seguida, passa por uma esteira até chegar ao operário responsável por capturá-lo e movimentá-lo para uma esponja de óleo, que proporciona ao rolo uma boa fluidez, para em sequência ser colocado na prensa e ser moldado na forma de telha. Logo após, a telha moldada é transportada por uma esteira até um segundo operário que a levará até a vagoneta ou grade com capacidade de 432 telhas.

4.2 Operação homem-máquina

Funcionário 1	Pegar material e colocá-lo na máquina	Parado	Parado
Máquina	Ligada	Processando material para esteira	Ligada
Esteira	Ligada	Transportando material	Ligada
Funcionário 2	Parado	Preparando para pegar material	Colocando material na grande

Tabela 4 - Carta de operação homem máquina

Fonte: Adaptado de Adaptado de Martins e Laugeni (2006)

4.3 Fluxograma e cronometragens da operação

		Cronometragens (segundos)					
Fluxograma	**Elemento**	**1ª**	**2ª**	**3ª**	**4ª**	**5ª**	**Média**
○	1. Cortar o material	4	3,9	4	4,7	4,1	4,14
⇨	2. Transporte do rolo até a forma	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,62
○⇨							

	3. Moldar e movimentar a telha	10,3	9,9	10,3	9,9	10,7	10,22
⇨	4. Transporte da telha até a grade	1,9	1,5	1,3	1,5	1,2	1,48
	Total	17,8	16,9	17,2	17,7	17,7	17,5

Tabela 5 - Fluxograma e cronometragens da operação

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2006)

4.4 Determinação do n

Intervalo de confiança	Amplitude da amostra	Erro relativo	Média	D2	n
95%	0,9	5%	17,5	2%	0,75

Tabela 6 - Cálculo do *n* para a operação da formação da telha

Fonte: Os autores com base da coleta de dados

Avaliando os resultados obtidos, calculou-se o valor de n através da equação 01. A amplitude da amostra corresponde ao valor máximo subtraído do valor mínimo das cronometragens. Foi adotado um intervalo de confiança de 95% que equivale ao valor de 1,96 na tabela de distribuição normal, dessa forma, o erro relativo foi de 5%. O valor de D_2 encontrado na tabela para cinco cronometragens foi de 2,326.

$$N = (\frac{1{,}96x0{,}9}{0{,}05x2{,}326x17{,}5})2 = 0{,}75$$

Como o valor obtido de n foi menor que o número de cronometragens realizadas, observou-se que a amostra de cinco cronometragens seria suficiente para a aplicação do estudo de tempos, por isso não foi necessário realizar outras cronometragens e pode-se dar continuidade ao trabalho utilizando esses dados.

4.5 Gráfico de controle

Para os gráficos de controle, dividiram-se as atividades do homem das atividades da máquina para assim ter uma melhor percepção se algum dos dois tem maior variabilidade em causar alguma falha no processo produtivo.

Para a máquina foram obtidos os seguintes resultados, utilizando as equações 02, 03, 04 e 05, considerando que sua média ($\bar{x}$) é de 14,36; sua amplitude (R) é 1; o D_4, D_3 e A_2, para cinco cronometragens são, 0,577, 0 e 2,114, respectivamente, como mostrado na Tabela 1.

Média

$$LSC = 14{,}36 + 0{,}577x1 = 14{,}94$$

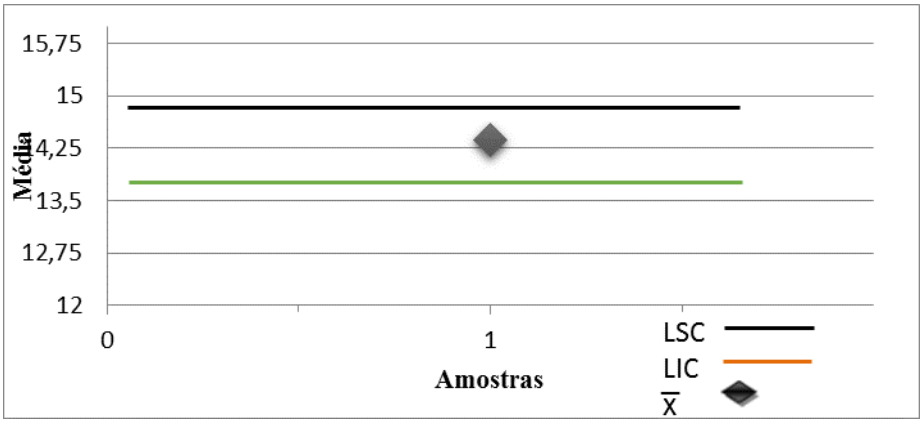
$LIC = 14{,}36 - 0{,}577x1 = 13{,}78$

Amplitude

$LSC = 2{,}114x1 = 2{,}114$

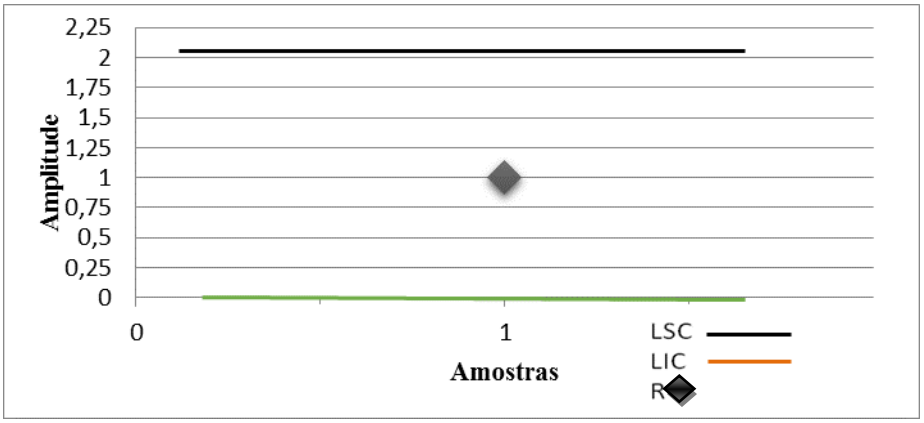
$LIC = 0x1 = 0$

Figura 1 - Gráfico de controle das médias para máquina



Fonte: Adaptado de Peinado; Graenl (2007)

Figura 2 - Gráfico de controle da amplitude para máquina



Fonte: Adaptado de Peinado; Graenl (2007)

Para o operador, foram obtidos os seguintes resultados, utilizando as equações 02,03,04 e 05, considerando que sua média ($\bar{x}$) é de 3,1; sua amplitude (R) é 0,6; o D_4, D_3 e A_2 para cinco cronometragens são 2,114; 0 e 0,577 respectivamente.

Média

$LSC = 3{,}1 + 0{,}577x0{,}6 = 3{,}45$

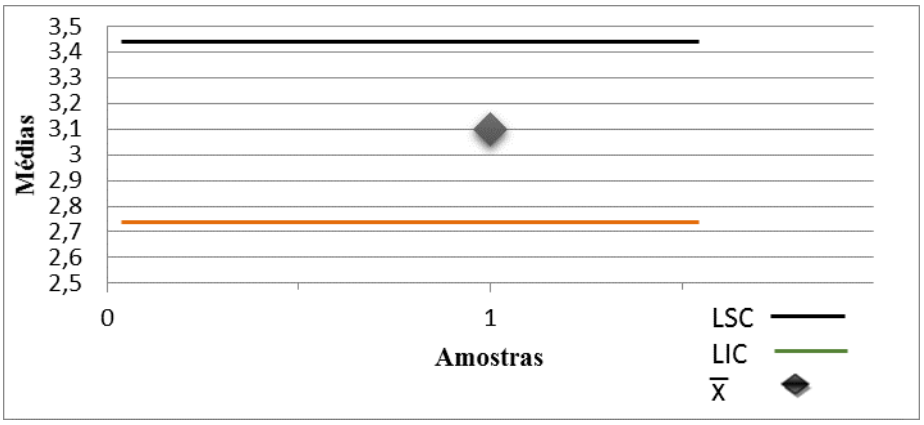
$LIC = 3{,}1 - 0{,}577x0{,}6 = 2{,}75$

Amplitude

$LSC = 2{,}114x0{,}6 = 1{,}27$

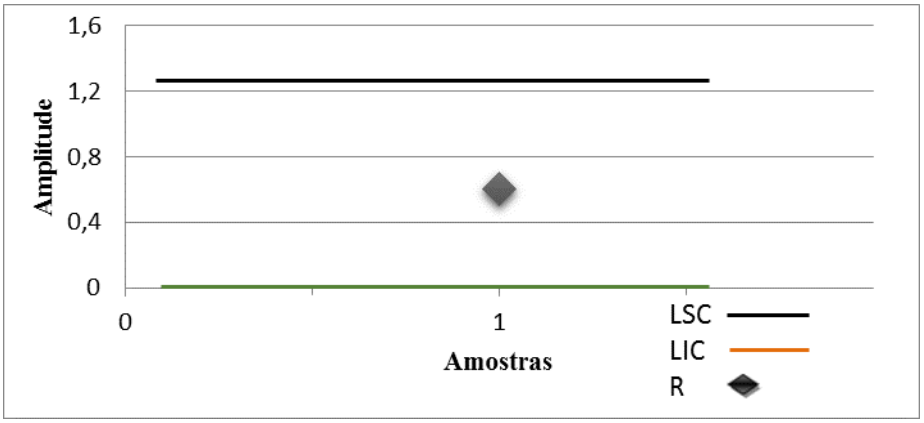
$LIC = 0x0{,}6 = 0$

Figura 3 - Gráfico de controle das médias para o operador



Fonte: Adaptado de Peinado; Graenl (2007)

Figura 4 - Gráfico de controle da amplitude do operador



Fonte: Adaptado de Peinado; Graenl (2007)

Esses gráficos evidenciam que as cronometragens feitas estavam corretas, pois as mesmas encontram-se dentro dos limites de controle. Desse modo, foi possível realizar os cálculos posteriores para a continuação do estudo.

4.6 Determinação do fator de ritmo ou velocidade

Os funcionários responsáveis pelo processo realizaram o teste do baralho para descobrir a velocidade em que eles executam a operação, através da equação 07. Para o primeiro operador foi obtido as seguintes cronometragens dadas em segundos: 42,0; 36,0 e 31,0. E para o segundo operador: 39,0; 33,0; 35,0 e 32,0. Como os funcionários não tinham habilidade com o teste, as primeiras cronometragens foram descartadas, tendo assim as médias dos dois operários iguais a 33,33.

$V = \frac{30}{33,33}$= 0,90x100 => 90%

4.7 Determinação do tempo normal

Com a velocidade determinada, obteve-se o valor do tempo normal utilizando a equação 08. Sabendo que para a máquina o tempo normal é a média das suas cronometragens e para o operador o tempo normal é a média de suas cronometragens multiplicada pela sua velocidade (90%), torna-se possível obter os tempos normais de cada elemento.

	Média	Velocidade	Tempo normal (seg)
Elemento 1 (máquina)	4,14	-	4,14
Elemento 2 (operador)	1,62	0,9	1,45
Elemento 3 (máquina)	10,22	-	10,22
Elemento 4 (operador)	1,48	0,9	1,33

Tabela 7 - Tempo normal de cada operação

Fonte: O autor com base nos dados obtidos

O tempo normal para o operador é:

$TN = 145 + 1,33$ $TN = 2,78$ segundos

O tempo normal para a máquina é:

$TN = 4,14 + 10,22$ $TN = 14,36$ segundos

4.8 Determinação do tempo padrão

Sabendo que o funcionário da fábrica possui uma jornada de trabalho de 8 horas por dia e tem 50 minutos desse tempo para fadigas e necessidades pessoais, o valor encontrado de *p* foi de 0,104. A partir disso, pode-se determinar o fator de tolerância, pela equação 09.

$FT = \frac{1}{(1-0,104)} = 1,12$

Portanto, o tempo padrão do operador, através da equação 10, é: $TP = 2,78x1,12$ $TP = 3,11$ segundos. E o tempo padrão da máquina é: $TP = 4,14 + 10,22 =$ 14,36 segundos. Pois, como a máquina não possui fator de tolerância, devido ao seu trabalho constante, o seu tempo padrão é igual ao seu tempo normal.

Sendo assim, somando os tempos padrões obtêm-se o tempo padrão total da produção: $TP = 3,11 + 14,36$ $TP = 17,47$ segundos.

4.9 Capacidade produtiva

Transformando a carga horária da empresa de 8 horas por dia para segundos, obteve-se, através da equação 11, a seguinte capacidade produtiva:

$CP = \frac{28800}{17,47} = 1648,54$, aproximadamente 1649 telhas por dia.

Multiplicando o resultado por nove, pois a fábrica possui nove máquinas, encontrou-se a capacidade produtiva total da fábrica que é aproximadamente 14841 telhas por dia.

A procura por telhas na região é alta, portanto a indústria de cerâmica deveria aumentar a sua capacidade produtiva. Para isso, seria necessário modificar o planejamento da sua produção determinando seus objetivos e metas. Um dos aspectos que poderia ser melhorado nesse planejamento, é o arranjo físico da fábrica, pois o layout da produção apresenta obstáculos que geram desperdícios de tempo. Segundo informações repassadas, a empresa estaria disposta a demitir os funcionários responsáveis pela operação e substituí-los por máquinas na tentativa de melhorar a produção e reduzir custos. Isso implicaria praticamente em todo o planejamento da produção, principalmente na elaboração de um novo projeto do processo e no projeto de ferramentas e equipamentos. Desse modo, através do estudo de tempos, seria possível comparar o tempo que os operários realizam a sua tarefa e o tempo que uma máquina levaria para realizar a mesma tarefa. Assim, a análise da comparação pode ajudar na tomada de decisão da empresa, se seria realmente viável a automatização da operação para reduzir o tempo da produção e aumentar a produtividade.

5. Conclusão

Durante a visita técnica, percebeu-se que a organização não possuía informações precisas, e sim apenas suposições, sobre a real capacidade produtiva da empresa, o que se tornou uma limitação para o estudo, no que se refere à comparação da capacidade de antes e após o estudo. Contudo, através do estudo de tempos aplicado, o objetivo proposto do presente trabalho foi atingido, pois com a obtenção do tempo padrão para realização da operação de molde das telhas pôde-se determinar a capacidade produtiva total da empresa na fabricação de telhas que é, aproximadamente, 1649 telhas por dia. Logo, o presente trabalho constitui um mecanismo bastante benéfico, pois possibilitará a empresa ter acesso a informações precisas para a sua administração, possibilitando melhorar a sua produtividade.

Tratando-se da substituição dos operadores por máquinas, vale ressaltar que a empresa deve agir de acordo com seus parâmetros de disponibilidade, como por exemplo o custo, para compreender se será ou não favorável para a firma futuramente.

O estudo de tempos realizado irá contribuir para elaboração de um novo planejamento de produção mais eficaz, não só do setor analisado, mas também para outras áreas, como por exemplo no processo de produção de tijolos, visto que pode-se criar uma sistematização de análise e melhoria tendendo aprimorar os métodos de trabalho com resultados que estejam de acordo com a realidade. Assim sendo, este artigo coopera na comprovação da importância desse estudo de tempos, que proporcionará melhorias significativas, possibilitando o sucesso da organização como um todo e, dessa forma, auxiliará a empresa na competitividade dentro do panorama atual.

REFERÊNCIAS

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/site/>. Acesso em: 02 jan. 2014.

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

EMERIQUE, Caio Carlos Thiago**; Determinação e análise da capacidade produtiva de uma indústria do setor alimentício utilizando o estudo de tempos e movimentos: um estudo de caso em uma empresa localizada no estado do Pará**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 19. 2011, Belo Horizonte. Minas Gerais: UFMG, 2011. p. 2-4.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção (operações industriais e de serviços)**. 1. ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. 1. ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

Proposta de Cálculo de Graus de Maturidade da Cultura *Lean*

Edson Sidnei Maciel Teixeira (IFSC) – edson.teixeira@ifsc.edu.br

José Maria Melim (UNISOCIESC) – melim@terra.com.br

Resumo: Um dos requisitos básicos para a implantação de um modelo de gestão está na geração de indicadores que possam direcionar as atividades. Assim, é possível identificar e mensurar as evoluções que acontecem ao longo do processo de implantação. Esta evidência vale também para os modelos de gestão como o *Lean Manufacturing*. Apesar do *lean* já possuir uma grande quantidade de estudos, percebe-se a carência de um modelo de avaliação cultural, amplo e holístico. Este trabalho se propõe a apresentar uma proposta de um modelo de avaliação quantitativo através do cálculo dos graus de maturidade da cultura *lean*. Para isso, se apóia no conjunto de normas SAE J4000 e no desenvolvimento de um modelo de cálculo de graus de maturidade específicos e global. Como resultado obtém-se um modelo de avaliação da cultura lean com dados quantitativos e comparáveis para guiar os processos de implantação.

Palavras-chave: Cultura *Lean*; Implantação; Graus de Maturidade.

Abstract: One of the basic requirements for the implementation of a management model is the generation of indicators that can guide the activities. Thus, it is possible to identify and measure the changes that occur throughout the deployment process. This evidence also is applied to management models such as Lean Manufacturing. Despite the lean already have a large number of studies, there is a lack of an assessment cultural model, broad and holistic. This paper intends to present a proposal for a quantitative evaluation model by calculating the degree of maturity of lean culture. To do so, relies on SAE J4000 series of standards and the development of a model for calculating degrees of specific and overall maturity. As result, obtains a model for assessing the lean culture with quantitative and comparable data to guide implementation processes.

Keywords: Lean Culture; Implementation; Maturity Degrees.

1. Introdução

Num mercado industrial cada vez mais ágil e flexível para atender os requisitos e necessidades dos clientes, as empresas precisam de informações confiáveis e seguras para a tomada de decisão. Principalmente informações relevantes baseadas em suas práticas ou de outras empresas de sua área de atuação. Porém, as informações e práticas mais reais e atuais nem sempre estão disponíveis para as empresas interessadas.

Fatos que representam a carência de informações são encontrados na implantação dos modelos de gestão japoneses. Atualmente, é bastante comum descobrir que várias empresas estão implantando o modelo *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta). O *Lean Manufacturing*, ou simplesmente *Lean* é um conjunto de boas práticas que, juntamente com um modelo de gestão, trazem grandes benefícios às indústrias, principalmente sob a ótica de redução de custos. O *Lean* oriundo da empresa Toyota é encarado como uma filosofia produtiva que

organiza a empresa sob o ponto de vista do cliente, reduzindo as perdas que não agregam valor ao produto. Ohno (1997) argumenta que a principal base do sistema é justamente a eliminação de desperdícios. Então, por sua relevância, é bastante comum encontrar empresas em fase de implantação inicial, assim como algumas que já utilizam o sistema há algum tempo. Porém, não se percebe a troca de informações concretas entre as empresas sobre as melhores formas de avaliar a implantação do modelo *lean*.

2. Implantação do *lean manufacturing*

Inicialmente, o *Lean* era visto como um conjunto de práticas produtivas, conhecidas como ferramentas, que davam um retorno rápido na redução de custos de processos produtivos. Mais tarde, a bibliografia demonstra que o sistema passou a ser visto como um modelo de gestão voltado à formação de uma nova cultura empresarial: a cultura *lean*, conforme apresentaram Hines, Holweg e Rich (2004). Porém, grande parte das informações que são encontradas e poderiam ser referência para a tomada de decisão ainda estão relacionadas às ferramentas do sistema. Isto dá a entender que a aplicação direta de uma série de ferramentas já seria suficiente para implantar completamente o modelo, mas Dennis (2007) esclarece que as práticas e ferramentas são apenas os meios para atingir a cultura *lean*. A implantação verdadeira da cultura *lean* é que dá sustentabilidade para o sistema e garante que o mesmo terá continuidade. Aplicar somente ferramentas dá um retorno financeiro sobre o investimento muito rápido, mas não garante que o sistema tenha a sua real eficácia e seja realmente contínuo e de longo prazo.

Conforme Teixeira (2012), um aspecto do sistema *lean* que deve ser citado é que as características individuais de cada empresa não permitem uma padronização do processo de implantação, gerando etapas específicas para cada caso. Então, a avaliação da cultura deve ser realizada a todo o momento para direcionar as atividades de implantação, conforme lembrado por Mann (2005). Se considerarmos que um processo de implantação é longo e pressupõe uma série de atividades alinhadas, é necessário que exista uma referência de avaliação. A falta de um modelo de avaliação generalista dificulta o alinhamento da implantação, podendo permitir que as aplicações de práticas isoladas ou de um conjunto delas sejam vistos erroneamente como uma cultura *lean* madura e bem implantada.

Os conceitos do *lean manufacturing* são implantados através de uma sequência de etapas, normalmente iniciando por uma série de ferramentas e práticas, após um período de

diagnóstico. Estas ferramentas são um importante "disparo" para o sistema, pois demonstram a força na eliminação de desperdícios e nos resultados produtivos de uma maneira bastante rápida. Autores como Mann (2005) sustentam que o início das atividades deve realmente estar focado nas práticas, com uma aplicação direta no chão de fábrica. Porém, devem evoluir em busca de uma cultura organizacional ampla e alinhada ao modelo *lean*.

3. Cultura *lean*

Temas relacionados à cultura das empresas vêm se tornando cada vez mais relevantes na atualidade. Isto torna-se perceptível através do aumento significativo na quantidade de trabalhos e publicações na área, conforme cita Schein (2009). Existem várias hipóteses para o crescimento da busca pelo conhecimento da cultura organizacional. Entre elas, a ascensão das empresas japonesas no mercado produtivo mundial e os modelos de gestão oriundos do lado oriental do planeta. Os países orientais por possuírem grandes diferenças culturais, de linguagem e idioma em relação ao ocidente, causam uma curiosidade natural sobre as suas conquistas. Porém, a tradução desse conjunto cultural para aplicações compreensíveis pelos ocidentais é difícil e complexa.

É possível definir cultura organizacional como o

> conjunto de pressupostos básicos que um grupo inventou, descobriu ou desenvolveu ao aprender a lidar com os problemas de adaptação externa e integração interna e que funcionaram bem o suficiente para serem considerados válidos e ensinados a novos membros como a forma correta de perceber, pensar e sentir, em relação a esses problemas (SCHEIN, 2009).

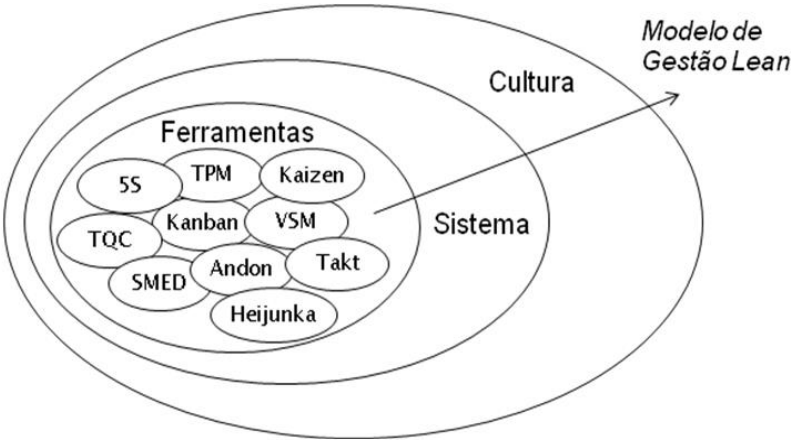
Deste modo, uma análise da cultura de uma empresa passa também pela forma que os colaboradores reagem frente a problemas, assim como as suas maneiras de pensar e agir no ambiente profissional. Essa cultura pode ser modificada, já que Schein (2009) defende que a cultura de uma empresa não é algo inato e estático. Pelo contrário, por ser baseada nas relações sociais, a cultura organizacional é gerenciável e pode ser passível de transformação com programas e sistemas de gestão bem implantados. Entretanto, Liker (2005) esclarece que a cultura só muda depois que for feita alguma alteração com sucesso nas ações das pessoas e que essas venham a perceber que o novo comportamento traz vantagens por algum tempo. A mudança na cultura de uma empresa quase sempre está associada a uma quebra de paradigma.

O modelo de gestão *lean* é uma forma de gerenciar a estrutura organizacional baseado nos princípios *lean*. Para isso, parte da evolução gradual de aplicação de ferramentas em busca de uma cultura *lean*. Conforme Justa e Barreiros (2009) definem, a cultura *lean* é a construção de

> uma cultura organizacional voltada para a eliminação daquilo que não agrega valor, reduzindo estoques, transformando o comportamento dos líderes e liderados para uma participação ativa na solução de problemas, na padronização, na redução de custos e na inovação, portanto, na melhoria contínua.

Para construir uma cultura *lean*, se faz necessário organizar as práticas e ferramentas de modo que venham a criar um sistema. Aplicações isoladas normalmente dão uma resposta muito rápida, ao mesmo tempo em que não se mantêm por muito tempo, pois se as pessoas não entendem o conceito da aplicação da ferramenta, a deixarão em desuso a curto prazo. Somente a partir do sistema que venha a buscar a interação de todas as aplicações de ferramentas pode-se encontrar a mudança de cultura.

Figura 1 - Dimensões da construção de uma cultura lean



Fonte: Adaptado de Justa e Barreiros (2009)

4. Modelo de avaliação da cultura lean

Há de se considerar que o sistema desenvolvido pela Toyota está em constante evolução, inclusive na própria Toyota. Portanto a "implantação" será contínua, onde pode-se marcar um início, mas nunca um fim. Por possuir um forte embasamento na eliminação de desperdícios de produção, o sistema *lean* não pode parar. Segundo Karlsson e Ahlström (1996), a ideia principal de produzir mais com menos recursos será sempre um objetivo a ser alcançado. Essa característica dificulta a avaliação da implantação, já que nunca será possível

o atendimento da condição ideal. Assim a avaliação deve buscar a visualização do quanto a empresa está próxima desta condição, retratando muito mais uma situação atual. Soriano-Meier e Forrester (2002) lembram que existe pouco conhecimento de como avaliar a implantação, assim como há divergências de quando uma empresa pode ser classificada como *lean* ou não-*lean*. Maskell e Baggaley (2004) consideram que existem três características a serem avaliadas para distinguir uma empresa da outra: as práticas, a cultura e os relacionamentos. Também consideram que a adoção de práticas do *lean* leva a melhorias que devam ser disseminadas para toda a organização e que contribuam para criar uma cultura coerente com os princípios *lean*.

4.1. As normas SAE J4000

A SAE – *Society of Automotive Engineers* é uma organização sem fins lucrativos fundada em 1905 com sede em Warrendale, Estados Unidos. A SAE *International* trabalha na criação, organização e disseminação das informações de referência para a indústria automobilística, aeroespacial, naval e de motores e possui mais de 85 mil sócios que trocam informações sobre a engenharia da mobilidade mundial (SAE INTERNATIONAL, 2011). Considerada como uma das principais fontes de geração de normas e padrões, a SAE *International* aprovou em 1999 o conjunto de normas de desempenho SAE J4000 composto por um grupo de características que um sistema de produção deve possuir para atingir o nível de empresa *lean*. Para isso, os padrões são divididos em duas normas fundamentais: A SAE J4000 (1999) que padroniza os critérios pelos quais a produção *lean* pode ser alcançada e a SAE J4001 (1999) que apresenta procedimentos e instruções para avaliar o grau de implantação do modelo *lean*. O conjunto de normas SAE J4000 parte do princípio de que o processo de implantação do *lean manufacturing* consiste na eliminação dos desperdícios ao longo dos processos de uma organização. O conjunto ainda conta com um anexo RR003 que traz práticas da implantação *lean* na indústria automobilística.

A escolha do conjunto de normas SAE J4000 (1999) para a base de avaliação da cultura *lean* é respaldada por alguns autores que já mencionam este como um dos melhores instrumentos de avaliação num contexto holístico e cultural. Konrad (2010) por exemplo, destaca que o conjunto de normas SAE J4000 define uma metodologia de implantação e avaliação do *lean* embasada na cultura organizacional. Utilizando uma proposta de organização da sequência de implantação e avaliação em seis elementos, é o modelo voltado à

análise da cultura da empresa em busca dos valores em conformidade com os princípios *lean*. "As SAE J4000 e SAE J4001 publicadas em 1999 já previam o que hoje se sente, a "*Lean Culture*" (Cultura *Lean*) é a base de todo desempenho organizacional superior", esclarece Konrad (2010).

O conjunto de normas SAE J4000 (1999) é composto por 52 componentes ou afirmações que cobrem seis áreas de implantação chamadas de elementos, que são: Gestão e Responsabilidade; Pessoas; Informação; Fornecedor, Organização e Clientes; Produto; Processo e Fluxo. Estes elementos são numerados de 4 a 9, separando as áreas de análise no conjunto de normas. Cada elemento é composto por uma quantidade de componentes que devem ser avaliados, conforme a Tabela 1.

Elemento	Descrição	Quantidade de Componentes	Peso
4	Gestão / Responsabilidade	13	25%
5	Pessoas	12	25%
6	Informação	4	25%
7	Fornecedor / Organização / Clientes	4	
8	Produto	6	
9	Processo / Fluxo	13	25%

Tabela 1 - Componentes de cada elemento do conjunto de normas SAE J4000 e seus respectivos pesos
Fonte: Adaptado de SAE J4000 (1999)

Segundo a norma SAE J4001 (1999), os critérios de avaliação de cada componente estão ordenados em quatro estágios que devem ser identificados pelo seu grau de implantação. Chamados de níveis, esses graus identificam a faixa onde se encaixa a implantação de cada componente em cada elemento, segundo a mesma escala L0, L1, L2 e L3, numa sequência crescente, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos níveis de avaliação da norma SAE J4001

Nível	Descrição
L0	O componente não está implantado ou existem grandes inconsistências na implantação.
L1	O componente está implantado, mas existem pequenas inconsistências na implantação.
L2	O componente está completamente implantado e com resultados efetivos.
L3	O componente está completamente implantado, com resultados efetivos e exibe contínua melhoria nos últimos 12 meses.

Fonte: Adaptado de SAE J4001 (1999)

Normalmente, quando existem padrões, as empresas buscam cumprir os requisitos para atingir o seu nível máximo. Então, realizam esforços de manutenção para permanecer nessa condição. Isso pode causar a estagnação da implantação, pois não há mais a busca pelo nível máximo, somente o conforto de atualizar os padrões já alcançados. Já o conjunto de normas SAE J4000 (1999) indica que para uma empresa se manter no nível máximo, deverá não somente ter uma boa implantação inicial, como também um modelo de gestão que venha dar continuidade na evolução da cultura em busca dos conceitos *lean*. Para esta condição, pode-se dizer que a empresa atinge o nível de excelência no componente. Porém a permanência nessa condição exige grandes esforços de melhoria e a busca contínua de melhores resultados, pois pelo menos nos últimos 12 meses a empresa precisa apresentar resultados evidentes de melhoria para cada componente avaliado.

4.2. Graus de maturidade

Devido ao modelo voltado à análise individual, o conjunto de normas SAE J4000 (1999) por si só não consegue medir o grau de implantação da cultura *lean* para um elemento específico ou para uma empresa como um todo. Os critérios de avaliação dos componentes de cada elemento do conjunto de normas SAE J4000 (1999) seguem uma análise baseada em até quatro níveis: L0, L1, L2 e L3. Isso direciona para um resultado com quatro respostas para cada elemento avaliado. Para análises individuais, esta característica não restringe a sua aplicação. Entretanto, comparativamente, este tipo de resultado é pouco eficiente, já que se torna bastante complexo comparar vários resultados diferentes por elementos de empresas diferentes. Assim, o modelo do conjunto de normas SAE J4000 restringe a capacidade de comparar resultados de aplicações em várias empresas sob o mesmo referencial.

Considerando essa situação, o ideal é obter um único valor final por elemento e um valor global da empresa para que seja possível comparar os resultados de várias empresas segundo um único critério. Assim, o modelo de avaliação pode ser realmente compatível com a análise de uma empresa ou um conjunto delas. Pensando nisso, aproveitou-se o estudo de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006) para utilizar um critério único de pontuação dos níveis dos elementos do conjunto de normas SAE J4000. Os autores propuseram que o cálculo dos graus de implantação deve seguir uma proposta quantitativa de modo a apresentar valores numéricos de implantação e permitir comparações.

Assim, Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006) propuseram um modelo de pontuação associado ao nível de implantação dos componentes do conjunto de normas. Essas pontuações foram divididas em três critérios de acordo com as quantidades de níveis que cada componente admite. Desse modo, nos componentes 4.9, 4.11, 4.12, 4.13, 5.6, 5.10, 5.11, 5.12 e 6.2 que só admitem dois níveis L0 e L2, adotaram a seguinte pontuação:

Nível de Implantação	Pontos
L0	0
L2	3

Tabela 2 - Pontuação para componentes que admitem dois níveis de implantação

Fonte: Adaptado de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)

Já os componentes 5.9 e 6.4 que são avaliados segundo os níveis L0, L2 e L3, a pontuação adotada foi:

Nível de Implantação	Pontos
L0	0
L2	2
L3	3

Tabela 3 - Pontuação para componentes que admitem três níveis de implantação

Fonte: Adaptado de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)

Para o restante dos componentes não há modificações de critérios de pontos. Então o grau de implantação segue normalmente os quatro níveis L0, L1, L2 e L3 numa pontuação contínua, conforme:

Nível de Implantação	Pontos
L0	0
L1	1
L2	2
L3	3

Tabela 4 - Pontuação para componentes que admitem quatro níveis de implantação

Fonte: Adaptado de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)

Na continuidade do desenvolvimento do estudo de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006), os autores utilizaram a expressão "Graus de Enxugamento" (*Degree of Leanness*) para expressar o resultado das análises de avaliação de implantação, sob o argumento que os autores da expressão "Graus de Enxugamento" Soriano-Meier e Forrester (2002) limitaram a utilização da expressão para a média das mudanças ocorridas entre 1998 e 1995. Entretanto, Teixeira (2012) explica que outros trabalhos foram desenvolvidos mais tarde utilizando as mesmas medidas e expressões dos trabalhos de Soriano-Meier e Forrester (2002), como o desenvolvido por Shimizu (2006). Assim, optou-se por não utilizar a mesma expressão para evitar inconsistência na interpretação dos resultados, já que seria utilizada uma mesma expressão para equações e metodologias diferentes. Assim, optou-se por utilizar a expressão "Graus de Maturidade" (*Maturity Degrees*), bastante coerente com a avaliação de uma cultura empresarial e que não foi encontrado conflito com outra metodologia de avaliação de implantação *lean*.

Assim, para calcular o índice que representa o grau de maturidade de cada elemento é necessário encontrar a diferença da avaliação do elemento em relação à quantidade máxima de pontos possíveis de se obter na avaliação do mesmo elemento. Desse modo, pode-se medir o quanto o elemento avaliado se aproxima da condição máxima de implantação da cultura *lean* indicada pelo conjunto de normas SAE J4000 (1999). A equação genérica que representa o grau de maturidade de um elemento pode então ser expressa como:

$$m_x = \frac{a_x}{p_x} \quad (1)$$

Para a interpretação da equação, considerou-se que m_x representa o grau de maturidade do elemento genérico "x" sendo sempre $4 \leq x \leq 9$, pois representa os elementos do conjunto de normas SAE J4000 (1999) que variam de 4 a 9 e a_x e p_x seguem o seguinte:

$$a_x = \sum \text{da pontuação obtida na avaliação dos componentes de um elemento "x"}$$
$$p_x = \sum \text{da pontuação máxima possível para os componentes de um elemento "x"}$$

Em análise a todos os componentes simultaneamente e sabendo que, conforme as Tabelas 2, 3 e 4 cada componente pode atingir a pontuação máxima de três pontos, é possível chegar às equações que correspondem aos graus de maturidade específicos de cada elemento.

Assim, considerando o grau de maturidade do elemento 4 que possui 13 componentes, pode-se obter no máximo uma quantidade de 39 pontos (p_4). Isso permite expressar a equação do elemento 4 como:

$$m_4 = \frac{a_4}{39} \quad (2)$$

Utilizando a mesma relação em função da quantidade de componentes de cada elemento é possível descrever as outras equações específicas.

$$m_5 = \frac{a_5}{36} \quad (3)$$

$$m_6 = \frac{a_6}{12} \quad (4)$$

$$m_7 = \frac{a_7}{12} \quad (5)$$

$$m_8 = \frac{a_8}{18} \quad (6)$$

$$m_9 = \frac{a_9}{39} \quad (7)$$

Expandindo-se as relações e lembrando que, conforme o conjunto de normas SAE J4000 (1999) os elementos 4, 5 e 9 correspondem cada um a 25% do percentual de avaliação e os outros três elementos somados igual a 25% (vide Tabela 1), pode-se chegar à equação do grau de maturidade global (m) da cultura de uma empresa através de uma média ponderada dos graus de maturidade específicos de cada elemento. Temos como resultado a expressão:

$$m = \frac{84a_4 + 91a_5 + 78(a_6 + a_7 + a_8) + 84a_9}{13104} \quad (8)$$

Deve-se levar em conta a condição onde todos os componentes são avaliados para medir os graus de maturidade específicos de uma empresa. Caso não se avalie todos os componentes simultaneamente, as equações serão diferentes das apresentadas.

Assim, através desta análise, pode-se finalmente obter resultados comparáveis entre empresas que passam pela avaliação segundo o conjunto de normas SAE J4000 (1999) e encontrar os graus de maturidade específicos dos elementos e o grau de maturidade global de cada empresa segundo os conceitos do *lean manufacturing*. Resumidamente, as equações que regem os cálculos dos graus de maturidade seguem a Tabela 5.

Elemento	Graus de Maturidade
4. Gestão / Responsabilidade	$m_4 = a_4/39$
5. Pessoas	$m_5 = a_5/36$
6. Informação	$m_6 = a_6/12$
7. Fornecedor / Organização / Clientes	$m_7 = a_7/12$
8. Produto	$m_8 = a_8/18$
9. Processo / Fluxo	$m_9 = a_9/39$
Global	$m = \frac{84a_4 + 91a_5 + 78(a_6 + a_7 + a_8) + 84a_9}{13104}$

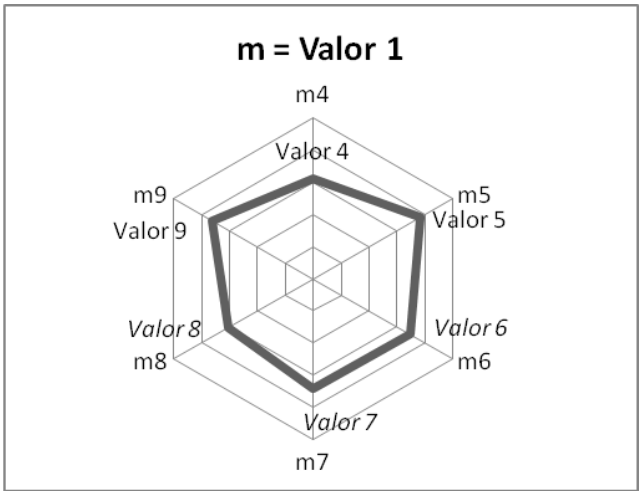
Tabela 5 - Equações de cálculo de graus de maturidade da cultura lean

Fonte: O autor (2013)

4.3. Apresentação dos resultados

Os resultados da pesquisa estão apresentados em função dos critérios de definição dos graus de maturidade, com o cálculo baseado nas suas devidas equações (Tabela 5). Na apresentação das análises definiu-se que o melhor formato de visualização das respostas seria através do gráfico tipo radar. Assim, este é o tipo de gráfico que prevalece na apresentação dos resultados, conforme Figura 3.

Figura 3 - Modelo do gráfico de apresentação dos resultados dos graus de maturidade da cultura lean



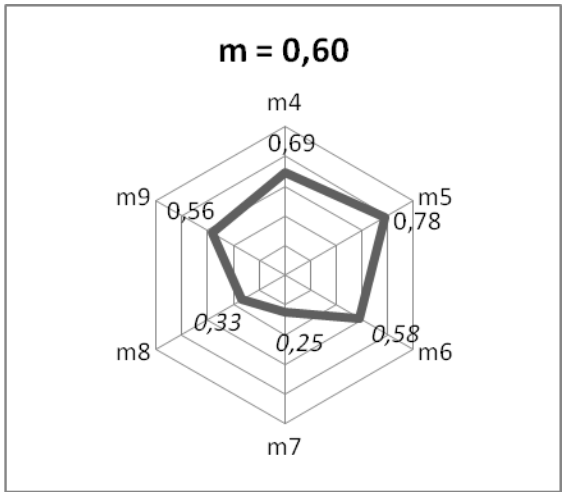
Fonte: O autor (2013)

O gráfico tipo radar foi o escolhido por conseguir demonstrar tanto os valores específicos quanto o valor global da maturidade da cultura *lean* numa mesma apresentação. Os valores referentes à m_6, m_7 e m_8 aparecem em itálico para diferenciá-los em relação aos outros elementos, pois possuem pesos menores. A análise do gráfico de apresentação dos resultados pode ser verificada seguindo a legenda dos itens abaixo e seus devidos valores:

m = grau de maturidade global;
m_4 = grau de maturidade específico ao elemento Gestão / Responsabilidade;
m_5 = grau de maturidade específico ao elemento Pessoas;
m_6 = grau de maturidade específico ao elemento Informação;
m_7 = grau de maturidade específico ao elemento Fornecedor / Organização / Clientes;
m_8 = grau de maturidade específico ao elemento Produto;
m_9 = grau de maturidade específico ao elemento Processo / Fluxo.

A Figura 4 apresenta o resultado de uma avaliação dos graus de maturidade, com os respectivos resultados para o grau de maturidade global e os graus de maturidade específicos.

Figura 4 - Exemplo de uma apresentação típica de uma avaliação dos graus de maturidade da cultura *lean*



Fonte: O autor (2013)

5. Considerações finais

Atualmente, considerando a forte busca de evidências nos modelos de gestão que venham ao encontro das necessidades das empresas, as informações sobre a evolução das implantações tornam-se indispensáveis. É a partir de um acompanhamento respaldado por um modelo de avaliação que é possível embasar a tomada de decisão e executar ações que venham em direção aos objetivos do modelo de gestão adotado pela empresa. Sendo que estes conceitos aplicam-se ao modelo *Lean Manufacturing*, uma estratégia de avaliação torna-se vital para o sucesso de uma implantação *lean*. Porém, é necessário considerar que o *lean* é um modelo que possui uma grande quantidade de particularidades e compreensões que permitem variações na sequência de implantação. Assim, baseado em uma visão holística do sistema, apresentou-se uma proposta de avaliação cultural que pode ser aplicada em empresas do ramo industrial.

Partindo-se da experiência do conjunto de normas SAE J4000, entendeu-se que o modelo de avaliação da cultura *lean* escolhido para esta pesquisa ainda não atingia a expectativa de obter dados comparáveis, pré-requisito básico para criar critérios que possam ser discutidos entre empresas e para a tomada de decisão. Para isso, utilizou-se o complemento dos graus de maturidade que criaram um padrão de avaliação e de respostas comparáveis entre as empresas. Assim, apresentou-se um modelo de avaliação que não tem a sua aplicação restringida. Por ser um modelo de avaliação cultural pode ser utilizado em indústrias de vários ramos de atividade, sem restrições aparentes.

REFERÊNCIAS

DENNIS, Pascal. **Fazendo acontecer a coisa certa**: um guia de planejamento e execução para líderes. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. **Learning to evolve**: A Review of Contemporary Lean Thinking. International Journal of Operations and Production Management, v. 24, n. 10, p.994-1011, 2004.

JUSTA, M. A. O da; BARREIROS, N. R. **Técnicas de gestão do Sistema Toyota de Produção**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa-PR, v. 05, n. 01, p.01-17, 2009.

KARLSSON, C.; AHLSTRÖM P. **Assessing changes towards lean production**. International Journal of Operations and Production Management, v. 16, issue 2, 1996.

KONRAD, Sérgio G. SAE J 4000/1: **Um guia seguro para o Lean**. 01 Out. 2010. Disponível em: <http://www.konrad.com.br/artigos/sae-j-4000-1-um-guia-seguro-para-o-lean>. Acesso em 28 Fev 2013.

LUCATO, W. C.; MAESTRELLI, N. C.; VIEIRA JÚNIOR, M. **Determinação do grau de enxugamento de uma empresa**: uma proposta conceitual. Revista de Ciência & Tecnologia, Campinas-SP, v. 12, n. 24, p.25-38, 12 Jan. 2006. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/rct24art03.pdf>. Acesso em 26 Fev 2013.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MANN, D. **Creating a lean culture**: tools to sustain lean conversion. New York: Productivity Press, 2005.

MASKELL, B.; BAGGALEY, B. **Practical lean accounting**: a proven system for measuring and managing the lean enterprise. New York: Productivity Press, 2004.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SAE INTERNATIONAL. **About SAE**. Disponível em: <http://www.sae.org/about>. Acesso em: 14 Mai 2013.

SAE J4000 - **Identification and measurement of best practice in implementation of Lean Operation**. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1999.

SAE J4001 - **Implementation of Lean Operation** User Manual. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1999.

SCHEIN, Edgar H. **Cultura organizacional e liderança**. São Paulo: Atlas, 2009.

SHIMIZU, Ulisses K. Produção enxuta e criação de valor. **Uma análise para o setor de máquinas e implementos agrícolas no Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Empresas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2006.

SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P. **A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms**. Integrated Manufacturing System, vol. 13, n. 2, p.104-110, 2002.

TEIXEIRA, Edson S. M. **Graus de maturidade da cultura lean do polo metal-mecânico do nordeste de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação do Instituto Superior Tupy IST/SOCIESC Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville, 2012.

Oportunidades de Aplicação dos Princípios do Sistema Toyota na Gestão das Clínicas Integradas da Saúde do Unilasalle

Gabriele do Canto Souza (CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE) – docantosouza@bol.com.br
Henrique Guths (UFRGS; CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE) – hguths@unilasalle.edu.br
André Seidel (UFRGS; CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE) – aseidel@unilasalle.edu.br
Paulo Fossatti (CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE) – irpaulo@unilasalle.edu.br

Resumo: A crescente competitividade entre as organizações de saúde fortalece a busca por soluções inovadoras capazes de oferecer redução de custos, melhora na qualidade, otimização de processos e planejamento de recursos para a tomada de decisão. Trata-se de olhar a saúde sob o prisma do pensamento enxuto, da melhoria continua e verificar se esta abordagem é capaz de auxiliar na solução dos problemas comuns enfrentados na operação dos serviços de saúde. A coleta de dados se deu através de pesquisa bibliográfica, observação participante das atividades das Clínicas Integradas de Saúde (CIS) e entrevista semiestruturada realizada com alguns membros da equipe. Observamos que há inúmeras práticas inspiradas no Sistema Toyota de Produção (STP), que podem ser aplicadas a área da saúde trazendo grandes resultados e melhorias para este setor. O foco no paciente, o trabalho na sensibilização e aperfeiçoamento da equipe, o trabalho interdisciplinar, a padronização e os fluxos de processo são as práticas mais realizadas na área da saúde. Com este estudo conclui-se que há um grande potencial de melhora da qualidade do serviço com a implementação dos princípios do STP. Por fim recomenda-se práticas inspiradas no STP que podem ser aplicados nas CIS.

Palavras-chave: Sistema Toyota na Saúde; Serviços de saúde; Clínicas Integradas da Saúde.

Abstract: The increasing competition among health organizations strengthens the search for innovative solutions that deliver cost reduction, quality improvement, process optimization and resource planning for decision making. It is looking at health from the perspective of lean thinking, continuous improvement and verify that this approach is able to assist in solving the common problems faced in the operation of health services. Data collection was through literature, participant observation of the activities of Integrated Health Clinics Unilasalle and semistructured interviews conducted with some staff members. We observed that there are numerous practices inspired by the Toyota Production System (TPS), which can be applied to healthcare bringing great results and improvements for this sector. The focus on the patient, work on raising awareness and improving team, interdisciplinary work, standardization and process flows are common practices in healthcare. This study concludes that the company studied there is a great potential for improvement of quality of service with the implementation of the principles of the TPS. There are numerous practices inspired by the TPS that can be applied in Integrated Health Clinics Unilasalle.

Keywords: Lean Healthcare; Health Care; Integrated Health Clinics.

1. Introdução

Desenvolvido inicialmente na *Toyota Motors Company*, no Japão, o Sistema Toyota de Produção (STP) passou a ser copiado pelas demais empresas automobilísticas e posteriormente introduzido com êxito em empresas de diversos setores. Mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta” (do original em inglês, “*Lean*”). O termo "Lean" foi criado nos EUA em 1990, para definir um sistema de produção muito mais

eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança.

Nos últimos anos cresceu o número de publicações que não se limitam a apresentar as principais técnicas e práticas utilizadas pela Toyota, na tentativa de decifrar os elementos que realmente sustentam este modelo de gestão, ou seja, sua cultura (Barreto, 2012; Liker, 2006; Silberstein, 2006).

A crescente competitividade entre as organizações educacionais e de saúde fortalece a busca por soluções inovadoras capazes de oferecer redução de custos, melhora na qualidade, otimização de processos e planejamento de recursos para a tomada de decisão. Nos últimos anos tem crescido o numero de serviços de saúde que na busca pela qualidade de suas empresas optaram pela aplicação do STP. Segundo Panchak (2003), para que as iniciativas de melhoria de qualidade ganhem mais espaço nas organizações de saúde essas, devem agir mais como empresas. A Instituição de Ensino Superior (IES) em estudo congrega cursos pertencentes à área da saúde além de cursos em outras áreas do conhecimento.

A partir dos cursos das áreas das ciências da saúde como Enfermagem, Fisioterapia e Nutrição, e das ciências humanas como Psicologia e Psicopedagogia, constitui-se através da Resolução de Reitoria Nº 147/2010, de 27 de outubro de 2010, as CIS. Este organismo institucional busca oferecer um distinto campo de atividades acadêmicas de cunho prático para os acadêmicos e qualidade de assistência à saúde da população em comprovada situação de vulnerabilidade social com diagnósticos que justifiquem intervenção multiprofissional na área da saúde.

A proposta dos projetos ora analisados está baseada no desenvolvimento de ações sociais através de 4h/semana/curso na respectiva área de atenção à saúde na visão interdisciplinar. É composta atualmente pelos projetos: Saúde da Mulher, Saúde da Criança e do Adolescente, Saúde do Adulto; Práticas Integrativas; Saúde do Trabalhador, e Saúde do Idoso. Para esta pesquisa, recorre-se aos primeiros três projetos acima referidos.

O Sistema de Produção Toyota é relativamente novo para os cuidados de saúde. Muitos aspectos do Sistema de Produção Toyota e outras ferramentas Lean, podem ser aplicadas aos processos de prestação de cuidados (Miller, *et al*. 2005). Com a expectativa de reduzir custos, manter as margens e melhorar a qualidade, algumas organizações de saúde estão adotando as

técnicas do STP para identificar os melhores padrões de atendimento. Alinhando as pessoas a processos eficientes e esquemas lógicos, eles estão controlando custos, mesmo quando estão melhorando os resultados para os pacientes (PANCHAK, 2003).

Para Miller, *et al* (2005), as organizações de cuidados de saúde, com visão no futuro de suas empresas, estão liderando o caminho ao demonstrar que a gestão Lean pode reduzir o desperdício em cuidados de saúde, com resultados comparáveis aos de outras indústrias.

O artigo em questão é recorte de uma pesquisa maior chamada "Modelo de Gestão Universitária: um olhar para a governança a partir do Balance Scorecard (BSC) de uma Instituição de Educação Superior (IES) Comunitária do Sul do Brasil". A referida pesquisa tipo Estudo de Caso tem como campo empírico o Centro Universitário La Salle – Unilasalle – de Canoas, estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

A investigação está vinculada ao Programa de Pós- graduação em Educação (PPGE) – Curso de Mestrado Acadêmico em Educação do Unilasalle integrando a Linha de Pesquisa "Gestão, Educação e Políticas Públicas. Neste contexto, o artigo trabalha a gestão das Clínicas Integradas em Saúde (CIS) da referida Instituição. Este estudo se propõe a responder a seguinte questão: Como as CIS podem aplicar os princípios do STP? Logo, este recorte tem por objetivo analisar a aplicabilidade dos princípios e valores do STP e apresentar recomendações de melhorias baseadas nos princípios do STP para a gestão das CIS.

2. Referencial Teórico

2.1 O Sistema Toyota

Eiji Toyoda e Taiichi Ohno após uma visita à Ford nos Estados Unidos em 1950, reinventaram o processo produtivo da Toyota, denominando STP. Este revolucionário sistema conquista o mundo na década de 1970 pelos méritos dos resultados obtidos através de uma eficiente gestão (BARRETO, 2012).

O STP é uma metodologia capaz de integrar princípios, práticas e técnicas que reduzem perdas e sincroniza fluxos, priorizando tudo que adiciona valor ao processo e, consequentemente, ao resultado. Ela comporta uma série de ferramentas de análise de processos, norteando a organização no caminho da melhoria do atendimento ao cliente com eficiência, ou seja, qualidade (BARRETO, 2012).

À medida que a Toyota cresceu e teve que ensinar seus princípios e valores, cresceu a necessidade de um registro escrito da sua abordagem. Sob a presidência de Fujio Cho, a Toyota tomou a iniciativa de converter todo este conhecimento implícito em conhecimento explicito e pôr por escrito o que foi transmitido oralmente por várias gerações (Almeida, Souza e Baptista, 2010). O resultado foi um documento interno da Toyota de apenas 13 páginas conhecido como "The Toyota Way 2001", que é compartilhado com todos os membros da empresa para que usem os valores e princípios nos seus trabalhos e interações diárias.

Segundo este documento, há dois valores considerados centrais: a Melhoria Contínua e o Respeito pelas pessoas. O primeiro baseia-se no potencial de desenvolvimento e aperfeiçoamento dos indivíduos e na atitude de nunca estar satisfeito com o *status quo* (estado atual das coisas). Este pilar, por sua vez, é composto de três conceitos: *Desafio:* consiste em formar uma visão de longo prazo atingindo objetivos desafiadores com coragem e criatividade para realizar os sonhos. *Kaizen:* significa melhorar as operações de negócio por meio da busca da inovação e da evolução. *Genchi Genbutsu*: implica na ida até a fonte para averiguar por si mesmo os fatos, para que, desta forma, as decisões sejam corretas, criem consenso e os objetivos sejam atingidos o mais rápido possível.

O respeito pelas pessoas é um compromisso amplo ao respeitar todas as pessoas que entram em contato com a Toyota. Inclui funcionários, clientes, fornecedores, investidores, comunidade em que a Toyota possui operações e a sociedade em geral. Este pilar é composto por dois conceitos: Respeito: consiste em não apenas respeitar, mas se esforçar para entender o ponto de vista dos outros, assumir a responsabilidade e dar o melhor de si para construir a confiança mútua. Trabalho em equipe: busca estimular o crescimento tanto profissional como pessoal, compartilhando oportunidades de desenvolvimento e maximizando tanto o desempenho pessoal como o do time.

De acordo com Collins e Muthusamy (2007), o STP é uma filosofia de produção e metodologia criada pela Toyota com o objetivo principal de reduzir desperdícios, defeitos, custos, estoque, tempo de espera, e a extensão do tratamento. O contínuo sucesso da Toyota origina-se de uma filosofia empresarial profunda baseada na compreensão das pessoas e da motivação humana. Seu sucesso, esta em sua habilidade de cultivar liderança, equipes e

cultura para criar estratégias, construir relacionamentos e manter uma organização de aprendizagem (LIKER, 2006).

2.2 O Sistema Toyota na Saúde

O setor de saúde está em ascensão, no entanto, vem acompanhado de pressões por aumento na qualidade do serviço prestado e diminuição de custos. Para alcançar esses resultados é necessário inovação nos processos de trabalho. O pensamento Lean na área da saúde deve ser visto como uma abordagem integrada operacional (processos) e sócio técnica (comportamento da equipe e tecnológica) de um sistema de valores. Visa maximizar o valor ao paciente e, eliminar o desperdício, através da criação de conhecimentos cumulativos em todos esses níveis (EIRO, 2013).

O ambiente externo também tem forçado o setor de saúde a buscar um melhor desempenho e uma melhor qualidade de serviço, através da aplicação de técnicas tais como STP. Para Collins e Muthusamy (2007), existem várias forças ambientais que estão exigindo uma mudança dentro da indústria de cuidados de saúde. Pro sua vez, o Sistema Toyota na saúde preocupa-se com a visão e satisfação total do cliente. Na saúde, segundo Cupello (1994) a mensuração do desempenho não deve ser feita somente para controle, mas também, para planejar, induzir e o mais importante, diagnosticar os problemas.

A prestação de assistência à saúde, através de uma abordagem centrada no paciente, implica na necessidade de se investigar quaisquer possíveis defeitos, ao longo de todo o processo, que possam trazer eventuais impactos negativos sobre o cliente. No modelo Lean na saúde os princípios estão fundamentados na assistência ao paciente com: foco nos pacientes; identificação do valor para o paciente, eliminação dos desperdícios e minimização do tempo de tratamento (TOUSSAINT; GERARD, 2012).

De acordo com Miller, *et al* (2005), um dos desafios da implementação Lean na área da saúde é que ele obriga as pessoas a identificar resíduos. Reconhecer que muitas de suas tarefas diárias são desperdícios e não agregam valor pode ser difícil para os profissionais de saúde.

3. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso. Para Yin (2005, p.24): “O Estudo de Caso é usado em muitas situações para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos

individuais, grupais, organizacionais, políticos e relacionados". Dessa forma, "os Estudos de Caso têm sido realizados sobre decisões, programas, processo de implementação e mudança organizacional". (Idem, p. 51). Tal opção tem por objetivo permitir uma análise ampla e detalhada sobre o funcionamento do processo de gestão das CIS. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e descritiva.

Neste processo, foram entrevistados: o coordenador das CIS, o secretário, a fisioterapeuta responsável técnica do local, 08 professores e 12 alunos que prestam atendimento nos projetos de saúde das CIS. A escolha dos respondentes foi baseada na acessibilidade para contato com os mesmos e na disponibilidade e interesse em participar. Após definir os possíveis respondentes, a abordagem utilizada para convidá-los a participarem da pesquisa foi contato pessoal e telefônico. Para a coleta de dados foram usadas a pesquisa bibliográfica, a observação participante e as entrevistas.

A observação participante é uma das técnicas muito utilizada pelos pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa e consiste na inserção do pesquisador no interior do grupo observado, tornando-se parte dele, interagindo por longos períodos com os sujeitos, buscando partilhar o seu cotidiano para sentir o que significa estar naquela situação (QUEIROZ, 2007). Realizou-se também a observação do funcionamento (gestão, organização, equipe, etc) das CIS.

A entrevista semiestruturada foi guiada por tópicos como: integração e acompanhamento do paciente pela equipe clínica, planejamento, gestão das CIS, Tomada de decisão e Formação continuada da Equipe (BELEI, 2008).

A análise de dados abordou os documentos da empresa para a descrição do serviço de atendimento juntamente com a revisão da literatura sobre o STP permitiu a elaboração das questões do roteiro para a entrevista semiestruturada. No segundo momento, utilizaram-se os dados primários coletados nas entrevistas, os quais foram tratados de forma qualitativa através da análise de conteúdo.

4. Descrição e análise dos dados

Na descrição e a análise dos dados, apresentamos as práticas inspiradas no STP utilizadas na área da saúde, a descrição dos projetos das CIS, a comparação das práticas

realizadas na Clinica com as práticas encontradas na literatura e as recomendações de melhorias baseadas nos princípios do STP para a gestão das CIS.

Com base na observação e entrevistas realizadas com os membros da equipe de trabalho chegamos às características gerais dos projetos das CIS, como segue. O paciente procura os atendimentos das CIS através do contato telefônico ou pessoalmente na secretaria, então entra para a lista de espera e conforme a demanda dos projetos é chamado ao atendimento. De acordo com a queixa do paciente ele é encaminhado para o projeto específico que se enquadra no seu caso.

As CIS tem algumas parcerias com outras instituições de saúde, que encaminham diretamente pacientes para atendimento. Os projetos são interdisciplinares, então a avaliação inicial é realizada de forma interdisciplinar. A partir desta se faz a abertura do prontuário unificado, onde todas as áreas depositam as informações do paciente.

Os projetos são compostos por um professor coordenador, outros professores (um professor de cada área) e alunos da IES. Cada projeto é realizado uma vez por semana, com carga horária de 4horas. Por se tratar de um projeto de ação comunitária, a quantidade de pacientes atendidos não é o que garante a sustentabilidade econômico-financeira. Devido a isso os projetos não têm metas relacionadas à quantidade de atendimento.

O paciente é relatado pela maioria dos profissionais como foco das CIS. Todavia, alguns professores relatam o aluno (voluntário) como sendo o foco. Questiona-se então: Quem deve ser o foco das CIS sendo esta um componente de uma IES?

Nas entrevistas algumas das percepções relatadas pelos profissionais foram: o difícil acesso ao coordenador geral (este não tem um horário específico pra tratar os assuntos das CIS, tem muitas funções acumuladas) e a falta de comunicação entre os profissionais. Outras percepções foram a falta de organização dos atendimentos e a falta de interesse por parte de alguns membros da equipe. Como não tem metas não é dada a devida importância para a assiduidade dos pacientes incentivando a busca por outros pacientes na lista de espera.

Todos os professores e alunos relatam ter liberdade na tomada de decisão, São ouvidos sobre ideias e sugestões para o processo de melhoria. O coordenador de cada projeto elabora e organiza com total liberdade suas atividades. Os alunos se sentem reconhecidos pelo seu

trabalho por parte dos professores. Porém, os professores não se sentem reconhecidos pela IES.

A seguir apresentamos os resultados sobre os três projetos analisados.

4.1 Saúde da Mulher

O projeto Saúde da Mulher se ocupa com gestantes e mulheres no pós-parto, trabalhando na prevenção e orientação. Tem uma parceria com a Unidade Básica de Saúde, que através do programa Primeira Infância Melhor (PIM) faz este incentivo para o pré-natal. A prefeitura da cidade de Canoas disponibiliza transporte para as gestantes se deslocarem ate o local do atendimento. Este é realizado em grupos, (se necessário é realizado o atendimento individual). Cada semana um curso de graduação (nutrição, enfermagem, psicologia e fisioterapia) prepara o encontro, mas todos participam dos debates e oficinas e todos contribuem nos atendimentos.

A equipe realiza um bom trabalho interdisciplinar. Ela é muito empenhada, organizada, com propostas de Workshop, elaboração de relatórios e artigos científicos apresentados em eventos acadêmicos. Como foco principal do projeto o professor relata o aluno e a qualidade do ensino. Já para os alunos o paciente é o foco. A coordenadora do projeto entende a importância de se trabalhar a gestão para a melhora do projeto e o aprimoramento da sua função. Os alunos se mostraram satisfeitos com o ganho de conhecimento e melhor preparo profissional que obtém através do projeto. Toda semana uma hora do projeto é destinada à formação da equipe de professores e alunos com realização de leituras, debates, pesquisas sobre temas relacionados ao projeto.

4.2 Saúde da Criança e do Adolescente

O Projeto Saúde da Criança e do Adolescente trabalha com a obesidade infantil, tendo como foco a reeducação alimentar. Éé formado por uma equipe interdisciplinar composta por fisioterapia, nutrição, enfermagem, psicologia e psicopedagogia. O paciente ingressa no projeto por demanda espontânea (inscrição na secretaria). A avaliação inicial é realizada de forma interdisciplinar efetivamente (um membro de cada área participa em conjunto da avaliação), a partir desta cada semana um curso (nutrição, enfermagem, psicologia, psicopedagogia e fisioterapia) prepara o encontro, mas todos participam dos debates, oficinas temática (culinária, rotulo), dinâmicas familiares, trabalho postural, etc.

Todas as áreas participam e contribuem nos encontros. Os atendimentos são realizados em grupos. Cada semana é realizada uma atividade mais voltada para orientação e atividade física realizada pela área da fisioterapia ou grupo operativo realizado pela psicopedagogia. Concomitantemente com os atendimentos das crianças/adolescentes ocorre um grupo que trabalha orientações com os pais.

Os alunos/voluntários participam de capacitação para realização das avaliações com os pacientes. Estes alunos têm a responsabilidade de preparar e executar os encontros supervisionados pela equipe de professores. Professores e alunos parecem satisfeitos com sua participação no projeto, trabalham de maneira integrada.

Há trocas de informação entre as áreas, debate dos casos. Elaboram pôsteres para apresentação em congressos na IES e fora desta. No inicio do semestre elaboram cronograma das atividades, propõem alguns objetivos, analisam o que funcionou ou não no semestre anterior. No final do semestre os professores se reúnem para debater os resultados. O coordenador do projeto tem autonomia na tomada de decisão e relata fácil acesso e comunicação com o coordenador geral.

Há dificuldade para manter perseverança dos pacientes no projeto por se tratar de um processo de reeducação e não curativo. Algumas vezes as expectativas dos pacientes (receber dieta, prescrita) não são alcançadas, por não se tratar do objetivo do projeto (o objetivo é reeducar e não emagrecer).

4.3 Saúde do Adulto

Este projeto trabalha especificamente com Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica (RCPM). Atua em um grupo específico de colaboradores da própria instituição, e com pacientes encaminhados pelo Hospital do Município de Canoas. É realizada avaliação inicial interdisciplinar (cada área faz sua avaliação separadamente), a partir desta é programado o plano de tratamento (o que cada área pode fazer pelo paciente. Logo, cada área de atuação trabalha sua parte). Os acadêmicos relatam boa interdisciplinaridade entre a equipe, que tem contato com todos os profissionais. São realizados periodicamente rounds interdisciplinares para discussão sobre casos específicos de pacientes e fórum uma vez ao mês para debater sobre algum assunto relacionado à RCPM. Os alunos elaboram relatórios semestrais de resultados a partir da supervisão direta dos professores. O coordenador do projeto relata ter

meta estabelecida pelo coordenador geral. Alunas e secretário relatam o grande número de faltas por parte dos pacientes, problema este que vem de longa data. O coordenador do projeto percebe que tem dois clientes (aluno e paciente), tendo como foco o aprendizado do aluno e a reabilitação do paciente.

5. Práticas na literatura comparada às práticas das CIS

No quadro a seguir apresentamos uma comparação das principais práticas inspiradas no STP na área da saúde, encontradas na literatura, com as práticas realizadas pelas CIS.

Práticas na área de saúde inspiradas no STP	Práticas das CIS
Gestão Visual	Não identificado
Fluxo de processos	Não identificado
Aperfeiçoamento Contínuo	Debates, rounds
Processos Padronizados	Não identificado
Foco no paciente	Maioria dos profissionais relata o paciente no foco dos projetos
Organização/otimização do espaço físico e do tempo	Não identificado
Sistema de Melhoria	Não identificado
Ações Multidisciplinares	Projetos com equipes multidisciplinares
Sensibilização das pessoas	Não identificado
Sistema de alerta da segurança do paciente	Não identificado
Trabalhar os problemas	Não identificado
Traçar objetivos e metas específicas	Não identificado
Respeito pelas pessoas	Alunos se sentem reconhecidos, porém professores não se sentem reconhecidos pela instituição

Quadro 1: Práticas do STP na área de saúde extraídas da literatura x Práticas das ClSU.

Fonte: Autores, 2013.

6. Recomendações

A seguir apresentamos recomendações à gestão das CIS, com base na literatura encontrada a respeito da aplicação do STP na área da saúde. 1) Melhorar a organização e adequação do espaço físico.2) Criar programa de resolução de problemas; buscar maior motivação para perseverança dos pacientes e dos colaboradores. 3) Trabalhar melhor a interdisciplinaridade. 4) Aperfeiçoamento Contínuo. 5) Traçar metas e objetivos para cada projeto, datas específicas para o inicio das atividades. 6) Desenvolver as pessoas, oferecer

capacitação em gestão da saúde para a equipe. 7) Ter o foco no cliente. 8) Criar e executar mapas de fluxo de processo para cada projeto. 9) Criar Sistema de Melhoria dos resultados. 10) Criar padronização de processos. 11) Gestão Visual dos objetivos, metas e estratégias 12) Buscar novas parcerias com entidades afins. 13) Realizar reuniões periódicas com o coordenador geral e os coordenadores de cada projeto. 14) Apresentar resultados obtidos através de ferramentas de gestão.

7. Considerações finais

A revisão de literatura nos mostrou que o estudo sobre o STP aplicado nos serviços de saúde ainda é muito incipiente. Existem algumas iniciativas que se propõem aprofundar o tema, mas o assunto ainda é pouco explorado. A análise dos dados permitiu verificar como os princípios Lean podem ser adaptados às necessidades dos serviços de saúde. Desta forma, conclui-se que o STP aplicado na área da saúde é um sistema de gerenciamento, que reduz o desperdício e o tempo de espera; melhora a qualidade e a segurança do paciente e, em paralelo, aumenta a eficiência nos resultados operacionais e financeiros das instituições de saúde**.**

Com este estudo conclui-se que nas CIS há um grande potencial de melhora da qualidade do serviço com a implementação dos princípios de gestão do Sistema Toyota de Produção. Há inúmeras práticas inspiradas no STP que podem ser aplicadas nas CIS, de forma simples sem custo. Entre as práticas mais observadas nas instituições de saúde e que tem grande possibilidade de ser aplicada nas CIS destacamos: o foco no cliente (aluno e paciente); desenvolvimento de pessoas; programa de resolução de problemas; fluxos de processo; trabalho interdisciplinar e otimização do espaço físico. Conclui-se, por fim, que o uso das práticas do STP nas CIS oportunizará melhorias na gestão e por consequência melhoria na qualidade dos atendimentos e na satisfação dos clientes envolvidos nas CIS.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. V; SOUZA, F. B; BAPTISTA, H. R. **Toyota e TOC: uma comparação com base em seus princípios fundamentais.** Anais SIMPOI, 2010.

BARRETO, A. R. **Sistema Toyota de Produção: Lean Manufacturing Implantação e Aplicação em uma indústria de peças automotivas.** Tékhne ε Lógos, Botucatu, SP, v.3, n.2, Julho. 2012.

BELEI, R. A; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R; NASCIMENTO, E. N; MATSUMOTO P. H. V. R. **O uso de entrevista, observação e vídeo gravação em pesquisa qualitativa.**Cadernos de Educação | FaE/PPGE/UFPel | Pelotas [30]: 187 - 199, janeiro/junho 2008.

COLLINS, K. F; MUTHUSAMY, S. K. **Applying the Toyota Production System to a Healthcare Organization: A Case Study on a Rural Community Healthcare Provider.** Qualidade Management Journal, 2007, vol. 14 Issue 4, p41.

CUPELLO, J. M. **A new paradigm for measuring TQM progress.** Quality Progress, v.27, n. 5, p. 79-82, 1994.

TOYOTA. **"The Toyota Way 2001"**. Documento interno, abril 2001.

EIRO, N. Y; JUNIOR, T. S. A. **Comparação entre modelos da qualidade total e Lean production aplicados à área da saúde – estudo de caso em serviço de medicina diagnóstica.** Anais SIMPOI, 2013.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo.** São Paulo: Bookman, 2006.

MILLER, D. *et al*. **Going Lean in Health Care.** Institute for Healthcare Improvement, 2005.

PANCHAK, P. **Healthcare is in a state of change, no matter where its practitioners are located. One indication is the construction boom.** Lean Healthcare? Ele funciona! Semana da Indústria. Novembro de 2003, vol. 252, N º 11.

QUEIROZ, D. T; VALL, J; SOUZA, A. M. A; VIEIRA, N. F. C. Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. **R. Enferm UERJ**, Rio de Janeiro, 2007 abr/jun; 15(2):276-83.

SILBERSTEIN, A. C. L. **Um estudo de caso sobre a aplicação de princípios enxutos em serviços de saúde no Brasil.** Dissertação (mestrado) UFRJ/ COPPEAD/ Programa de Pós-graduação em Administração, 2006.

TOUSSAINT, J; GERARD, R. A. **Uma Transformação na Saúde: Como Reduzir Custos e Oferecer um Atendimento Inovador.** Porto Alegre: Bookman; 2012.

YIN, R. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Aplicação dos conceitos de célula de produção segundo a manufatura enxuta, no setor de embalagens em uma indústria têxtil

Bruna Rosso Bez Fontana (UFSC) – brunarbf@gmail.com

Daniel Gomes Videira (UFSC) – daniel.gvideira@gmail.com

Davi Xavier dos Santos Muraro (UFSC) – davimuraro@gmail.com

Paula Telles Oliveira (UFSC) – paula2709@gmail.com

Rafael Hayashi (UFSC) – rhayashi93@gmail.com

Resumo: A competitividade do mercado exige cada vez mais atenção das empresas quanto aos seus sistemas produtivos. Nesse contexto o Lean Manufacturing vem ganhando cada vez mais espaço, com sua filosofia e seus conceitos diferenciados. Conceitos como mapa de fluxo de valor e layout celular auxiliam na identificação e eliminação de desperdícios, contribuindo para uma melhor eficiência da empresa e com isso contribuindo com o aumento da competitividade da mesma. A partir da aplicação de algumas destas práticas, este trabalho contou com a elaboração de um mapeamento do fluxo de valor em um setor de uma indústria têxtil renomada em Santa Catarina e, posteriormente, a elaboração de uma célula de trabalho no mesmo. Estas atividades foram feitas visando um melhor balanceamento das atividades realizadas, reduzindo os desperdícios e aumentando a eficiência do setor. Ganhos em produtividade, movimentações e lead time podem ser observados.

Palavras-chave: Célula de produção; Manufatura Enxuta.

Abstract: The competitiveness of the market requires increasing attention of companies to their production systems. In this context, Lean manufacturing is gaining each day more space, with its philosophy and differentiated concepts. Concepts such as value stream maps and cell layout help identify and eliminate waste, contributing to better efficiency of the company and thereby contributing to increase the competitiveness of it. From the application of some of these practices, this work included the development of a value stream mapping in a sector of a renowned textile industry in Santa Catarina and subsequently developing a job cell in the same. These activities were performed in order to better balance the activities, reducing waste and increasing efficiency of the sector. Gains in productivity, movements and lead time can be observed.

Keywords: Production cell; lean manufacturing.

1. Introdução

A competição entre as empresas tem aumentado nos mercados, tanto internacionais quanto nacionais e esse fato faz com que haja uma pressão competitiva direcionando as empresas na busca de uma maior eficiência nas operações e processos. Esse fenômeno é analisado em diversas indústrias como a automotiva, a siderúrgica, têxtil e de confecções, etc. (ANTUNES, 2008)

Segundo Kappes (2011), empresas de todos os portes estão enfrentando a globalização, criando uma maior concorrência entre todos os tipos de produto. Para Antunes

(2008), a globalização da economia é um fato concreto e inquestionável porém, existem diferenças consideráveis entre os fatores que influenciam nos diferentes países. Entre esses fatores podemos destacar as condições de acesso a crédito, as relações industriais, políticas de importação e exportação, custos dos fatores de produção, tamanho dos mercados, disponibilidade, qualidade, custo da infraestrutura, etc.

No atual contexto descrito, o Sistema Toyota de Produção (STP) ganha força focado na busca pela melhoria contínua. Iniciado na *Toyota Motors Company* na década de 50, o STP apareceu gerando a competitividade esperada, com aumento da qualidade, redução de custos e entregas rápidas aos clientes.

O presente trabalho aborda a utilização de alguns dos conceitos desenvolvidos dentro da Toyota ao longo dos anos, aplicado a uma grande indústria têxtil do estado de Santa Catarina. O projeto descrito foi realizado no início de 2014 em parceria com o GLean – Grupo de Estudos em Lean da Universidade Federal de Santa Catarina. O desenvolvimento do mesmo foi realizado no setor de embalagem e meias, onde pode-se analisar uma gama de 7 produtos diferentes.

Inicialmente, percebe-se no projeto a adoção da técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor, analisando os desperdícios dos processos mostrando a posterior necessidade da realização de uma célula de produção. O objetivo do projeto estava em obter ganhos quanto a movimentações desnecessárias dos operadores, *lead time* e produtividade no setor.

2. Referencial Teórico

Para o melhor entendimento do presente artigo, serão abordados neste tópico alguns conceitos e técnicas utilizados ao longo do trabalho realizado.

2.1. Sistema Toyota de Produção

Segundo Ohno (1997), a base do Sistema Toyota de Produção é a eliminação de desperdício. Para que seja possível o atingimento desse objetivo, existem dois pilares que fazem parte do sistema como um todo: O *Just-in-time* e a Autonomação. Além disso, outros conceitos foram desenvolvidos pela Toyota e disseminados com o passar dos anos.

Segundo Womack e Jones (2006), o sucesso da Toyota está no gerenciamento brilhante dos seus processos centrais, que segundo eles gerava uma série de ações conduzidas de forma apropriada, na sequência correta, no momento certo para criar valor para os clientes.

Esse sistema também é conhecido como *Just-in-time* e para Ohno (1997), é o que pode-se chamar de o estado ideal, entretanto, para um produto com milhares de componentes, torna-se um estado muito difícil de aplicar esses conceitos de maneira ordenada.

Já a autonomação, segundo Ohno (1997), não deve ser confundida com a simples automação. Ela é conhecida como a automação com um toque humano. Silva (2010), cita que as máquinas autonomatizadas permitem um maior grau de liberdade dos operadores, exigindo uma maior capacitação e redistribuição das atividades ao longo da fábrica.

Liker (2005) cita que a consideração mais importante dentro da Toyota é a maneira como os elementos unidos se reforçam. Além disso, cabe salientar a essência da manufatura enxuta é resumida pela melhor qualidade, com baixo lead-time, custos reduzidos, grande segurança e elevada moral.

2.2 Mapeamento de Fluxo de Valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta do Sistema Toyota de Produção que auxilia na identificação fluxo de material e informacional. Sua confecção é vital para visualizar o estado atual do processo e projetar um estado futuro. (ROTHER; SHOOK, 2003). Segundo Coimbra (2009), o fluxo de material deve ser mapeado observando os fatos que ocorrem no *gemba* (local onde ocorre o processo).

Rother e Shook (2003) apresentam as principais vantagens da utilização do mapa de fluxo de valor:

- ✓ Ajuda a enxergar o processo como um todo.
- ✓ Auxilia na identificação das fontes de desperdícios no fluxo de valor
- ✓ Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura.
- ✓ Forma uma base para um plano de implementação de melhorias
- ✓ Permite a visualização do processo tanto no fluxo de material como de informação.
- ✓ É uma ferramenta qualitativa com a qual descreve-se em detalhes como sua unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo.

Segundo Ohno (1997): “tudo que precisamos fazer é olhar para linha do tempo desde o cliente até o recebimento do dinheiro (...) E precisamos reduzir esse tempo através da remoção das atividades que não agregam valor”. Coimbra (2009) afirma que é necessário ter criatividade e um espírito inovador para desenhar o estado futuro. E através dos conceitos e

ferramentas kaizen busca-se otimizar o fluxo e eliminar os principais desperdícios, focando no aumento da qualidade e da produtividade.

2.3 Célula de produção

Segundo Coimbra (2009), existem dois diferentes tipos de *layout*: o funcional e o de processo. No funcional, também conhecido como departamental, todas as máquinas que possuem a mesma função são agrupadas em departamentos, já no de processo ou celular a organização é por sequência de operações e máquinas. O último caso baseia-se na ideia de unir diferentes operações, aumentando sua eficiência e chegando mais próximo da produção *one piece flow* (fluxo unitário). Segundo Coimbra (2013), através do *one piece flow*, consegue-se aumentar a agregação de valor das atividades do operador, criando uma linha flexível que pode fazer inúmeros modelos diferentes com zero setup.

Além do aumento da eficiência, Zagonel (2006) propõe outras vantagens do *layout* celular frente às demais opções:

- ✓ Redução de produtos com defeitos;
- ✓ Maior produtividade;
- ✓ Menor manuseio das peças/produtos e menos movimentação do operário;
- ✓ Menor tempo de *setup*;
- ✓ Menor estoque em processo;
- ✓ Menores filas de espera.

O *layout* celular visa à eliminação de todas as operações não agregadoras de valor. Segundo Tubino (1999), a escolha de um *layout* departamental frente ao celular deteriora o desempenho dos sistemas produtivos com fabricação em lotes, fazendo com que os *lead times* (tempo de atravessamento) e os custos dos produtos se ampliem, devido aos desperdícios de superprodução, espera, movimentação e transporte, processamento, estoques e produtos defeituosos.

2.4 Trabalho Padronizado

Coimbra (2009) cita que o trabalho padronizado é a melhor maneira de realizar determinada tarefa, além de ser a mais efetiva, mais fácil e mais segura. Segundo Monden (2012), o trabalho padronizado destina-se a utilização do menor número de colaboradores para a produção.

Monden (2012) cita que o primeiro objetivo do trabalho padronizado é o de adquirir uma maior produtividade através do trabalho eficiente sem movimentos que não sejam úteis. Seu segundo objetivo é o de balancear as linhas em termos do tempo de produção. O terceiro objetivo é o de minimizar as peças em processamento (*WIP*), padronizando o mesmo e eliminando o excesso.

Ohno (1997), cita que caso os funcionários estejam seguindo os procedimentos e mesmo assim os defeitos continuem ocorrendo, torna-se necessário realizar uma revisão do trabalho padronizado, criando mudanças no padrão.

3. Estudo de caso

O projeto descrito neste artigo foi realizado junto a uma empresa têxtil brasileira fabricante de roupas. A empresa conta com aproximadamente 8 800 funcionários e possui 6 unidades espalhadas pelos estados de Santa Catarina, Bahia e Ceará. No ano de 2013, sofreu algumas alterações no quadro de gestores e passou a adotar a filosofia *lean* como base para as mudanças. Um dos projetos desenvolvidos no início de 2014 foi o de uma célula de produção em uma das unidades de Santa Catarina. Nos tópicos a seguir, esse trabalho é melhor explicado.

3.1. Descrição do produto

O projeto foi realizado junto ao setor de embalagem de meias. O produto final consiste em um par de meias embalado.

As embalagens de meias, que compreendem o produto final, podem ter certas variações quanto a presença, ou não, de alguns componentes. Para a melhor compreensão do produto, temos abaixo a descrição desses componentes:

Solapa: cartão de papel dobrado sobre o par de meia para mantê-lo unido;

Gancho: pequeno gancho de plástico preso à solapa que permite pendurar as meias nos cabides das lojas no varejo;

Etiqueta de tamanho: etiqueta adesiva que descreve o tamanho do par de meia em questão;

Etiqueta do código de barras: etiqueta adesiva de código de barra para controle interno da empresa;

Embalagem plástica: plástico que vai envolto ao par de meia para conservá-las de agentes externos, como sujeiras e poeira.

Temos um total de 7 tipos de produtos – meias embaladas – cada qual com uma combinação diferente de componentes. No tópico 3.3, é descrita a forma como se trabalhou com essas variações.

3.2. Descrição e análise do processo

O processo de embalagem possui uma sequência definida de acordo com o tipo da meia. A seguir, temos a sequência de uma embalagem completa, isso quer dizer, um tipo de meia que recebe todos aqueles componentes citados no tópico anterior:

a) **Vaporização:** as meias que entram nessa operação chegam em caixas dos teares, onde ficam acumuladas em grandes estoques até serem carregadas na máquina *Vaporizadora*. As meias devem ser carregadas uma a uma pelo operador, onde são vaporizadas e "passadas" pela máquina, um processo similar à de um ferro de passar;
b) **Revisão:** conforme as meias passam pela operação de *Vaporização*, elas vão sendo automaticamente depositadas numa mesa anexa à máquina. Nesta mesa, um segundo operador é responsável pela *Revisão*, onde cada meia deve ser inspecionada quanto à costura e à presença de fios sobressalentes (neste caso, o fio deve ser cortado com tesoura por esse mesmo operador). Em seguida, as meias são recolocadas nas suas caixas e armazenadas em outro estoque intermediário, onde ficam acumuladas até serem requeridas pela operação seguinte;
c) **Prega:** as caixas com as meias já "passadas" e revisadas vêm do estoque intermediário para a operação de *Prega*, onde as meias são unidas em pares, a solapa é colocada e pregada junto das meias por uma pequena máquina, acionada por um terceiro operador;

d) **Colocação do gancho:** o mesmo operador que prega a solapa, realiza a colocação do gancho. A operação de *Prega* e *Colocação do gancho* é feito em lotes, isso quer dizer que entre as duas operações existe material acumulado, por mais que seja o mesmo operador que realiza essas duas atividades;
e) **Colocação da etiqueta de tamanho:** um quarto operador é responsável pelas demais operações. A *Colocação da etiqueta de tamanho* consiste em colar uma pequena etiqueta adesiva referente ao tamanho do par de meia em questão;
f) **Colocação da etiqueta de código de barras:** esse mesmo operador coloca uma etiqueta adesiva de código de barras que servirá para controle interna da empresa;
g) **Colocação da embalagem plástica:** as meias são então colocadas em uma embalagem plástica.
h) **Bipar:** por fim, este quarto operador passa a etiqueta de código de barra em um leitor, com intuito de registrar o par de meia e servir como controle de produção das meias que foram embaladas. Assim como ocorre com as atividades do terceiro operador, as operações de colocar etiqueta, colocar na embalagem e bipar também são feitas em lotes, havendo, dessa forma, acúmulos entre as operações.

O *Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)*, mostrado no anexo A, mostra a sequência do processo e representa de forma mais clara o fluxo do produto, permitindo assim, que possamos identificar desperdícios e estimar os ganhos com o projeto que foi realizado.

Podemos observar a presença de inúmeros estoques ao longo de toda a cadeia, sobretudo entre as operações de *Revisão* e *Prega* que, apesar da proximidade, trabalham separadamente como se fossem diferentes departamentos. Outra causa desses estoques é o desbalanceamento entre os processos e o fato de todos os operadores trabalharem muitas vezes com grandes lotes entre uma operação e outra. Por fim, existe diversas atividades, como buscar caixas, reabastecer materiais, atender telefone, esvaziar lixeira que são realizadas pelos próprios operadores da linha, fazendo com que o fluxo seja interrompido a todo instante. Como resultado, temos grandes estoques em processos, longos *lead times* e perda de produtividade.

3.3. Metodologia

Devido às características do processo, citadas anteriormente, viu-se uma grande aplicabilidade com o projeto de célula de produção. As etapas de implementação foram

definidas por membros do GLean – Grupo de Estudos em Lean – da Universidade Federal de Santa Catarina, baseados no livro "Criando Fluxo Contínuo" de ROTHER & HARRIS (2002). A Figura **1 - Etapas de implementação**1 mostra as etapas adotadas no projeto.

Figura 1 - Etapas de implementação

Fonte – Acervo do autor

No tópico seguinte, tem-se o detalhamento, bem como o processo de implementação, para cada uma dessas etapas.

3.4. Etapas de Implementação

Para o melhor entendimento do trabalho realizado, a explicação é feita seguindo as 5 etapas de implementação. Por fim, são levantados indicadores com o objetivo de analisar os resultados e compará-los com estado inicial do processo.

3.4.1. Definição dos tipos de produtos

Uma ferramenta muito utilizada para identificar os diferentes tipos ou famílias de produtos é a matriz de processos. Nela são listados os diferentes processos existentes, indicando por onde cada um dos produtos passa. Abaixo, a matriz para o processo de embalagem das meias:

Tabela 1 – Matriz de processos

		Tipo de produto						
		A	B	C	D	E	F	G
Operação	Vaporização	x	x	x	x	x	x	x
	Revisar	x	x		x	x	x	x
	Pregar	x	x	x	x		x	x
	Etiqueta de tamanho			x	x	x	x	
	Etiqueta de código de barras	x	x	x	x	x	x	x
	Gancho			x	x	x	x	
	Embalagem	x	x	x	x	x	x	x
	Bipar	x	x	x	x			

Fonte: Próprio autor

A matriz de processo é geralmente utilizada para agrupar os diferentes produtos por famílias, podendo então focalizar cada célula de produção para uma única família. Neste caso, focalizar células não era uma opção, pelo fato de haver um único conjunto de equipamentos que deveria ser compartilhados entre todos os produtos. Sendo assim, ainda nesta etapa ficou claro que a célula deveria ser altamente flexível, de forma a permitir um rápido rearranjo dos materiais e operadores dependendo do tipo do produto que estivesse sendo processado no momento.

3.4.2. Levantamento do tempo Takt

Para o cálculo do tempo *takt* usou-se a seguinte relação:

$$Takt = \frac{Tempo\ disponível}{Demanda}$$

O valor da *Demanda* corresponde à uma "ordem de corte". Nela, está a programação da produção de todos os tipos de meias para o horizonte de uma semana. Dessa forma, a frequência de atualização do *takt* foi definida como sendo a cada nova ordem de corte, ou seja, a cada sete dias. No caso do tempo disponível, o valor refere-se ao período de três turnos de trabalho, descontando os intervalos para lanche.

3.4.3. Levantamento dos elementos de trabalho e balanceamento das operações

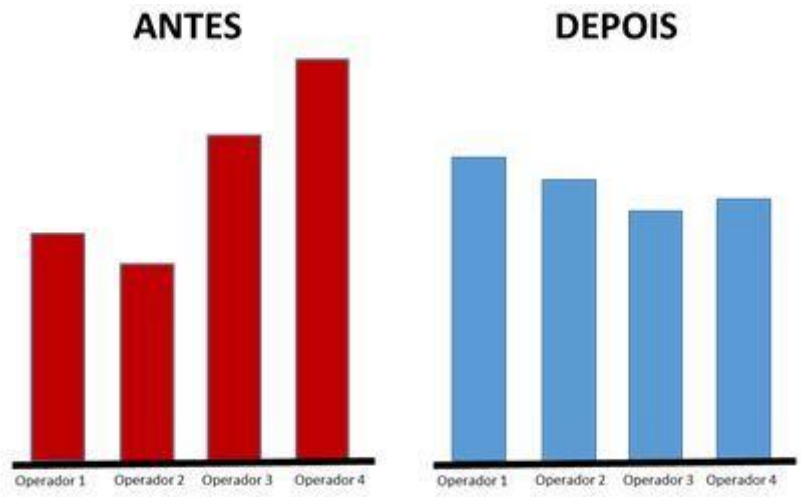
Segundo COIMBRA (2013), o balanceamento de linha é um método muito importante para se criar o fluxo contínuo. Consiste na distribuição de tarefas, ou elementos de trabalho,

entre os postos de trabalho balanceado por um tempo de ciclo. Cada posto pode ter um ou mais trabalhadores, porém todos devem terminar suas tarefas abaixo do tempo *takt*.

Foram levantados os elementos de trabalho de todas as operações presentes no processo de embalagem. Foi realizado a distribuição desses elementos (balanceamento) considerando a possibilidade de se trabalhar com dois, três ou quatro operadores, e o processo de embalagem de qualquer tipo de meia. A definição do número adequado de operadores será tratada no tópico 3.4.5.

Na figura 2 temos um exemplo de balanceamento realizado no processo de embalagem mais completo com quatro operadores:

Figura 2 – Balanceamento



Fonte – Acervo do autor (por questão de sigilo das informações, os tempos foram omitidos)

Tendo os elementos de trabalho balanceados, foi elaborado fichas visuais para servirem de instrução para aos operadores daquilo que cada um deve realizar, para todas as situações de produtos e número de operadores.

No próximo tópico é mostrado como se trabalhou com o fluxo dos produtos ao longo de toda a cadeira de valor.

3.4.4. Organização do fluxo de processo

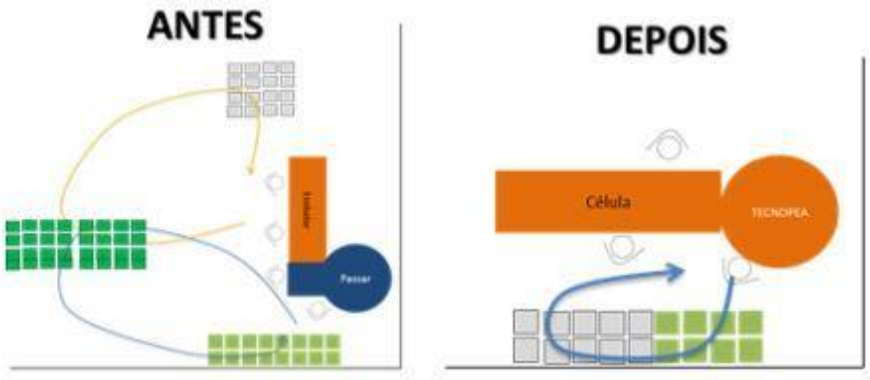
Como definido no referencial teórico, o layout celular visa a eliminação de todas as operações não agregadoras de valor com intuito de aumentar o fluxo do valor. Dessa forma, a primeira decisão tomada foi de acabar com o estoque intermediário entre as operações de *Revisão* e *Prega*, devendo as meias revisadas irem diretamente para a operação de *Prega*. Com o mesmo propósito, foi estipulado trabalhar com o fluxo unitário, processando um par de meias por vez entre cada operação.

No anexo B, temos o *Mapa do Estado Futuro*, onde podemos ver os ganhos em *lead time* obtidos com a redução desses estoques ao longo de todo o processo.

Também pensando em fluxo, alterou-se a posição da mesa anexa à máquina Vaporizadora de forma a permitir o rearranjo de operações e operadores o mais rápido possível, sempre que houver mudança no tipo de produto (meia) ou no número de operadores necessários para atender o tempo *takt*.

Uma terceira mudança com o intuito de acabar com as interrupções no fluxo, foi de aproximar a matéria-prima (meias que saem dos teares) da célula e concentrar os desperdícios de movimentar caixas e reabastecer os materiais da mesa num mesmo operador. Essas tarefas foram alocadas ao primeiro operador, que abastece a máquina Vaporizadora. Sempre que houver a necessidade de executar essas movimentações e reabastecimentos, esse operador deve acumular um estoque suficiente na saída da máquina (podendo a máquina ser mais rápida que as demais operações) para que os demais não fiquem ociosos e a célula mantenha fluxo. Abaixo, podemos observar as alterações realizadas:

Figura 3 – *Layout* antes e depois



Fonte: Próprio autor

No tópico seguinte é descrito a forma de estabelecer o número de operadores na célula.

3.4.5. Definição do número de operadores para atender o tempo Takt

O número de operadores deve ser definido de forma a garantir que o tempo *takt* seja atendido. Dessa forma, utiliza-se a seguinte relação:

$$\text{Nº Operadores} = \frac{Tempo\ de\ ciclo\ total}{Takt}$$

Para o *tempo de ciclo total*, fez-se uma média ponderada dos tempos de ciclo dos sete tipos diferentes de meias presente em cada ordem de corte. Assim sendo, a cada nova ordem de corte, deve-se recalcular o tempo *takt* e com isso redefinir o número de operadores.

3.5. Resultados

Para fins de comparação, levantou-se indicadores que mostram a situação encontrada no início do projeto e os valores obtidos ao final.

Tabela 2 – Resultados obtidos

	Antes	*Depois*
Lead Time (Segundos)	5933,4	793
Movimentação de Operadores (Metros)	64	5
Produtividade (Pares/Pessoas/Turno)	487	689

Fonte: Próprio autor

Os indicadores mostram o benefícios de se trabalhar com célula de produção em processos semelhantes ao que foi descrito neste trabalho.

4. Conclusão

Como pôde-se analisar através dos resultados obtidos, a adoção dos conceitos desenvolvidos pela Toyota ao longo dos anos é uma maneira prática e simples de desenvolver trabalhos dentro de empresas.

A criação de um mapa de fluxo de valor com a posterior implementação de célula de produção nos mostrou a possibilidade de jogarmos os desperdícios para fora da área de embalagem. Além disso, com a adoção da metodologia baseada em Rother e Harris (2002), foi possível obter dados até então desconhecidos pelos colaboradores da área como o tempo *takt* e o balanceamento das operações para o atendimento do mesmo.

O projeto dentro da célula não fez com que o produto chegasse mais rápido para o cliente. Esse fato é justificado pela falta de um trabalho voltado para a parte de logística externa da empresa. Para isso, recomenda-se um trabalho semelhante para a criação de um maior fluxo fazendo com que o produto chegue o mais rápido para o cliente final.

Cabe salientar que a organização do processo físico é outro ponto importante que merece destaque. Como pôde-se analisar através das figuras descritas no item 3.4.4, além de uma melhora significativa quanto a quantidade de estoques, nota-se uma melhora quanto a movimentação dos colaboradores, tornando viável, futuramente, o conceito de puxar a produção.

É importante também citar que a alta direção da empresa apoio e adotou todas as decisões tomadas pela equipe e tornou o trabalho mais valorizado e mais fácil de ser realizado.

REFERÊNCIAS

ROTHER, M.; HARRIS, R.. **Criando Fluxo Contínuo:** Um Guia de ação para Gerentes, Engenheiros e Associados da Produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

COIMBRA, E.. **Kaizen in logistics and supply chains**. 1. ed. New York: Mcgraw Hill Professional, 2013. 384 p.

COIMBRA, E.. **Total Flow Management**: Achieving excellence with kaizen and lean supply chains. 1. Ed. Kaizen Institute. 2009.

KAPPES, J,. **Aplicação dos conceitos de manufatura enxuta na produção de bens de capital sob encomenda**: Um estudo de caso de um produto do setor metal-mecânico. 2011.

178 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

LIKER, J. K.. **The Toyota Way**: 14 Management Principles fro the World's Greatest Manufacturer. New York: Mcgraw Hill, 2005. 352 p.

OHNO, T.. **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

ROTHER, M.; SHOOK, J.. **Aprendendo a Enxergar:** Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 99 p.

JONES, D. T.; WOMACK, J. P.. **Soluções Enxutas:** Como empresas e clientes conseguem juntos criar valor e riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de Produção:** Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MONDEN, Y.. **Toyota Production System:** An Integrated Approach to Just-in-time. 4. ed. Boca Raton: Crc Press, 2012.

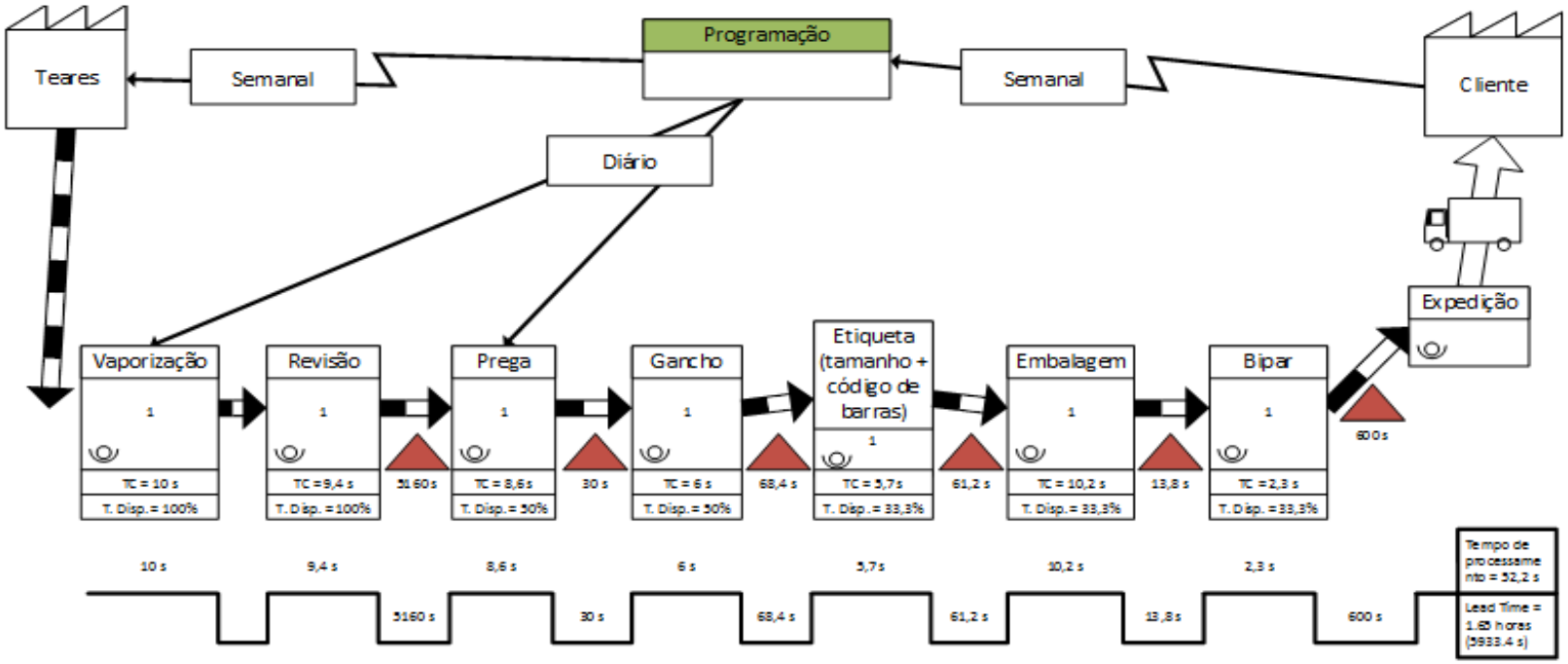
SILVA, M.. **A autonomação analisada à luz dos fatores determinantes da competitividade.** In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 6. 2010. Niterói. UNISINOS, São Leopoldo – RS. P. 1 – 24.

ZAGONEL, E,.**Implantação do Fluxo unitário de peças numa célula de usinagem:** Estudo de caso por meio de simulação. 2006. 202 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

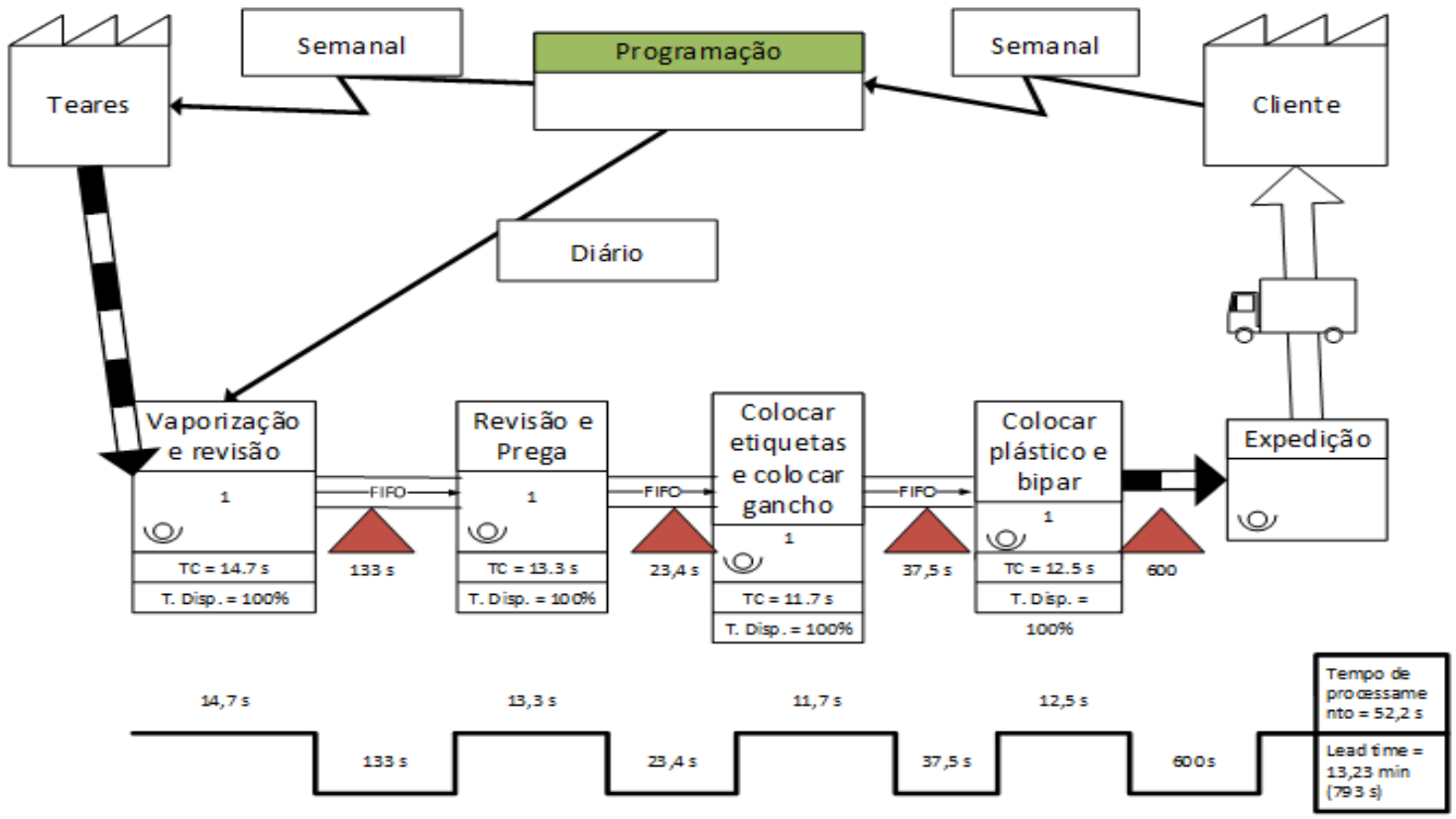
TUBINO, D.. **Sistemas de Produção:** A produtividade no chão de fábrica. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1999. 182 p.

ANEXO

A) Mapa do fluxo de valor para o estado inicial do processo



B) Mapa do estado futuro do processo


Teares
Semanal
Programação
Semanal
Cliente
Diário
Vaporização e revisão
1
TC = 14.7 s
T. Disp. = 100%
FIFO
133 s
Revisão e Prega
1
TC = 13.3 s
T. Disp. = 100%
FIFO
23,4 s
Colocar etiquetas e colocar gancho
1
TC = 11.7 s
T. Disp. = 100%
FIFO
37,5 s
Colocar plástico e bipar
1
TC = 12.5 s
T. Disp. = 100%
600
Expedição
14,7 s
133 s
13,3 s
23,4 s
11,7 s
37,5 s
12,5 s
600 s
Tempo de processamento = 52,2 s
Lead time = 13,23 min (793 s)

Um Estudo Exploratório envolvendo RFID e a Previsão de Vendas na Projeção de Posições de Estocagem

Samuel Bloch da Silva (ITA) – samuel@ita.br

Prof. Dr. Anderson Ribeiro Correia (ITA) – correia@ita.br

Bruno Leonardo Giublin (REXAM) – bruno.giublin@rexam.com

Resumo: Todas as empresas fazem parte de uma grande e complexa rede de interconecções. Isto significa que a velocidade e a intensidade com que as mudanças acontecem nesta cadeia superam em muito a taxa de resposta desta empresas, principalmente no que se referem as adequações de infraestrutura. Neste sentido o artigo proposto visa apresentar um método determinístico para projeção do número de posições de armazenagem necessárias para atender a previsão de vendas da empresa Rexam em Jacareí. O método se apoia na tecnologia RFID integrada ao processo de previsão de vendas com base na análise clássica da decomposição da série de tempo. Considerando a natureza exploratória do estudo, o presente artigo pretende apresentar como resultado uma planilha Excel Piloto pronta para tratar os dados oriundos das leituras das etiquetas RFID capturada durante processo simulado em laboratório.

Palavras-chave: RFID; Previsão de Vendas; Otimização Armazenagem .

Abstract: All companies are part of a large and complex network of interconnections. This means that the speed and intensity with which the changes take place in this chain far outweigh the response rate in this business, especially as they relate to adjustments of infrastructure. In this sense the proposed article aims to present a deterministic method to forecast the number of storage locations required to meet the sales forecast of the company Rexam at Jacarei. The method relies on the integrated sales forecasting based on classical analysis of the decomposition of the time series process integrated with the RFID technology. Given the exploratory nature of the study, this paper presents results in an Excel spreadsheet Pilot ready to collect the data from the readings of RFID tags captured during the simulated process in the laboratory.

Keywords: RFID; Sale Forecast; Optimizing Warehouse.

1. Introdução

Segundo Nigel Slack , Stuart Chambers e Robert Johnston (2001, pag. 170)

“ Todas as operações fazem parte de uma rede maior , interconectada com outras operações. Essa rede inclui fornecedores e clientes. Também inclui fornecedores dos fornecedores e clientes dos clientes e assim por diante .”

Ou seja, nenhuma empresa é uma ilha com autonomia suficiente para produzir e prover sozinha produtos e serviços aos clientes finais. Neste sentido o conjunto de empresas participantes de uma mesma cadeia acabam formando um grande sistema aberto conforme proposto por Bio (1996. pag. 18)

“ ... um conjunto de elementos interdependentes , ou um todo otimizado , ou partes que interagem formando um todo unitário e complexo”

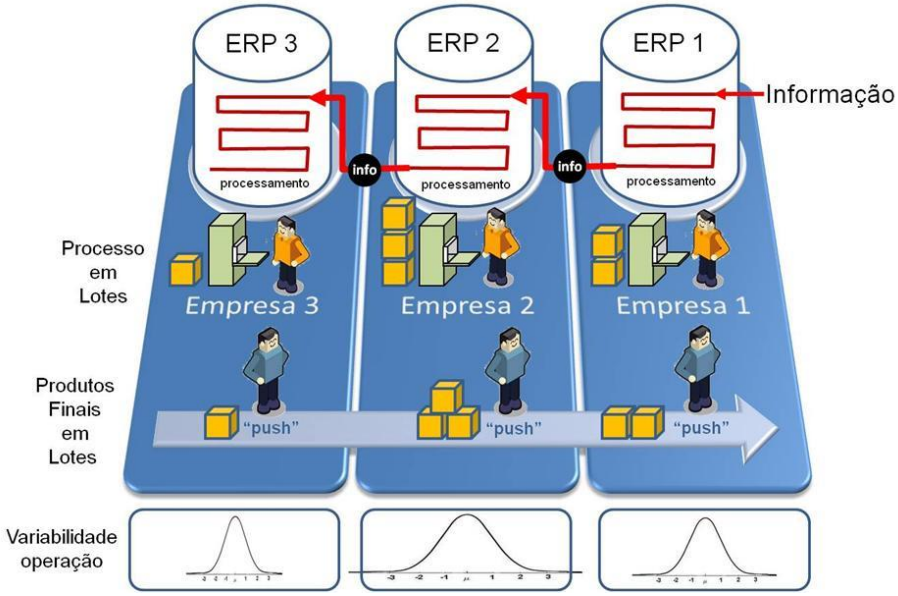
Apesar da definição proposta por Bio não ser tão recente, a ideia de sistema aberto continua atual pelo fato de que as empresas ainda se valem da integração dos recursos materiais, humanos e tecnológicos para o processamento de bens ou serviços simples ou complexos a serem fornecidos ao mercado. O lado interdependente e otimizado desta cadeia produtiva aparece na forma de competitividade destas empresas em gerenciar o todo de suas operações.

Adicionalmente ao contexto, Ballou alerta para o fato de que a otimização sistêmica passa também pela ocupação adequadas das áreas de armazenagem de qualquer empresa; uma vez que seus custos estimados representam 20% dos custos totais de distribuição (BALLOU, 2005. pag. 373). Neste sentido o artigo proposto visa apresentar um método determinístico para projeção do número de posições de armazenagem necessárias para atender a previsão de vendas da empresa Rexam em Jacareí, tendo como base as leituras RFID simuladas dos futuros portais a serem instalados nas docas de expedição da empresa.

2. Caracterização do Problema

Analisando os métodos de previsão da demanda convencionais sob a ótica do “pensamento enxuto”, possivelmente muitos erros operacionais poderiam ser eliminados se os métodos de controle dos eventos que cercam o consumo dos materiais fossem mais efetivos. Para George (2002), 80% dos problemas que drenam valor das empresas, são gerados por apenas 20% dos processos empresariais mais caros, complexos e com controles pouco efetivos. Isto é mais facilmente perceptível em empresas que adotam o sistema de produção para estoque (em inglês "make to stock"), de maneira a atender diferentes tipos de demanda. Empresas praticantes deste modelo são baseadas principalmente em sistemas do tipo ERP (em inglês " Enterprise Resource Planning), cujo processo de planejamento dos materiais passa pelo tratamento dos dados em módulos complexos conforme figura 1:

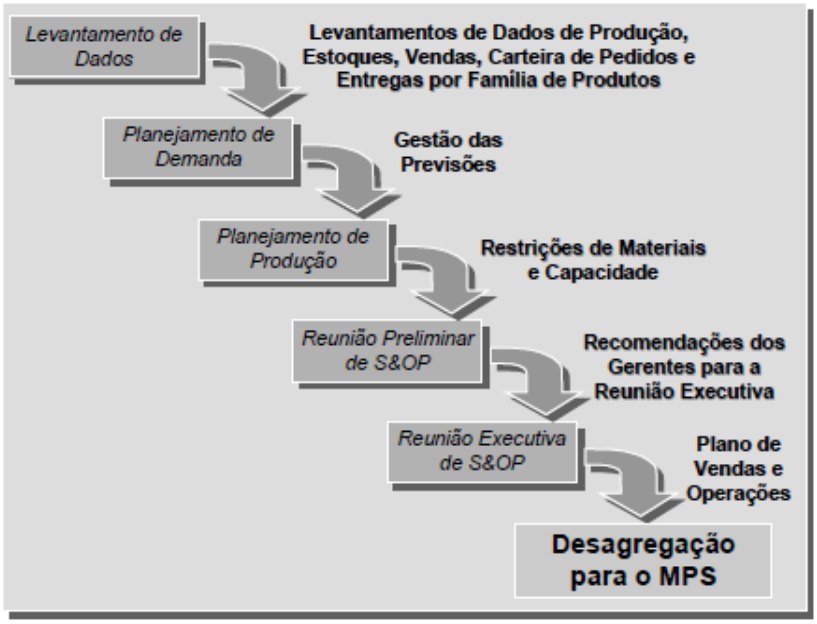
Figura 1 - Complexidade dos Sistemas ERPs envolvidos em uma Cadeia de Suprimentos



Fonte: Silva (2010)

Considerando a figura 1, a informação compartilhada entre o "ERP 1" e o "ERP 2" já não representa a informação inicial. Ou seja, o próprio sistema cria atrasos e filas operacionais em função de suas regras, módulos e pessoas envolvidas na liberação da informação entre as empresas. Concomitantemente, o método empregado na previsão da demanda destas empresas estará sujeito aos mesmos atrasos e filas reportados na figura 1, causando variações significativas no médio e longo prazo. Por outro lado, no curto prazo tais variações são pouco perceptíveis considerando que de um modo geral as empresas fazem previsões estáticas e super dimensionadas em relação aos cenários congelados. Módulos como o de Planejamento de Vendas & Operações (em inglês SO&P- sales, operation and planning) que podem integrar os ERPs comerciais, apresentam metodologia bastante estruturada porém ainda apoiada em um processo estanque e de processamento sequencial. Bremer et al (2008) apontaram em estudo que aproximadamente 60% das empresas nacionais que possuem o módulo e o processo de SO&P implementado estão insatisfeitas com os resultados obtidos. Possivelmente o nível de insatisfação esteja relacionado com a dificuldade em operacionalizar a metodologia SO&P, uma vez que o mesma exige uma modelagem e adequação organizacional conforme apresentado na figura 2:

Figura 2 - Metodologia SO&P



Fonte: Corrêa et al (2007)

A principal observação ao modelo apresentado na figura 2 é que o mesmo é sequencial e com tempo específico para execução de cada etapa. Consequentemente quando a reunião executiva acontecer, dados levantados nas fases preliminares poderão estar defasados. Outro ponto importante segundo Tearnan (2008) neste contexto, está relacionado com a confiabilidade dos dados levantados, tratados e disponibilizados para os tomadores de decisão. Ou seja, o tratamento dos dados poderá ser super ou subdimensionado dependendo das restrições e seguranças impostas pelo planejamento da produção. Naturalmente existe um conflito entre produção, financeiro e comercial no que tange ao tópico estoques, cada qual com seu ponto de vista e argumentos.

Analisando esta questão sob a ótica dos desperdícios sugeridos Ohno (1988), uma previsão de vendas qualquer, independente do sistema, deveria considerar no mínimo:

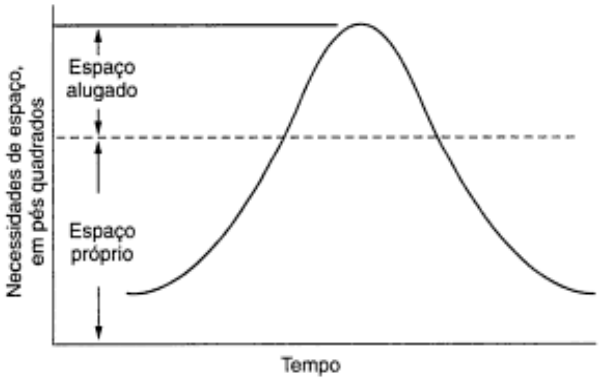
- ✓ **Evitar a superprodução**: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, camuflados pelo excesso de inventário produtivo/trânsito inerente aos fatores de segurança implementados pelos gerentes. Neste contexto a subprodução também é prejudicial, uma vez

que coloca a empresa em condições desiguais de competição com concorrentes que possuem produtos a pronta entrega, prejudicando eventualmente o nível de serviço prometido;

- ✓ **Evitar o inventário desnecessário**: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos elevados e baixo desempenho do serviço prestado ao cliente. O inverso também vale, uma vez que nem sempre os clientes pagam por níveis de serviços elevados

Ou seja, as previsões de demanda são fundamentais para a consecução dos objetivos da administração de materiais, que consistem em prover ao usuário material certo na quantidade solicitada e nas melhores condições operacionais e financeiras para a organização (BARBIERI; MACHLINE, 2006). Segundo Ballou (2005, pag. 273), não podemos esquecer que os estoques são importantes instrumentos para minimização e otimização de outros custos operacionais. O que se espera então com o presente artigo é propor um método que ajude no equilíbrio destes aspectos conflitantes, de maneira que seja possível obter vantagem no manejo das posições de estocagem dos produtos finais da empresa em questão. Este equilíbrio está relacionado com o modelo proposto por Ballou (2005, pag. 399) na figura 3:

Figura 3 - Estratégia Mista de Armazenagem para Necessidades de Estocagem



Fonte: Ballou (2005)

Considerando a figura 3, formulamos o objetivo do presente trabalho no sentido de identificar no horizonte de tempo da previsão de vendas Rexam se a mesma precisará utilizar

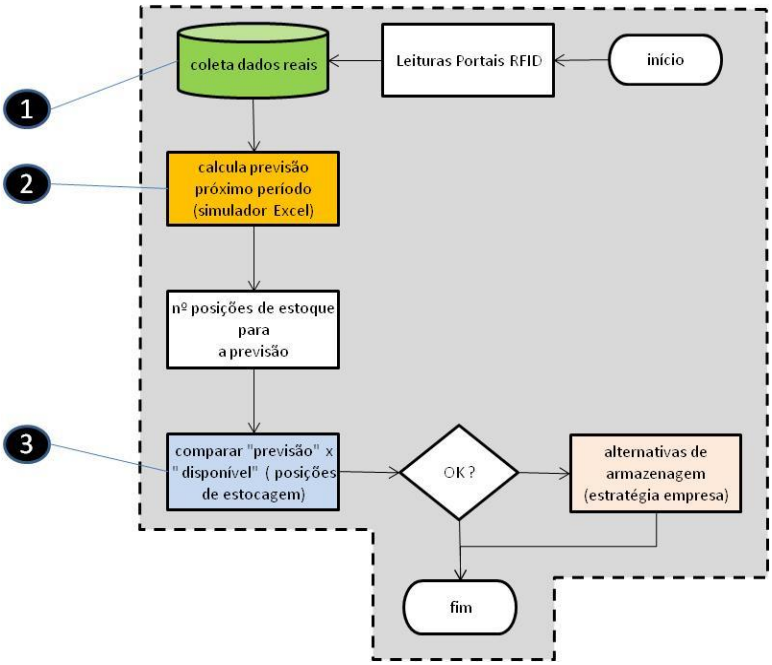
espaços alugados para amortecer as possíveis variações apontadas no planejamento. Apesar da empresas operar com armazém próprio, é inevitável que em determinadas épocas do ano os mesmos não sejam suficientes para acomodar o plano de produção. Vale ressaltar que para a Rexam a disponibilidade de estoque imediato pode representar ganhar ou perder um grande contrato de venda.

A seguir serão detalhados os meios para que este objetivo seja alcançado, sem que a empresa lance mão de módulos especiais como S&OP intergrado ao ERP, utilizando-se apenas da tecnologia RFID para abastecer dinamicamente a base de dados do modelo de previsão de demandas.

3. Modelo Proposto

Para Wacker & Lummus (2002), existe uma forte relação entre a previsão de vendas e a decisão de alocação de recursos da companhia. Segundo os autores, a correta definição dos recursos e dos processos, passando pela capacidade, está diretamente relacionada com as decisões estratégicas da empresa; bem como em relação a otimização financeira no curto/médio/longo prazo. Neste sentido a estratégia de armazenagem adotado pela empresa poderá sofrer modificações ao longo dos anos, principalmente pela inserção de novos produtos e/ou clientes. Por melhor que tenha sido feito o dimensionamento do numero de posições de armazenagens, as constantes modificações nos planos de produção acabam por comprometer a infraestrutura atual, caracterizando área prioritária para melhorias e otimizações. Dentro deste contexto, a figura 4 apresenta a seguinte proposta:

Figura 4 - Modelo Proposto para Definição de Estratégia Mista de Armazenagem com base na Previsão de Vendas



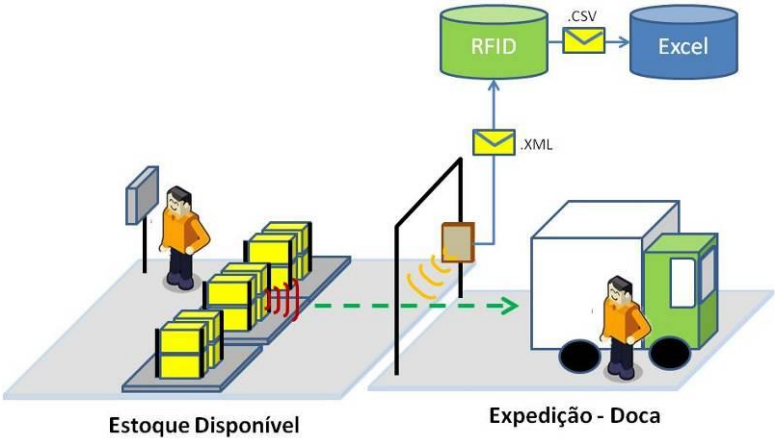
Fonte: O autor

Conforme apresentado na figura, o modelo será detalhado a seguir em 3 etapas.

3.1. Coleta de Dados sobre o Processo de Expedição

A coleta de dados é fase crítica dentro do contexto, uma vez que o objetivo é trabalhar com dados gerados em tempo real, oriundos do processo de expedição da Rexam. Este processo de captura é plenamente possível considerando que a empresa em questão está testando tecnologia de identificação por radio frequência para controle do processo de embarque dos produtos vendidos, eliminando desta maneira várias leituras de códigos de barras. Como a tecnologia se baseia na emissão e recepção de ondas eletromagnéticas, tudo o que estiver identificado com uma etiqueta RFID nesta zona de interrogação será capturado. Na prática isto significa ler simultaneamente quase 500 etiquetas sem qualquer alinhamento físico com a fonte emissora (THINGMAGIC, 2014). Isto difere em muito dos tradicionais códigos de barra que necessariamente precisam estar alinhados com o leitor para execução da leitura unitária. Dentro contexto a alimentação da base de dados será dinâmica conforme a Fig. 5:

Figura 5 - Processo reduzido do Embarque de Produtos Acabados com Coleta de Dados via tecnologia RFID



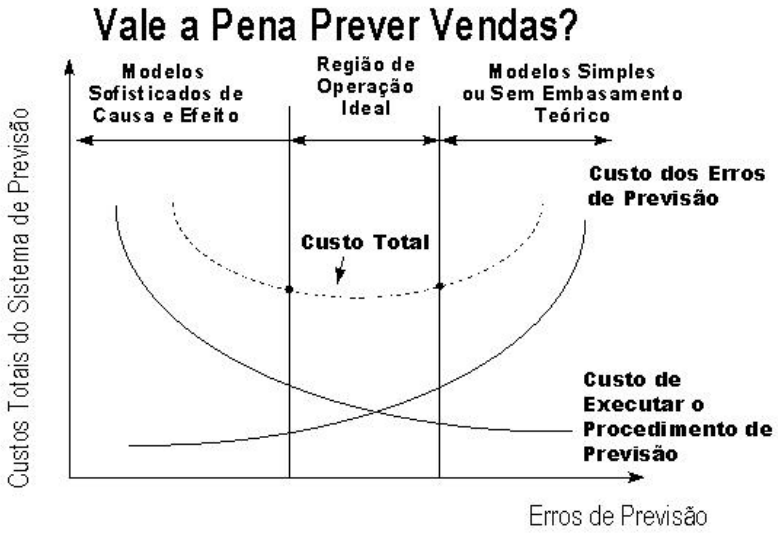
Fonte: O autor

A cada palete de produto lido no portal RFID da doca de expedição, um registro com os dados dos produtos seriam enviados para popular base específica, permitindo desta maneira futura extração destes dados via formato ".csv" para dentro do software Excel piloto já com o modelo de previsão de demanda preparado. A dinâmica na coleta dos dados via portal RFID permitirá reduzir eventuais atrasos no apontamento da informação inerentes aos modelos tradicionais. Isto significa que uma vez lido o produto pela antena RFID o mesmo já constará sistemicamente como consumido, independente de qualquer ação humana (ex: apontamento de romaneios de embarque). Neste sentido, o ciclo de informação será acelerado para milisegundos ao invés de semana/mês conforme procedimento estabelecido no SO&P clássico, permitindo assim uma análise de tendência mais efetiva. Ou seja, a cada leitura no portal de embarque será possível atualizar a projeção sobre o número de posições necessárias no armazém para o futuro, antecipando assim eventuais rupturas.

3.2.Cálculo da Previsão de Demanda

Um estudo conduzido em 2004 pelo Instituto ILOS intitulado "Vale a Pena Prever Vendas ?", foi apresentado a seguinte figura 6:

Figura 6 - Vale a Pena Prever Vendas ?



Fonte: Wanke (2004)

Apesar do artigo não ser recente , percebe-se em relação a Figura 6 que quanto mais simples e intuitivo for o modelo de previsão da demanda, maiores serão os custos decorrentes dos erros. Uma das principais razões está no fato de que a mente humana, apesar de possuir características únicas com relação à complexidade e poder para armazenamento e associação de informações, está sujeita a emoções, sendo otimista ou pessimista em relação as incertezas futuras. Por outro lado, modelos mais sofisticados minimizam os erros das previsões com alto custo de implementação e operação. O desafio então é utilizar um método que seja intermediário aos extremos do gráfico apresentado na figura 6, de maneira que se obtenha um erro de previsão aceitável a um custo de processamento adequado.

Segundo Ballou (2005), se existe uma classe de modelos de previsão de utilidade continuada com o passar dos anos, pode-se dizer que é a da decomposição da série de tempo. Entre seus métodos incluem-se:

- ✓ análise espectral
- ✓ análise clássica da série de tempo
- ✓ análise de série de Fourier

A análise clássica da decomposição de séries de tempo é muito utilizada principalmente pela simplicidade matemática e grande aceitação (SHAPIRO, 2001, pag. 21). Também porque nenhum método mais sofisticado conseguiu oferecer precisão superior aos resultados obtidos com este tipo de análise. Detalhando melhor este método teremos (BALLOU, 2005, pag.254):

$$F = T * S * C * R \qquad (1)$$

onde na Eq. 1:

F = demanda prevista (unidade / paletes de produtos)

T = nível de tendência (unidade / paletes de produtos)

S = índice sazonal

C = índice cíclico

R = índice residual

Na prática os índices residual (R) e cíclico (C) poderiam ser iguais a 1, considerando a dificuldade em se levantar exatamente os respectivos valores. Como o modelo pressupõe uma atualização dinâmica oriunda das leituras RFID e os respectivos índices apresentam baixo impacto no contexto, os mesmos serão suprimidos da fórmula original, resultando em uma nova forma de cálculo:

$$F = T * S \qquad (2)$$

O valor da tendência (T) na Eq. 2 poderá ser determinado por vários métodos, sendo que adotaremos o método dos mínimos quadrados sugerido por Ballou:

$$T = a+(b*t) \qquad (3)$$

onde os coeficientes "a" e "b" apresentados na Eq. 3 serão encontrados por (Eq. 4 e 5):

$$b = \frac{\sum D_t\ (t) - N\ (\bar{D}\ )(\bar{t}\ )}{\sum t^2 - N\ t^2} \quad (4)$$

$$a = \bar{D} - b\ \bar{t} \quad (5)$$

em que :

N = número de observações usadas no desenvolvimento da linha de tendência

D_t = demanda real no período de tempo t

$\bar{D}$= demanda média em N períodos de tempo

$\bar{t}$ = média de t ao longo de N períodos de tempo

O componente sazonalidade (S) será representado por um índice que muda para cada período da previsão (Eq. 6):

$$S_t = \frac{\bar{D}}{T} \quad (6)$$

onde:

$\bar{D}$= demanda média em N períodos de tempo

T = valor da tendência

Para facilitar a visualização, uma planilha Excel piloto foi criada para tratar todas as fórmulas apresentadas anteriormente, bem como receber os dados coletados e tratados oriundos das leituras do portal RFID em desenvolvimento . A figura 7 apresenta o resumo da planilha desenvolvida para a modelagem proposta já com os dados simulados para o processo em questão:

Figura 7 - Planilha Piloto com as Projeções das Previsões

	Período	período (t)	vendas (D)	D x t	t^2	b	a	T¹	Sazonalidade (S)	Previsão (F)	nº posições estocagem
1º Q - 2013	1	1	2500	2500	1	222,53	1065,47	1288	1,94		
	2	2	3500	7000	4			1510,54	2,32		
	3	3	3800	11400	9			1733,07	2,19		
	4	4	4000	16000	16			1955,6	2,05		
2º Q - 2013	5	5	3200	16000	25			2178,13	1,47		
	6	6	3000	18000	36			2400,66	1,25		
	7	7	3900	27300	49			2623,2	1,49		
	8	8	4500	36000	64			2845,73	1,58		
3º Q - 2013	9	9	3250	29250	81			3068,26	1,06		
	10	10	3500	35000	100			3290,79	1,06		
	11	11	3700	40700	121			3513,32	1,05		
	12	12	4200	50400	144			3735,85	1,12		
1º Q - 2014	1	13						3958,39		4.193	ok
	2	14						4180,92		4.447	ok
	3	15						4403,45		4.637	ok
	4	16						4625,98		5.201	insuficiente
N	12	136	43050	289550	650						
		paletes de latas									

Fonte: O autor

Conforme proposto pelo método, a coluna assinalada em laranja reporta a previsão de demanda para o palete de produto analisado para o próximo período, levando-se em consideração seus índices de sazonalidade (S) e tendência (T).

3.2.Comparação da Previsão de Demanda em relação a Projeção de Área Necessária

O principal objetivo do modelo é comparar a previsão de demanda calculada em relação a uma projeção de posições de estoques necessárias para acomodar os futuros produtos no armazém da empresa em Jacareí. A figura 8 apresenta o resultado obtido com a simulação:

Figura 8 - Planilha Piloto com Resultados

	Período	período (t)	vendas (D)	D x t	t^2	b	a	T¹	Sazonalidade (S)	Previsão (F)	nº posições estocagem	Erro Previsão	Custo Locação	Custo EADI
1º Q - 2013	1	1	2500	2500	1	222,53	1065,47	1288	1,94					
	2	2	3500	7000	4			1510,54	2,32					
	3	3	3800	11400	9			1733,07	2,19					
	4	4	4000	16000	16			1955,6	2,05					
2º Q - 2013	5	5	3200	16000	25			2178,13	1,47					
	6	6	3000	18000	36			2400,66	1,25					
	7	7	3900	27300	49			2623,2	1,49					
	8	8	4500	36000	64			2845,73	1,58					
3º Q - 2013	9	9	3250	29250	81			3068,26	1,06					
	10	10	3500	35000	100			3290,79	1,06					
	11	11	3700	40700	121			3513,32	1,05					
	12	12	4200	50400	144			3735,85	1,12					
1º Q - 2014	1	13						3958,39		4.193	ok		R$ -	R$ -
	2	14						4180,92		4.447	ok		R$ -	R$ -
	3	15						4403,45		4.637	ok		R$ -	R$ -
	4	16						4625,98		5.201	insuficiente		R$ 5.218,65	R$ 5.419,37
N	12	136	43050	289550	650								custo estocar excedente de paletes	
		paletes de latas												

Fonte: O autor

Conforme a figura 8, a coluna **nº posições de estocagem** apresenta duas alternativas possíveis:

- ✓ **ok** - quando a disponibilidade média de posições de estocagem no armazém comportam a previsão de vendas para o período. Ou seja, a informação sobre o giro médio mensal do número de posições no armazém é fundamental no desenvolvimento do modelo.

- ✓ **Insuficiente** - quando a disponibilidade média de posições de estocagem no armazém não comportar a previsão de vendas. Neste caso a planilha apresenta 2 alternativas possíveis para acomodar as unidades excedentes e seus respectivos custos associados (no modelo: EADI ou Locação de Galpão localizado próximo a Rexam). Esta análise é importante considerando que este tipo de decisão envolve provisão financeira, negociação prévia e disponibilidade de área nos locais alternativos para os materiais excedentes. O campo Erro Previsão apresentado na planilha, será utilizado para se validar futuramente a qualidade da previsão em relação a real demanda reportada pelos portais RFID existentes na expedição da empresa em questão. O mesmo será calculado conforme sugerido por Ballou(2005, pag.252):

$$S_F = \sqrt{\frac{\sum_t (A_t - F_t)^2}{N - 1}} \qquad (7)$$

onde na Eq. 7:

S_F = erro padrão da previsão

A_t = demanda real no período *t*

F_t = previsão para o período *t*

N = número de períodos de previsão *t*

A dinâmica de entendimento do erro é peça fundamental no aperfeiçoamento do modelo proposto, bem como no estabelecimento de um plano de melhorias ao mesmo. Conforme Shapiro (2001, pag.258), a incerteza é inerente a qualquer método de previsão de

demanda independente do grau de sofisticação da sistemática, porque pertence a fatores incontroláveis do mercado consumidor. Neste sentido, o que as previsões tentam é criar através de métodos estatísticos uma base analítica do passado para inferência do futuro próximo com o menor erro possível.

4. Conclusão

Considerando a proposta do artigo, acredita-se que o modelo apresentado é promissor pois trata de uma questão importante a operação de qualquer armazém em ambiente lean: otimização do espaço. O desafio é equilibrar investimento em infraestrutura com nível de serviço ao cliente. Empresas atuantes neste segmento estão sujeitas a modificações periódicas em seu mix e volumes de clientes e produtos, dificultando um dimensionamento adequado de suas operações intralogísticas. Outro ponto importante neste cenário segundo Vieira e Roux (2011, pag. 95) é falta de sincronismo entre a chegada e saída dos materiais no armazém, criando áreas de espera e/ou filas de embarque. Normalmente este descompasso resulta em aumento do custo operacional, motivado pela falta de previsões factíveis em relação a utilização do espaço disponível. Neste sentido o modelo desenvolvido poderá contribuir com a empresa em questão, permitindo uma visão antecipa da necessidade de posições de estoque para acomodar uma previsão demanda mais realista.

Como sugestão para futuros trabalhos fica a possibilidade de se utilizar a tecnologia RFID para outras áreas inerentes a cadeia de suprimentos, como por exemplo, a rastreabilidade de cargas entre diferentes armazéns.

REFERÊNCIAS

SLACK N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. São Paulo: Ed Atlas, 2002.

BIO, S. R. **Sistemas de Informação- Um Enfoque Gerencial**. São Paulo: Ed Atlas, 1996.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. São Paulo: Ed Bookman, 2005.

GEORGE, M. L. Lean Six Sigma – **Combining Six Sigma with Lean Speed**. Ed McGrawHill, 2002.

SILVA, B. S.. **Aplicação da Tecnologia RFID na Rastreabilidade e Sincronização de Suprimentos Aeronáuticos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. UNICAMP, 2010.

BREMER, C. F.; AZEVEDO, C. R.; MATHEUS, L. F.. **O Retrato do Processo de Sales & Operations Planning (S&OP) no Brasil** - Parte 1. Revista Mundo Logística, nº5 pág. 68. 2008.

CORRÊA, H. L.; GIANESSI, I. G. N.;CANON, M.. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5º Ed. São Paulo: Ed Atlas, 2007.

TEARNAN, R.. **S&OP Data Mangement - Critical to Sucessful Implementation**. Disponível em http://www.oliverwight-americas.com/ . Acessado em 20 de Janeiro de 2014.

OHNO, T. **Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production**. Tóquio: Ed Diamond, 1988

BARBIERI, J. C.; MACHILINE, C. **Logística Hospitalar: teoria e prática**. São Paulo: Saraiva, 2006. 325p

WACKER, J.G. & LUMMUS, R.R. **Sales forecasting for strategic resource planning**. International journal of operations & production management, vol. 22, n. 9, p. 1014-1031, 2002

WANKE, P.. **O Processo de Previsão de Vendas nas Empresas: Aspectos Organizacionais e Tecnológicos. Instituto de Logística e Supply Chain - ILOS**. Disponível em http://www.iceg.pucminas.br/betim/administracao/Material%20did%C3%A1tico/Artigo%20Previs%C3%A3o%20de%20Vendas.doc.. Acessado em 10 de Janeiro de 2014.

THINGMAGIC Co.. **Support Overview**. Disponível em : http://www.thingmagic.com/support-overview . Acessando em 10 de Janeiro de 2014.

SHAPIRO, J. F. **Modeling the Supply Chain**. Ed Duxbury, 2001

VIEIRA, D. R., ROUX, M.. **Projeto de Centro de Distribuição. Fundamentos, Metodologia e Prática para a Moderna Cadeia de Suprimentos**. Ed Elsevier. São Paulo. 2011

As Dificuldades de Implementação de uma Mentalidade de Manufatura Enxuta em Empresas da Serra Gaúcha: uma Abordagem Focada nos *Stakeholders* destas Companhias

Luciano Valente de Oliveira (UFRGS) – lvoliveira1@gmail.com

Marcos Ricardo Pretto (Universidade de Caxias do Sul) – mailto:mrppretto@terra.com.br

Ricardo Augusto Cassel (UFRGS) – mailto:cassel@producao.ufrgs.br

Resumo: O Sistema Toyota de Produção ainda é utilizado como um modelo a ser copiado. Apesar dos processos utilizados pela Toyota estarem abertos e amplamente divulgados, suas técnicas, conceitos e filosofias de manufatura permanecem sendo um objetivo de difícil alcance. Este estudo tenta encontrar as causas para que a filosofia japonesa não esteja totalmente implementada nas empresas pesquisadas. A abordagem utilizada visa compreender os principais pilares do sistema lean e sua utilização para prevenção das perdas que ocorrem por disfunções de um processo produtivo. Observada esta perda, é analisado qual parte interessada da cadeia produtiva em estudo é causadora e os motivos pelos quais este stakeholder comete tais falhas.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta; *Stakeholder*; 7 perdas.

Abstract: The Toyota Production System is still used as a reference in the industrial world. Besides many techniques being free to be seen and copy, Toyota's manufacturing concepts and philosophies remain a complex goal to achieve its implementation. This research attempts to find the causes for why the Japanese philosophy is not fully implemented in the surveyed companies. The approach aims to understand the main pillars of the lean system and its use for prevention of losses occurring by dysfunctions of a production process. Observed this loss, is analyzed which stakeholder of the supply chain is the originator and the reasons why this stakeholder commits such failures.

Keywords: Lean Manufacturing; Stakeholder; 7 wastes.

1. Introdução

A filosofia e conceito da manufatura enxuta é o objetivo de implantação de muitas empresas. O processo de migração para uma cadeia produtiva enxuta dificilmente é alcançado sem que haja uma forte necessidade. Womack, Jones e Ross (1992, p.256) comentam que "gerência de médio escalão e operários da linha numa companhia de produção em massa só começam a mudar quando confrontados com um exemplo próximo".

Estes são obtidos através de ferramentas da filosofia STP, e a implementação destes dispositivos são realizados pelos stakeholders pertencentes às organizações. As partes interessadas são os agentes de mudança. Este artigo apresenta um estudo de caso realizado em empresas da serra gaúcha, tentando observar as causas da baixa aderência dos princípios da manufatura enxuta. Para isso será necessário identificar respostas para as seguintes questões:

a) Elencar, avaliar e quantificar, em conjunto com as empresas, quais são as maiores perdas identificadas nos seus sistemas de produção;

b) Em conjunto com as empresas, analisar e verificar qual dos *stakeholders* está mais ligado à perda elencada;
c) Aplicar ferramentas de identificação e estratificação das origens dos problemas vinculados a esta(s) perda(s) e este(s) *stakeholder(s)*;
d) Priorizar as causas que serão tratadas através de análise de gravidade, urgência e tendência;
e) Propor um modelo para sanar os problemas encontrados. Mensurar ganhos financeiros com a aplicação deste modelo;

No capitulo referencial teórico encontra-se as ferramentas utilizadas. Na metodologia de pesquisa apresenta-se a elaboração do projeto. No desenvolvimento empregam-se as técnicas de pesquisa da coleta de dados e sua análise. Elencadas estas informações, elas foram abordadas na conclusão do porque as empresas não conseguem utilizar tais ferramentas.

2. Referencial Teórico

2.1. Sistema Toyota de Produção

Ele nasceu da necessidade de competitividade do mercado japonês perante concorrentes mundiais, principalmente os americanos. De acordo com Ohno (1997) Toyoda

Kiichiro, presidente da Toyota, sentenciou que caso a indústria automobilística japonesa não alcançasse a indústria americana em três anos, este setor não sobreviveria no Japão. Isto decorria da produtividade americana, que com seu conceito de produção em massa conseguia ser até nove vezes mais produtivo que um trabalhador japonês.

Com o intuito de tornar a empresa mais eficiente desenvolveu-se o princípio do não custo, ou seja, elevar os lucros eliminando mão de obra em excesso e estoques, para isso a Toyota criou uma abordagem: a manufatura enxuta. Para Stevenson (2007, p. 682) “o JIT/lean representa uma filosofia que engloba todos os aspectos dos processos, do desenho à sua venda.”.

2.2. Os pilares do Sistema Toyota de Produção: Just in Time e Autonomação

Para obtenção dos resultados enxutos a Toyota possui dois pilares que refletem em toda sua cadeia produtiva. Segundo Ohno (1997) o STP é calcado na Autonomação (jidoka) e Just in Time. Licker (2005, p.137) argumenta que autonomação é “um princípio que evita a

perda por superprodução". Jidoka significa, de uma maneira simplificada, que a máquina é dotada de inteligência humana. Em consonância Ghinato (1995, p. 172) corrobora "a ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção".

O Just in Time consiste na disponibilização do componente certo, no local certo e na hora certa. Hutchins (1999, p.6), em uma tradução literal, diz que "o principal objetivo do JIT é a obtenção do zero estoque, não apenas na organização, mas em toda a cadeia de suprimentos".

2.3. Manufatura Enxuta

A manufatura enxuta consiste na obtenção de zero defeitos, do Just in Time e não desperdício. É para Stevenson (2007) constituída de quatro grandes blocos: i) desenho de produto; ii) desenho de processo; iii) princípios organizacionais e iv) planejamento e controle da produção. Encontra-se no quadro abaixo cada bloco e os aspectos que o compõem.

Figura 1- Modelo de Manufatura Enxuta

Blocos	Desenho de produto	Desenho de processo	Princípios Organizacionais	Planejamento e controle da produção
Etapas	1 Partes padronizadas de produtos 2 Desenho modular 3 Sistema altamente qualificado 4 Engenharia simultânea	1 Pequenos lotes de produção 2 Redução de tempo de preparação 3 Manufatura em células 4 Qualidade total 5 Produção flexível 6 Sistema balanceado 7 Baixo níveis de inventário 8 Métodos a prova de falhas	1 Trabalhadores como ativos 2 Trabalhadores treinados 3 Melhoria contínua 4 Contabilidade de custos 5 Gerenciamento por liderança	1 Nível de carregamento 2 Sistemas puxados 3 Sistemas visuais 4 Limitado material em processo 5 Relação íntima com cliente 6 Processos transacionais reduzidos 7 Manutenção e limpeza preventiva

Fonte: Adaptado de Stevenson, 2007

2.4.As 7 perdas

No processo de implementação de uma manufatura enxuta é necessário que as sete perdas sejam atacadas. Shingo (1996) informa quais são os sete desperdícios:

Superprodução. Produção de itens para os quais não há demanda.

Processamento. Etapas dispensáveis que poderiam ser eliminadas.

Espera. Caracterizados pela falta de balanceamento no processo de produção. Para Antunes (1995) três são as causas centrais para as esperas: setups, desbalanceamento de processos e falhas imprevistas.

Transporte. Movimento de estoque em processo por longas distâncias.

Movimentação. Qualquer movimento inútil que os funcionários têm de fazer durante o trabalho.

Estoque. Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados.

Defeitos. Produção de peças defeituosas ou correção.

2.5.A vantagem competitiva da Manufatura Enxuta

O STP utiliza do princípio do não custo. A fórmula do não custo é Custo – Preço de Venda = Lucro. Shingo (1996, p.109) comenta que "a atividade de redução de custo deve ter a mais alta prioridade. A adoção do princípio do não custo e a eliminação da perda têm permitido à Toyota reduzir os preços de venda". Portanto, para que o objetivo do não custo seja atingido é necessário que os dois pilares do STP (JIT e Autonomação) estejam incorporados ao DNA de uma empresa.

Porter (1989, p.33) sentencia "toda empresa é uma reunião de atividades que são executadas para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar seu produto. A cadeia de valores de uma empresa e o modo como ela executa atividades são um reflexo de sua história, de sua estratégia, de seu método de implementação de sua estratégia".

2.6A Importância dos Stakeholders para a Manufatura Enxuta

Para Carrol e Buchholtz (2006, p. 67) "um stakeholder é um indivíduo ou grupo que possui um ou vários tipos de interesses em um negócio." Já em um conceito empresarial,

Freeman (1984) informa que stakeholder é um indivíduo que pode afetar ou é afetado pelos resultados/objetivos de uma empresa.

O processo de mudança é dependente das pessoas. Para que uma mudança seja realizada efetivamente, a gestão dela parte do princípio que deverá gerenciar processos e também quem os gerencia (colaboradores). Reiss (2012, p.223) diz que a "gestão da mudança é parte de gerenciamento de áreas que tratam o intangível ... e capital humano".

3. Método de Pesquisa

A sistemática do estudo proposto é em 3 etapas. A etapa 1 aborda os aspectos conceituais de pesquisas e foca no entendimento do método em si (qualitativo/quantitativo). A segunda etapa tem caráter de busca de respostas à demanda encontrada. A terceira etapa foca na pesquisa em campo as respostas do problema (quais *stakeholders* afetam as principais perdas encontradas nas empresas pesquisadas). Este capítulo abordará o método e as questões por ele compreendidos. As análises críticas dos outputs são descritos na próxima seção.

3.1. Caracterização do Ambiente de Pesquisa

As empresas deste estudo encontram-se na cidade gaúcha de Caxias do Sul e pertencem ao polo metal-mecânico. Caxias do Sul é o segundo polo metal-mecânico do Brasil. Entre os integrantes da cadeia de suprimentos, fizeram parte da pesquisa os fornecedores e clientes. Entre os stakeholders pesquisados estão força de trabalho, fornecedores, clientes, Estado, acionistas e concorrentes.

A questão inicial do estudo é: quais são as principais dificuldades de implementação de um processo de manufatura enxuto? Esta ambientação foi pensada no fluxo total da cadeia de suprimentos das indústrias em estudo. Deve haver coleta de dados dos stakeholders desta cadeia e também o ambiente que cerca as empresas pesquisadas, como cultura local, cultura empresarial, nicho de atuação e processos produtivos.

A definição de método é para Kaplan (apud CASTRO, 2006, p.31) "o interesse por princípios e técnicas de alcance médio, chamados consequente de métodos. Métodos são técnicas suficientemente gerais para se tornarem comuns a todas as ciências ou a uma

significativa parte delas". A abordagem é de um estudo de caso. Para Stake (apud LORI, 2004, p.56) "o estudo de caso pode ser qualitativo ou quantitativo, ou uma combinação de ambos." Conforme Gerhardt e Silveira (2009) existem 3 eixos de pesquisa, sendo que há 7 etapas que estão inclusas neste eixo, conforme figura 2. O processo se sucederá conforme as etapas da tabela.

Figura 2 - Explicativo sobre eixos e etapas de uma pesquisa

Eixo	Etapas
Ruptura	1. A questão inicial 2. A exploração (leituras e coleta de dados exploratória)
Construção	3. A problemática 4. A construção de um modelo de análise
Constatação	5. A coleta de dados 6. Análise das informações 7. As conclusões

Fonte: Gerhardt e Silveira (2009, p.47)

Para compreender a articulação das etapas Quivy e Campenhoudt (apud Gerhardt e Silveira, 2009, p.46) abordam os eixos das seguinte forma: "o processo de ruptura é necessário para não cairmos na armadilha de nossa bagagem teórica, por isso há exploração através de leituras e coleta de dados de maneira exploratória. O eixo de construção promove a busca de uma problemática e a construção de um modelo de análise. Na fase de constatação, através da coleta de dados e análise das informações chega-se a conclusão do processo. Através das conclusões e inferências da investigação que teremos os retornos sobre a problemática".

3.2. Técnicas e Procedimentos Adotados

Para coleta de dados utilizou-se de entrevistas abertas e fechadas. Roesch (2009) comenta que as questões abertas concedem uma perspectiva mais abrangente do mundo do entrevistado. Nestas entrevistas foram requisitadas informações direcionadas ao tema, tendo como mote quais dos stakeholders (clientes, fornecedores, acionistas, governo, concorrentes e colaboradores) possuem maior influencia para que uma das sete impeça a implementação da manufatura enxuta.

Os entrevistados incluídos na amostragem são profissionais envolvidos com processos de manufatura enxuta, com anos de experiência no ramo. Coletou-se as informações pessoalmente, todas as perguntas realizadas foram respondidas por todos os participantes da

enquete. Devido à tomada pessoal das respostas, todas as dúvidas provenientes do questionário foram sanadas no ato das respostas.

Figura 3 - Método de correlação entre as problemática e vantagem competitiva

Fonte: Autor

A problemática relacionada é a dificuldade de implementação dos conceitos da manufatura enxuta. O questionário possuí sete questões, relacionadas à manufatura enxuta. Primeiro questionou-se quais pilares do STP fazem parte da empresa. A segunda questão abordou quais das sete perdas faz com que o princípio apontado pelo entrevistado não seja atingido pela empresa no seu estado pleno. As outras questões remeteu-se as partes interessadas, relacionando as perdas a elas. A técnica de entrevista fechada foi utilizada pela pesquisa, ranqueando qual stakeholder possui uma relação mais íntima com a perda. Descoberta a parte interessada, perguntou-se aos entrevistados quais as causas para que o stakeholder fosse o gerador da perda. O processo contou com análise de gravidade, urgência e tendência para proposição de um modelo.

4. Desenvolvimento da Pesquisa

4.1. As sete perdas entre as empresas pesquisadas

As 7 perdas abordadas por Shingo e Ohno são resultados dos problemas de todas as empresas pesquisadas. Neste estudo de caso, notou-se que a superprodução é recorrente em todo o grupo pesquisado. Há dois grandes tipos de superprodução: no sentido da quantidade e da antecipação.

Há também perdas relacionadas ao transporte. Entre as pesquisadas trabalha-se em um misto de layout processual e celular. Devido à utilização de layouts processuais há a

desvantagem da baixa utilização de máquinas. Já os layouts celulares requerem altos investimentos em capacidade para que haja um balanceamento.

Em uma menor escala, observou-se existência de operações que não necessárias para que o produto receba as características básicas de qualidade. Esta não é considerada uma perda muito perceptível.

As perdas por fabricação de produtos com defeitos se aplicam a itens que não atendem às especificações do projeto. No grupo industrial pesquisado encontra-se este problema em diferentes estágios de processos e operações. Uma destas empresas apresenta problema de fabricação de alguns componentes chave por causas da máquina adquirida. Em outros casos a causa é a desinformação. Esta desinformação acarreta na produção de um produto errado devido à falta de informação ou uma informação passada erroneamente.

Há também perdas por movimentos desnecessários executados nas principais operações nas máquinas ou nas linhas de montagem. Este tipo de perda é decorrente da falta de padronização de operações. Em todas as empresas prospectadas, apesar de existirem regras para padronização das operações, repassados através de treinamentos e instruções de trabalho, muitas vezes os colaboradores não seguem corretamente estas especificações, empregando suas próprias "técnicas" de trabalho.

Uma das maiores dificuldades encontradas nas empresas estão perdas por espera que remetem ao período no qual os recursos não estão produzindo. Existem 3 grandes causas centrais: setups, desbalanceamento de linha e falhas imprevistas.

Perdas por estoques excessivos são provenientes de matérias primas, materiais em processamento e produtos acabados. Estoque significa dinheiro parado (custo financeiro), que geram perdas de oportunidades.

4.2. As perdas mais críticas

Entre as sete perdas elencadas, as duas perdas mais perceptíveis pelos profissionais atuantes são: espera e manuseio. Os problemas advindos da espera são resultantes de elevados tempos de preparação, falta de sincronização da produção e falhas não previstas. Dos elevados tempos de preparação é possível ver que em algumas máquinas o período de troca de dispositivos e ferramentas é extremamente elevado. Para alguns casos, procurou-se dedicar

máquinas específicas para uma atividade com o fim de não perder o tempo com preparações (caso de máquinas desbobinadeiras). Em outros casos, como alguns tornos de usinagem, devido um setup relativamente alto para a quantidade de peças necessárias para produção acaba-se criando esperas desnecessárias.

A falta de balanceamento da produção reflete em esperas e formação de estoques intermediários. Devido à alta gama de clientes, os produtos acabados de uma das empresas prospectadas, apesar de muitos possuírem a mesma estrutura antes do acabamento final, quando finalizados possuem algumas características que os diferenciam. Alguns destes produtos acabados não utilizam o mesmo corpo, quando há necessidade de finalização de um produto que não é o que está na fila de processamento naquele momento, muitas vezes este pedido fica esperando a finalização de todo o lote anterior, acarretando em um maior tempo de atravessamento.

Quanto às falhas imprevistas, este é o maior causador da espera. Entre os possíveis problemas há causas na programação da produção (atraso nas entregas de matérias primas e outros materiais) além de algumas quebras de equipamentos. Apesar dos princípios do TPM – manutenção preventiva total – estarem estabelecidos e prescritos para o grupo de empresas pesquisadas, alguns problemas são recorrentes. Um exemplo de causa de espera por quebra de equipamento encontrou-se em uma filial americana, que por ter uma máquina de mistura chinesa, quando houve rompimento do motor, uma máquina idêntica foi obrigada a operar durante três meses em um turno auxiliar para poder absorver a demanda (tempo necessário para recebimento da peça). Este turno extra onerou o processo, visto que esta operação era gargalo. Além de trabalhar com operadores usuais as operações que ali são realizadas, havia necessidade dois outros para finalizarem processos clientes da máquina de mistura. Um turno extra possui custos maiores que um dito normal.

4.3.Problemas: suas relações com as perdas e os stakeholders

Dentre os stakeholders, em um ranking que possibilitava uma pontuação máxima de 36 pontos, o stakeholder que, na visão dos entrevistados, possui papel mais preponderante nas causas para as perdas ocorram é a Força de Trabalho. Na figura 4 observa-se os valores recebidos no ranking para os 6 stakeholders**.**

Figura 4: Stakeholders e sua participação nas sete perdas

Stakeholder	Pontuação
Força de Trabalho	32
Fornecedor	27
Cliente	25
Estado	19
Concorrente	14
Acionista	9

Fonte: Autor

Para o processo de implementação da Manufatura Enxuta é necessário que as partes interessadas possuam um nível mínimo de conhecimento desta filosofia. A força de trabalho destas companhias não apresentam um nível adequado de conhecimento das ferramentas e princípios de um processo enxuto. Este processo é decorrente da baixa qualificação da mão de obra local.

O segundo stakeholder mais apontado – fornecedores – há grande variação entre o serviço contratado e serviço entregue. As companhias da serra gaúcha possuem grande dificuldade de elevar o atendimento do nível de serviço. Enquanto há fornecedores gabaritados também existem fornecedores que não possuem os pré-requisitos para que um ANS estabelecido seja cumprido.

Observando os clientes, ressalta-se que há uma forte flutuação na demanda. Para que os pedidos sejam atendidos de uma maneira mais veloz seria preciso rever a capacidade de atendimento a esta demanda, trabalhando com uma folga para que as necessidades possam ser atendidas.

Entre os acionistas há, na visão dos entrevistados, um baixo índice de reclamações. É vistos pelos respondentes que os processos de melhoria contínua não só são incentivados, como as empresas investem nos processos produtivos.

Observando as principais queixas relatadas junto aos entrevistados, um dos problemas fundamentais é a entrega de um produto fora do prazo. Relacionando os problemas de entrega, junto aos entrevistados, notou-se que os problemas de entrega são decorrentes de esperas produtivas.

4.4.As causas mais explícitas

As causas relatadas como as mais relevantes para que esperas ocorram são: falta de especificação de operações e processos, quebra de equipamentos, inconsistência na programação da produção, desbalanceamento da produção e altos tempos de preparação de maquinário. Na figura 5 temos a classificação destas causas conforme ferramenta GUT gravidade (dano ou prejuízo que pode decorrer de uma situação), urgência (pressão do tempo que existe para resolver uma dada situação) e tendência (tendência da evolução da situação). Todos os graus variam de 1 a 5, sendo 1 menor grau e 5 grau máximo. A pontuação máxima atingível é 125.

Figura 5: Causa, gravidade, urgência e tendência

Causa	Gravidade	Urgência	Tendência	Pontuação
Balanceamento da produção	3	4	3	**36**
Programação da produção	4	4	2	**32**
Tempo de preparação de maquinário	2	2	4	**16**
Quebra de equipamentos	3	2	2	**12**
Especificação de operações e processos	3	1	1	**3**

Fonte: Autor

As causas que aparecem com maior força são desbalanceamento da produção e problemas vinculados à programação de materiais. Relacionando problemas resultantes das perdas de Shingo, concomitante ao stakeholder que está vinculado a causa, é possível trabalhar com técnicas de manufatura enxuta para corrigir o problema. Vinculando as duas principais causas (desbalanceamento da produção) e as duas partes interessadas (força de trabalho e fornecedor) informados pela pesquisa como os principais causadores das perdas, chega-se a seguinte figura esquemática:

Figura 6: O problema, a perda e a causa

Problema	Não entrega ao cliente de produto no prazo	Não entrega ao cliente de produto no prazo	Não entrega ao cliente de produto no prazo
Perda	Espera	Espera	Espera
Causa	M.P. entregue fora prazo (programação da prod.)	Programação de M.P. fora do prazo (programação da prod.)	Alto tempo de fabricação (desbalanceamento da prod.)
Stakeholder	Fornecedor	Força de trabalho	Força de trabalho
Ação Corretivas	Desenvolver fornecedor	Criar processos de trabalho a prova de falhas	Diminuir lote de fabricação
Pilar	*JIT*	*JIT*	*JIT*
Técnica	*Kanban*	5 porquês	Lote unitário de Fabricação

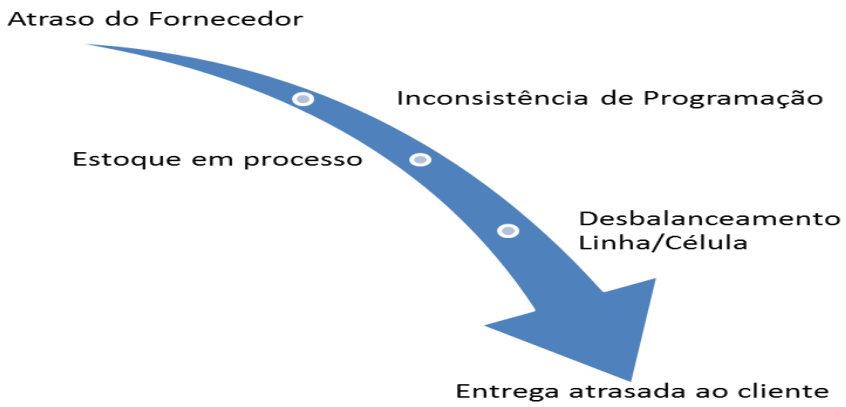
Fonte: Autor

O modelo proposto para sanar os problemas encontrados é composto pelos seguintes passos:

a) Encontrar o problema;
b) Procurar quais as causas destes problemas;
c) Elencar as principais causas, vinculando-as a um *stakeholder;*
d) Gerar ações corretivas através do *stakeholder*, o verdadeiro agente de mudança.

A espera foi apontada como a maior geradora de problemas. Estes geram desbalanceamento dos fluxos. Os problemas de balanceamento são provocados por programação inconsistente (cometidos pelos colaboradores) ou furos de entregas (pelos fornecedores). Para se precaver destes erros, acaba-se utilizando de estoques de produtos em processo. Estes estoques em processo aumentam o tempo de atravessamento, adicionando o tempo de entrega do cliente final. Chega-se então ao problema atraso ilustrado na figura 7.

Figura 7: Desmembramento dos problemas



Fonte: Autor

5. Análise e Interpretação dos Resultados

Entre os problemas percebidos por parte dos entrevistados, a maioria está vinculada a entregas. O pilar Just in Time do STP concebe a ideia de suprir o cliente com o que ele quer

exatamente quando ele precisa. Para o problema de não entrega ao cliente de produto no prazo, conforme figura 6, três grandes causas foram os iniciadores destes problemas: entrega atrasada pelo fornecedor, inconsistência na programação da produção e alto lead time de fabricação. Para cada causa, foi proposto uma ação corretiva.

O tratamento das causas deve ser pensado em sanar os problemas através dos stakeholders. Primeiramente devem ser tratadas as causas junto ao fornecedor, visto que este é um causador do desbalanceamento da produção. A etapa de desenvolvimento deverá contemplar o aumento do desempenho do fornecedor, a fim de atender às necessidades de suprimento de longo e curto prazo da empresa. Todas estas premissas são dependentes da força de trabalho, assim como melhorias no processo de programação e balanceamento da linha.

Para que um melhor balanceamento do fluxo produtivo é necessário diminuir as incertezas de produção. Um funcionário só conseguirá realizar isto quando não possuir mais problemas com o fornecedor e realizar uma programação sem inconsistências. Há portanto a necessidade de capacitação dos colaboradores para que estes estágios sejam alcançados.

Observando uma ótica financeira, no ano de 2011 as empresas do grupo foram penalizadas em valores maiores que R$ 1.000.000,00 por atraso de entregas. Caso estas perdas fossem sanadas provavelmente estas despesas não teriam acontecido. Os números apresentados acima são estimativas dadas pelos entrevistados.

6. Considerações finais

O processo de implementação de uma mentalidade enxuta em uma empresa é demorado e complexo. Observando a empresa Toyota, criadora da mentalidade lean pode-se retirar como base o tempo necessário para que ela atingisse um estado pleno dos conceitos de zero defeitos, JIT e não desperdício: cerca de 40 anos. As empresas estudadas não possuem núcleos para implantação da metodologia há mais de 10 anos, portanto dificilmente se conseguirão resultados de 40 anos em menos de um quarto deste tempo. Não é possível utilizar de técnicas lean sem entendimento dos pilares. Visto que o principal agente de mudança para estes processos internos são os colaboradores de uma empresa, é imprescindível que estes estejam capacitados. A inclusão deste tipo de cultura depende de um trabalho de conscientização de todos os trabalhadores, do presidente ao operário.

Ações têm sido tomadas para que seja incorporada a filosofia da manufatura enxuta, porém como esta demanda de conhecimento necessita que esteja implícito na organização, e não somente em alguns funcionários que capitaneiam estas ações, é provável que ainda leve tempo para que estas mudanças ocorram nas companhias estudadas.

Como sugestões para um maior aprofundamento deste estudo estão a gestão do conhecimento e a gestão da mudança. A gestão do conhecimento visa à sustentabilidade das ações lean. Já a gestão da mudança é responsável pelos processos, ferramentas e técnicas para gerenciar os aspectos para que estes fatos ocorram, portanto é através destas ferramentas de gerenciamento que os pilares da manufatura enxuta podem ser introduzidos.

REFERÊNCIAS

ANTUNES Jr., J. A. V. *A* **Lógica das Perdas nos Sistemas de Produção; uma análise crítica**. Revista Brasileira de Administração Contemporânea. Rio de Janeiro: ANPAD, v.1, n.7, p.35-371, 1995.

CARROL, Archi B. e BUCHHOLTZ Ann K. **Business & Society – Ethics and Stakeholder Management.** 6 ed. Taunton, MA:Thomson South-Western, 2006.

CASTRO, Claudio de Moura. **A prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

FREEMAN, R. Edward. **Strategic management: a stakeholder approach**. 1 ed. Nova Yorke: Cambridge University Press, 2010.

GERHARDT, Tatiana Engel. e SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time**. Produção, p. 172, 1995.

GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. 2 ed. São Paulo: Loyola, 2004.

HOUAISS. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Edição Monousuário 1.0. Objetiva, jun. 2009.

HUTCHINS, David. **Just in time**. Aldershot: Gower, 1999.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 8 ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PORTER, Michael. **Vantagem competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior**. 35 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

REISS, Michael. **Change Management: A Balanced and Blended Approach**. 1 ed. Norderstedt: Books on Demand, 2012.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2009.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

STEVENSON, William J. **Operations Management**. 9 ed. Nova York: McGraw-Hill, 2007.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. e ROSS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo.** 17 ed.Rio de Janeiro: Campus, 1992.

CASOS DE EMPRESAS

Empresa: Glean – Grupo de Estudos em Lean Consultoria

Autores: Caetano Fontana Bez Batti; Ramon Roberto Deschamps; Bruno Fontana Baldin

Título: Implantação de um método de planejamento e controle da produção em uma empresa de construção civil com base no pensamento enxuto.

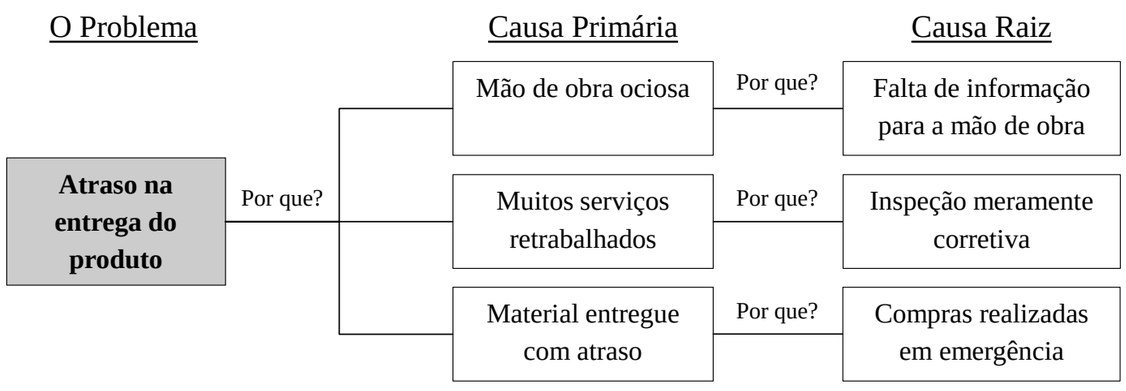
1. Problema/Situação Atual:

Primeiro atraso na entrega de um produto nos mais de 30 anos de atuação da empresa no mercado de construção civil da região da Grande Florianópolis.

Características do empreendimento estudado:

- Caráter: Residencial
- Área construída: 17.342,66 m²
- Localização: Cidade de Florianópolis – SC
- Processos: Estrutura de concreto armado moldado no local e alvenaria de vedação com tijolos de barro

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz: Árvore dos "Por quês"



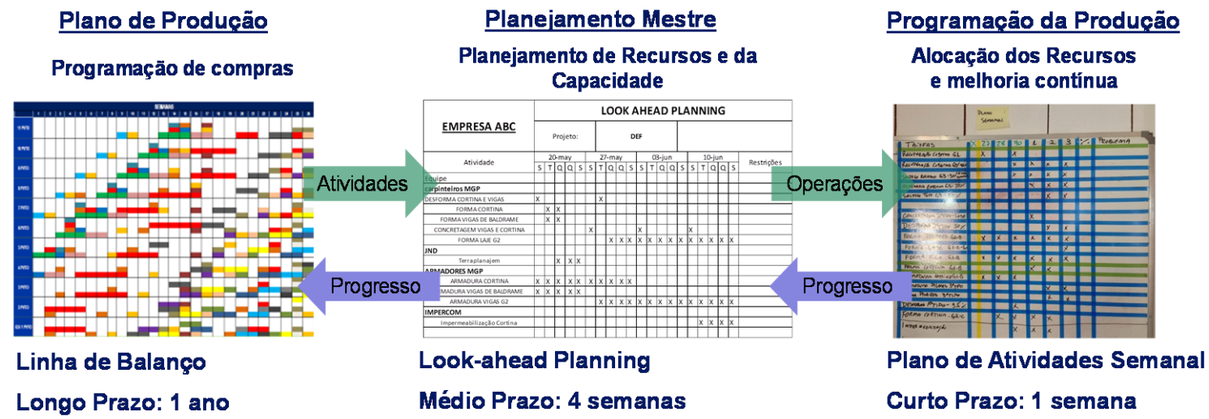
3. Objetivos:

1) Finalizar todos os processos nas datas planejadas
2) Ter sempre o material certo, no local certo e na hora certa (*Just-in-time*) ao menor custo e que garanta a execução dos processos
3) Eliminar 100% do retrabalho
4) Fazer com que o tempo ocioso da mão de obra não passe de 10% do tempo disponível do turno de trabalho
5) Criar uma cultura de melhoria contínua na mão de obra direta do projeto.

4. Ferramentas Utilizadas para Solução:

Com o objetivo de eliminar a reincidência do problema descrito foi elaborado um método sistemático de planejamento e controle da produção para os projetos da empresa.

Este método foi aplicado com sucesso em um projeto e segue a lógica descrita aqui:



5. Plano de Ação:

ID	O que	Responsável	Equipe	Data de Início	Data de Término	Duração
1	Definir ferramentas	Gerente de Obras	Mestre de Obras;	12/08/2013	23/08/2013	10 dias
2	Elaborar padrões e construir ferramentas	Estagiário		26/08/2013	06/08/2013	10 dias
3	Definir método de utilização	Gerente de Obras	Mestre de Obras	09/09/2013	13/09/2013	5 dias
4	Aplicar método e analisar desvios e consolidar resultados	Gerente de Obras	Estagiário; Mestre de Obras	16/09/2013	04/10/2013	15 dias

6. Resultados Obtidos e Conclusões:

Indicador	Antes	Depois	Benefício
Processos entregues com atraso (processos atrasados / total de processos)	20%	0%	**100%**
Compras efetuadas em caráter de emergência por semana	2	0	**100%**
Processos entregues com qualidade da primeira vez	80%	100%	**20%**
Tempo semanal médio ocioso da mão de obra direta (tempo médio ocioso / tempo disponível)	15%	5%	**33%**

Empresa: Pirelli Pneus – unidade Gravatai

Autores: Jairo Joel de Souza Lopes, Leandro dos Passos e Alfeu Darcy da Silva Jr.

Título: Utilização do lean na melhoria da logística interna de materiais

1. Problema/Situação Atual: Com o mapeamento da análise de valor (VSM) da linha de produto Moto, identificou-se várias oportunidades de melhoria visando a redução de mudas, entre elas a perda de 6,3% de produtividade na área de confecção por motivo de abastecimento. A falta de abastecimento pode ser dividida nas vozes: dificuldades em encontrar o material, material vencido (lonas), nivelamento e atraso. O problema ocorre na movimentação entre os estoques de lonas e as confeccionadoras.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz: Analisado fluxo atual utilizando técnica de travel chart, análise de causa efeito e 5 Porquês. Identificado duas causas raízes principais: falta de estoque centralizado e falta de rotas e rotinas de abastecimento.

ILUSTRAÇÃO FLUXO MOVIMENTAÇÃO LONAS DENTRO DA FÁBRICA:

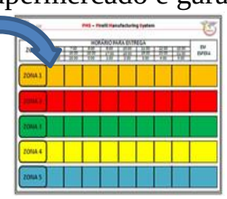
Movimentações de operadores/material

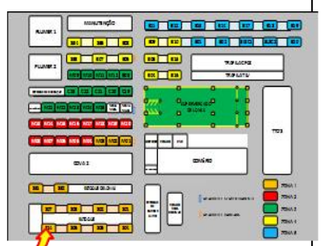
Causas	Porque	Porque	Porque	Porque	Porque
Estoque alto	Muitos itens no estoque	Mix de produção variado	Demanda alta		
		O estoque está dispersado em vários lugares	Não existe um estoque centralizado		
Material vencido devido a Tol. Tec.	Material fica muito tempo no estoque	Material não é encontrado	Falta informação da localização		
			Não existe um estoque centralizado		
Alto nível de sobra de nivelamento	As lonas não são todas utilizadas	Não são encontradas no estoque	Inventário errado	Não existe um estoque centralizado	
Alto número de pessoas envolvidas	O abastecimento não segue uma rota pré definida	Não existe rota e tempo determinado para abastecimento			
	Muito tempo de movimentação	Não existe um estoque centralizado			
Atraso no abastecimento	Demora para encontrar material	Não são encontradas no estoque com facilidade	Muitos pontos de estoque	Não existe um estoque centralizado	
		Não existe uma rota pré-definida	Não existe informações prévias	Falta de rotina de abastecimento	
Dificuldade em encontrar material	O estoque está disperso em vários lugares	Estoque é muito alto	Não existe um estoque centralizado		

3. Objetivos: As metas foram definidas de acordo com o potencial de ganho previsto para cada uma das perdas identificadas na análise Causa Efeito.

Causas	Perdas	Atual	Meta
Rotas e rotinas para abastecimento de material	Pessoas envolvidas	40	38
	Dificuldade em encontrar material	20%	0%
	Atraso no abastecimento	6%	4%
Centralização do estoque	Sobra de lonas por nivelamento	150 bob.	140 bob.
	Lonas vencidas	17%	9%
	Estoque	1.1 dias	0,8 dias

4. Ferramentas Utilizadas para Solução: Utilizado técnicas lean: Rotas e Rotinas com a implantação do Mizusumashi (abastecedor Normatizado), Supermercado para centralizar estoque e Sistema informatizado "Shopbar" com utilização de coletor de dados portátil (pocket) para localização dos produtos dentro do supermercado e garantia do FIFO.





5. Plano de Ação: As ações foram realizadas em dois meses, e foram divididas em 4 blocos principais. Os responsáveis são especialistas em Eficiência Processo, Melhoramento Contínuo e Informática.

Atividades	Sub-atividades	Responsável	Julho 2013				Agosto 2013			
			w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4
Centralização do Estoque	Demarcação da área	Alfeu/Leandro								
	Definição dos boxes	Leandro								
	Instalação das talhas para a movimentação	STP								
	Transferência do material dos estoques antigos para o novo local	Leandro								
Intalação do Shop Bar	Instalação do leitor	CSI- Anna								
	Definição do sistema de dados	CSI - Anna								
	Registro dos boxes e localização do material	Jairo								
	Alimentação dos dados atuais	Jairo/Helio								
Rotas e Rotinas Para abastecimento dos Materiais	Análise do Lay out zoneado para abastecimento	Jairo/Bruno								
	Definição da Rota adequada ao programa	Jairo								
	Definição da Rotina de abastecimento	Alfeu/Leandro								
	Instalação do Quadro orientativo com a sequência de abastecimento	Bruno								
Recursos de implementação final	Aluquel de Rebocador extra	Bruno/STP								
	Fechamentoda área do supermercado	Marcus- STP								
	Implementação das instruções de Trabalho	Leandro								
	Treinamento da Equipe de Abastecimento	Leandro								

6. Resultados Obtidos e Conclusões: As metas foram superadas com as ações realizadas. Para mantermos os resultados foi necessário instituir controle contínuo do estoque de lonas (vencidas e niveladas), acesso restrito ao supermercado e controles no atendimento da confecção.

Causas	Perdas	Atual	Meta	Resultado	Δ
Rotas e rotinas para abastecimento de material	Pessoas envolvidas	40	38	36	-10%
	Dificuldade em encontrar material	20%	0%	0%	-100%
	Atraso no abastecimento	6%	4%	3	-50%
Centralização do estoque	Sobra de lonas por nivelamento	150 bob.	140 bob.	135 bob.	-10%
	Lonas vencidas	17%	9%	7%	-60%
	Estoque	1.1 dias	0,8 dias	0,8 dias	-27%

Empresa: JOST Brasil Sistemas Automotivos Ltda.

Autores: Cristiane Teixeira dos Santos e Talles João Sirene

Título: Abastecimento em Kits em Célula de Soldagem

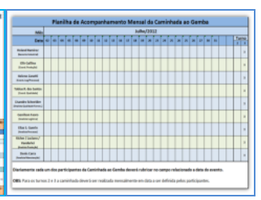
1. Problema/Situação Atual:
Devido ao incremento de demanda, surgiu a necessidade de duplicar a capacidade de produção em uma célula de soldagem.
Por se tratar de um processo manual, havia a necessidade de aquisição de um novo dispositivo. Porém a condição de produção atual, não permitia a instalação de um dispositivo adicional, dada a restrição de espaço físico.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz:
Analisando o espaço atual percebeu-se que haveria possibilidade de otimização da área, pois evidenciou-se um excesso de componentes na célula de soldagem, onde dos 50 m^2 de área, 8,20 m^2 eram ocupados por estoques, os quais em valor representavam R$ 16.583,00 e atenderiam a produção de mais de 2 dias. Desta forma os abastecimentos aconteciam, geralmente, duas vezes por semana, com uma grande diversidade de itens, permanecendo o estoque excedente todo no posto de trabalho.

3. Objetivos:
Gerais:
* Otimizar espaço para permitir a duplicação da capacidade diária de soldagem, de 8 para 16 peças;

Específicos:
* Reduzir estoques;
* Incrementar 1 dispositivo de soldagem;
* Manter a área atual de 50 m^2;
* Aumentar e eficiência para 85%.

4. Ferramentas Utilizadas para Solução:
Para este trabalho foram utilizadas as ferramentas do Lean e Gestão de Projetos (PMBOK).
Durante as avaliações previstas do nas fases do projeto para ampliação de capacidade, foi realizada a avaliação dos estoques mínimos necessários na linha, a fim de controlarmos a produção por hora e não mais por dia, a partir daí foi estruturada e implementada a sistemática de abastecimento dos componentes em kits, que até então não era utilizada, e a frequência de abastecimento conforme a definição da rota.
Através da utilização de ferramentas Lean (Kanban, Kaizen, 5S) foram implementados no posto de trabalho: rota de abastecimento, controle de produção hora-a-hora, sistemática de caminhada ao gemba e cadeia de ajuda, com intuito de controlar o ritmo de produção e dar suporte a implementação da filosofia Lean.



5. Plano de Ação:
* Durante o desenvolvimento do projeto para ampliação de capacidades, para este item, foram tratadas questões relacionadas à aquisição do dispositivo de soldagem e alteração de leiaute pela Engenharia de Processos.
* Já o dimensionamento dos estoques necessários no posto de trabalho, foi realizado pela área de Logística, a qual também é responsável pela Rota de Abastecimento.
* Posterior a estas alterações, foi realizado uma Blitz Kaizen, a qual teve como principal objetivo incremento de eficiência, propondo ações para a redução das paradas não programadas (aumentando a disponibilidade). Neste trabalho foram envolvidos os funcionários do posto de trabalho em questão e áreas indiretas relacionadas, como: Logística, Engenharia de Processos, Segurança do Trabalho, Manutenção e Melhoria Contínua.

6. Resultados Obtidos e Conclusões: * Ampliação da capacidade diária de 8 para 16 peças;
* Manutenção da área da célula de soldagem (50 m^2);
* Redução de estoques de componentes no posto de trabalho, em área em 7,5% e em valor a redução representa 89%.
* Implementação das sistemáticas Lean: Controle de Produção Hora-a-Hora, Caminhada ao Gemba e Cadeia de Ajuda.
* Implementação do abastecimento em kits, que visa a eliminação das operações que não agregam valor pelo operador (movimentação), e a partir deste trabalho, a sistemática passou a expandida a outras linhas de produtos, demonstrando ganhos em redução de estoques, otimização de espaço e redução de movimentações desnecessárias.

Empresa: Araupel S/A

Autores: Cleyton Xavier Leite, Jordão Cabral Moulin, Valdir P. do Valle.

Título: Reduzir consumo de óleo deslizante utilizado na mesa de plainas

1. Problema/Situação Atual: No processo de usinagem das tábuas de pinus e araucária houve um aumento no consumo de óleo biodegradável, este óleo é aplicado na face inferior das tábuas para diminuir o atrito entre a mesa da plaina e a madeira, a aplicação é realizada por meio de um sistema pneumático semiautomático, a quantidade de aplicação é ajustada manualmente pelo operador da plaina. De abril a setembro de 2013 a média de consumo de óleo foi de 3566 litros, sendo 1098 litros a mais que o semestre anterior a abril de 2013, cada litro de óleo custa R$ 3,20, portanto houve um aumento de custo de R$ 3513,10. O excesso de aplicação causa manchas de óleo no topo das tábuas e gera problemas nos processo posteriores.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz: Algumas tábuas possuem elevada tortuosidade e empenamento, o que causa o travamento no interior da plaina, para tentar minimizar esses travamentos o operador erroneamente aumentava a vazão de óleo, isso não fazia com que as tábuas deslizassem e este óleo era desperdiçado. O sistema de aplicação do óleo é ligado aos rolos transportadores da plaina, este só é aplicado com a máquina em movimento, no entanto a alimentação da plaina é realizada manualmente pelo operador, que muitas vezes deixava a máquina ligada, mas sem passar tábuas, com isso a aplicação de óleo não cessava, gerando desperdício de óleo. Havia um erro de projeto no sistema de aplicação, a válvula de controle de fluxo que deve ser instalada próxima à mesa da plaina, estava distante, gerando assim variação no fluxo de aplicação e desperdício de óleo. Além disso, foi identificado que o óleo estava armazenado em local inadequado e que devido ao aumento de consumo ocorriam em média 10 paradas de 3 minutos por dia para abastecimento do óleo.

3. Objetivos: Quais os resultados esperados?
Redução de 20% no consumo de óleo, evitar paradas da máquina para abastecimento do óleo e eliminar tábuas como o topo manchado de óleo.

4. Ferramentas Utilizadas para Solução: Para a solução do problema foi utilizado como ferramenta o projeto A3. Foi reunida uma equipe multifuncional composta por lideres de produção, operadores e manutentores, sendo eleito um líder para o projeto. Para compreensão do problema foi identificado à situação, tamanho e sua localização, posteriormente foram buscadas alternativas de contra medidas para a contenção do problema e responsáveis por cada medida, em seguida foi feito analise criteriosa das causas do problema utilizando a metodologia do diagrama de Ishikawa, foi proposto ações para eliminar as causas mais importantes evidenciadas no Ishikawa, e por fim, foi definido método e responsável pelo monitoramento do resultado.

5. Plano de Ação: Como contra medida de contenção foram treinados os operadores para não aumentarem a vazão do óleo quando ocorrer o processamento de tábuas tortas, o responsável foi o Líder de Produção do setor das plainas e também foi realizada manutenção geral do sistema de aplicação de óleo pelo mecânico do setor.
As ações para eliminação das causas foram: Providenciar um local adequado para armazenamento do óleo, sendo que o responsável foi o coordenador de produção do setor. Instalar um sensor fotoelétrico para detectar a presença de madeira para aplicar o óleo somente quando a máquina estiver processando tábuas, evitando a aplicação quando os rolos estiverem em movimento, mas com ausência de tábuas, o executor foi o Eletricista do setor. Substitui-se o reservatório de óleo por um de 40 litros de capacidade para eliminar as paradas para abastecimento, tarefa executada pelo mecânico do setor.

6. Resultados Obtidos e Conclusões: Eliminaram-se as paradas para abastecimento de óleo, conseguindo processar 5% a mais de tábuas por mês. Houve redução de consumo efetiva de 1098 litros de óleo por mês, que representa redução de custo de R$ 3513,60 mensal, Redução de custo de R$ 42.163,20 em um ano.

Empresa: GKN do Brasil Ltda.

Autores: André Bueno, Mauro Rocha e Mauricio Maciel

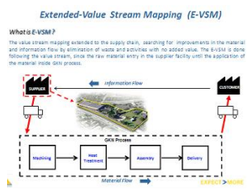
Título: Mapeamento do Fluxo de Valor Estendido (E-VSM)

1. Problema/Situação Atual:

A GKN nos últimos anos vem implementado com sucesso Mapeamentos dos Fluxos de Valor e Sistema de Produção Puxado embora este mapeamento tenha sido realizado considerando apenas o fluxo de materiais interno. Buscando uma maior integração da Cadeia de Suprimentos com o sistema de Produção da GKN iniciou-se em 2011 o projeto E-VSM objetivando maximizar resultados no fluxo de produto e informação, como por exemplo redução de Lead Time e Taxa de Entrega.

Produto GKN

Nota: A metodologia E-VSM é o mapeamento de processo clássico considerando o fluxo de material e informação desde o processo de geração do Fornecedor até a aplicação do componente na GKN (Montagem)



2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz:

A GKN não possuía uma metodologia padrão para análise de fluxo e eliminação de desperdícios contemplando a cadeia de suprimentos.

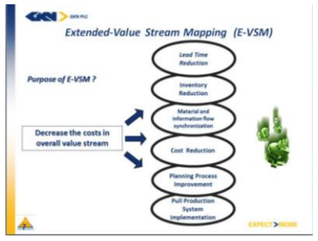
A falta de uma metodologia gerava o não envolvimento dos fornecedores em um relacionamento de parceria no desenvolvimento de projetos de melhoria continua no fluxo entre as Empresas.

- Problemas diversos de comunicação de pedidos de produção
- Baixa desempenho de entrega do Fornecedor
- Transporte da cadeia de suprimentos não optimizada
- Excesso ou Falta de estoque em alguns casos
- Não envolvimento dos fornecedores em projetos de Melhoria no fluxo de produção

3. Objetivos:

Objetivos do Projeto:

- 100% de Taxa de Entrega
- Redução do Inventário em 20%
- Uso de "Milkrun" – Entrega de acordo coma demanda do cliente
- Otimização do Transporte de Produto
- Implementação de Sistema Puxado (Supermercado)



4. Ferramentas Utilizadas para Solução:

Foi utilizada a metodologia de Mapeamento do Fluxo de Valor e Padronização de Trabalho conforme abaixo:

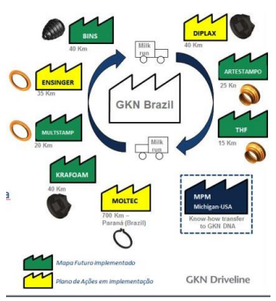
Mapeamento do Fluxo de Valor -

GKN Portal Web Supplier

Trabalho Padrão

5. Plano de Ação:

Identificar os principais fornecedores da GKN usando o critério de Curva ABC e programar VSM:



6. Resultados Obtidos e Conclusões:

6.1) Exemplos de resultados obtidos em

Results already taken:

EVSM Bins Results (Confirmed):

Metric	Before	After
Lead Time	25 days	14 days
Inventory Cost	US$ 169k	US$ 95k
Free Cash	-----	US$ 74k
Cost Saving	-----	US$ 94,3k

EVSM THF / Biometal Results (Expectation):

Metric	Before	After
Lead Time	46 days	23 days
Inventory	US$ 112k	US$ 54k
Free Cash	-----	US$ 66k
Cost Saving	-----	US$ 60,4k

EVSM Artestampo / Biometal Results (Expectation):

Metric	Before	After
Lead Time	63 days	23 days
Inventory	US$ 20k	US$ 7,3k
Free Cash	-----	US$ 7,5k
Cost Saving	-----	US$ 35,2k

2) Outras melhorias alcançadas:

- Otimização de recursos Logísticos
- Melhoria no relacionamento com Fornecedor
- Implementação do Sistema Puxado
- Otimização de embalagens
- Reforço na cultura *Lean Thinking*

Empresa: Empresa de Componentes Automotivos Região de Campinas

Autores: Reinaldo Rodrigues, Andre de Lima, Lauro Cesar Biazorlo,

Co-Autor: Ivan Correr

Título: Otimização do Processo de Usinagem do Cordão de Solda

1. Problema/Situação Atual:

O presente estudo foi realizado em uma empresa de componentes automotivos, situada no Estado de São Paulo, sendo o produto composto de vários processos produtivos, na seguinte sequência: corte, estampo, solda, usinagem, laminação, montagem, pintura. O processo analisado foi na operação de usinagem de cordão de solda do produto, visto que o mesmo era o gargalo produtivo da linha, o que prejudicava a produtividade global do sistema. Devido a este gargalo, era necessário o uso de 2 (duas) máquinas que realizavam o processo de usinagem do cordão de solda, para suprir a demanda. Para o presente estudo de caso, foi realizado o estudo para otimizar o processo de soldagem, por meio do uso de sistemas de automação, afim de eliminar a máquina de usinagem excedente e com isso melhorar a produtividade da linha e reduzir os custos envolvidos no processo.

2. Análise da Situação Atual/Causas Raiz:

Como apresentado, o problema analisado foi no processo gargalo da linha de produção. Neste caso a operação que comprometia o fluxo da linha era a operação de usinagem do cordão de solda, que para suprir esta dependência da capacidade produtiva, era utilizada 2 (duas) prensas hidráulicas que realizavam esta operação. O uso destas máquinas adicionais gerava um alto custo operacional relacionado à: manutenção, mão de obra, energia elétrica, qualidade do produto, aumento da área útil, devido ao baixo nível de automação aplicado nesta etapa, com o uso de operadores dedicados para realizar o processo de usinagem do cordão de solda.

3. Objetivos:

Geral: Otimizar o processo de usinagem do cordão de solda visando aumentar a produtividade da linha

Específicos: - Aumentar a capacidade produtiva da linha de produção; - Aumentar a qualidade do processo de usinagem do cordão de solda; - Reduzir mão de obra; - Reduzir a manutenção na linha de produção; - Reduzir o custo operacional da linha; - Otimizar o processo de fabricação.

4. Ferramentas Utilizadas para Solução:

A coleta de dados foi realizada com pesquisa documental, a aplicação do *Lean Six Sigma*. De acordo com Yin (1994), a pesquisa deve identificar algumas situações em que todas as estratégias de pesquisa são relevantes. Questões "como" e "o que" são formulados sobre um conjunto atual de eventos no qual o investigador tem pouco ou nenhum controle. A partir disto foi aplicada a metodologia *Six Sigma* pelo *DMAIC*, método utilizado pela empresa, com contribuição do Diagrama de Causa e Efeito. Primeiramente foi aplicada a fase *Define*. Em seguida foi realizada a fase *Measure*, identificando-se a facilidade em obter dados. A partir da identificação dos objetivos, foi necessária a identificação das etapas passando pela terceira fase *Analyse*. Foi necessária a utilização do diagrama causa e efeito, para determinar quais eram as principais causas, com o diagrama, foi detectado, que o principal problema era o gargalo na usinagem do cordão de solda. Após a identificação dos problemas, foi realizada a fase *Improve*, essencial para ver se as soluções, identificadas, eram eficazes na execução da metodologia.

5. Plano de Ação:

O plano de ação para o presente projeto constituiu-se das seguintes etapas:- Criação do time multifuncional composto por engenheiros de processo e manufatura, supervisores e representantes da produção dos 3 turnos; - Levantamento de tempos e métodos para determinar as peças com maior índice de defeitos gerados pela linha e com menor índice de produtividade; - Projeto, construção e implantação do sistema de automação para otimização do processo de usinagem do cordão de solda; - Após a implantação do sistema de automação foi refeito o estudo de tempos e métodos para a linha de produção automatizada para analise dos resultados obtidos; - Com os resultados obtidos foi realizada a transferência de tecnologia de automação para outras linhas de produção do produto.

6. Resultados Obtidos e Conclusões:

O estudo mostrou a viabilidade técnica e econômica no processo, obtendo-se ganhos, com a eliminação da rebarbadeira (equipamento gargalo), ganhos com a segurança e ergonomia do operador, melhor usinabilidade do cordão de solda, aumento da capacidade fabril de 500 para 600 peças/hora. Após a implantação, foi possível ainda, melhorar a utilização e organização do espaço físico, com a implementação de um novo *layout*, alcançando uma redução nos custos operacionais, com a eliminação de três prensas de 80 Ton. Tal fato possibilitou à empresa uma prática avançada de manutenção focada na substituição dos equipamentos defeituosos em momentos de manutenção corretivas, promovendo uma significativa elevação no desempenho de Tempo Médio de reparo, deslocamento de três operadores para demais áreas da fábrica, redução do desperdício com energia elétrica e com movimentação de materiais.

Empresa: EPR Consultoria

Autores: Renan Dedavid

Título: Redução do tempo de setup como forma de alavancar a competitividade em uma indústria de produtos de higiene;

1. Problema/Situação Atual:

Entre agosto 2012 e julho de 2013, a EPR Consultoria (empresa júnior da Engenharia de Produção da UFRGS) foi contratada por uma empresa fabricante de produtos de higiene com matriz localizada em Porto Alegre. A demanda estava centrada em estudar maneiras de reduzir a duração do tempo de preparação entre as trocas de produtos (*setup*) nas linhas de produção da principal fábrica da empresa, pois a ineficiência operacional nesse quesito estava afetando sua competitividade. No momento em que se iniciou o projeto de melhoria, as operações de *setup* ainda eram pouco estudadas pelo setor de produção da empresa. O reflexo dessa cultura eram a demora excessiva das intervenções, com padrões de execução inexistentes e sistemas de controle/aperfeiçoamento pouco efetivos e não-alinhados ao processo.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz:

A demora excessiva na execução do *setup* de troca de produtos nas linhas estava relacionada a diversos fatores que influíam na duração final das intervenções. Além de procedimentos e processos não-padronizados, a integração entre os diversos setores que possuem influência nas operações de *setup* era bastante precária, sendo resultado de um sistema de informações confuso e impreciso. Fatores relacionados à organização geral e à gestão do fluxo de materiais completam os componentes do problema. Tais elementos combinados geravam desastrosos desperdícios e perdas na produção.

3. Objetivos: Guiados por indicadores de desempenho, o objetivo do projeto era reduzir a duração média ponderada das 4 linhas de produção da fábrica matriz de 89 minutos para 52 minutos, entre Janeiro de 2013 e Julho de 2013. Além disso, cada linha de produção teve sua própria meta particular de redução de *setup* estipulada, baseada no volume e na velocidade de produção de cada uma delas (observando-se que as quatro linhas diferenciavam-se em tecnologia e capacidade de produção).

4. Ferramentas Utilizadas para Solução: As principal metodologia aplicada foi a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), alicerçada em um trabalho de cronoanálise e mapeamento de processos para construção do cenário atual das trocas de *setup* na empresa. As técnicas de identificação, análise e conversão de *setup interno* em *setup externo*, advindas da metodologia de TRF, foram fundamentais para o sucesso do trabalho. Ferramentas *Lean Manufacturing* também foram aplicadas no sentido de minimizar as perdas no processo, com ênfase para desperdícios por espera, movimentação e falhas. No sentido de padronizar os novos procedimentos desenhados nesse projeto de melhoria, além de reforçar a cultura de melhoria contínua, foram também implementados diversos conceitos extraídos da metodologia de TQC (Controle da Qualidade Total). As principais mudanças nesse sentido foram o aprimoramento dos sistemas de monitoramento de não-conformidade para o *setup*, aplicação de conceitos de autonomação (*jidoka*) para tornar técnicos e operadores "solucionadores de problemas" e padronização de respostas rápidas para problemas mais recorrentes de manufatura. A abordagem do problema seguiu a lógica PDCA e a gestão do projeto foi feita com base nos enunciados do PMBOK.

5. Plano de Ação: A principal ação desenvolvida após as etapas de estudo do processo e das operações de *setup* foi a de desenhar um procedimento padrão para todas as atividades envolvidas na preparação da linha de produção. Baseado nos tempos coletados durante o início do projeto e na análise dos fluxos e das perdas identificadas, a ação foi desenvolvida em conjunto entre a Líder de Produção e o setor de Engenharia de Processos, com acompanhamento e supervisão da EPR Consultoria. Foram feitas reuniões mensais de acompanhamento dos planos de ação (no modelo 5W2H) envolvendo alta gerência e equipes de produção, além de treinamento dos operadores dos turnos do dia e da noite sobre as melhorias que estavam sendo feitas no *setup*. Foram ainda criados Planos de Ação padronizados para as falhas mais recorrentes nos principais gargalos nos aspectos mais críticos do processo. Outra ação importante para engajar os operadores foi a inclusão das metas de redução do tempo de *setup* no bônus anual de Participação nos Lucros (PPL).

6. Resultados Obtidos e Conclusões: Ao final do projeto, a redução total no indicador que pondera o tempo das linhas de produção de acordo com sua participação na receita da empresa apontava um resultado expressivo: 49% de melhoria em relação à meta fixada para o primeiro mês de avaliação. Praticamente todas as metas individuais das quatro de linhas produção foram atingidas ao longo do projeto.

Empresa: Braskem S.A.

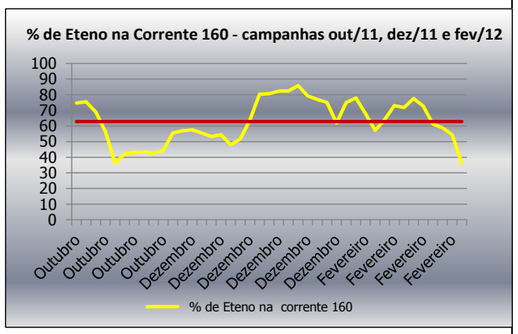
Autores: Luis Rodrigo Machado

Título: Redução da Purga de Eteno Verde na Corrente de Fundo da Torre Fracionadora de Eteno (212T01).

1. Problema/Situação Atual:

A unidade de Eteno Verde da Braskem iniciou sua em operação em setembro de 2010 com uma geração de subprodutos menor do que a prevista.

A Corrente 160, fundo da Fracionadora de Eteno (212T01), apresentava valores muito altos para o teor de eteno, pois os parâmetros de controle definidos em projeto não desempenhavam como esperado.



O teor de eteno e o índice histórico médio de perda pela Corrente 160: respectivamente 62,7% e 0,012151. Aproximadamente 12,15 kg de eteno perdido por tonelada de carga na 212T01. Totalizando 972,9 t de perdas possíveis no ano da implantação do projeto.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz:

Realização de *Brain Storm* com a operação da planta para identificar causas potenciais (Xs).

Utilização de mapa de processo e espinha de peixe durante o levantamento das causas potenciais para conduzir a atividade.

Avaliação das causas potenciais através do preenchimento de uma Matriz "Esforço X Impacto" com apoio de uma equipe multidisciplinar composta por membros da instrumentação, operação, engenharia de processo e engenharia de automação.

15 possíveis causas com alto impacto e baixo esforço agrupadas em 3 áreas distintas: procedimentos/treinamentos; parâmetros operacionais e confiabilidade de medição.

Restrição: Realizar a mudança sem custo de investimento.

3. Objetivos:

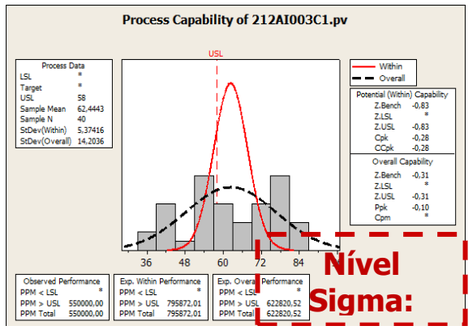
Reduzir o teor de eteno pela corrente de fundo em um desvio padrão até um patamar máximo de 57,5% buscando um Índice de Perda de 0,011541 para esta corrente.

Estes índices representarão um ganho de 48,8 toneladas no ano de implantação e de até 122 toneladas em um ano com carga plena.

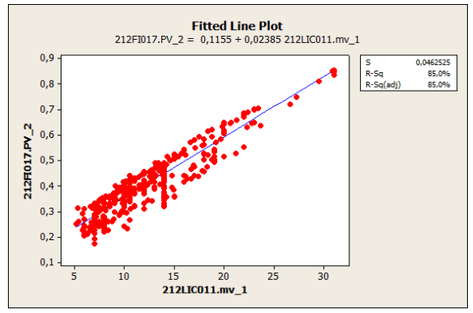
4. Ferramentas Utilizadas para Solução:

Projeto de melhoria de processo 6 Sigma.

Utilização do MINITAB® para a realização das análises estatísticas envolvidas e verificação da normalidade dos dados através de Anderson-Darling. O software também foi utilizado para calcular a capabilidade do processo e definir o nível Sigma do mesmo. Foi encontrado um nível Sigma de 0,67 considerando a meta proposta de 58%., com 78% de chance de defeito.



Realizada uma análise de correlação relacionar as causas potenciais e o teor de eteno na corrente 160. Identificado uma forte correlação da temperatura de fundo e da razão de refluxo com esta variável.



Também foi conduzida uma Regressão Linear para verificar a influência dos medidores de vazão na estabilidade do processo.

5. Plano de Ação:

Estabelecimento e implantação de limites operacionais da fracionadora para cada patamar de carga da unidade.

Manutenção e automatização de medidores de vazão e rotina de limpeza pela instrumentação.

Implantação de Indicadores Visuais na tela de gestão à vista do Índice de Perda e do Teor de Eteno

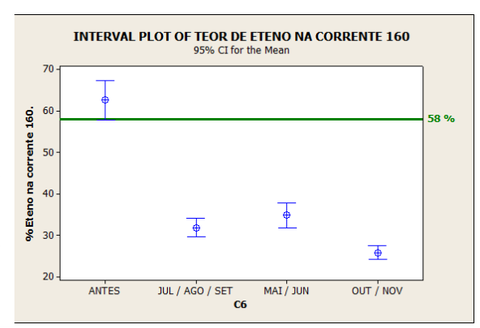
Modificação da Instrução de Trabalho da torre, incluindo as lições aprendidas.

Workshop de procedimentos buscando a homogeneização das práticas nas equipes de turno

6. Resultados Obtidos e Conclusões:

Valor médio de 31,8% de eteno e índice de perda de 0,005949 na corrente 160.

Recuperado 317,5 t do produto no ano de implantação.



Nível Sigma da capabilidade do processo subiu para 5,29 atingindo uma taxa de falha de 0,01%.

A metodologia 6 sigma se mostra adequada também para processos contínuos. A meta de melhoria, mesmo sendo definida estatisticamente, se mostrou muito conservadora gerando assim uma grande diferença entre a expectativa de retorno e o realizado.

Empresa: Setor metal mecânico.

Autores: Daiane Maria de Genaro Chiroli; Jean Roque Santos Lezme; Marcel Greolis Matheus.

Título: Kaizen: uma prática de melhoria contínua no setor de usinagem

1. Problema/Situação Atual: A empresa em questão, pertence ao setor metal mecânico, e suas atividades são do ramo de manufatura de compressores. Os produtos são projetados considerando especificações de normas, como ASME (EUA) relacionada ao projeto de fabricação de vasos de pressão, NR13 (Ministério do Trabalho do Brasil) como norma regulamentadora, e possui certificação ISO 9001-2008 de qualidade. Porém, mesmo trabalhando atendendo padrões de mercado, por ter crescido muito rapidamente no mercado, a empresa necessita de uma nova visão e revisão de conceitos de produção, de forma a obter adequadamente processos que atendam as características especificadas no projeto de produto e à demanda resultante das necessidades dos clientes. Deste modo o presente trabalho presente objetiva aplicar a metodologia *Kaizen* no setor de usinagem, utilizando preceitos da produção enxuta.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz: Devido ao rápido crescimento da empresa, esta apresenta necessidades em relação à quantidade e qualidade dos produtos, devido ao aumento na demanda e ocorrência de problemas de produtos não conformes. Uma vez que esta possui processos de clientes internos que não são atendidos conforme a demanda dos clientes externos, o que gera atraso na entrega e redução de produtividade. Visando reduzir os custos de produção e assegurar a capacidade para o atendimento à demanda diária, foi analisado quais os setores que mais impactavam para que a montagem final não conseguisse atender ao volume de produção planejado. Identificou-se que uma das células produtivas pertencente ao setor de usinagem, responsável por processa tampas e cubos, ocasionava à falta do fornecimento de peças para o setor de montagem de cabeçotes, o que impacta diretamente na redução de produtividade deste setor e consequentemente na falta de cabeçotes para a montagem final dos compressores. Foi constatado que a seguridade produtiva desta célula era de 67,8%, sendo que a célula produzia 301 peças por dia, contendo três operadores.

3. Objetivos: Aplicação da metodologia *Kaizen* no setor de usinagem, utilizando preceitos da produção enxuta. A programação mensal para a célula é de 148 compressores ao dia somado a quantidade necessitada pela assistência técnica, para trocas e reparos. Objetivos específicos: Assegurar a produção do volume necessário de peças para a montagem de cabeçotes, de 67,8% para 100%; Reduzir a quantidade de operadores na célula de 3 para 2 pessoas; Aumentar a produtividade de peças na célula de 125 peças por operador ao dia para 167 peças por operador ao dia. Aplicar os sensos de organização e arrumação dos cinco sensos. Eliminação dos desperdícios, produzir a quantidade necessária de peças para o atendimento à montagem de cabeçotes, reduzir custos por meio da melhor utilização da mão-de-obra.

4. Ferramentas Utilizadas para Solução: O *Kaizen* é uma ferramenta utilizada para a otimização do processo, que resulta na obtenção de produtos de qualidade, mas ao mesmo tempo, reduz os custos. É uma ferramenta que traz 16 benefícios pelo aumento de produtividade, com baixos investimentos e maior motivação do colaborador (PANAZZO, 2009). De acordo com Rother e Shook (1999) a metodologia Kaizen é utilizada para conduzir melhorias contínuas num fluxo, atuando na cadeia de valor, ou em processos individuais. Segundo Panazzo (2009) o Kaizen utiliza-se de esforços constantes para aumentar a produtividade e a qualidade, pois resulta na produção de produtos melhores e mais baratos, considerando também a motivação dos funcionários, sem demandar altos investimentos. O Evento Kaizen surge a partir da formação de uma equipe multifuncional, de forma dedicada, atuando num determinado processo, visando à eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua, através da padronização de um método de trabalho, sendo finalizado em um curto período. Imai (1996) relata que o evento Kaizen atinge seus objetivos levando em consideração: ter uma linha capaz de produzir no tempo *takt*; Obter uma linha de produção flexível em relação aos desvios do tempo *takt*; Eliminar as causas que prejudicam o ritmo das operações; Desenvolver procedimentos de trabalho; Minimizar a necessidade de operadores na linha.

5. Plano de Ação: A fim de alcançar os objetivos propostos, inicialmente houve um treinamento da equipe, de modo que todos enxergassem a necessidade de cumprir ações prioritárias de melhorias no setor. Posteriormente, houve definição dos objetivos, medição de modo a colher informações que retratassem o estado atual da célula de produção, que serviram de embasamento para o planejamento das condições futuras desejadas. Análise da sequencia operacional que descreve o fluxo das peças. Análise do layout atual para estudo do fluxo produtivo, Foram coletados os dados referentes às operações que cada peça fabricada na célula passa, descrevendo os tempos em manuais e automáticos para cada operação, obtendo assim informações relativas à capacidade das máquinas e de pessoas, em realizar a quantidade programada. Analise da eficiência produtiva com coleta de dados referentes à programação de produção, apontamento da quantidade produzida e refugo. Análise do processo atual e por fim o levantamento de oportunidades. Com o estudo foram levantadas 17 oportunidades de melhorias, identificando que os principais problemas relacionam-se ao fluxo de matéria-prima pelos equipamentos dispostos na célula e pela falta de condições que possibilitem o fluxo contínuo, que gera excesso de estoque entre as operações.

6. Resultados Obtidos e Conclusões: O uso do método *Kaizen* auxiliou na compreensão dos problemas e em meios que possibilitassem soluções para melhorar a eficiência no setor de usinagem. Auxiliou em uma melhor compreensão sobre a dinâmica da célula de produção de tampas e cubos para identificar as ferramentas que poderiam ser utilizadas. Depois de implementada a nova condição de trabalho, e realizada novamente a tomada dos tempos das peças, observou-se que a célula possui capacidade de realizar a programação mensal, atendendo a necessidade de montagem de cabeçotes, tornou-se mais eficiente, pela melhor utilização da mão-de-obra e trouxe aos operadores um ambiente de trabalho melhor. Com a prática Kaizen, foi possível obter maior flexibilidade de produção, reduzir os custos de fabricação e proporcionar ao operador menor demanda de esforço físico. A prática da melhoria continua mostrou-se como ferramenta essencial à sobrevivência das organizações.

Empresa: City Incorporadora – Belém/Pa.

Autores: Willy Castelo Branco Teixeira – willycastelo@hotmail.com;

Rodrigo de Carvalho Sanches – rodrigo_sanches4@hotmail.com.

Título: Gerenciamento da Produtividade na Construção Civil

1. Problema/Situação Atual:

As obras de engenharia civil, de um modo geral, apresentam grande desperdício de mão-de-obra e de material. Esse desperdício amplia os custos do produto final, além de aumentar o tempo para a conclusão da mesma. De acordo com pesquisas feitas em campo, a variação da produção da mão-de-obra pode chegar a incríveis 400% para o mesmo serviço. Diante dessa situação, a empresa sentiu a necessidade de formatar um sistema de gestão de suas obras inspirado no Sistema Toyota de Produção.

2. Análise da Situação Atual/Causas Raiz:

São vários fatores que geram esse problema no canteiro, que vão desde os mais básicos, como a má seleção da mão-de-obra na hora da contratação, pouco conhecimento do operário para executar a tarefa e insuficiência de material para fazer o serviço, até o tempo gasto com deslocamentos desnecessários e a falta de incentivos, financeiros ou não, para motivar o funcionário. Durante o processo de formatação do sistema de gestão, foram constatadas algumas dificuldades, entre elas: baixa escolaridade dos funcionários, falta de comprometimento dos fornecedores, falta de integração entre os projetistas e a dificuldade no convencimento da alta gerência sobre a necessidade de investir no melhor gerenciamento da mão-de-obra.

3. Objetivos:

A utilização desse método tem como objetivo aumentar a produção dos operários de uma obra da construção civil e, como consequência disso, gerar lucro para o empregado e para o empresário. O ganho do operário é no aumento do salário, através dos bônus da produção, e na satisfação em ter o trabalho valorizado e reconhecido, deixando-o mais feliz. O empresário lucra com a maior organização e velocidade da obra, minimizando o risco de atraso, e com a redução das despesas, mesmo aumentando os ganhos dos funcionários, política do "ganha x ganha".

4. Ferramentas Utilizadas para Solução:

As ferramentas utilizadas foram: agente de mudança, andon, autonomação (jidoka), célula de produção, 5S, linha de balanço, estoque padrão, fluxo de valor, Heijunka, Kaizen, Kanban, PDCA, Plano para cada pessoa, Poka-Yoke, PEPS, just-in-time.
Com a utilização das ferramentas e conceitos descritos acima, criou-se a metodologia denominada de PS-37, que significa: Pressupor, Predeterminar, Subordinar, Produzir, Segurança e cinco Sensos de Organização.
Pressupor: Fatores que limitam as ações da equipe (restrições);
Predeterminar: Datas do início e do final de cada atividade (ensaio de recursos);
Subordinar: Representação gráfica da linha de produção (linha de balanço);
Produzir: Análise detalhada do primeiro ciclo de cada atividade (prototipagem/planilhas de controle);
Segurança; garantir a segurança para redução de variabilidade (treinamentos, procedimentos, equipamentos, etc.)

5. Plano de Ação:

A implementação foi dividida em 4 fases:
Fase 1:
"O que?": Sensibilização das pessoas estratégicas. "Quem?": Agente de mudança
"Quando?": Primeiro mês de implantação. "Como?": Problematizar a situação atual, palestras, conversas com os gerentes e envolvimento da mão-de-obra operacional.
Fase 2:
"O que?": Estruturação da implantação. "Quem?": Agente de mudança e comitê gestor.
"Quando?": Segundo e terceiro mês de implantação. "Como?": Desenvolvendo plano de ação.
Fase 3:
"O que?": Treinamento. "Quem?": Agente de mudança e comitê gestor.
"Quando?": Quarto mês. "Como?": Palestras, vídeos motivacionais e ensinando os conceitos *leans*.
Fase 4:
"O que?": PDCA. "Quem?": Todos. "Quando?": Quinto e sexto mês. "Como?": Avaliando

6. Resultados Obtidos e Conclusões:

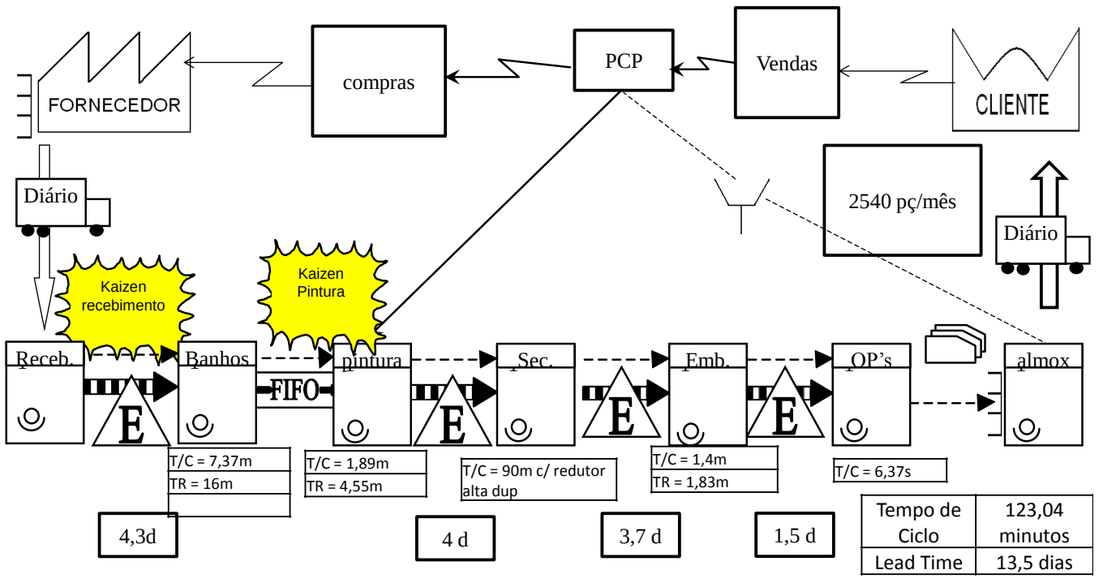
Com a aplicação do sistema de gestão PS-37, os resultados foram excelentes. Aumentou a produção e a satisfação dos funcionários, eles passaram a ter vontade e motivação para trabalhar, além de ter diminuído rotatividade destes. A qualidade do serviço melhorou - evitando o retrabalho - e, com menos retrabalho e maior produção, a obra ganhou velocidade. Apesar do trabalhador aumentar os seus ganhos, o custo da obra diminuía, gerando um ganho para a empresa.
Diante dos resultados mostrados, é possível afirmar que o PS-37 é um sistema eficaz para as obras de engenharia civil, gerando grandes resultados para os empresários e funcionários.

Empresa: Antares Acoplamentos

Autores: Marcelo Carvalho e Samuel Rombaldi

Título: Baixa produtividade/Setor pintura

1. Problema/Situação Atual:



2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz:

Falta de acompanhamento do processo;
Produção mensal de 2000 peças;
Excesso de peças no recebimento;

3. Objetivos:

Reduzir o lead time de 13, 5 para 6,5 dias;
Atender o demanda do cliente de 2540 peças/mês;

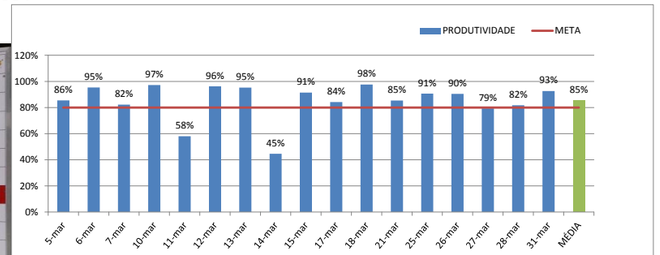
4. Ferramentas Utilizadas para Solução:

Mapeamento de fluxo de valor;
Brainstorn para construção da analise do A3 solução de problemas;
Kaizen envolvendo os colaboradores do processo;

5. Plano de Ação:

Ações	Descrição	Responsável	Cargo	Motivo
1	Criar um quadro de acompanhamento da pintura	Alessandro	Líder de prod.	Por ser responsável pelo acompanhamento do processo junto aos colaboradores
2	Criar um quadro kanban com heijunka	Juceli	Analista de PCP	Por ser responsável na análise e priorização das peças para o setor de pintura
3	Criar indicador de eficiência do processo	Samuel	Supervisor Ind.	Por ser responsável por monitorar o processo global

6. Resultados Obtidos e Conclusões:



QUADRO DE ACOMPANHAMENTO PARA PINTURA E EMBALAGEM (QAPE) — ANTARES acoplamentos

PERÍODO		CUBOS AT 25	CUBOS AT 35	CUBOS AT 50	CUBOS AT 70	CUBOS AT 90	CUBOS AT 105	CUBOS AT 140	CUBOS AT 200	CUBOS AT 300	CUBOS BFLEX E ESPAÇADORES	DATA:
CAPACIDADE POR HORA		42	42	42	42	16	16	8	8	8	42	MOTIVOS
07:42	08:00	PINTURA - TEMPO PARA PREPARAÇÃO DA TINTA + (10 MINUTOS PARA CAFÉ)										
08:00	09:00											
09:00	10:00											
META / REALIZADO		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
EMBALAGEM												
10:00	11:00											
11:00	12:00											
META / REALIZADO		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

Quadro Kanban:
Priorização de peças - redução de estoque no recebimento de 4 para 1 dia.
Redução de estoque na pintura de 4 para 1 dia.
Redução do estoque de peças para emb. de 3,7 para 1 dia.
Redução total do lead time de 13,5 para 4,8 dias.

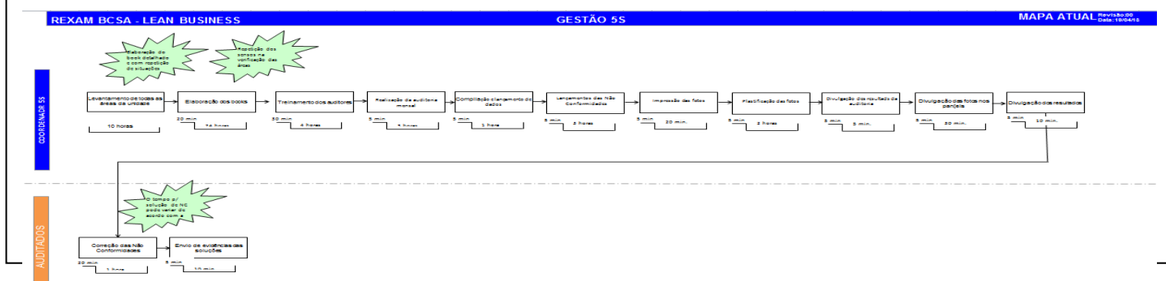
QAPE: controle e monitoramento do processo.

Empresa: Rexam Amazônia LTDA

Autores: Ariane Galvan, Kellen Fonseca, Líliam Patrícia de Albuquerque

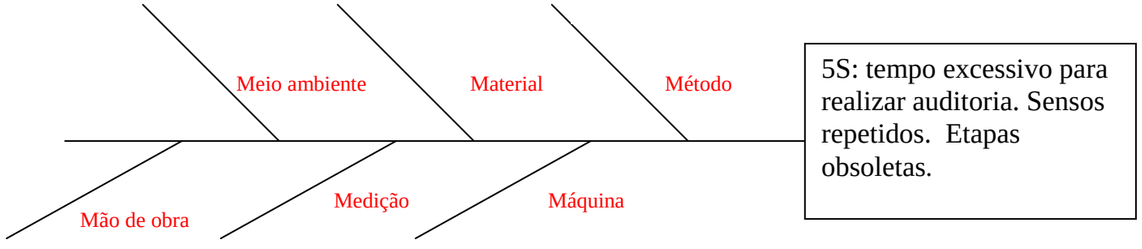
Título: Revisão do fluxo de auditoria de 5S.

1. Problema/Situação Atual: Os check lists das auditorias de 5s possuem excesso de sensos, algumas etapas já não se aplicam mais no fluxo, gasto excessivo de tempo para realizar a auditoria de 5s.



2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz:

- Check lists desatualizados
- Books desatualizados
- Verificação micro das áreas auditadas



3. Objetivos: Revisar o Fluxo do processo de auditoria a fim de otimizar o tempo e tornar a aplicação da ferramenta mais eficaz

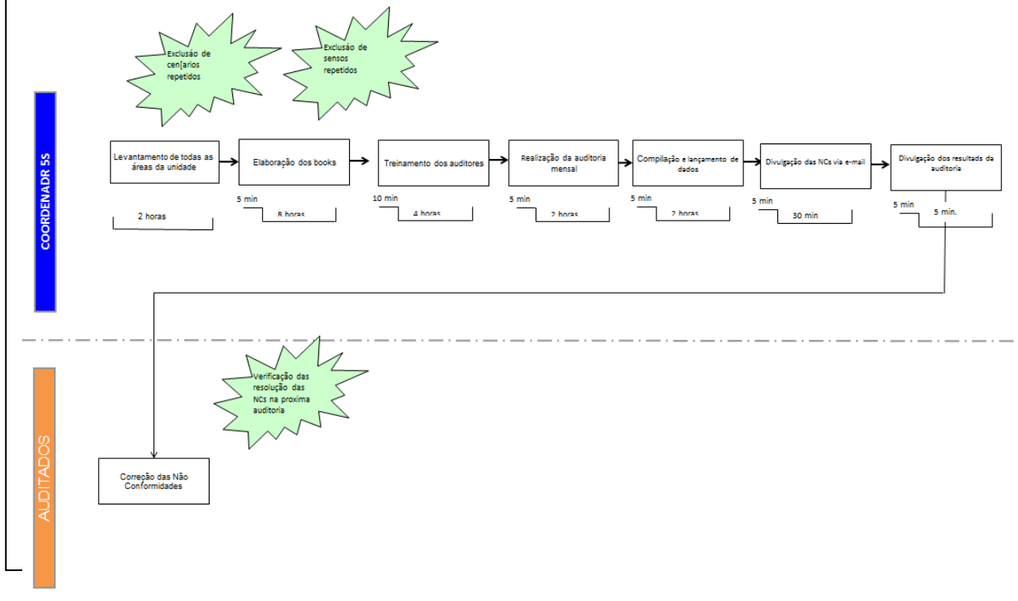
4. Ferramentas Utilizadas para Solução: Para essa análise utilizou a metodologia do *Ishikawa.*

5. Plano de Ação:

Descrição	Responsável	Início	Fim
Revisar a gestão de 5s	Kellen	28/08/2013	31/08/2013
Revisar book de 5s	Ariane e Kellen	02/09/2013	13/09/2013
Revisar Check list de 5s	Ariane e Kellen	02/09/2013	13/09/2013
Treinar a equipe de auditores	Liliam	16/09/2013	17/09/2013
Divulgar novo processo	Kellen	31/08/2013	31/08/2013

6. Resultados Obtidos e Conclusões:

Redução de tempo de auditoria.
Adequação dos sensos nas áreas e processos.
Melhora no controle das não conformidades identificadas
Maior eficácia nas ações para solucionar as não conformidades



Empresa: Confederação Interestadual das Cooperativas Ligadas ao Sicredi

Autores: Bruno Scheibler, Martha Lunardeli e Juliano Santos dos Santos

Título: Fluxo de compras e contratação de fornecedores de TI

1. Problema/Situação Atual: O processo de formalística de compras e contratações de TI tem um ciclo de 54 dias úteis, o que torna o processo moroso e burocrático para o usuário. Este, por sua vez, nem sempre segue o fluxo indicado, gerando retrabalho para a operação e exigindo o envolvimento do Diretor Executivo em 80% das contratações e a renegociação de 95% dos contratos recebidos. Além disso, este processo também gera desgaste com os fornecedores do Sicredi e um risco na continuidade do relacionamento dos mesmos com a instituição.

2. Análise da Situação Atual/ Causas Raiz: As áreas demandantes das compras e contratações de serviços de TI não conhecem o fluxo de compras e contratações e, por consequência, não percebem a importância de suas de suas etapas. Além disto, o Portal de Compras – onde a demanda é cadastrada/solicitada - não permite o acompanhamento das etapas percorridas pelo contrato. Devido ao alto índice de contratos recebidos, já negociados, o processo incorporou prazos que contemplam exceção e renegociação de cláusulas.

3. Objetivos: Redução do tempo da formalística de compras e contratações de serviços de TI. Envolver as áreas de negócio e relacionamento antes da efetivação do contrato e reduzir o índice de renegociações. Reduzir o envolvimento do Diretor Executivo no processo.

4. Ferramentas Utilizadas para Solução: Após avaliar a situação atual do processo e as áreas envolvidas, optamos por utilizar a ferramenta Lean de Evento Kaizen. Esta ferramenta possibilita uma discussão focada na resolução do problema, mapeamento do processo *end-to-end*, aplicação das técnicas dos 5 porquês, identificação de desperdícios e atividades que não agregam valor ao processo e o envolvimento *full* das equipes durante 3-4dias. Também aplicamos uma pesquisa de satisfação dos usuários e participantes do processo.

5. Plano de Ação: O nosso plano de ação contou com a participação dos superintendentes, gerentes e analistas das áreas de TI através das seguintes ações:

- Capacitação dos colaboradores;
- Criação de checklist para validação da demanda;
- Viabilização do acompanhamento na ferramenta de solicitação de compras e contratações dos serviços de TI;
- Antecipação das validações e aprovações técnicas (antes do fechamento da proposta ao fornecedor); e
- Revisão da Política de Compras e Contratações.

6. Resultados Obtidos e Conclusões: Após a implantação do novo processo definido no Evento Kaizen, o ciclo de formalística foi reduzido em 46%, passando para 25 dias. O índice de renegociação também apresentou uma evolução significativa e atualmente apresenta uma taxa de apenas 13% (antes do Kaizen era 95%). O envolvimento do Diretor Executivo passou para 8%, espelhando de fato a Política de Compras e Contratações que prevê sua participação em casos emergenciais / especiais.