

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PIETRO BARBIANI SALAVERRY

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE
PLANO PARA CADA PEÇA E INTRODUÇÃO DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO POR KITS**

Porto Alegre

2014

PIETRO BARBIANI SALAVERY

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DE PLANO PARA CADA PEÇA E INTRODUÇÃO
DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO POR KITS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Engenharia da Produção, modalidade profissional, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Ricardo Augusto Cassel, Ph.D.

Porto Alegre

2014

PIETRO BARBIANI SALAVERRY
**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DE PLANO PARA CADA PEÇA E INTRODUÇÃO
DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO POR KITS**

Esta dissertação foi analisada e julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia da Produção na modalidade profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Ricardo Augusto Cassel, Ph.D.
Orientador DEPROT/UFRGS

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.
Coordenador DEPROT/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Cláudio José Müller, Dr. (UFRGS)

Professor Daniel Pacheco Lacerda, Dr. (UNISINOS)

Professor Fernando Gonçalves Amaral, Dr. (UFRGS)

*“O caminho de Deus é perfeito;
a palavra do Senhor é provada; é um escudo para todos os que nele confiam.
Porque quem é Deus senão o Senhor? E quem é rochedo senão o nosso Deus?
Deus é o que me cinge de força e aperfeiçoa o meu caminho.”
(Salmos 18:30-32)*

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão;

Ao meu orientador, prof. Ricardo Augusto Cassel, pelo incentivo, paciência e conhecimento dedicados.

Ao colegas de trabalho, Antonio Giacobbo, Carlos Panitz, Fabio Castiel Lima, Guilherme Dornelles Vetter e Maicon Emerim da Silva, que se tornaram grandes amigos.

À minha esposa, pelo amor e suporte ilimitados. Aos meus pais, irmãos e avó pela inspiração, educação e principalmente construção do meu caráter.

RESUMO

Esta dissertação contempla uma proposta de metodologia para implantação de Plano Para Cada Peça e introdução do sistema de abastecimento por kits. Contemplados em dois artigos, onde respectivamente no primeiro foi desenvolvida uma ferramenta para captura de dados, um método de como estruturá-los, como organizá-los em um banco de dados e interpretá-los de acordo com as características do produto e produtivas para definição do método de abastecimento. No segundo artigo, foi proposta uma metodologia de introdução do processo de abastecimento por kits, onde de acordo com as características do produto e do processo produtivo, foram definidos: os layouts das áreas de separação e sequenciamento de peças, a quantidade de entradas de abastecimento, a quantidade de peças necessárias em cada kit, a disposição das peças e layout dos kits, o processo de separação de peças e montagem dos kits, assim como os carros de movimentação e abastecimento na linha.

Palavras-chave: Abastecimento por kits, Plano Para Cada Peça (PFEP), Ordem de separação de peças, Gênero de kits, Dimensionamento, Simulação

ABSTRACT

This dissertation includes a methodology proposal for deploying Plan For Every Part and implement the kit line feeding. Conceived respectively in two articles, on the first one was developed a tool for data capture, a method of how to structure, arrange in a database and interpret it according to product and production characteristics for setting the supply method. The second article presents a method to introduce the process by kits supply, which according to the product characteristics and the production process were defined: the parts picking and sequencing area layouts, the amount of supply inputs, the required quantity of parts in each kit, the layout and parts arrangement of kits, the picking process and kits assembly, as well as the handling and supply cars to the assembly line.

Keywords: Supply of kits, Plan For Every Part (PFEP), Order Of Separation Parts, Kits Genre, sizing, simulation

LISTA DE SIGLAS

ART – Anotação da Responsabilidade Técnica
BOM – Bill Of Materials (Estrutura de Materiais)
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
ERP – Enterprise Resource Planning (Sistema Integrado de Gestão Empresarial)
FIFO – First In, First Out
LER – Lesões por Esforço Repetitivo
OEM – Original Equipment Manufacturer
PCP – Planejamento e Controle da Produção
PFEP – Plan For Every Part (Plano Para Cada Peça)
STP – Sistema Toyota de Produção
TI – Tecnologia da Informação
VSM – Value Stream Map (Mapeamento da Cadeia de Valor)
WIP - Work-In-Process (Estoque em Processo)
WMS – Warehouse Management System (Sistema de Gerenciamento de Armazém)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Revisão de literatura	19
Figura 02 - Exemplo de atributos utilizados em PFEP	21
Figura 03 - Exemplo de Mapeamento da Cadeia de Valor	23
Figura 04 - Estado Atual vs. Estado Futuro	24
Figura 05 - Sistemática de planejamento para implantação de kits	25
Figura 06 – Dados de sistema ERP	26
Figura 07 – Dados de sistema WMS	27
Figura 08 – Dados de aspectos ergonômicos	28
Figura 09 – Dados de dimensionamento dos processos	29
Figura 10 – Modelo de PFEP	29
Figura 11 – Nova complexidade na linha de montagem	30
Figura 12 - Anexo A - PFEP implantado	32
Figura 13 - Kit estacionário	42
Figura 14 - Sequenciamento de kits estacionários	43
Figura 15 - Kit itinerante	43
Figura 16 - Lista de separação de peças	45
Figura 17 - Processo “pick to light”	45
Figura 18 - Exemplo de processo “pick to light” com confirmação de quantidade.....	46
Figura 19 - Disposição de peças em um kit.....	48
Figura 20 - Metodologia proposta	49
Figura 21 - Abastecimento kanban eletrônico	55
Figura 22 - Localização da área de manuseio e sequenciamento de kits estacionários	56
Figura 23 - Área de manuseio e sequenciamento de kits estacionários	57
Figura 24 - Simulação de kit itinerante	58
Figura 25 - Alteração de layout fabril	59
Figura 26 - Implantação do supermercado de peças	60
Figura 27 - Disposição de bandeja (modelagem específica e mista)	61
Figura 28 - Kit montado, separadores específicos e mistos	61
Figura 29 - Processo de separação de kit utilizando sistema Pokayoke.....	63
Figura 30 - Sequenciamento de kit	64
Figura 31 - Carro de abastecimento de kits	65

Figura 32 - Movimentação de kits por rebocador elétrico	66
Figura 33 - Kit abastecido e posicionado no carrinho de montagem do produto	66

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
SUMÁRIO.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Problema de Pesquisa	13
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Justificativa do Tema	14
1.4 Método de Pesquisa	14
1.5 Delimitações do Trabalho	14
1.6 Estrutura da Dissertação	15
2. ARTIGO 01: Proposta de metodologia para a estruturação do Plano Para Cada Peça (PFEP – Plan For Every Part) com vistas à implantação do abastecimento por kits	16
Introdução	17
Referencial Teórico	20
Método Proposto	24
Estudo de Caso	30
Conclusões	34
Referências	35
3. ARTIGO 02: Proposta de sistemática para implantação do processo de abastecimento por kits	38
Introdução	39
Referencial Teórico	41
Sistemática Proposta	48
Estudo de Caso	52
Conclusões	68
Referências	69
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
Sugestões para trabalhos futuros	74
APÊNDICE A	75
APÊNDICE B	76
APÊNDICE C	77
APÊNDICE D	78

APÊNDICE E	79
APÊNDICE F	80
ANEXO A	81
ANEXO B	82

1. INTRODUÇÃO

A indústria automobilística sofreu transformações desde seu início no século XX, quando o americano Henry Ford, fundador da Ford Motor Company, estabeleceu o primeiro sistema de produção em série para montagem do modelo Ford T. Este sistema mundialmente conhecido como “fordismo” foi baseado na produção em massa de um único modelo. Teve como principais pilares a padronização de componentes, processos de montagem e de produto, visando alcançar altos índices de produtividade.

Neste sistema, não havia uma gestão efetiva sobre custos, acreditava-se que manter grandes estoques de matéria prima era uma forma eficaz de assegurar a produção. Como uma forma de garantir o baixo custo de produção e de satisfação do cliente, também praticava-se a preservação de altos volumes de estoque e produto acabado.

Após a segunda guerra mundial, a Toyota no Japão encontrava grandes dificuldades para implementar o até então consagrado modelo de manufatura americano. Diante da escassez de diversos recursos e com severas limitações financeiras, era necessário produzir em larga escala, com maior variedade de produtos e menor custo. Uma nova metodologia de gestão da produção foi criada visando atender as demandas de produção e alterações do mercado de forma eficaz, o Sistema Toyota de Produção (STP) ou *lean*, que visava a eliminação de todos os desperdícios dos processos produtivos.

Alguns paradigmas da produção em massa foram deixados imediatamente para trás, passaram a ser produzidos apenas os produtos necessários, nas quantidades solicitadas e no tempo requerido. Com a redução de desperdícios, os custos indiretos de produção também foram reduzidos drasticamente, tornando o custo do produto final menor e aumentando sua competitividade no mercado. Mais do que uma nova forma de gestão, a Toyota criou uma filosofia de melhoria contínua, onde os processos eram ciclicamente analisados, revisados e melhorados de forma contínua.

A crise do petróleo em meados de 1970 acentuou ainda mais a competitividade do modelo japonês frente ao americano, já que Toyota continuava apresentando resultados surpreendentemente maiores do que seus concorrentes ocidentais. A partir deste momento, o sistema de produção enxuta japonês ganhou a atenção mundial e passou a ser pesquisado com maior curiosidade.

Segundo Christmansson et al. (2002), os clientes do mercado automotivo demandam cada vez mais uma maior variedade de modelos e variações. E por sua vez, as indústrias oferecem cada vez mais oportunidades de customização. Esta necessidade resulta em uma

maior movimentação dos componentes nos sistemas produtivos. Diante deste contexto econômico, a utilização de conceitos *lean* é uma das principais alternativas para as empresas que buscam ampliar suas atividades econômicas, reduzindo seus desperdícios e aumentando sua lucratividade.

Liker (2005) ratifica que o pensamento enxuto pode trazer grandes melhoras para a produção, uma vez que se baseia no desenvolvimento contínuo, visando sempre eliminar etapas desnecessárias ao processo produtivo. Pode-se citar como exemplo: produção em excesso, espera entre processos, transporte, movimentações desnecessárias, excesso de estoque, defeitos, etc.

O processo de abastecimento por kits proporciona um grande benefício para as empresas com processos de manufatura, ao disponibilizar a peça correta, no local determinado, na quantidade necessária e com qualidade, já que a eliminação de qualquer etapa que não agrega valor durante o processo de montagem, assim como excesso de estoque são caracterizados como desperdícios do processo produtivo.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A melhor utilização do espaço de manufatura, assim como a diminuição de estoques, redução de tarefas sem valor agregado ao processo de montagem são temas constantemente abordados tanto em pesquisas quanto no ambiente fabril. O processo de abastecimento por kits é um catalizador destas ações quando bem executado, e já é regularmente utilizado por indústrias manufatureiras.

Entretanto, quais são os dados essenciais sobre os produtos, componentes e processos produtivos que devem ser entendidos? As informações estão disponíveis? Onde? Qual área é responsável por mantê-los atualizados e precisos? Os dados são confiáveis? Uma vez de posse de todos estes dados, como organizar e interpretá-los?

Hua e Johnson (2010) enfatizam que não existe clareza de qual é a melhor forma e como deve ser implantado o processo de abastecimento por kits. Potanto, quando deve-se utilizá-lo? De acordo com o processo produtivo, área e recursos disponíveis, quais são os fatores que devem ser considerados e que método deve ser aplicado visando uma implantação bem sucedida?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é criar uma metodologia para a implantação do

processo de abastecimento por kits, levando em consideração aspectos produtivos.

Como objetivos específicos têm-se (i) identificar os dados necessários para auxiliar a tomada de decisão (ii) identificar as áreas responsáveis pela manutenção destes dados; (iii) identificar os processos fabris correlacionados; (iv) identificar os requisitos e restrições específicas do processo de abastecimento e movimentação de peças; (v) identificar qual o melhor método de abastecimento de acordo com as características das peças; (vi) identificar melhor disposição das peças nos kits; (vii) identificar quantidade de peças por kit; (viii) identificar meio de transporte dos kits; (ix) identificar melhor layout das áreas de separação de peças.

1.3 JUSTIFICATIVA

O processo de abastecimento por kits já é regularmente utilizado por indústrias manufatureiras. Entretanto, segundo Hua e Johnson (2010), existe uma falta de conhecimento sobre quando e como o processo deve ser utilizado. Em muitos casos o processo torna-se difícil de ser implementado e gerido, por este motivo acaba não sendo bem visto pelas demais áreas fabris (manufatura, qualidade, etc.).

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho é classificado como uma pesquisa descritiva e exploratória, visto que entra em contato com o problema, e permite construir hipóteses para solucioná-lo.

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para um melhor entendimento sobre a criação do Plano Para Cada Peça e introdução do processo de abastecimento por kits. Além disso, foi realizado um estudo de caso, implantando em uma empresa os métodos propostos e posteriormente os avaliando.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O presente trabalho é focado na implantação do processo de abastecimento de kits em empresas com processo de manufatura. As metodologias para implantação do Plano Para Cada Peça e de introdução do abastecimento por kits podem ser utilizadas outros tipos de empresa, após devidas adaptações dos requisitos específicos de cada caso.

Algumas análises e conclusões deste estudo podem ser específicas do caso estudado. Deve-se atentar a empresas de outros ramos ou de menor porte, pois podem possuir diferentes

particularidades.

Não foram consideradas questões econômicas relativas à implantação do abastecimento por kits, tais como: aquisição de carrinhos, bandejas, embalagens, prateleiras, alterações de layout, entre outros. Além disso, também não foram abordados aspectos sobre a gestão da mudança no processo fabril, tempo necessário para implantação e treinamento dos facilitadores para execução do novo processo.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por quatro capítulos, o primeiro é composto de uma introdução, seguido por uma explicação do problema de pesquisa, objetivos, justificativas e delimitações do trabalho. Os dois capítulos subsequentes são compostos por dois artigos, os quais possibilitaram entender quais são os principais aspectos que devem ser capturados, compreendidos e executados para a implantação do processo de abastecimento por kits.

O primeiro artigo é compreendido no capítulo dois, e intitulado por “Proposta de metodologia para a estruturação do Plano Para Cada Peça (PFEP – Plan For Every Part) com vistas à implantação do abastecimento por kits” trata de mapear, organizar e compreender dados para a criação de um Plano Para Cada Peça, determinando segundo as características do produto e do processo produtivo, que peças deverão compor cada gênero de abastecimento por kits.

Levando em consideração o já criado Plano Para Cada Peça, o terceiro capítulo (segundo artigo) é intitulado como “Proposta de sistemática para implantação do processo de abastecimento por kits”, trata de propor uma sistemática para introdução do abastecimento por kits, determinando quais são os aspectos que devem ser atentados e respectivos passos que devem ser cumpridos visando uma implantação bem sucedida.

No quarto e último capítulo, são descritas as considerações finais do trabalho como um todo, assim são relacionados alguns temas propostos para trabalhos futuros.

2. Artigo 01: Proposta de metodologia para a estruturação do Plano Para Cada Peça (PFEP – Plan For Every Part) com vistas à implantação do abastecimento por kits

Proposta de metodologia para a estruturação do Plano Para Cada Peça (PFEP – Plan For Every Part) com vistas à implantação do abastecimento por kits

Pietro Barbiani Salaverry - psalaverry@gmail.com
Ricardo Augusto Cassel, Ph.D. - cassel@producao.ufrgs.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar quais são os principais fatores que devem ser compreendidos, atentados e de que forma adquiri-los durante a etapa de planejamento do processo de introdução do abastecimento por kits. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi uma revisão bibliográfica através da verificação e comparação de textos em livros e artigos de revistas científicas para identificar os principais conceitos. Visando uma implantação bem sucedida, uma sistemática foi desenvolvida para orientar a estruturação do processo de planejamento para introdução do abastecimento de kits, utilizando o conceito de Plano Para Cada Peça e entregando uma ferramenta para coleta dos dados necessários.

Palavras chaves: *Abastecimento Por Kits, Plano Para Cada Peça , Processo de dimensionamento, Processo de simulação.*

Abstract

This paper objective is to present which are the main factors that must be understood and observed during the planning stage of the kit line feeding process introduction. The methodology used for the development of this paper was a review through the verification and comparison of textbooks and scientific journal articles to identify key concepts. Towards a successful deployment, a system was developed to guide the structuring planning process for the introduction of the kit line feeding, using the Plan For Every Part concept and delivering a tool to collect the necessary data.

Keywords: *Kits feeding, Plan For Every Part, Sizing Process, Simulation Process*

2.1. INTRODUÇÃO

Segundo Christmansson et al. (2002), os clientes do mercado automotivo demandam cada vez mais uma maior variedade de modelos e variações. E por sua vez, as indústrias oferecem cada vez mais oportunidades de customização dos seus produtos. Esta necessidade resulta em uma maior movimentação dos componentes nos sistemas produtivos. Diante deste contexto econômico, a utilização de conceitos enxutos de manufatura (*lean manufacturing*) é uma das principais alternativas para as empresas que buscam ampliar suas atividades econômicas, reduzindo seus desperdícios e aumentando sua lucratividade.

Liker (2005) ratifica que o pensamento enxuto pode trazer grandes melhoras para a produção, uma vez que se baseia no desenvolvimento contínuo, visando sempre eliminar etapas desnecessárias ao processo produtivo. Pode-se citar como exemplo: produção em excesso, espera entre processos, transporte, movimentações desnecessárias, excesso de estoque, defeitos, etc.

Entregar as peças corretas, no local correto e na quantidade necessária também são conceitos lean, e segundo Vujosevic et al. (2008) se bem executado o processo de abastecimento de kit pode proporcionar além destas outras características, tais como: menor estoque em processo, menor dano aos materiais e maximização do tempo de utilização da linha, por diminuição do tempo do montador se deslocando e procurando peças.

Segundo Hua e Johnson (2010), o processo de abastecimento por kits é indicado principalmente em processos onde existem uma ampla variedade de produtos ou grande complexidade nos processos de montagem e sub-montagens, uma vez que implantado, os montadores receberão um conjunto de componentes para um único produto final. Eles também reconhecem a possibilidade de aliar o convencional abastecimento contínuo, com o abastecimento por kits em uma mesma linha de montagem, visando desta forma atingir ganhos de área nas estações de montagem.

Segundo Bozer e McGinnis (1992) existem dois tipos distintos de kits, os itinerantes são compostos de diversos tipos diferentes peças que serão consumidas de acordo com o processo de montagem, suportando mais de um posto de montagem. Já o kit estacionário, possui limitada variedade de peças, alimentando um específico posto de montagem.

Conforme Kilic e Durmusoglu (2012), a principal vantagem do processo de abastecimento por kits é que diversas atividades que não adicionam valor ao processo de montagem, podem ser retiradas do linha de produção, resultando em um significativo ganho em tempo de processo. Eles fazem uma revisão (Figura 01), segundo diversos autores, seus respectivos métodos e objetivos, constatando que apesar de ser amplamente utilizado, o abastecimento por kits não possui um vasto referencial teórico e diversos temas necessitam ser melhor compreendidos.

AUTORES	MÉTODOS							OBJETIVOS
	MM	MC	In	Si	AC	EC	TD	
Bozer e McGinnis (1992)		X			X			Determinar as diferenças entre <i>kitting</i> e abastecimento convencional - kanban
Ding (1992)						X		Melhorar o processo de montagem com implementação do <i>kitting</i>
Ronen (1992)		X				X		Comprovar a importância do <i>kit</i> completo
Carlson et al. (1994)		X				X		Investigar o efeito do <i>kitting</i> na qualidade dos produtos
Som et al. (1994)	X							Modelagem de processo de <i>kitting</i>
Brynzer e Johansson (1995)		X				X		Analisar a eficiência e acuracidade do processo de separação do <i>kitting</i>
Gunther et al. (1996)	X		X					Minimizar o tempo total do operador no processo de <i>kitting</i>
Leshno e Ronen (2001)					X	X		Análise de um <i>kit</i> completo por diversos ângulos
Christmansson et al. (2002)		X				X		Desenvolver um método alternativo de <i>kitting</i> de materiais
Joshi et al. (2002)				X		X		Melhorar o processo de <i>kitting</i> em uma fábrica
Medbo (2003)		X				X		Apresentar o <i>kitting</i> como um facilitador do processo de montagem
Choobineh e Mohebbi (2004)				X				Analisar a forma que planejamento incerto afeta o processo de <i>kitting</i>
Ramachandran e Delen (2005)	X							Medir o efeito do <i>kitting</i> em uma linha de montagem
Carlson e Hensvold (2008)						X	X	Implementar o <i>kitting</i> em uma linha de montagem com grande variação
Coracki (2008)					X	X		Avaliar o <i>kitting</i> como um sistema <i>lean</i> de produção
Hua e Zhou (2008)			X					Minimizar o tempo de deslocamento na separação de peças para <i>kitting</i>
Hua e Johnanson (2010)		X			X	X		Criar critério de comparação entre processo de <i>kitting</i> e <i>kanban</i>
Caputo e Pelagagge (2011)		X			X	X	X	Desenvolver uma metodologia para seleção do processo de abastecimento

Legenda: MM-Modelo Matemático; MC-Modelagem Conceitual; In-Inovação; Si-Simulação; AC-Análise Comparativa; EC- Estudo de Caso; TD-Tomada de Decisão

Figura 01 – Revisão de literatura
Traduzido de Kilic e Durmusoglu (2012)

Na bibliografia sobre o tema, existe uma carência de material na etapa de planejamento e metodologia para implantação do processo de abastecimento por kits. O objetivo deste trabalho é apresentar uma sistemática para estruturação do Plano Para Cada Peça (PFEP - *Plan For Every Part*), realizando a captura das informações essenciais, para que todos os fatores decisivos sejam compreendidos e devidamente utilizados posteriormente na fase de implantação dos kits, resultando em processo estável.

O presente estudo foi composto pela revisão bibliográfica referente ao tema e pela realização de um estudo aplicado. Referente aos procedimentos técnicos, a pesquisa será bibliográfica, fazendo uso de publicações, artigos, livros e demais materiais encontrados na internet. Será apresentado um referencial teórico sobre o Plano Para Cada Peça, propondo uma sistemática para sua implantação. Posteriormente, será realizado um estudo de caso da

implantação, da sistemática proposta e uma análise de seus resultados.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Visando a implantação bem sucedida do processo de abastecimento por kits, à fundamentação teórica deste artigo é direcionada a criação de um Plano Para Cada Peça como principal ferramenta durante a etapa de planejamento, como a padronização de processos, minimização de inventário, identificação de desperdícios e eliminação do erro humano.

2.2.1. PFEP – *Plan For Every Part* (Plano Para Cada Peça)

Como já visto anteriormente, o mercado consumidor demanda cada vez mais possibilidades de customizações dos produtos. Como exemplo, um mesmo modelo de automóvel pode possuir diferentes motorizações, câmbio (automático/manual), cores e uma infinidade de outros acessórios sejam eles de conveniência (direção elétrica, ar condicionado, etc), luxo (couro, teto solar, etc.) ou então de segurança (air bag, freios ABS, etc.). Suportar esta variedade de possibilidades, normalmente requer grandes estoques de matéria prima, impactando diretamente no capital de giro da empresa e consequentemente em sua lucratividade.

A criação do PFEP é de essencial importância para o abastecimento por kits. Uma vez instituído, possibilita uma transição mais clara, rápida e exata do modelo convencional de abastecimento, onde as peças são estocadas ao lado da linha de produção em quantidades pré-estabelecidas. Pode-se determinar que peças continuarão inalteradas, e quais serão abastecidas em kits estacionários ou itinerantes. Também auxilia na localização do supermercado de peças, e na disposição dos componentes em seu layout interno.

PFEP apesar de pouco abordado pela literatura é uma ferramenta que nasceu com o conceito lean. Segundo Conrad e Rooks (2010), nada mais é que a gestão sobre o conjunto de diversos atributos do componente (peça), que normalmente estão disponíveis na empresa, só que de maneira fragmentada em seus diversos departamentos. Uma vez consolidadas, essas características possibilitam a criação de um plano, detalhando cada aspecto relevante para a gestão sobre toda a cadeia produtiva (fornecedor, processo de manufatura e cliente), sem erros e desperdício.

Conforme Harris e Harris (2007) a criação de um plano para cada peça é um dos pilares para desenvolvimento contínuo. Quando bem executado e gerido, propicia uma tomada

de decisão muito mais ágil, auxiliando a identificar os desperdícios (excesso de inventário, movimentação, etc) e maximizando ganhos de produtividade, inventário e consequentemente financeiro. As informações do PFEP são de livre determinação das empresas, e podem variar de acordo com o ramo de cada atividade produtiva. Na Figura 02, nota-se alguns exemplos de atributos que podem ser geridos por esta ferramenta.

	ATRIBUTO	DETALHE
PEÇA	Código da peça	Número utilizado para identificar a peça
	Descrição da peça	Descrição breve do tipo de peça
	Modelo / Cor	Especificar se necessário
	Tipo	Fabricado ou comprado
EMBALAGEM	Tipo de embalagem	Especificar se é descartável, retornável, cesto metálico, etc.
	Quantidade por embalagem	Número de peças por embalagem
	Múltiplo	Quantidade mínima de ordem
	Instrução de uso	Onde é utilizado, ponto de uso na linha
	Peso líquido da embalagem	Peso da embalagem sem peças
	Peso da peça	Peso unitário da peça
	Peso bruto da embalagem	Peso da embalagem cheia com peças
	Comprimento	Comprimento da embalagem primária
	Largura	Largura da embalagem primária
Altura	Altura da embalagem primária	
EMBARQUE	Frequencia de ordens	Frequencia em que o material é requisitado (diária, semanal, etc.)
	Consumo	Previsão de consumo, em um período pré-determinado
	Lead time (dias)	Período para reabastecimento pelo fornecedor
	Transportadora	Empresa que realiza o frete
	Tempo de transito	Tempo necessário para percorrer distancia (fornecedor->cliente)
	Frequencia de envio	Frequencia em que o fornecedor envia produtos ao cliente
	Inspeção	Material necessita de inspeção (sim/não)
FORNECEDOR	Nome	Nome utilizado no cadastro do fornecedor
	Código	Código de cadastro no sistema
	Tipo	Fornecedor interno ou externo
	Localização	Endereço onde o fornecedor está localizado
	Origem	Nacional ou importado
	Performance	Classificação em qualidade, entrega, etc.

Figura 02 – Exemplo de atributos utilizados em PFEP
Traduzido de Elbert (2012)

De acordo com Elbert (2012), o PFEP é a fundação para a estratégia de gestão de materiais e da melhoria contínua do sistema de manuseio de peças. Para estabelecê-lo, é necessário:

- Utilizar um sistema com recursos de classificação, filtros, etc
- Coletar os dados em sistema e processos.
- Fazer um layout da planta, localizar os estoques e criar um fluxo de movimentação das peças até o ponto de consumo na linha.

Elbert (2012) também enfatiza que a gestão do PFEP pode ser executada por planilhas eletrônicas, já que o mesmo possui diversos recursos de filtros, e grande poder de análise de dados. Resta, portanto, coletar os dados exatos nas áreas demandadas para iniciar a criação do banco de dados. Dois tipos de dados devem ser capturados, dados contidos em sistemas e sobre os processos produtivos.

2.2.1.1. Coleta de dados em sistemas

Grande parte dos dados pode ser adquirida nos sistemas disponíveis da empresa, tanto no sistema integrado de gestão empresarial (ERP - Enterprise Resource Planning) quanto no sistema de gerenciamento de armazém (WMS – Warehouse Management System). Para os demais, deve-se mapear os processos produtivos em análise.

Estes sistemas são complexos e difíceis, no que tange ao seu entendimento e a sua operacionalização de forma eficiente. Segundo Chung (2004), para que qualquer análise de dados seja válida é necessário que todos os dados de entrada (informações iniciais) sejam precisos, mapeando minuciosamente o processo.

2.2.1.2. Coleta de dados em processos produtivos

De acordo com Abdelhadi et al. (2012), uma das formas de assegurar a validade dos dados do sistema produtivo é realizando um Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - Value Stream Map) do estado atual. Neste processo, mapeiam-se todas as etapas da cadeia produtiva, desde o fornecedor ao cliente. Pode-se verificar na Figura 03 que foi identificada cada etapa do fluxo de informação, operação e seus respectivos períodos de tempo.

Segundo Ohno (1997), tudo que o cliente não está disposto a pagar no produto, ou seja, que não agrega valor, pode ser considerado como desperdício da cadeia produtiva, são eles:

- Excesso de produção: Resulta em consumo desnecessário de matéria prima, ocupação dos meios de armazenamento, utilização desnecessária de equipamentos de transporte, aumento do estoque de produto acabado.
- Espera: Resulta em tempo ocioso de equipamentos, usualmente relacionado a gargalos de produção, falta de material ou de mão de obra disponível.
- Transporte: Movimentações desnecessárias são causadas por layouts ineficientes. O material deve ser transportado sem interrupções, no menor percurso possível e sem armazenamentos intermediários.

- Excesso de processamento: Provenientes de esforços redundantes que não agregam valor ao produto e portanto podem ser descartados.
- Excesso de Estoque: Tanto de matéria prima, quanto de produto acabado. Resultam em um consumo desnecessário de recursos operacionais, e resultam em um menor capital de giro.
- Excesso de movimentação: Proveniente de processos não estabelecidos ou não executados corretamente.
- Defeitos: Resultantes de não conformidades no processo produtivo. Desperdiçam matéria-prima, mão de obra e demais recursos produtivos. Podem estar relacionadas com a qualidade do componente em si, ou sobre o processo a que é submetido (movimentação, inspeção, manufatura, etc).

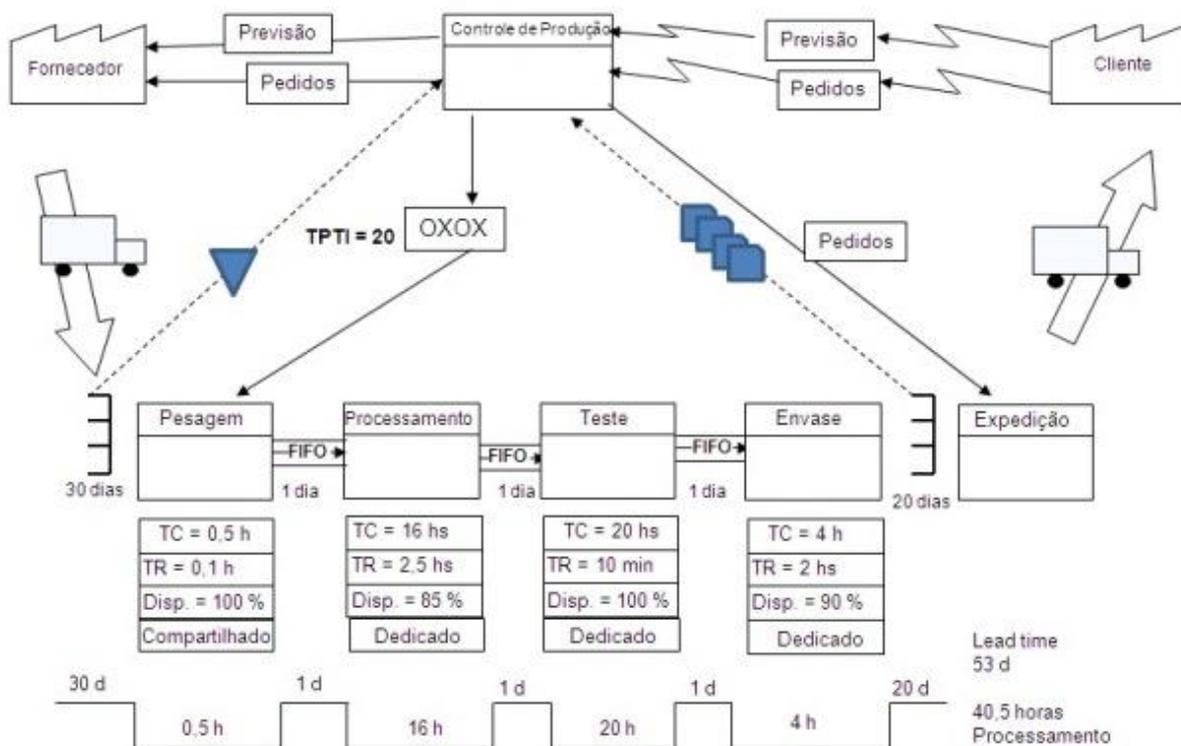


Figura 03 – Exemplo de Mapeamento do Fluxo de Valor
Fonte: Cardoso (2009)

Segundo Marchwinski et al. (2008), esta visão macroscópica auxilia a identificação de desperdícios e oportunidades de melhoria nos processos, tornando-se uma importante ferramenta da melhoria contínua. Depois de identificadas todas as oportunidades de melhoria no estado atual, a mesma técnica é utilizada para desenhar o estado futuro do processo. Busca-

se eliminar ou reduzir ao máximo as etapas desnecessárias ao processo produtivo, que não agregam valor ao produto, conforme Figura 04.

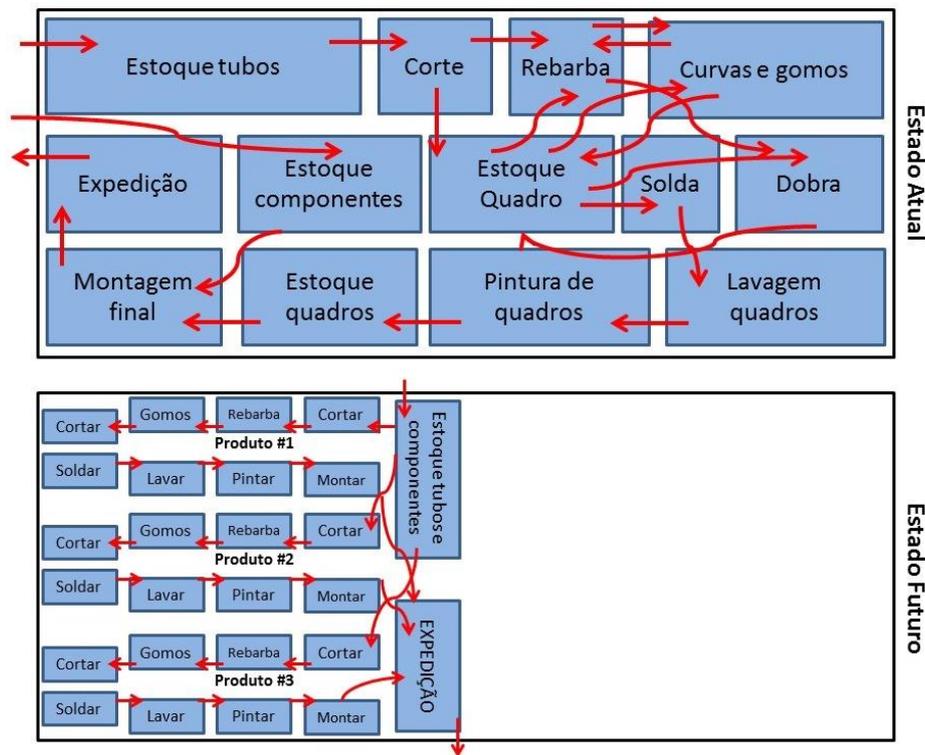


Figura 04 – Estado Atual vs. Estado Futuro
Traduzido de: Marchwinski et al. (2008)

Tão importante quanto qualquer outro fator de qualidade ou produtividade, a ergonomia também necessita de atenção especial. Antes de determinar o estado futuro é necessário o total entendimento de todos os fatores ergonômicos que podem influenciar nos processos fabris em análise.

Segundo Christmansson et al. (2002), medições indicaram que o processo de abastecimento por kits é altamente repetitivo para os membros superiores, e que os separadores sofrem com o ambiente estressante. Pode-se citar como exemplo a luminosidade, peso, tamanho das identificações, altura máxima e mínima de alcance, etc. Em caso contrário, após certo período de exposição a estes fatores de risco, podem ocorrer acidentes ou até mesmo o aparecimento de LER (Lesão por Esforço Repetitivo).

2.3. MÉTODO PROPOSTO

Segundo Kilic e Durmusoglu (2012), existe um escasso referencial teórico sobre o processo de abastecimento de kits. Não existe um definido entendimento de quais informações são necessárias, onde poderão ser acessadas e qual método utilizar para coletá-las. De acordo

com Abdelhadi et al. (2012), ao implementar o Plano Para Cada Peça é possível saber qual a finalidade do componente, saber onde está, de onde veio, para onde deve ir, quando deve prosseguir e de que forma. Portanto, foi desenvolvida uma sistemática, Figura 05, para orientar quais são as etapas que devem ser realizadas na fase de planejamento de implantação do processo de abastecimento por kits.

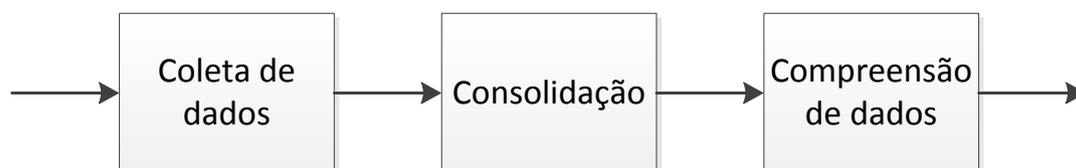


Figura 05 – Sistemática de planejamento para implantação de kits

Na primeira etapa, busca-se coletar os dados que serão primordiais para o entendimento do processo produtivo e que impactarão sobre diversos aspectos na implantação do processo de abastecimento por kits. Estas informações já estão disponíveis na empresa, entretanto, nem sempre de forma desorganizada e dispersas em diferentes áreas. Com isso, uma ferramenta para coleta dos dados servirá de guia, informando quais são, qual área é responsável e qual método utilizar.

Já na segunda etapa, todos os atributos necessários para a criação de um Plano Para Cada Peça serão consolidados em um único banco de dados, contendo todas as informações pertinentes para a completa implantação do processo de abastecimento por kits.

Na terceira e última etapa, busca-se um entendimento dos atributos coletados e como organizá-los e compilá-los para futuramente criar uma política de abastecimento por kits.

2.3.1. Etapa 1 – Coleta de dados

Conforme Conrad e Rooks (2010), é de primordial importância que os dados contidos no PFEP sejam precisos e válidos. Chung (2004) enfatiza que se os dados não forem inseridos corretamente, os resultados de qualquer análise será incorreto. Segue direcionamento dos locais para coleta de dados e, caso necessário, validação dos mesmos.

2.3.1.1. Dados contidos no Sistema Integrado de Gestão Empresarial (ERP – Enterprise Resource Planning)

O ERP contém os dados essenciais para a gestão empresarial contendo dados sobre finanças, contabilidade, vendas, compras, fabricação, recursos humanos, entre outros. Dentre todos os dados geridos neste sistema, os principais atributos que serão utilizados pelo PFEP

estão dispostos em três níveis, conforme Figura 06. Em cada nível foi desenvolvido uma ferramenta para guiar a coleta de dados, informando qual área é responsável pela gestão destas informações e qual método utilizar. Essas ferramanetas estão apresentadas nos apêndices A, B, C, D, E e F.

O primeiro nível contém as características sobre os produtos finais, permitindo identificar quais são, se existe alguma sazonalidade no histórico de demanda e qual será a demanda futura. Com o custo de produção e preço de venda também pode-se priorizar a gestão sobre os materiais, diminuindo o estoque em processo das peças que o compõe.

NÍVEL	DESCRIÇÃO	FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS
1	Histórico de demanda dos produtos (12 meses)	APÊNDICE A
	Demanda futura dos produtos (12 meses)	
	Custo de produção dos produtos	
	Preço de venda dos produtos	
2	Lista de peças necessária para montagem do produto	APÊNDICE B
	Quantidade respectiva de peças para montagem do produto	
3	Código da peça	APÊNDICE C
	Descrição da peça	
	Peso líquido da peça	
	Comprimento da peça	
	Largura da peça	
	Altura da peça	
	Quantidade de peças por embalagem	
	Múltiplo de embalagem	
	Comprimento da embalagem	
	Largura da embalagem	
	Altura da embalagem	
	Peso líquido da embalagem	
	Peso bruto da embalagem	
	Ordem mínima de pedido	
	Peso bruto da ordem mínima (embalagem e peças)	
	Custo médio	
	Classificação ABC	
	Política de estoque	
	Tempo de trânsito	
	Estoque de segurança	
Nome Fornecedor		
Código Fornecedor		
Endereço fornecedor		

Figura 06 – Dados de sistema ERP

O segundo nível compreende os dados de composição da estrutura dos materiais de cada produto contido no primeiro nível, ou seja a lista de componentes necessários e suas respectivas quantidades para a montagem do produto.

O terceiro nível abrange os dados sobre cada componente compreendidos no segundo nível, isto é, irá conter todas as informações sobre cada componente que compõe a estrutura

de materiais de cada produto. Essas informações são essenciais para a elaboração do PFEP, pois irão esclarecer quais são as necessidades (política de estoque), dimensões e peso para armazenamento, transporte interno e externo, custo médio do componente, entre outros.

2.3.1.2. Dados contidos no Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS – Warehouse Management System)

O WMS contém os dados sobre a movimentação e localização interna da matéria prima e também do produto acabado. Destaca-se na Figura 07 os principais atributos geridos pelo sistema de WMS que serão adicionados ao PFEP.

Diversas informações contidas neste sistema também estão no ERP e, portanto, podem ser confrontadas e validadas. Caso seja encontrada alguma discrepância nas informações deve-se utilizar desenhos técnicos dos produtos e certificação física (medição, pesagem, etc.) para correta seleção dos atributos. Entre estes estão o código do produto, descrição, peso líquido, comprimento, altura e largura.

DESCRIÇÃO	Confrontar com ERP	FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS
Código da peça	SIM	APÊNDICE D
Descrição da peça	SIM	
Peso líquido da peça	SIM	
Quantidade de peças por embalagem	SIM	
Múltiplo de embalagem	SIM	
Comprimento da embalagem	SIM	
Largura da embalagem	SIM	
Altura da embalagem	SIM	
Peso líquido da embalagem	SIM	
Peso bruto da embalagem	SIM	
Quantidade total estocada no armazém	SIM	
Localizações no armazém	NÃO	
Quantidade estocada em cada localização no armazém	NÃO	
Pontos de utilização/consumo na linha	NÃO	
Quantidade de peças em cada no ponto de consumo na linha	NÃO	
Rota de abastecimento	NÃO	
Tempo médio de deslocamento para abastecimento	NÃO	
Frequencia de abastecimento	NÃO	

Figura 07 – Dados de sistema WMS

2.3.1.3. Dados sobre aspectos ergonômicos

Com base nos conceitos de Christmansson et al. (2002) e Kourinka e Forcier (1995), deve-se conhecer quais são os aspectos restritivos relacionados ao abastecimento de kits, que apesar de acatarem normas internacionais, podem variar segundo normas específicas do país, região e atividade. Conforme Figura 08, os principais fatores ergonômicos que necessitam ser conhecidos para a implantação do processo de abastecimento de kits são:

DESCRIÇÃO	FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS
Luminosidade mínima para montagem do kit	APÊNDICE E
Peso máximo de movimentação de objetos com pega adequada	
Peso máximo de movimentação de objetos sem pega adequada	
Altura máxima permitida (com peso máximo)	
Altura mínima permitida (com peso máximo)	
Peso máximo para puxar carros de movimentação (Dolly)	
Peso máximo para empurrar carros de movimentação (Dolly)	
Frequência máxima de movimentos repetitivos (com peso máximo)	
Carga horária útil por turno	

Figura 08 – Dados de aspectos ergonômicos

Na área de separação de peças o fluxo de materiais, pessoas e máquinas de movimentação é bastante intenso, seu layout deve conter corredores amplos, permitir fácil acesso às prateleiras, tanto na parte frontal, onde as peças serão retiradas, quanto na parte traseira, onde novas caixas serão repostas com componentes. Aconselha-se a leve inclinação das mesmas e utilização de roletes, auxiliando assim a movimentação natural das caixas por gravidade.

Para componentes de maiores dimensões e peso devem-se utilizar equipamentos específicos para sua movimentação, tais como talhas, balancins, elevadores hidráulicos, braços articulados e manipuladores. Como estes equipamentos irão trabalhar com carga suspensa e deslocamento de massa, deve-se atentar para que todos possuam ART (Anotação da Responsabilidade Técnica) que deve ser atestada por um engenheiro e validada no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura).

2.3.1.4. Dados do dimensionamento dos processos

Apesar de todos os atributos coletados nos sistemas de ERP e WMS, ainda estão pendentes diversas informações para uma efetiva implementação do processo de abastecimento por kits. Para isto faz-se necessária a análise total do layout, do processo produtivo e de um mapeamento completo de todo o fluxo de movimentação de materiais dentro do ambiente fabril. Como principais resultantes deste processo, deve-se obter os seguintes atributos listados na Figura 09.

DESCRIÇÃO	FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS
Área de armazenagem dos componentes no estoque	APÊNDICE F
Área de movimentação (corredores)	
Área de montagem	
Postos de montagem	
Área de armazenagem dos componentes na linha	
Área disponível entre as estações de montagem	
Tempo médio gasto com processos não produtivos (espera, etc)	
Tempo médio de deslocamento entre estoque e ponto de consumo	
Quantidade de equipamentos de movimentação (empilhadeiras, etc)	
Quantidade de carrinhos de movimentação (Dollys, etc)	
Sequência de montagem na linha (operação de montagem)	
Tempo takt de produção	

Figura 09 – Dados de dimensionamento dos processos

2.3.2. Fase 2 – Consolidação

Após a coleta de todos os dados de sistemas (ERP e WMS), ergonômicos e dos processos produtivos (montagem e armazenagem), segundo o plano de Abdelhadi et al. (2012), resta apenas escolher um sistema que possua recursos de classificação, filtros, etc. Existem alguns sistemas disponíveis no mercado específicos para a gestão do PFEP, entretanto, softwares de gestão de planilhas eletrônicas podem executar todas as análises necessárias para a criação de uma política de abastecimento, conforme Figura 10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	#	Código do Produto	Descrição do produto	Código da embalagem	Qdade por embalagem	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Volume (m ³)	Média	Min	Max
1												
2	1											
3	2											
4	3											
5	4											
6	5											
7	6											
8	7											
9	8											
10	9											
11	10											
12	11											
13	12											
14	13											
15	14											
16	15											
17	16											
18	17											
19	18											
20	19											
21	20											
22	21											
23	22											

Figura 10 – Modelo de PFEP

O PFEP pode proporcionar diversos outros benefícios para a empresa, como identificação e priorização de montagem dos produtos, melhor gestão dos níveis de inventário da matéria prima e do produto acabado, melhor organização fabril, dos fluxos de movimentação (internos e externos), entre outros. Entretanto, para que as informações estejam sempre precisas, atualizadas e portanto válidas, é necessário estabelecer um processo de gestão dos dados, identificando seus responsáveis e respectivos processos para controlar (adição, modificação e exclusão) os dados e auditá-los periodicamente.

2.3.3. Fase 3 – Compreensão de dados

Após compilar todos os dados em um mesmo banco de dados, deve-se organizá-los de tal forma que seja possível identificar os produtos com grande variedade e/ou grande complexidade de movimentação, abastecimento ou montagem, pois conforme salientado por Hua e Johnson (2010), estes seriam os principais candidatos à implantação do abastecimento por kits.

As condições ergonômicas, tais como: tamanho, índice de utilização por produto, peso máximo de movimentação com pega adequada e sem pega adequada, devem ser considerados para definir quais peças podem compor o kit, como deveriam ser dispostos e abastecidos.

2.4. ESTUDO DE CASO

Na empresa em que o caso foi estudado, havia a necessidade de unificação de duas diferentes famílias produtos e em uma mesma linha de produção. Por se tratarem de produtos distintos, foi necessário um melhor entendimento de como seria a nova política de abastecimento de linha, conforme Figura 11.

	Situação anterior da linha	Nova família de motores	Situação Futura da linha
	Motores Diesel MS 4.1L	Motores Diesel Sprint 3.0L	Total
Configurações diferentes de motores	62	47	109
Quantidade de peças	653	534	1187

Figura 11 – Nova complexidade na linha de montagem

A viabilidade do projeto estava atrelada ao baixo custo de adaptação da linha de produção, ou seja, peças distintas deveriam ocupar um mesmo espaço ao lado da linha de

montagem. Desta forma, criar um Plano Para Cada Peça se tornou uma estratégia essencial para o entendimento da política de abastecimento das peças e conseqüentemente para a viabilidade do projeto. Utilizou-se portanto a metodologia proposta no capítulo 3 para implantar o PFEP.

2.4.1. Coleta de dados

Uma vez indentificadas as áreas e seus respectivos responsáveis, os dados presentes nos sistemas de WMS e ERP foram coletados de forma simples já que ambos os sistemas possuíam ferramentas de exploração de dados. Os dados de ambos foram compilados em tabelas distintas em uma única planilha. Para todos os itens onde foram encontradas divergências (peso e dimensões da embalagem), foi necessário verificar os dados fisicamente na fábrica para assegurar a confiabilidade dos dados.

Uma vez realizada a coleta de dados nos sistemas, iniciou-se o mapeamento do estado atual dos processos fabris, entendendo qual era a forma de abastecimento de cada item, como eram dispostos, a qual estação de trabalho suportavam, qual era a seqüência de montagem e qual era área disponível para disposição das peças. Uma vez executado o mapeamento da linha, foi realizado o mapeamento das atividades correlacionadas às atividades de movimentação dos componentes, onde eram armazenados, quais eram as rotas, frequências, tempos de abastecimento, etc.

Após o mapeamento do estado atual, e de posse do novo balanceamento de linha com a unificação dos processos produtivos dos produtos, buscou-se entender qual era a nova seqüência de montagem dos componentes nas respectivas estações de trabalho, entendendo quais seriam as áreas para disposição de componentes e suas respectivas restrições de movimentação.

2.4.2. Criação do Plano Para Cada Peça (PFEP - Plan For Every Part)

Uma vez coletados todos os dados sistêmicos e dos processos produtivos, diferentes tabelas foram adicionadas à uma mesma planilha, e posteriormente foi criada uma tabela resumo, denominada como PFEP, onde os dados sobre cada item foram relacionados entre si, conforme Figura 12.

Código do Produto	Trecho produção	Produto	Familia	Descrição do produto	Código da embalagem	Qdade por embalagem	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Volume (m ³)	Cx p/ formar 01 Pallet	Qdade Pallets	Média
11609289	USINAGEM	M100 / X10	BUJÃO	BUJÃO, BLOCO CILINDROS	2002	250	0.400	0.300	0.150	0.018	56	0.04	3,488
12625364	USINAGEM	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXTAVADO, CAPA MANCAL	2001	100	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.34	34,883
12625365	USINAGEM	M100 / X10	CAPA	CJ. CAPA, MANCAL BLOCO CILINDROS	Caçamba	150	1.040	0.840	0.680	0.594	2	1.78	3,488
12625373	USINAGEM	M100 / X10	SELO	SELO, BLOCO CILINDROS	Caçamba	800	1.040	0.840	0.680	0.594	2	2.97	27,906
12625374	USINAGEM	M100 / X10	SELO	SELO, BLOCO CILINDROS	Caçamba	800	1.040	0.840	0.680	0.594	2	1.78	13,953
12625375	USINAGEM	M100 / X10	BUJÃO	BUJÃO, BLOCO DE CILINDROS	2002	250	0.400	0.300	0.150	0.018	56	0.04	3,488
126252913	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	CJ. BLOCO, CILINDROS MECÂNICO	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	4.33	0
126252914	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	CJ. BLOCO, CILINDROS AUTOMÁTICO	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	6.50	0
126252916	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	BLOCO, CILINDROS (USINADO COMPLETO)	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	4.50	0
126252917	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	BLOCO, CILINDROS (USINADO COMPLETO)	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	6.50	0
126252919	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	BLOCO, CILINDROS (USINADO)	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	4.50	0
126252920	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	BLOCO, CILINDROS (USINADO)	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	6.50	0
126252921	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	BLOCO, CILINDROS (USINADO PARCIAL)	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	3.67	1,441
126252923	USINAGEM	M100 / X10	BLOCO	BLOCO, CILINDROS (USINADO PARCIAL)	PALLET	8	1.000	1.190	0.140	0.167	6	5.16	2,048
70150065	USINAGEM	M100 / X10	CAPA	CAPA, MOLA DE VÁLVULA	Caçamba	1,000	1.040	0.840	0.680	0.594	2	1.19	1,678
70230010	MP 1	M100 / X10	TRAVA	TRAVA, HASTE DE VÁLVULA	2001	5,000	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	36,291
70230011	USINAGEM	M100 / X10	TRAVA	TRAVA, MOLA DA VÁLVULA	2001	40	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.18	3,356
70470121	USINAGEM	M100 / X10	INSERTO	INSERTO, VÁLVULA DE ESCAPE	2001	1,000	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	942
70730060	USINAGEM	M100 / X10	RETENTOR	RETENTOR, HASTE DE VÁLVULA	2003	5,000	0.600	0.400	0.220	0.053	19	0.11	1,678
70740829	USINAGEM	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO FLANGEADO SEXTAVADO, M8 x 1,25	2001	100	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	5
70910101	USINAGEM	M100 / X10	VÁLVULA	VÁLVULA, ESCAPE	2001	100	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.03	839
600099505244	M200	M100 / X10	FLANGE	FLANGE CIRCULAR	Caçamba	200	1.040	0.840	0.680	0.594	2	1.19	0
602000520820	MP2	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXTAVADO	2001	100	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	59
60200111013	Adicional	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXTAVADO	2001	80	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	96
602001121680	MP 2	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXTAVADO ISO 4014-M16X80-10.9	2001	100	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	280
602002600610	M200	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,650	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	2,547
602002600612	M200	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,650	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	4,768
602002600616	M200	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,450	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	1,415
602002600620	M200 Kitting	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,300	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	336
602002600625	MP 3	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,000	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	7,212
602002600630	MP 3	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,000	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	2,031
602002600640	MP 3	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	1,500	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	57
602002600660	MP 3	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2001	500	0.295	0.195	0.145	0.008	120	0.02	1,276
602002600810	MP 3	M100 / X10	PARAFUSO	PARAFUSO SEXT.C/FLANGE	2002	700	0.400	0.300	0.150	0.018	56	0.04	51

Figura 12 - PFEP implantado

Com a centralização de todos estes dados, foi possível criar diferentes categorias conforme a característica de cada componente. Como exemplo pode-se citar:

- Ocupação volumétrica: Multiplicação das dimensões da embalagem, para entendimento de quanto espaço cada item necessitaria ocupar na linha.
- Restrições de dimensão e peso: Após entendimento de todas as questões ergonômicas e de movimentação para abastecimento na linha, foi possível filtrar pela dimensão volumétrica da peça e pelo peso máximo estipulado pela empresa quais componentes deveriam ser manuseados com a utilização de manipuladores especiais, portanto sendo candidatos ao abastecimento estacionário.
- Média de consumo: Após entendimento do histórico da demanda e a demanda futura de cada produto e respectivamente de seus componentes, pode-se filtrar quais seriam os componentes que teriam maior consumo na linha e portanto seriam candidatos para abastecimento por kits.

2.4.3. Compreensão de dados

Na empresa em que o estudo de caso foi realizado, as seguintes constatações foram realizadas:

- Peças que continham dimensões que impossibilitavam o deslocamento do kit durante o processo de montagem ou que possuíssem peso superior a 5 Kg deveriam compor os

kits estacionários e requeriam a utilização de equipamentos específicos para sua movimentação.

- Já os componentes de menor dimensão e peso poderiam ser considerados para o abastecimento via kits itinerantes ou então abastecimento contínuo via Kanban.

Outro fator que auxiliou a definição de quais componentes continuariam dispostos em prateleiras ao lado da linha (abastecimento contínuo por kanban) e quais fariam parte do kit itinerante foi o fator de utilização por produto, ou seja, quantas peças de um mesmo componente são necessários para montar o mesmo produto.

Ao analisar e comparar as estruturas dos produtos, pode-se constatar que itens que possuíam alto fator de utilização (ex. parafusos, arruelas, presilhas, etc), não possuíam alta variedade na montagem, possuíam elevada quantidade de peças por embalagem e suas embalagens não possuíam grande dimensões, resultando em um baixo impacto em área ao lado da linha. Diante destas constatações, esta classe de componentes deveria permanecer sendo abastecida nas prateleiras ao lado da linha.

Os itens remanescentes deveriam compor o kit itinerante. Entretanto é necessário estabelecer uma estratégia de composição destes kits, definindo o local onde seriam inseridos, a quantidade alimentações da linha e quantas peças deveriam compor cada kit itinerante durante o processo de manufatura. Para isto, deve-se criar diferentes hipóteses e analisar seus respectivos resultados ao longo de um período de tempo.

Como trabalho futuro, propõe-se utilizar a simulação computacional para realizar este estudo, já que uma vez mapeado o sistema produtivo e devidamente inserido em um ambiente de simulação, torna-se fácil a criação das diferentes hipóteses e constatação de seus respectivos resultados.

2.4.4. Avaliação da metodologia proposta

Os modelos propostos para captura de dados serviram principalmente para esclarecer quais são os dados necessários, onde estão contidos e por que são importantes para o estudo. Na empresa onde o caso foi estudado, tanto o software de ERP quanto o de WMS já possuíam ferramentas de procura de dados e capacidade de exportá-los automaticamente para uma planilha em Excel.

Um dos maiores benefícios da metodologia proposta foi o entendimento da responsabilidade e propriedade de cada área sobre os dados. Pode-se citar como exemplo quantidade de peças dentro da embalagem, já que foram encontradas grandes divergências

entre os valores encontrados nos sistemas ERP e WMS. Planejamento de Materiais possuía a necessidade de diminuir o estoque e aumentar o capital de giro, portanto buscava reduzir a quantidade de peças por embalagem e aumentar a frequência de recebimento.

Entretanto esta alteração não foi comunicada para as demais áreas da empresa, como por exemplo a logística externa (transporte fornecedor - fábrica) e interna (transporte estoque - linha de produção), ou seja, ambos os processos estavam desajustados e ineficientes. Portanto ficou evidente que era necessária uma governança dos dados, estabelecendo qual área era a responsável, como notificar e gerir eventuais alterações.

2.5. CONCLUSÕES

A implantação do abastecimento por kits promove a alteração do processo de abastecimento e de montagem, impactando não somente na produção e na qualidade do produto, mas também na cultura e comportamento das pessoas que fazem parte do mesmo. A correta condução das etapas planejamento é essencial para uma implantação bem sucedida, e conseqüentemente para a aceitação deste novo processo na empresa.

O artigo apresentou uma sistemática de planejamento para introdução do processo de abastecimento por kits, esclarecendo como coletar os dados existentes na empresa em diferentes sistemas e áreas, como criar um Plano Para Cada Peça e como interpretar os dados criando uma política de abastecimento para introdução de kits. Esta sistemática poderá ser utilizada, após devida adaptação, como roteiro para qualquer empresa que vise a introdução deste processo.

Com a implantação do Plano Para Cada Peça, o cadastro de diversos componentes foram corrigidos após confrontar os dados dos sistemas (ERP e WMS) com os dados encontrados fisicamente, beneficiando outras atividades logísticas da empresa, como transporte e comércio exterior. Diante disto, foi criado um processo para cadastramento e gestão de dados nos sistemas da empresa.

Considera-se que o artigo esclareceu importantes pontos sobre o abastecimento por kits, instruindo como estruturá-lo na fase de planejamento tornando a implantação mais impassível. Sugere-se como estudo futuro a utilização da simulação computacional para entendimento do local de abastecimento de kits itinerantes, assim como quantas alimentações de linha seriam necessárias e qual a quantidade de peças que cada kit deveria conter em cada seção da linha para que o processo fique de acordo com as metas de produtividade estabelecidas pela empresa.

2.6. REFERÊNCIAS

Abdelhadi, A.; Seifoddini, H.; Almomani, M.; 2012. Part and inventory control analysis using Plan For Every Part concept, “A case study at Elba, Inc., USA”. Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Istanbul, Turkey, July 3-6, 2012.

Bicheno, J.; 2004. The new lean toolbox: towards fast, flexible flow, 3rd ed. Buckingham: PICSIE Books.

Bozer, Y.A.; McGinnis, L.F.; 1992. “Kitting versus line stocking: a conceptual framework and a descriptive model”, International Journal of Production Economics, Vol. 28, pp. 1-19.

Brynzér, H.; Johansson, M.I.; Medbo, L.; 1994. A methodology for evaluation of order picking systems as a base for system design and managerial decisions. International Journal of Operations & Production Management 14 (3), 126–139.

Brynzér, H.; Johansson, M.I.; 1995. “Design and performance of kitting order picking systems”, International Journal Production Economics, 41, pp. 115-125.

Bulej, V.; Stoianovici G.; Poppeova, V.; Poppeova, V.; 2011. Material Flow improvement in automated assembly lines using lean logistics. Annals of DAAAM & Proceedings, p253-254

Cardoso, A; 2009. Aplicando lean em indústrias de processo. Lean Institute Brasil

Christmansson, M.; Medbo, L.; Hansson, G.; Ohlsson, K.; Unge, J.; Möller, T.; Forsmann, M.; 2002. “A case study of a principally new way of materials kitting – an evaluation of time consumption and physical workload. International Journal of Industrial Ergonomics.

Chung, C. A.; 2004. Simulation Modeling Handbook: a practical approach. Boca Raton: CRC Press

Conrad, T.; Rooks, R.; 2010. “Turbo Flow: Using Plan For Every Part (PFEP) to turbo charge your Supply Chain”.

Da Graça, J.; 2005. "MMF – Making Materials Flow – Lean Logistics" SAE Technical Paper 2005-01-4167, 2005, doi:10.4271/2005-01-4167

Denis, P.; 2007. “Getting the right things done”. Lean Enterprise Institute

Dennet, X.; Fry, H.; 1988. “Overuse syndrome: a muscle biopsy study”. Lancet, v.1.

Ding, Y.; 1992. “Kitting in JIT production: a kitting project at a tractor plant”, Industrial Engineering, Vol. 24 No. 9, pp. 42-3.

Elbert, M.; 2012. Lean Production for the Small Company

Field, M.; 2001. Lean Manufacturing. Tools, Techniques, and How to Use Them, The St. Louis Press/APICS Series

Groover, M.; 2002. Automation, Production System and Computer Integrated Manufacturing” Second Edition

Hansson, G.A.; Balogh, I.; Ohlsson, K.; Palsson, B.; Rylander, L.; Skerfving, S.; 2000. Impact of physical exposure on neck and upper limb disorders in female workers. *Applied Ergonomics* 31, 301–310.

Harris, C; Harris, R.; 2007. “Developing a Lean Workforce: A Guide for Human Resources, Plant Managers, and Lean Coordinators”.

Harris, C; Harris, R.; 2012. “Lean Connections Making Information Flow Efficiently and Effectively”.

Hua, S.Y.; Johnson, D.J.; 2010. “Research issues on factors influencing the choice of kitting versus line stocking”, *International Journal of Production Research*, Vol. 48 No. 3, p. 779-800.

Kettinger, W. J.; Teng, J.T.C; Guha, S.; 1997. Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools. *Management Information Systems Research Center (MIS) Quarterly* 21, n.1, p. 55–80.

Kilic, H.; Durmusoglu, M.; 2012. Design of kitting system in lean-based assembly lines. *Assembly Automation*, Vol. 32, No. 3, pp. 226-234.

Krafcik, J.; 1988. “Triumph of the lean production system”. *Sloan Management Review*, 30(1), fall, pp. 41-52

Lewis, M.; 2000. Lean Production and sustainable competitive Advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 8, p. 959-978

Liker, J.; 2005. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.

Ohno, T.; 1997. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.

Mathisson-Ojmertz, B.; Johansson, M.I.; 2000. “Influences of process location on materials handling: cases from the automotive industry”, *International Journal of Logistics*, Vol. 3, pp. 25-39.

Marchwinski, C.; Shook, J.; Schroeder, A., 2008. “Lean Lexicon, a graphic glossary for lean thinkers”, fourth edition. Lean Enterprise Institute

Nicholas, J.; Soni, A.; 2006. *The Portal to Lean Production, Principles and Practices for Doing More with Less*.

Neumann, W.P; and Medbo, L.; 2010. “Ergonomic and technical aspects in the redesign of material supply systems: Bis Boxes vs Narrow Bins”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 40 No. 5, pp. 541-8.

Neumann, W. P.; Winkel, J.; Medbo, L.; Magneberg, R.; and Mathiassen, S.E.; 2006. Production system design elements influencing productivity and ergonomics – A case study of

parallel and serial flow strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (8), 904-923.

Rother, M.; Shook, J.; 1999. *Learning to see: Value Stream Mapping to add value and eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute

Shingo, S.; 1996. *O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de produção*. 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 291p.

Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R.; 2002. *Administração da Produção*. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 754p.

Tompkins, J.A.; White, J. A.; Bozer, Y.A.; 1996. "Facilities Planning". John Wiley e Sons, Inc. Copyright

Vujosevic, R.; Ramirez, J.A.; Hausman-Cohen, L.; Venkataram, S.; 2008. *Lean Kitting: A Case Study*, Optimal Electronics Corporation, Austin, TX

Weng, W.; Song, Y.; Yang, G.; and Schnidt, R.; 2010. PFEP - Oriented In-Plant Logistics Planning Method for Assembly Plants. ICLEM 2010: pp. 1396-1404.doi: 10.1061/41139(387)192

Womack, J.; 2003. *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press: New York.

Womack, J.; Jones, T.; Roos, D.; 1990. *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates

3. Artigo 02: Proposta de sistemática para implantação do processo de abastecimento por kits

Proposta de sistemática para implantação do processo de abastecimento por kits

Pietro Barbiani Salaverry - psalaverry@gmail.com
Ricardo Augusto Cassel, Ph.D. - cassel@producao.ufrgs.br

Resumo

O objetivo deste artigo é desenvolver uma metodologia para implantação do abastecimento de linha por kits. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica como metodologia de pesquisa, fazendo uso de artigos, livros e demais publicações encontradas na internet, como resultado foi desenvolvida uma sistemática para introdução dos kits. Procura-se entender quais são os principais processos que devem ser compreendidos, controlados e desenvolvidos, para que a introdução do processo ocorra de forma diligente e perene.

Palavras chaves: *Abastecimento Por Kits, Ordem De Separação De Peças, Gênero De Kits.*

Abstract

In possession of a Plan For Every Part already developed, based on a deep analysis of the production process, the products and their components, the purpose of this article is to develop a methodology to implement the kit line feeding. As a research methodology, a literature research was used, making use of articles, books and other publications in the internet, as a result a system was developed to introduce the kit. A better understanding was pursued of what were the key processes that must be understood, controlled and developed, resulting in a diligent and enduring introduction of the process.

Keywords: *Kits Feeding, Implantation System, Parts Order Picking, Genre Of Kits*

3.1. INTRODUÇÃO

Segundo Zelbst et al. (2010), a pressão progressiva em direção à competitividade de empresas de manufatura exige uma rigorosa integração durante as fases de projeto do produto, atividades da cadeia de produção, operações de produção e sistemas de gestão de qualidade. Caputo e Pelagagge (2010) enfatizam que diversos produtos industriais manufaturados utilizam uma lista discreta de componentes para montagem, e sua performance é influenciadas tanto pelas características de projeto quanto pela eficácia e eficiência do sistema de abastecimento dos postos de montagem.

Segundo Johansson e Johansson (1990), o sistema de abastecimento por kits é essencial para produtos que possuem grande variedade de componentes em sua estrutura, sem

abrir mão da qualidade do processo de abastecimento. Bozer e McGinnis (1992) definem kit como uma coleção específica de componentes e/ou de sub-montagens que em conjunto (em um mesmo recipiente) suportam uma ou mais operações de montagens para um tipo de produto.

Sellers e Nof (1986) conduziram uma avaliação em 120 empresas americanas de manufatura, e relataram que o “*kitting* já era uma prática estabelecida em indústrias de montagem”. Também informaram que a configurações mais frequentes de *kitting* possuíam seleção manual das peças, e que eram localizadas mais próximas ao estoque, posteriormente sendo transportadas até a área de montagem.

Visando um melhor controle sobre o WIP (*work-in-process* – estoque em processo) de montagem de kits, Wilhelm e Wang (1986) desenvolveram modelos matemáticos e estatísticos para melhor gerir o inventário e tempo de montagem, portando definindo seus parâmetros de antecedência, processo e atraso.

Segundo Brynzér e Johansson (1995) pode-se classificar o sistema de ordem de separação em duas formas: “*picker-to-part*”, onde o operador se desloca até as diferentes e distantes localizações dos componentes ou “*part-to-picker*”, onde os componentes são agrupados em uma determinada área próxima à linha de montagem, chamada de supermercado de peças, minimizando assim o desperdício com movimentação. Ele enfatiza que o processo do kit pode ser realizado por um montador, ou então por uma categoria especial de operadores, chamados de “*pickers*” (separadores).

Segundo Fazelle (1990) quando utilizado o sistema “*picker-to-part*” existe uma grande perda de eficiência, onde o tempo de deslocamento do operador pode corresponder em até 60% do tempo total da ordem de separação de material.

A localização da área onde será realizada a separação do kit é de essencial importância ao processo produtivo. Uma vez que o tempo gasto em trânsito não agrega valor algum ao processo. Outro fator de essencial importância é o layout da área, que deverá ser estudado a fim de facilitar a identificação dos componentes, assegurar a qualidade do processo e de forma ergonômica garantir a montagem de kits.

Hanson e Medbo (2011) destacam que uma vez implementado o *kitting*, é factível que as peças sejam dispostas em uma distância menor da linha de montagem, desta forma reduzindo ou eliminando o tempo consumido em deslocamento pelo montador. Também ressaltam que é de essencial importância que as peças do kit estejam próximas entre si na área de separação (supermercado de peças), que possuam fácil reconhecimento evitando que grande parte do tempo de processo seja desperdiçada no deslocamento e identificação dos

componentes.

Ding (1992) afirma que uma implementação bem sucedida do processo de abastecimento por kits, elimina o tempo de procura por componentes, diminui a movimentação na linha de montagem e resulta em um ambiente de montagem mais confiável. Resultando em ganho de 10 a 15% em eficiência do processo de montagem, ganho de 20% em área de manufatura e diminuição do estoque em processo em 50%.

Bozer e McGinnis (1992) ressaltam que o kitting é uma alternativa com maior acuracidade, maior qualidade e menor estoque em processo do que o abastecimento convencional, onde as peças são dispostas ao lado da linha. Segundo Hua e Johnson (2010), existe uma carência de estudos mais aprofundados sobre o processo de abastecimento por kits.

O objetivo deste artigo é definir uma metodologia para implantar o processo de abastecimento por kits. Para isto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, utilizando livros, artigos e demais publicações encontradas na internet. Uma metodologia foi proposta e implantada em um estudo de caso, para posterior análise do método e conclusões.

3.2. REFERENCIAL TEÓRICO

Visando um melhor processo de separação e abastecimento dos kits, a fundamentação teórica deste artigo é direcionada para um melhor entendimento sobre os gêneros de kits, ordens de processamento, disposição e composição dos kits.

3.2.1. Gêneros de kits

Faz-se necessária uma profunda análise do processo de manufatura, do sequenciamento da produção, dos tipos de produto, do layout da linha e conseqüentemente do espaço disponível para a disposição das peças antes de se decidir por qual tipo de kit será escolhido. Desta forma, segundo Bozer e McGinnis (1992), existem dois tipos distintos de kits:

3.2.1.1 Kits estacionários

O conjunto de peças permanece fixo em um determinado ponto de uso da linha de montagem para suportar uma determinada operação de montagem e pode ser direcionado a mais de um tipo diferente de produto. Por ficar estático, o montador da linha deve deslocar até o local de abastecimento e retirar o componente específico para o produto que está

montando naquele momento. Para assegurar a qualidade deste processo é necessário que as peças e kit estejam devidamente identificados a fim de evitar uma montagem equivocada.

Na Figura 13, pode-se notar o kit de pistão montado. Ele é constituído por três anéis raspadores de óleo, duas travas, um pino, uma biela, dois casquilhos, dois parafusos e um pistão. Como artifícios para assegurar a qualidade e acuracidade na montagem do conjunto, nota-se a a identificação da sequência de montagem no bloco de motor (1 a 4) e também utilização de código de barras (sinalizado em vermelho), que assegura a compatibilidade com o produto a ser montado, obrigando o montador a efetuar a leitura antes da montagem.



Figura 13 – Kit estacionário

Fonte: Linha de montagem da MWM International Motores (2013)

Na Figura 14, pode-se verificar em o ponto fixo na linha de montagem, onde os diferentes kits de pistão sequenciados são abastecidos via esteira por gravidade, para diferentes tipos de produtos. Após consumo do kit, as embalagens vazias também são retiradas da linha utilizando esteiras de gravidade, sinalizando ao abastecedor que mais um kit necessita ser montado. Não existe uma grande variedade de peças neste conceito de kit. As peças que compõem o kit serão consumidas em um posto de montagem muito próximo ao local de abastecimento, entretanto sempre haverá o desperdício de tempo com a movimentação do montador.



Figura 14 – Sequenciamento de kits estacionários
Fonte: Linha de montagem da MWM International Motores (2013)

3.2.1.2 Kits itinerantes

Cada kit é direcionado a um determinado tipo de produto, entretanto o conjunto de peças deverá suportar um determinado trecho da linha de montagem, fazendo com que o kit acompanhe o deslocamento do produto. Depois de encaminhado ao seu local de abastecimento, este kit deve ser posicionado em local padrão e fixo, para fácil identificação do montador.



Figura 15 –Kit itinerante
Fonte: Bitencourt (2010)

Pode-se observar na Figura 15 que o conjunto de peças, previamente separado, acompanha o produto durante um trecho pré-determinado da linha de montagem, fornecendo diferentes peças a mais de um posto de montagem. Assim como ocorre no conceito de kits estacionários, os recipientes vazios devem ser devolvidos à área de separação de kits para que um novo conjunto de peças seja preparado.

3.2.2 Ordem para separação de peças

Segundo Hanson e Medbo (2009), desenvolver uma estrutura de separação de kits é um dos passos mais críticos para a introdução do processo de abastecimento por kits. Qualquer discrepância nas informações contidas na estrutura pode comprometer a qualidade do processo. Ronen (1992) ressalta que a qualidade deve ser sempre priorizada na separação de componentes para o kit, e que o processo não deve ser iniciado sem que todas as peças estejam disponíveis, ele analisou os impactos de kits incompletos em diferentes campos de atuação.

Eventuais erros podem ocasionar paradas de linha e até mesmo grandes campanhas de garantia em caso de montagem indevida de componentes. Os conceitos mais usuais para este processo são:

3.2.2.1 Utilização de lista de separação

Após o devido cadastramento das peças que irão compor o kit, o separador irá utilizar uma lista impressa contendo a respectiva relação de componentes. Pode-se visualizar na Figura 16, que informações como código da peça, descrição, localização, quantidades e ordem de sequenciamento são informações mandatórias para assegurar a qualidade no processo de separação de peças.

Conforme Brynzér e Johansson (1995), um dos grandes problemas deste tipo de separação é que a informação é usualmente negligenciada pelos operadores, já que eles consideram que tal informação é necessária apenas para novatos. Este tipo de conduta eleva o risco da falta de acuracidade, seja por engano do operador, alteração de lista técnica ou por um erro inicial na estrutura do produto.

Order-separated Pick List

#100000007		[Barcode]		Flat Rate - Fixed
1 x	logitechcord	[20.0000]	Logitech Cordless Optical Trackman	
Stock Warning SKU: logitechcord BEFORE ALL PICKS: 1 AFTER: 0				
1 x	1yr_p_j		One Year Extended Warranty - Parts and Labor	
2 x	zol_g_lrg	[2.0000]	Zoief The Rock And Roll Destroyer: LOL Cat T-shirt	
10 x	zol_r_lrg	[2.0000]	Zoief The Rock And Roll Destroyer: LOL Cat T-shirt	
1 x	micronmouse5000	[10.0000]	Microsoft Wireless Optical Mouse 5000	
#200000001		[Barcode]		Flat Rate - Fixed
12 x	HTC Touch Diamond		HTC Touch Diamond	
1 x	micronmouse5000	[10.0000]	Microsoft Wireless Optical Mouse 5000	
1 x	logidinovo		Logitech d/Novo Edge Keyboard	
1 x	microsofnatural		Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000	
1 x	logitechcord	[20.0000]	Logitech Cordless Optical Trackman	
Stock Warning SKU: logitechcord BEFORE ALL PICKS: 1 AFTER: 0				
1 x	M9179LL		30" Flat-Panel TFT-LCD Cinema HD Monitor	
1 x	W1952TQ-TF		19" Widescreen Flat-Panel LCD Monitor	
1 x	250g5400		Seagate 250GB HD - 5400RPM	
#100000006		[Barcode]		Flat Rate - Fixed
100 x	micronmouse5000	[10.0000]	Microsoft Wireless Optical Mouse 5000	
1 x	logitechcord	[20.0000]	Logitech Cordless Optical Trackman	
Stock Warning SKU: logitechcord BEFORE ALL PICKS: 1 AFTER: 0				
2 x	W2452T-TF	[200.0000]	24" Widescreen Flat-Panel LCD Monitor	
1 x	HTC Touch Diamond		HTC Touch Diamond	

Figura 16 – Lista de separação de peças
Fonte: IFS ERP System (2014)

3.2.2.2 Utilização de Andon – Pick to light

Consiste na utilização de um mecanismo visual que irá guiar o separador durante o processo de separação de componentes. A grande vantagem em relação ao sistema com utilização de listas de separação é a fácil identificação de onde está o componente. Mesmo sem treinamento, conforme Figura 17, o operador é estimulado por luzes e intuitivamente sabe qual é o próximo componente para separar.



Figura 17 – Processo “pick to light”
Fonte: www.mmh.com (2014)

Outras facilidades auxiliam ainda mais a execução deste processo, além de visualmente indicar qual peça deve ser separada, conforme Figura 18, o sistema pode informar a quantidade necessária e exigir que o operador pressione um botão assumindo que a tarefa foi concluída. Só assim o sistema indicará qual será o próximo item a ser separado assim como sua respectiva quantidade. Entretanto não existe qualquer comprovação que a quantidade demandada de separação tenha realmente sido executada pelo separador.



**Figura 18 – Exemplo de processo “pick to light” com confirmação de quantidade.
Fonte: www.lightningpick.com (2014)**

De acordo com Hanson et al. (2012), esta tecnologia resulta em um tempo muito menor de separação de peças que o sistema utilizando lista de separação. A utilização desta tecnologia acaba suprimindo diversas vulnerabilidades do conceito de abastecimento por kit, uma vez que o sistema impossibilita que o operador escolha a peça, decida a ordem e também a quantidade necessária, evitando desta forma que o conhecimento fique baseado no treinamento ou memória do operador.

Entretanto, Hanson et al. (2012) não esclareceram quais são os impactos para implantação deste sistema, já que o mesmo exige aquisição e instalação de prateleiras compatíveis, além requerer desenvolvimento em tecnologia da informação, para que o sistema Andon receba as informações previamente inseridas no Sistema Integrado de Gestão Empresarial (ERP - Enterprise Resource Planning).

3.2.3 Disposição e composição dos kits

O processo de kit pode ser implementado em uma grande diversidade de processos de montagem e de tipos de indústrias. Sua composição, disposição, separação e identificação podem variar conforme normas específicas da indústria, produto, ou também como cultura de determinada localidade. Existem rígidos critérios de qualidade referentes a batidas, riscos e outras deformidades, ter extremo zelo na montagem do kit não é suficiente, a disposição e separação das peças dentro do recipiente do kit é de essencial importância para assegurar estes critérios.

Segundo Brynzér e Johansson (1995), o modelo do recipiente do kit é importante para o êxito do processo de abastecimento por kits. Ele deve ser funcional tanto para o separador do kit, auxiliando onde cada um dos componentes deve ser disposto com suas respectivas quantidades, e também deve propiciar uma montagem rápida e com qualidade ao montador ao assegurar a qualidade e integridade dos componentes.

Corakci (2008) também ressalta a importância do acondicionamento e disposição dos componentes do kit e afirma que recipientes inadequados podem promover dano aos componentes, além de dificultar o processo do montador na identificação e utilização dos componentes na linha de montagem.

Na proposta de kit apresentado na Figura 19 por Bitencourt (2010), nota-se que uma série de componentes distintos está presente em um mesmo recipiente. Apesar de possuir separadores e locais específicos para determinadas modelos de peças, o mesmo apresenta elevado número de componentes, em alguns casos esses componentes ficam acima do nível do recipiente ou ultrapassam as dimensões laterais ficando, portanto, vulneráveis. Não existe qualquer tipo de identificação, seja do componente ou da ordem de montagem utilizada na linha, apresenta uma série de componentes sobrepostos, mas em contrapartida possui espaços vagos.



Figura 19 – Disposição de peças em um kit
Fonte: Bitencourt (2010)

3.3. SISTEMÁTICA PROPOSTA

É primordial possuir todos os dados do processo produtivo, dos produtos e das respectivas peças implantados em um Plano Para Cada Peça (PFEP – Plan For Every Part). Com uma estável gestão dos dados que o compõe, permite a realização de análises corretas e precisas. Criou-se uma metodologia para implantação do processo de abastecimento por kits, conforme Figura 20.

3.3.1 Passo 1: Compreensão do PFEP

De posse de todos os dados, deve-se buscar parâmetros que possibilitem a diferenciação dos componentes, tais como dimensões e peso da peça, índice de utilização por produto, dimensões e peso da embalagem, se necessita de cuidado especial com manuseio (exemplo: manipuladores, talhas, elevador hidráulico, etc.), entre outros.

3.3.2 Passo 2: kit é necessário e possível?

Deve-se entender qual objetivo busca-se atingir, e se será alcançado com a introdução do processo de abastecimento por kits. Esta pergunta também está diretamente relacionada com características do produto, de suas respectivas peças e dos processos fabris, deve-se possuir um entendimento total se é viável a introdução dos kits.

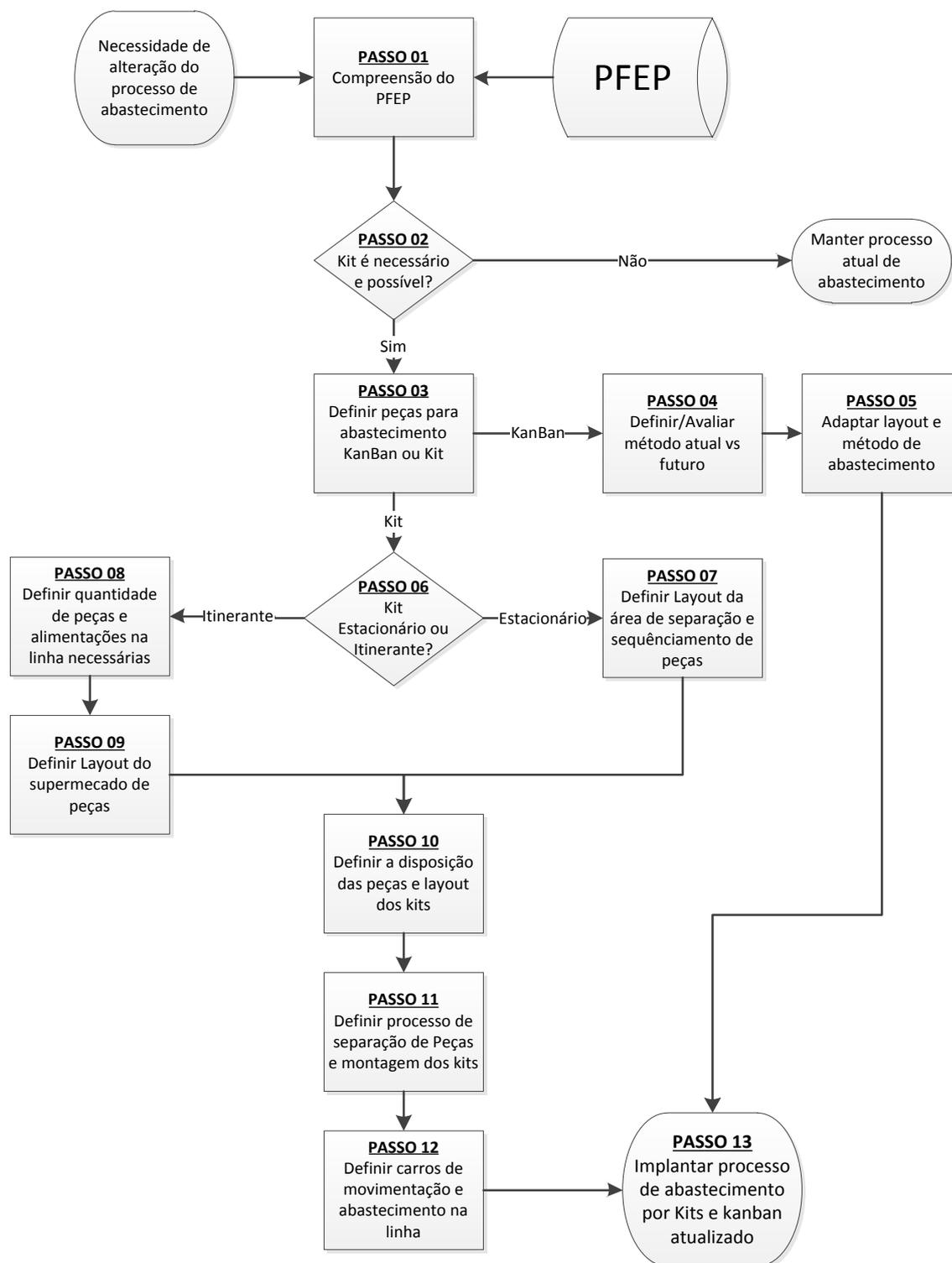


Figura 20 – Metodologia proposta

3.3.3 Passo 3: Definir processo de abastecimento: Kanban ou kit?

Uma vez identificadas os parâmetros, deve-se transpor os dados com as características

do produto (nível de produção, sequenciamento, etc) e com as características fabris (layout, distâncias, frequências, etc), visando determinar quais peças poderiam compor o abastecimento por kit. Aconselha-se sua introdução em ambientes com elevada diversidade de componentes e produção.

Uma vez estabelecido o critério para o abastecimento por kit, os demais componentes deverão fazer parte do abastecimento por Kanban.

3.3.4 Passo 4: Definir processo de abastecimento por Kanban

Deve-se avaliar como as peças estão sendo abastecidas no estado atual, entender como é o processo que solicita que mais peças sejam enviadas para a linha, como estão dispostas, identificadas e organizadas em seus pontos de utilização.

Uma vez entendido o estado atual do processo de abastecimento por kanban, deve-se avaliar se é necessário algum ajuste de processo, do sistema (WMS) e até mesmo de treinamento dos abastecedores.

3.3.5 Passo 5: Adaptar do abastecimento por Kanban

O processo de abastecimento por kits altera significativamente o fluxo de materiais (layout, disposição e frequência de fornecimento das peças). Uma quantidade de componentes deixará de ser abastecidos por Kanban e passarão a ser incorporadas aos kits. Desta forma, deve-se ajustar o layout e as rotas de abastecimento das peças para a nova necessidade.

3.3.6 Passo 6: Definição de kits estacionários e itinerantes

Dentre os componentes já direcionados ao abastecimento por kits, deve-se novamente avaliar os dados contidos no PFEP, e entender quais são as restrições fabris de movimentação e da linha de montagem. Deve-se buscar características que impossibilitem que o componente acompanhe o produto durante a linha de montagem. Essas características podem ser seu peso, dimensões, cuidado especial com sua movimentação, entre outros.

Uma vez identificadas estas peculiaridades, estão identificados os componentes que deverão compor o kit estacionário, restando ao kit itinerante, os componentes que não possuem qualquer restrição, seja de movimentação, espaço na linha de montagem para acompanhar o produto por diversas estações de montagem, frequência, entre outros.

3.3.7 Passo 7: Definir layout de separação dos kits estacionários

Com o grupo de componentes já identificados, deve-se entender quais são as peculiaridades sobre cada item, como dimensões, frequência de abastecimento e se necessitam equipamentos especiais de movimentação. Em alguns casos, a instalação de tais equipamentos podem impossibilitar a criação de um único supermercado de peças, para manuseio, separação e montagem de kits estacionários e itinerantes.

3.3.8 Passo 8: Definir quantidade de peças e alimentações dos kits itinerantes

Deve-se determinar quais são as seções da linha de montagem em que cada um dos kits itinerantes irão suprir, desta forma, necessita-se estabelecer quantas alimentações serão necessárias, o local e também quantas peças cada kit deverá conter no determinado trecho. Caso exista uma grande variabilidade de diferentes produtos e conseqüentemente componentes, pode-se utilizar a simulação computacional para definir o melhor arranjo, conforme as metas de produtividade da empresa.

3.3.9 Passo 9: Definir layout do supermercado de peças dos kits itinerantes

Os componentes pertencentes a este gênero, possuem características específicas que possibilitam que os mesmos acompanhem o produto por mais de uma estação de montagem. Deve-se entender a quantidade de componentes e sequência de montagem na linha para a determinação de um layout funcional e que facilite a separação dos componentes, ou seja, que a sequência de separação de componentes na área do supermercado seja igual à da montagem na linha.

3.3.10 Passo 10: Definir disposição das peças e layout dos kits

Com os layouts de separação de peças já estabelecidos, deve-se entender como cada gênero de kit deve ser disposto na linha, ou seja, qual é a melhor forma de disponibilizar as peças de modo que o montador tenha fácil acesso ao kit, aos seus componentes e que seja de fácil identificação.

Para os kits estacionários, deve-se ter atenção especial, já que em muitos casos os componentes possuem dimensões e peso que também necessitam de um equipamento especial de movimentação. Portanto é necessário entender como estes equipamentos funcionam para

que o kit não prejudique a pega do componente. Já para os kits itinerantes, dois tipos distintos de divisores podem ser utilizados, os específicos para um determinado componente ou misto, onde o mesmo compartimento pode acomodar diferentes componentes em diferentes kits.

3.3.11 Passo 11: Definir processo de separação de peças e montagem dos kits

É necessário elaborar como será o processo de separação dos componentes, isto é, como o separador receberá a solicitação para montagem do kit, e qual processo irá guiar sua tarefa e certificando que o kit será montado corretamente, com as peças corretas, as quantidades necessárias e no local determinado.

3.3.12 Passo 12: Definir carros de movimentação e abastecimento dos kits

Tão importante quanto todos os outros passos já identificados, a definição de como os kits serão transportados e abastecidos na linha é de suma importância. Deve-se entender quais são as alturas mínimas e máximas de trabalho, assim como o peso máximo para que o projeto do carrinho atenda todas as necessidades dos montadores na linha de montagem e dos separadores no supermercado de peças.

3.3.13 Passo 13: Implantar processo de abastecimento por kits e KanBan atualizado

Após concluídas todas as etapas anteriores, tanto o abastecimento por Kanban e quanto o por kits já estão prontos para produção. Entretanto, aconselha-se iniciar o processo de abastecimento por kits em fases, permitindo que tanto os montadores quanto os separadores se acostumem com o novo processo. Deve-se também atentar a falta e sobra de componentes nos kits, isto pode ser indício de erro na estrutura de materiais dos produtos, erro na estrutura do kit ou no processo de separação pelo separador.

3.4. ESTUDO DE CASO

Sellers e Nof (1986) constatam que um grande número de empresas já utiliza algum conceito de abastecimento por kits. Entretanto, tanto Hua e Johnson (2010) quanto Kilic e

Durmusoglu (2012) enfatizam que existe uma carência de informações sobre este processo, que vai desde a decisão de implantar o processo, qual gênero optar (kit estático ou itinerante), como definir o layout, organizar a disposição das peças e controlar o processo de separação. Segundo Bozer e McGinnis (1992) e Ding (1992), diferentes objetivos podem influenciar para implantação do processo de abastecimento por kits, como: redução de estoque em processo, otimização da área de manufatura, redução da complexidade de montagem na linha, etc.

Na empresa em que o caso foi estudado, em virtude de um novo produto, houve a necessidade de unificar duas linhas de produção com produtos distintos, visando uma melhor utilização da capacidade instalada fabril e disponibilizando o espaço requerido ao novo projeto.

A viabilidade da transição estava atrelada ao baixo custo de adaptação da linha produtiva, e para não impactar em outras atividades fabris deveria utilizar o mesmo espaço físico de produção. Foi necessária a aquisição de máquinas flexíveis para possibilitar a montagem dos produtos, entretanto não havia espaço ao lado da linha para disponibilizar todas as peças necessárias para a montagem.

O abastecimento de linha se tornou o maior desafio no cenário acima descrito e a introdução do kit se apresentou como única alternativa viável, para disponibilizar na linha, de forma sequenciada, as peças corretas, em um local definido e com a quantidade exata. Portanto, após o estudo detalhado do caso, foi proposta uma metodologia para a implantação do processo, visando um melhor entendimento sobre os principais fatores que devem ser cobertos para a correta escolha do método de abastecimento (kanban, kit estático ou itinerante), assim como suas respectivas ordem de processamento de separação de peças, layout, a correta acomodação das peças e controle do processo.

3.4.1 Passo 1: Compreensão do PFEP

Para a definição da política de abastecimento de kits, é necessária a criação do PFEP, onde será realizado um total entendimento do ambiente produtivo e da demanda de cada um dos produtos, assim como suas respectivas composições da estrutura de materiais, detalhando a quantidade necessária de cada componente para sua montagem. Ademais deve-se compreender os dados sobre cada um dos componentes, tais como peso, dimensões, embalagem, parâmetros de planejamento, entre outros.

Também deve-se atentar-se para as normas ergonômicas e possíveis legislações cabíveis, uma vez que o processo de abastecimento de kits envolve repetição de movimentos e

grande fluxo de materiais. Na empresa onde o estudo de caso foi realizado, visando evitar a incidência de Lesões por Esforço Repetitivo (LER), uma norma de ergonomia estabelecia que:

- O peso máximo de movimentação de caixas: Deveria respeitar o limite de 13 kg e deveria conter local específico para sua devida pega, com aderência total dos 05 dedos da mão.
- O peso máximo de movimentação de componentes: Deveria respeitar o limite de 05 kg. Se o componente ultrapassasse este limite, deveriam ser utilizados dispositivos específicos para seu manuseio tais como: talhas, balancins, elevadores hidráulicos, braços articulados e manipuladores mecânicos de fixação.

3.3.2 Passo 2: Definir se kit é necessário e possível

Uma vez compreendida a problemática da empresa, constatou-se que o abastecimento por kits era a única forma possível para atingir o objetivo; de unificar a montagem de dois produtos distintos em uma única linha de montagem, reduzindo a quantidade de componentes dispostos na linha.

Após entendimento dos produtos, respectivas peças e processos fabris, constatou-se que 54% dos componentes atendiam todos os requisitos necessários para o abastecimento por kits, tornando a introdução do novo método de abastecimento viável.

3.4.3 Passo 3: Definição do processo de abastecimento, Kanban ou kit

Após análise de todos os dados dos componentes dos produtos, constatou-se que aproximadamente 46% dos itens com alto índice de utilização por produto (exemplos: parafusos, porcas, arruelas, presilhas, etc), possuíam baixa variedade de modelos, além de também possuir dimensões pequenas, baixo peso e suas embalagens também possuíam baixo índice volumétrico. Portanto decidiu-se que estes itens continuariam a ser abastecidos pelo método de kanban eletrônico.

3.4.4 Passo 4: Definição do processo de abastecimento por kanban

O abastecimento da linha de montagem já estava adaptado ao conceito de kanban eletrônico, onde as necessidades de abastecimento eram identificadas visualmente pelo abastecedor de linha por meio de caixas vazias dispostas na parte superior da prateleira de

abastecimento. Conforme Figura 21, o abastecedor faz uso de um rádio coletor, efetua a leitura das etiquetas com código de barras da caixa e ponto de uso, gerando a demanda a um separador de peças no almoxarifado.

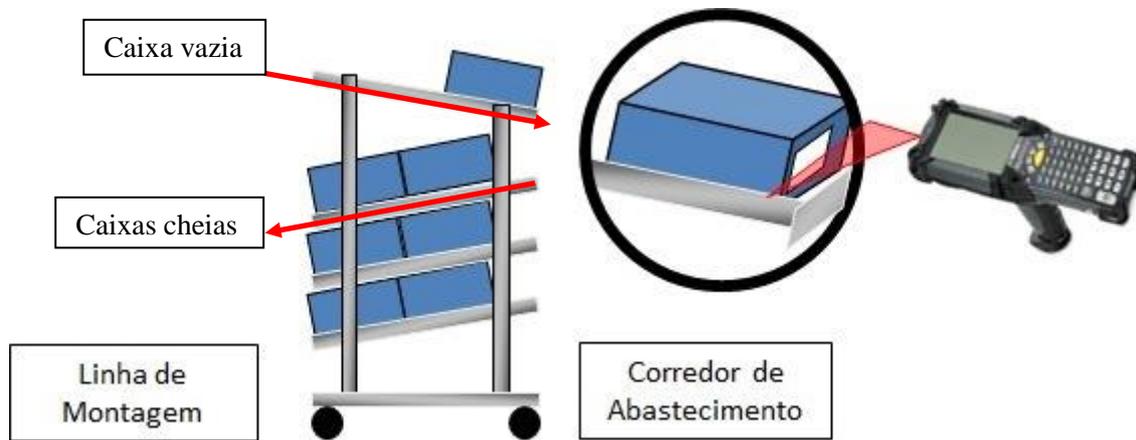


Figura 21 – Abastecimento kanban eletrônico

O sistema de gestão do almoxarifado (WMS – Warehouse Management System) utiliza o método de convocação ativa, que automaticamente gerencia o FIFO (First in, First Out – Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair) e a demanda sobre os separadores do almoxarifado, solicitando qual será o próximo componente e quantidade a ser separada e enviada à linha de montagem no respectivo ponto de uso solicitado.

3.4.5 Passo 5: Adaptação do abastecimento por kanban

Anteriormente todos os componentes eram abastecidos utilizando este método. Uma vez identificadas as peças que passariam a ser abastecidas por kit, foi necessário excluí-las do endereçamento de convocação ativa do sistema de WMS, para que não houvesse mais demanda de resuprimento pelos abastecedores.

Uma vez retirados todos os componentes da linha, reavaliou-se o layout das prateleiras e disposição das peças ao lado da linha de montagem buscando otimizar a ocupação da área. Diversas prateleiras foram descartadas, e novas etiquetas com os novos endereços do sistema WMS foram fixadas para auxiliar a identificação do operador e abastecedor de linha.

3.4.6 Passo 6: Definição de kits estacionários e itinerantes

Uma vez identificadas as peças que continuariam sendo abastecidas pelo método de kanban, era necessário decidir o gênero de kit (itinerante ou estático) que as peças remanescentes iriam utilizar. Independente do gênero, segundo Fazelle (1990) e Brynzér e

Johansson (1995), deve-se utilizar o conceito “*part-to-picker*”, onde se estabelece um supermercado de peças, agrupando em um mesmo local, todas as peças que farão parte do processo de abastecimento por kits, minimizando assim o excesso de movimentação dos separadores.

Após coleta e entendimento de todos os dados dos componentes, constatou-se que 37% de todos os itens possuíam peso maior do que 5 Kg e, portanto, necessitariam a criação de uma área específica de manuseio, onde equipamentos de movimentação específicos eram necessários, assim como carrinhos especiais para abastecimento sequenciado.

3.4.7 Passo 7: Definição do layout de separação dos kits estacionários

Visando um tempo de deslocamento médio igualitário para todos os itens, a área de manuseio de peças para o kit estacionário foi implantado em um ponto central localizado ao lado da linha, conforme Figura 22.

Como este tipo de movimentação não era realizado anteriormente, um treinamento específico para movimentação de carga suspensa foi realizado, evidenciando os cuidados necessários para a execução da tarefa primando a segurança do operador e a preservação da qualidade da peça. Este treinamento passou a fazer parte da matriz de habilidades dos abastecedores de linha, portanto ciclicamente era auditado pelos auditores de processos internos e eventualmente por empresas de auditorias externas.

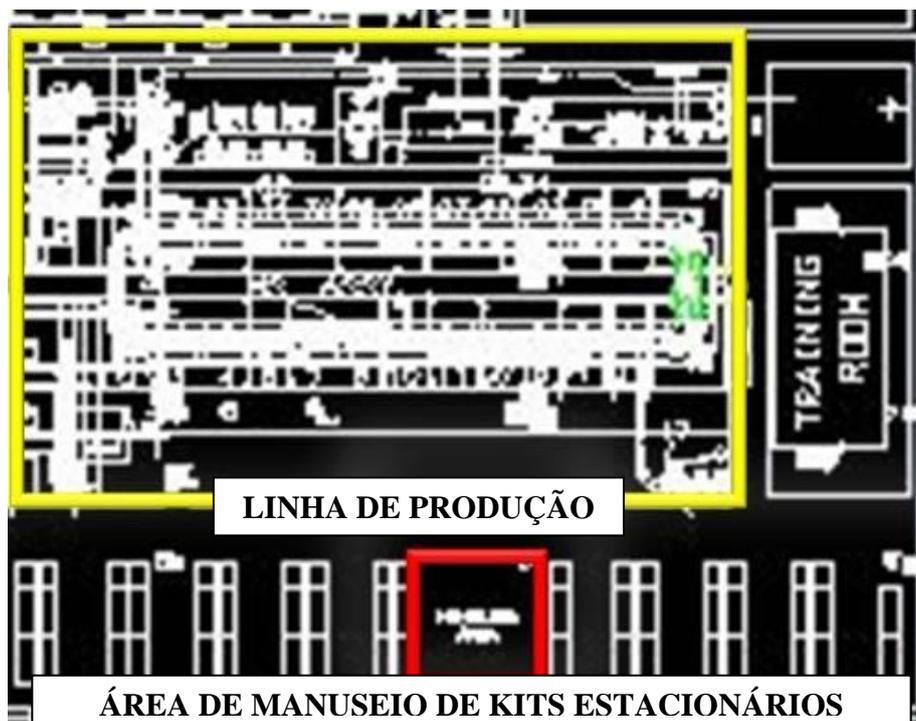


Figura 22 – Localização da área de manuseio e sequenciamento de kits estacionários

Para todos os equipamentos identificados na Figura 23, foi necessária contratação de empresa especializada para validação do projeto e devida obtenção da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) junto ao CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura). Anualmente a mesma empresa deve realizar inspeções de segurança e realizar manutenções preventivas, corretivas e atestar seu devido funcionamento ou interdição.



Figura 23 – Área de manuseio e sequenciamento de kits estáticos

3.4.8 Passo 8: Definição da quantidade de peças e alimentações dos kits itinerantes

Os 17% restantes dos componentes, precisariam ser abastecidos de forma sequenciada em kits itinerantes, que acompanhariam o motor durante toda a linha de montagem. Para isto, importantes aspectos deveriam ser definidos, tais como:

- Quantidade de entradas de abastecimento
- Quantidade de peças em cada entrada para cada modelo de kit
- Quantidade de estoque de kits prontos já sequenciados no supermercado

Existem inúmeras formas de realizar este estudo, uma das ferramentas mais versáteis é a simulação utilizando um software computacional. Uma vez estruturado o modelo no ambiente de simulação, torna-se simples e rápido simular qualquer alteração, seja a adição de um novo produto, variação dos estoques intermediários ou de pessoas no processo, mensurando o respectivo impacto na produção antes mesmo de efetivá-lo no chão de fábrica.

O software de simulação PROMODEL foi utilizado para representar a linha de

montagem e simular diferentes configurações de arranjos considerando todos os modelos de motores, suas respectivas demandas de produção, restrições físicas e eficiência mínima de operação estabelecida pela empresa de 85% do tempo útil.



Figura 24 – Simulação de kit itinerante

Após construção de diversas árvores de hipóteses e mais de 1.500 horas de simulação, o arranjo que possibilitava maior eficiência continha 04 entradas para abastecimento (E-01 a E-04), cada kit deveria conter entre 6 e 10 componentes na sua composição, dependendo do modelo e de qual entrada seria alimentado, conforme Figura 24.

3.4.9 Passo 9: Definir layout do supermercado de peças dos kits itinerantes

Assim como ocorrido na criação da área de manuseio para kits estáticos, a área de separação para kits itinerantes também deveria estar localizada próxima da linha de montagem para evitar longos deslocamentos e tempo de resposta. Entretanto nem sempre existe área disponível para criação do supermercado de peças. Um mapeamento do processo produtivo fabril foi realizado, e a área identificada como de menor impacto nas proximidades da linha era utilizada como estoque intermediário de uma das linhas de produção.

Um kaizen foi realizado entre as áreas de PCP (Planejamento e Controle da Produção), Vendas e Logística Interna. Os parâmetros foram revistos e definidos menores estoques de segurança de dois diferentes produtos. Novas janelas de expedição foram negociadas com os

clientes, tornando possível a unificação de ambos estoques de produtos acabados em uma única área física ao lado da expedição, conforme Figura 25.

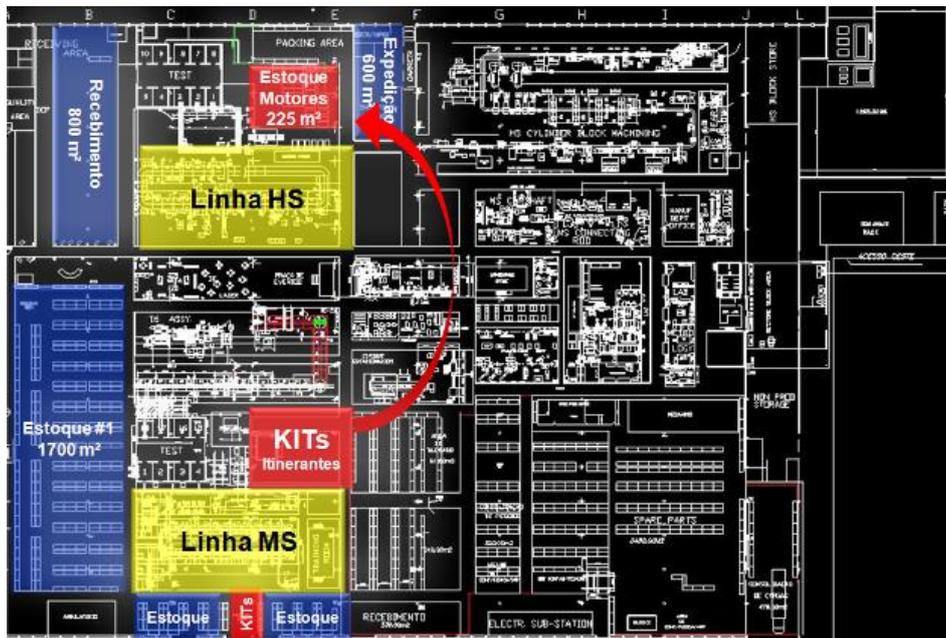


Figura 25 – Alteração de layout fabril

Para maximizar os esforços de separação dos componentes na área do supermercado, foi necessário avaliar a demanda de cada motor, cruzar com suas respectivas estruturas dos produtos, seguindo a correta sequência de montagem na linha de produção e respectivas entradas de abastecimento dos kits itinerantes (E-01 a E-04). Desta forma, conforme Figura 26, foram definidas as seguintes áreas:

1. Estoque de componentes produto 1 (motores Sprint): Composto por duas prateleiras para a entrada E-01, duas prateleiras para a entrada E-02, uma para a entrada E-03 e duas para a entrada E-04.
2. Estoque de componentes produto 2 (motores MS): Composto por duas prateleiras para a entrada E-01, uma prateleira para a entrada E-02, uma para a entrada E-03 e duas para a entrada E-04.
3. Estoque de componentes com menor escala de produção (motores aplicações especiais): Composto por uma prateleira para a entrada E-01, uma prateleira para a entrada E-02, uma para a entrada E-03 e uma para a entrada E-04.



Figura 26 – Implantação do supermercado de peças

4. Área de estoque de kits prontos: Composto por dois grupos, kits sequenciados para as próximas 02 horas de produção e kits pré-selecionados com modelos de motores de maior volume de produção. A demanda de sempre existir kits pré-selecionados com os motores de maior demanda foi um requisito do PCP, como uma forma de segurança para eventuais rupturas no fornecimento de componentes.
5. Área de retorno de kits vazios: Local onde os carrinhos de kits seriam retornados ao processo de abastecimento, identificação e sequenciamento.
6. Área de retorno de embalagens: Local onde as embalagens vazias da área de supermercado seriam consolidadas para posterior retorno aos fornecedores.
7. Estação online: Local onde os abastecedores poderiam consultar níveis de estoque dos componentes, gerar ou alterar ordens e consultar de forma instantânea o sequenciamento da linha de montagem.

3.4.10 Passo 10: Definição da disposição das peças e layout dos kits

Tão importante como o processo de separação de peças, a forma de disposição e identificação do kit também são de suma importância conforme ressaltado por Brynzér e Johansson (1995). Diferentes materiais podem ser utilizados, para cada um deles é importante que se avalie as necessidades de qualidade do processo de manufatura versus o custo de

implantação e manutenção dos divisores das peças.

Na empresa onde o estudo de caso foi realizado, conforme pode ser visto na Figura 27, utilizou-se bandejas de termo-formadas que poderiam conter modelagem específica do componente ou então mista, isto é, poderia ser utilizado por mais de um componente com diferentes formas e dimensões. As únicas restrições eram que o componente não ultrapassasse as dimensões da caixa (Figura 28) e que as divisórias internas da bandeja impossibilitasse que os itens entrassem em contato físico, podendo comprometer a qualidade do produto.



Figura 27 – Disposição de bandeja (modelagem específica e mista)



Figura 28 – Kit montado, separadores específicos e mistos

Importantes aspectos devem ser considerados durante a definição da disposição das peças nos kits, os componentes devem estar dispostos de forma que facilite o processo de separação e montagem dos kits, as peças devem estar dispostas de forma organizada e de forma que a qualidade seja sempre preservada, inclusive durante o transporte do kit até a linha de montagem e posterior manuseio do montador.

3.4.11 Passo 11: Definição do processo de separação de peças e montagem dos kits

O sistema de separação por andon *pick to light* foi orçado; entretanto, se mostrou inviável devido ao grande investimento em prateleiras compatíveis e desenvolvimento em TI integrando o novo sistema ao ERP da empresa. A alternativa mais viável foi a customização do processo de convocação ativa já existente no sistema de WMS, cadastrando no sistema uma estrutura para cada kit e seus respectivos modelos de produtos, respeitando as divisões de entrada na linha e sequência de separação dos componentes.

Foi necessário customizar o sistema de WMS para suportar a implantação do processo de abastecimento por kits, garantindo que o separador efetuasse a coleta da peça correta, na quantidade exata para cada kit de seu respectivo produto. Segundo Hanson e Medbo (2009), desenvolver uma estrutura de separação de kits é um dos passos mais críticos para a introdução do processo de abastecimento por kits. Qualquer discrepância nas informações contidas na estrutura podem comprometer a qualidade do processo.

Após definição dos layouts, foi necessário criar novos pontos de uso e cadastrar, no sistema WMS todos os componentes que agora estariam localizados no supermercado. Entretanto não havia solução desenvolvida para o controle de processo de separação de peças. Com isso foi desenvolvido o abastecimento à prova de erros, onde o separador deveria seguir os passos descritos na Figura 29:

- Passo 1: Entrar no menu de Separação de kit.
- Passo 2: Número de ordem para separar as peças era constituído pelo data (primeiros 8 dígitos) e a hora (últimos dois dígitos) de consumo na linha.
- Passo 3: O sistema informa o local onde a peça está localizada no supermercado, e aguarda confirmação do separador via leitura de código de barras na prateleira.

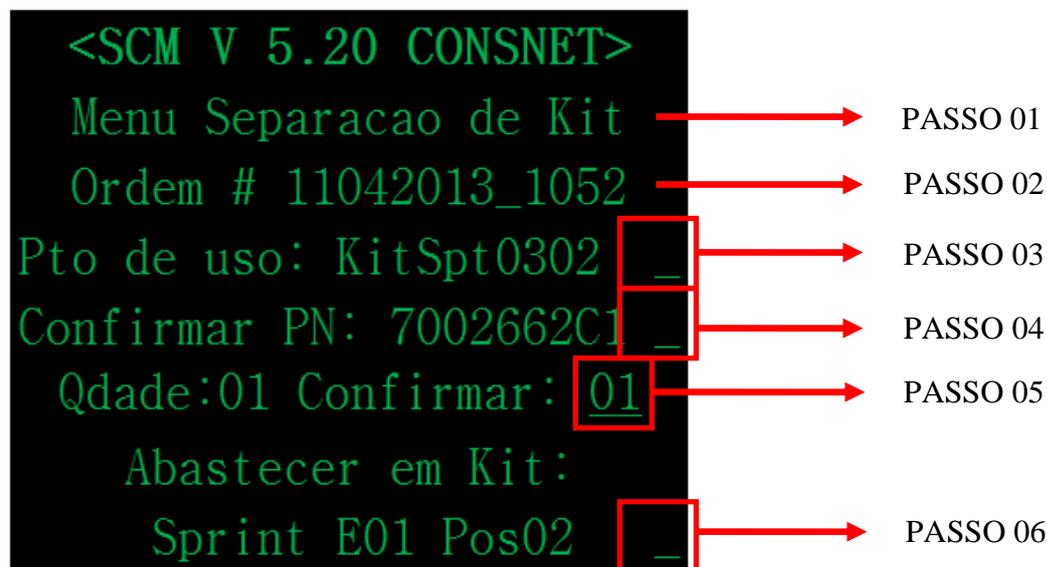


Figura 29 – Processo de separação de kit utilizando sistema Poka yoke

- Passo 4: O sistema informa qual código de produto deve ser separado, e aguarda confirmação do separador via leitura de código de barras na caixa do item.
- Passo 5: O sistema informa qual quantidade deve ser separada e aguarda confirmação do separador, que deve inserir o número a ser coletado no teclado do rádio coletor. Caso a quantidade não coincida com a requisitada pelo sistema, o processo é parado e um alerta é enviado automaticamente ao técnico operacional para averiguar o motivo.
- Passo 6: O sistema informa o kit e a posição em que deverá ser abastecida, e aguarda confirmação do separador, que deve inserir o número a da posição em que foi abastecida. Caso a posição não coincida com a requisitada pelo sistema, o processo é parado e um alerta é enviado automaticamente ao técnico operacional para averiguar o motivo.

Uma lista de separação de peças e um mecanismo de auxílio visual para montagem dos kits foram desenvolvidos e colocados à disposição na área de supermercado, conforme Anexos A e B. Ambos eram utilizados em treinamento de novos separadores, em caso de dúvida ou sempre que qualquer discrepância no processo de montagem do kit fosse identificado, servindo como ferramentas de auditoria do sistema Poka yoke do WMS.

Pode-se verificar na Figura 30, o kit pronto, já em seu devido ponto de abastecimento, onde irá alimentar três diferentes componentes para um único posto de montagem. Após o abastecimento na linha, o abastecedor deve ler o código de barras dos três componentes, confirmando que a operação foi concluída.



Figura 30 – Sequenciamento de kit

3.4.12 Passo 12: Definição dos carros de movimentação e abastecimento dos kits

Uma vez definido o tamanho da bandeja e da caixa que a comportava, foi necessário otimizar a forma de transportar e disponibilizar nos quatro pontos de abastecimentos itinerantes da linha. Para isto foi necessário realizar um projeto que suportasse os seguintes aspectos:

- Deveria conter ART atestando a capacidade de carga total, sendo especificado qual seria o limite de cada bandeja, assim como de sua movimentação em geral, tanto manual quanto por tracionamento mecânico.
- Deveria respeitar as alturas máximas e mínimas de alcance estipulados pela área de segurança e ergonomia da fábrica.
- Deveria poder ser rebocado
- Deveria conter alças para movimentação manual

Com estes aspectos pré-estabelecidos, observa-se na Figura 31 o carrinho de transporte de kits itinerantes aprovado contemplando os seguintes detalhes:



Figura 31 – Carro de abastecimento de kits

1. Rodas traseiras: Fixas, não possibilitam giro. Possuem rolamento e capacidade de 50 kg por roda.
2. Rodas dianteiras: Livres, possibilitavam giro de 360 graus. Possuem rolamento e capacidade de 50 kg por roda.
3. Cambão para rebocamento: Retrátíl, quando não necessário pode ser recolhido para a parte interna do carrinho. Possui engate rápido com apenas 1 pino.
4. Prateleiras: As três superiores eram escamoteáveis para garantir amplo acesso aos kits.
5. Alças: Localizadas na parte traseira do kit para movimentação manual.
6. Peso suportado: O kit mais pesado possuía 9 kg, entretanto cada prateleira do carrinho poderia suportar até 20kg.

Outra preocupação do projeto era atestar a capacidade do carrinho em se movimentar nos corredores da fábrica que possuíam 2,80 m de largura. Como o rebocador possuía velocidade máxima limitada em 8 km/h, foi estabelecido que a quantidade mínima de 06 carrinhos (24 kits) de abastecimento deveriam ser enviados em cada viagem do rebocador. Vale ressaltar que a ART atestava o tracionamento (contorno de curvas de 90 graus) dos

carrinhos em sua capacidade máxima de carga até 15 km/h, conforme Figura 32.



Figura 32 – Movimentação de kits por rebocador elétrico

3.4.13 Passo 13: Implantação do processo de abastecimento por kits

Com o carrinho de kits posicionado nas entradas de abastecimento na linha, ficava sob a responsabilidade dos montadores da linha, a tarefa de pegar a caixa com o kit e posicioná-lo no carrinho de montagem do produto, conforme Figura 33. Depois de consumidas todas as peças do kit, no momento que houvesse uma nova entrada de abastecimento do kit itinerante, também cabia aos montadores em retirar a caixa de kit vazia, e pegar uma nova caixa de kit com componentes abastecidos para o próximo trecho de montagem.



Figura 33 – Kit abastecido e posicionado no carrinho de montagem do produto

3.4.3. Avaliação da sistemática proposta

Um grande desafio para a introdução do processo de abastecimento por kits foi a criação do supermercado de peças. Na empresa onde o estudo de caso foi realizado, não havia qualquer espaço disponível, foi necessário então criar duas áreas distintas, uma para os kits estacionários, e outra para os kits itinerantes. A criação de ambas, gerou impacto em outras atividades fabris, e para acomodá-las também foi necessário entender suas operações e gerar uma solução que continuasse suportando suas operações sem perda de eficiência.

A definição da disposição das peças nos kits foi um dos itens que mais fomentou a melhoria contínua entre os separadores e montadores. Inicialmente utilizou-se divisórias de polionda, que apesar de possuírem menor vida útil, são de fácil modificação, corte e soldagem, possibilitando que os próprios usuários sugerissem alterações ao modelo inicial. Apenas após estabilização do processo, e satisfação de ambos os lados, partiu-se para um modelo final, utilizando bandejas termo-formadas.

Assim como ocorrido na definição da disposição das peças e criação das divisórias internas dos kits, o processo de separação das peças também gerou grande envolvimento dos separadores no processo de melhoria contínua. O processo foi iniciado utilizando listas de separação, e os próprios separadores auxiliaram na simplificação das instruções e criação dos auxílios visuais. Isso fez com que o processo de integração ao sistema de WMS ocorresse de forma muito mais simples e eficaz.

A confecção de manipuladores, carrinhos de movimentação e instalação de equipamentos especiais de movimentação requerem atenção especial, já que é necessária a criação de ART's e validação junto ao CREA. Por serem processos externos, deve-se planejar suas ações com cautela adicional evitando que impactem no cronograma de implantação dos kits.

Após implantação dos kits e estabilização do processo, notou-se que peças começaram a faltar ou sobrar em kits. Após avaliação da causa raiz de cada uma das ocorrências constatou-se que todas as falhas eram provenientes de desvios de engenharia, que temporariamente estavam substituindo componentes dos kits, e tais substituições não foram comunicadas para a devida adaptação do kit. Após alinhamento das áreas, o processo foi corrigido, estabelecendo um método de comunicação e gestão, resultando na extinção deste modo de falha.

3.5. CONCLUSÕES

Na empresa onde o estudo de caso foi realizado, houve a necessidade de unir dois diferentes produtos em uma única linha de produção, não havia espaço para aumentar o tamanho da linha e capital para grandes investimentos. Estudos iniciais revelaram que seria necessário praticamente dobrar a linha de montagem e o abastecimento por kits surgiu como única alternativa viável para o abastecimento dos componentes utilizando a mesma área de montagem.

A implantação do processo de abastecimento por kits alterou significativamente o fluxo de materiais e a dinâmica fabril. Não somente pelas alterações de layout, notou-se um comprometimento muito maior dos separadores de peças, que se mostraram muito mais empenhados com o processo produtivo, uma vez que a escolha da peça correta para a montagem passou a ser realizada por eles.

Notou-se também uma maior prudência na movimentação das peças e transparência na gestão, uma vez que apenas as peças necessárias estavam abastecidas nos kits, e não haviam peças excedentes na linha para rápida substituição. Isto aumentou a cautela sobre as peças gerando uma significativa diminuição em peças com batidas e diminuição de sucata na linha.

Como outros benefícios da implantação do abastecimento por kits, estima-se que para cada peça separada no kit, o montador ganha de 6 a 10 segundos por não ter que se deslocar até a prateleira, identificar a peça e retornar ao produto para montá-la. Apesar do trabalho de escolha da peça ter se deslocado da linha de montagem para o supermercado de peças, passando a ser realizado pelos separadores/abastecedores, houve um ganho financeiro, já que os montadores em média possuem remuneração 30% maior.

Considera-se que o artigo atingiu o objetivo estipulado, criando uma metodologia de implantação de kits em uma linha de montagem. Na empresa onde o estudo de caso foi realizado, foi possível unificar a montagem de dois diferentes produtos na mesma linha de produção, sem que a área de manufatura fosse aumentada, além de trazer um melhor aspecto visual com a diminuição de peças ao lado da linha. Também possibilitou melhora na qualidade do produto diminuindo a quantidade de sucata e melhorando a gestão sobre a movimentação de peças.

3.6. REFERÊNCIAS

Abdelhadi, A.; Seifoddini, H.; Almomani, M.; 2012. Part and inventory control analysis using Plan For Every Part concept, “A case study at Elba, Inc., USA”. Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Istanbul, Turkey, July 3-6, 2012.

Ananth, K.; Suri, R.; Vernon. M.; 2000. Re-examining the performance of push, pull and hybrid material control strategies for multi-product Flexible manufacturing systems. Technical Report. p. 1–28.

Bitencourt, F. S.; 2010. Implementação de um sistema de abastecimento por kits em uma linha de produção automobilística.

Bozer, Y.A.; McGinnis, L.F.; 1992. “Kitting versus line stocking: a conceptual framework and a descriptive model”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 28, pp. 1-19.

Brynzér, H.; Johansson, M.I.; Medbo, L.; 1994. A methodology for evaluation of order picking systems as a base for system design and managerial decisions. *International Journal of Operations & Production Management* 14 (3), 126–139.

Bragg, D.J.; Duplaga, E.A.; Penlesky, R.J.; 2005. “Impact of product structure on order review/evaluation procedures”, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 105, pp. 307-24.

Brynzér, H.; Johansson, M.I.; 1995. “Design and performance of kitting order picking systems”, *International Journal Production Economics*, 41, pp. 115-125.

Butala, P.; Kleine, J.; Wingen, S.; Gergs, H.; 2002. “Assessment of assembly processes in European industry”, *Proceedings of the 35th CIRP-international Seminar on Manufacturing Systems*, Seoul, Korea, 12-15 May.

Caputo, A.; Pelagagge, P.; 2011. “A methodology for selecting assembly systems feeding policy”. *Industrial Management and Data System*. Vol. 11, No.1, pp. 84-112

Carlson, J.G.; Yao, A.C.; Girouard, W.F.; 1994. “The role of master kits in assembly operations”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 35 Nos 1-3, pp. 253-8.

Carlsson, O.; Hensvold, B.; 2008. “Kitting in a high variation assembly line: a case study at Caterpillar BCP-E”, Master thesis, Lulea University of Technology, Lulea.

Chiavegato Filho, L. G.; 2002. Contribuindo para uma abordagem integradora do processo saúde/doença: o caso das LER/DORT. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Choobineh, F.; Mohebbi, E.; 2004. “Material planning for production kits under uncertainty”, *Production Planning & Control*, Vol. 13 No. 1, pp. 63-70.

Chow, W.M; 1990. *Assembly Line Design: Methodology and Applications*, Marcel Dekker, New York, NY.

Conrad, T.; Rooks, R.; 2010. "Turbo Flow: Using Plan For Every Part (PFEP) to turbo charge your Supply Chain".

Corakci, M.A.; 2008. "An evaluation of kitting systems in lean production", Master thesis in Industrial Management, No. 15/2008, University of Boras, Boras.

Dallari, F.; Marchet, G.; Melacini, M.; 2009. "Design of order picking system", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 42, pp. 1-12.

Das, T.K.; 1993. "Analysis of kitting assembly systems controlled by kanban", Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, pp. 133-7.

Deechongkit, S.; Srinon, R.; 2009. Three alternatives of material supply in assembly line: A comparative study. In: Proceedings of the 10th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference. Kitakyushu, Japan.

Ding, Y.; 1992. "Kitting in JIT production: a kitting project at a tractor plant", Industrial Engineering, Vol. 24 No. 9, pp. 42-3.

Elbert, M.; 2012. Lean Production for the Small Company

Frazelle, E.A.; 1990. "Stock location assignment and order picking productivity". MHRC-TD-89-11, Georgia Institute of Technology, Atlanta Georgia.

Finnsgard, C.; Wänström, C; 2009. "Factors impacting manual picking at assembly lines – an experiment in the automotive industry", Proceedings of the 16th International Annual EurOMA Conference, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.

Furey, T.M.; 1999. "Decision elements in the design of a consumer electronics assembly plant", Master thesis in Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA.

Gunther, H.O.; Gronalt, M.; Piller, F.; 1996. "Component kitting in semi-automated printed circuit board assembly", International Journal of Production Economics, Vol. 43 Nos 2-3, pp. 213-26.

Goetschalckx, M.; Ashayeri, J.; 1989. Characterization and design of order picking systems. MHRC-TR-88-14, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia.

Gunther, H.O.; Gronalt, M.; Piller, F.; 1996. "Component kitting in semi-automated printed circuit board assembly", International Journal of Production Economics, Vol. 43 Nos 2/3, pp. 213-26.

Hanson, R.; Medbo, L.; 2009. "Kitting and time efficiency in manual assembly", Proceedings of the 16th International Annual EurOMA Conference, Goteborg, Sweden, 14-17 June.

Hanson, R.; Medbo, L.; Medbo, P.; 2012. "Assembly station design: a quantitative comparison of the effects of kitting and continuous supply", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol 23 Iss 3 pp. 315 – 327.

Hanson, R.; Medbo, L.; 2011. "Kitting and time efficiency in manual assembly", *International Journal of Production Research* (forthcoming).

Henderson, R.; Kiran, A.S.; 1993. "Kitting elimination supports just in time principles", *Industrial Engineering*, Vol. 25 No. 3, pp. 46-8.

Hua, S.Y.; Johnson, D.J.; 2010. "Research issues on factors influencing the choice of kitting versus line stocking", *International Journal of Production Research*, Vol. 48 No. 3, p. 779-800.

Hwang, H.; Moon, S.; Gen, M.; 2002. "An integrated model for the design of end-of-aisle order picking system and the determination of unit load sizes for AGVs", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 42, pp. 249-58.

Johansson, B.; Johansson, M.I.; 1990. "High automated kitting systems for small parts: a case study from the Uddevalla plant", *Proceedings of the 23rd International Symposium on Automotive Technology and Automation*, Vienna, pp. 75-82.

Kilic, H.; Durmusoglu, M.; 2012. Design of kitting system in lean-based assembly lines. *Assembly Automation*, Vol. 32, No. 3, pp. 226-234.

Lau, A.K.W.; Yam, R.C.M.; Tang, E.P.Y.; 2007. "Supply chain product co-development, product modularity and product performance: empirical evidence from Hong Kong manufacturers", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 107 No. 7, pp. 1036-65.

Leshno, M.; Ronen, B.; 2001. "The complete kit concept-implementation in the health care system", *Human Systems Management*, Vol. 20 No. 4, pp. 313-8.

Mathisson-Ojmertz, B.; Johansson, M.I.; 2000. "Influences of process location on materials handling: cases from the automotive industry", *International Journal of Logistics*, Vol. 3, pp. 25-39.

Medbo, L.; 2003. "Assembly work execution and materials kit functionality in parallel flow assembly systems", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 31 No. 4, pp. 263-81

Neumann, W. P.; Winkel, J.; Medbo, L.; Magneberg, R.; and Mathiassen, S.E.; 2006. Production system design elements influencing productivity and ergonomics – A case study of parallel and serial flow strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (8), 904-923.

Nof, S.Y.; Wilhelm, W.E.; Warnecke, H.; 1997. *Industrial Assembly*, Springer

Petersen, C.G.; 2002. "Considerations in order picking zone configuration", *International journal of Operations & Production Management*, Vol. 22 No. 7, pp. 793-805.

- Ramachandran, S.; Delen, D.; 2005. "Performance analysis of a kitting process in stochastic assembly systems", *Computers & Operations Research*, Vol. 32 No. 3, pp. 449-63.
- Ronen, B.; 1992. "The complete kit concept", *International Journal of Production Research*, Vol. 30 No. 10, pp. 2457-66.
- Schwind, G.F.; 1992. How storage systems keep kits moving. *Mater. Handling Eng.*, 47 (12): 43.
- Sellers, C. J.; Mof, S. Y.; 1986. "Part kitting in robotic facilities", *Material Flow*, 3: 163-174
- Shannon, E.; 1998. Introduction to the art and science of simulation. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, p. 7-14.
- Som, P.; Wilhelm, W.E.; Disney, R.L.; 1994. "Kitting process in a stochastic assembly system", *Queueing Systems*, Vol. 17 Nos 3/4, pp. 471-90.
- Wänström, C.; Medbo, L.; 2009. "The impact of materials feeding design on assembly process performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 20 No. 1, pp. 30-51.
- Wilhelm, E.; and Wang, L.; 1986. "Management of component accumulation in small-lot assembly systems. *Journal of Manufacturing System*, 5: 27-39
- Zelbst, P.J.; Green, K.W. Jr; Abshire R.D.; Sower, V.E.; 2010. "Relationships among market orientation, JIT, TQM, and agility", *Industrial Management&Data Systems*, Vol. 110 No. 5, pp. 637-58.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de implantação de Plano Para Cada Peça e abastecimento por kits, é pertinente no cenário atual da economia onde o mercado está cada vez mais competitivo. Busca-se cada vez mais um maior controle sobre os processos, inventário e qualidade.

O abastecimento por kits possibilita disponibilizar a peça certa, com quantidade exata, no local e tempo determinados, além de retirar da linha de manufatura tarefas que não agregam valor ao processo de montagem, tais como a procura de materiais e o deslocamento do montador até a prateleira.

Entretanto, sua implantação normalmente está associada à alterações em layout, customização de sistemas, investimentos em ativos (carros de transporte, bandejas, etc), treinamento, etc. Deve-se portanto possuir total compreensão sobre qual objetivo busca-se atingir e se o abastecimento por kits é a melhor estratégia, analisando seus pontos positivos e negativos.

Para a correta implantação dos kits, é necessário um total conhecimento dos produtos, dos componentes que os compõem e dos respectivos processos produtivos. Todas essas informações normalmente estão disponíveis na empresa, entretanto nem sempre de forma consolidada e com acuracidade.

No primeiro artigo foi desenvolvida uma sistemática para implantação do Plano Para Cada Peça (PFEP – Plan For Every Part), onde foi criada uma metodologia para coleta de dados, como consolidá-los e interpretá-los, tornando possível determinar qual seria o melhor método de abastecimento baseado nas características do produto, componentes e processos fabris.

Já no segundo artigo, foi criada uma metodologia para implantação do processo de abastecimento por kits, onde após avaliação do PFEP indentificando o método de abastecimento para cada componente, foram definidos os layouts da área de supermercado/sequenciamento dos kits, a disposição e layout das peças nos kits, o processo de separação de peças e montagem dos kits, como os kits seriam transportados e abastecidos na linha de montagem.

Considera-se que o estudo atingiu o objetivo principal e os específicos ao desenvolver uma metodologia para a criação do PFEP (fase de planejamento) e posteriormente uma criando uma metodologia de implantação do processo de abastecimento por kits (fase de execução), tornando o processo mais claro e ordenado.

4.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os estudos realizados nesta dissertação identificaram as seguintes oportunidades para trabalhos futuros: (i) estudo do retorno sobre o investimento na implantação de kits; (ii) como gerir a transição entre o abastecimento por Kanban para kits sem afetar a produção; (iii) A viabilidade de implantação do kit a partir de um armazém externo operado por uma empresa terceira; (iv) o impacto de desvios e alterações de engenharia nos kits; (v) métricas de avaliação de eficiência.

APÊNDICE B: Ferramenta para coleta de dados – Sistema ERP - Nível 02

Código produto	Descrição do produto
----------------	----------------------

Método	Área	#	Código da peça	Descrição da peça	Quantidade de utilização por produto
Coleta de dados em Sistema ERP	Planejamento de Materiais e Engenharia do Produto	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			
		32			
		33			
		34			
		35			

APÊNDICE C: Ferramenta para coleta de dados – Sistema ERP - Nível 03

	Valor encontrado
Código da peça	
Descrição da peça	
Produtos em que é utilizado	
Quantidade de utilização por produto	

Método	Área	Descrição	Valor encontrado	Unidade de medida
Coleta de dados em Sistema ERP	Planejamento de Materiais	Peso líquido da peça		
		Comprimento da peça		
		Largura da peça		
		Altura da peça		
		Quantidade de peças por embalagem		
		Múltiplo de embalagem		
		Comprimento da embalagem		
		Largura da embalagem		
		Altura da embalagem		
		Peso líquido da embalagem		
		Peso bruto da embalagem		
		Ordem mínima de pedido		
		Peso bruto da ordem mínima (embalagem e peças)		
		Custo médio		
		Classificação ABC		
		Política de estoque		
		Código do fornecedor		
		Tempo de trânsito		
		Estoque de segurança		
		Nome Fornecedor		
Código Fornecedor				
Endereço fornecedor				

APÊNDICE D: Ferramenta para coleta de dados – Sistema WMS

	Valor encontrado
Código da peça	
Descrição da peça	

Método	Área	Descrição	Valor encontrado	Unidade de medida
Coleta de dados em Sistema WMS	Logística Interna	Peso líquido da peça		
		Quantidade de peças por embalagem		
		Múltiplo de embalagem		
		Comprimento da embalagem		
		Largura da embalagem		
		Altura da embalagem		
		Peso líquido da embalagem		
		Peso bruto da embalagem		
		Quantidade total estocada no armazém		
		Localização #1 no armazém		
		Localização #2 no armazém		
		Localização #3 no armazém		
		Localização #4 no armazém		
		Localização #n-1 no armazém		
		Quantidade #1 estocada em cada localização no armazém		
		Quantidade #2 estocada em cada localização no armazém		
		Quantidade #3 estocada em cada localização no armazém		
		Quantidade #4 estocada em cada localização no armazém		
		Quantidade #n-1 estocada em cada localização no armazém		
		Ponto de utilização/consumo na linha #1		
		Ponto de utilização/consumo na linha #2		
		Ponto de utilização/consumo na linha #3		
		Ponto de utilização/consumo na linha #3		
		Ponto de utilização/consumo na linha #n-1		
		Quantidade de peças em cada no ponto de consumo na linha #1		
		Quantidade de peças em cada no ponto de consumo na linha #2		
		Quantidade de peças em cada no ponto de consumo na linha #3		
		Quantidade de peças em cada no ponto de consumo na linha #4		
		Quantidade de peças em cada no ponto de consumo na linha #n-1		
		Rota de abastecimento #1		
		Rota de abastecimento #2		
		Rota de abastecimento #3		
		Rota de abastecimento #4		
Rota de abastecimento #n-1				
Tempo médio de deslocamento para abastecimento rota #1				
Tempo médio de deslocamento para abastecimento rota #2				
Tempo médio de deslocamento para abastecimento rota #3				
Tempo médio de deslocamento para abastecimento rota #4				
Tempo médio de deslocamento para abastecimento rota #n-1				
Frequencia de abastecimento rota #1				
Frequencia de abastecimento rota #2				
Frequencia de abastecimento rota #3				
Frequencia de abastecimento rota #4				
Frequencia de abastecimento rota #n-1				

APÊNDICE E: Ferramenta para coleta de dados ergonômicos

Método	Área	Descrição	Valor encontrado	Unidade de medida
Coleta de Leis, Normas	Saúde e Segurança no trabalho	Luminosidade mínima para montagem do kit		
		Peso máximo de movimentação de objetos com pega adequada		
		Peso máximo de movimentação de objetos sem pega adequada		
		Altura máxima permitida (com peso máximo)		
		Altura mínima permitida (com peso máximo)		
		Peso máximo para puxar carros de movimentação (Dolly)		
		Peso máximo para empurrar carros de movimentação (Dolly)		
		Frequência máxima de movimentos repetitivos (com peso máximo)		
		Carga horária útil turno #1		
		Carga horária útil turno #2		
		Carga horária útil turno #3		

APÊNDICE F: Ferramenta para coleta de dados do dimensionamento dos processos

Linha de produção

Identificação do estoque

Descrição itens a serem avaliados			
Tempo médio gasto com processos não produtivos (espera, etc)	<input type="text"/>	Quantidade de equipamentos de movimentação (empilhadeiras, etc)	<input type="text"/>
Tempo médio de deslocamento entre estoque e ponto de consumo	<input type="text"/>	Quantidade de carrinhos de movimentação (Dollys, etc)	<input type="text"/>

Tempo takt de produção

Método	Áreas	Descrição itens a serem avaliados no layout da linha de montagem e armazém
Mapeamento do Layout, processo produtivo e fluxo de movimentação de materiais do ambiente fabril	Manufatura e Logística Interna	<p>Área de armazenagem dos componentes no estoque, Área de movimentação (corredores), Área de montagem, Postos de montagem, Área de armazenagem dos componentes na linha, Área disponível entre as estações de montagem, Sequencia de montagem na linha, Rotas dos equipamentos de movimentação, etc</p>
		<p>Inserir Layout Fabril / Armazém</p>

ANEXO A: Lista de separação de kits impressa

		Lista de Separação	940729151539	
				
Nº componente	Descrição	Quantidade	ENTRADA KIT	
7002662C1	BOMBA TANDEM	1	1	
940709400116	RESFRIADOR DE ÓLEO	1	1	
940707310056	BOMBA D'ÁGUA	1	1	
940709010335	TUBO DE RETORNO	1	1	
940709010635	TUBO DE SUÇÇÃO	1	1	
940707570034	termostato	1	1	
604931070431	ANEL O	2	1	
940708530154	JUNTA	1	1	
940706370744	Suporte	1	2	
940706300034	Suporte tomada de Força	1	2	
940709010165	TUBO ANTI - RETORNO	1	2	
940706230045	Suporte Filtro de combustivel	1	2	
940706370244	Suporte	1	2	
940709300034	COLETOR DE ESCAPE	1	2	
940707960046	Tampa de Valvulas	1	3	
940709010615	Tubo	1	3	
940708610174	Mangueira	1	3	
940705550014	Reservatório	1	3	
940706370236	suporte reservatório	1	3	
940706300044	SUPORTE - ALTERNADOR	1	3	
940709390024	Tubo LDA	1	3	
940709060515	Tubo	1	3	
940709010565	Tubo	1	3	
940708610104	Mangueira	1	3	
960709060115	TUBO DE RETORNO	1	3	
940708610154	Mangueira	1	3	
905400100001	Elemento Separador	1	3	
940703810064	Polia	1	3	
905410150019	Filtro de combustivel	1	3	
940709010585	Tubo de Retorno	1	3	
940709730095	Defletor	1	4	
940709420235	TUBO HASTE DE NÍVEL	1	4	
940703290106	HASTE DE NÍVEL	1	4	
940706370335	Suporte defletor	1	4	
940703800044	POLIA	1	4	
940708610214	Mangueira	1	4	
904520100016	Válvula	1	4	
Controle de Alterações				
Data/ revisão	Descrição das Alterações	Elaborado por:	Aprovado por:	
08/03/2013 - 00	Emissão			

ANEXO B: Auxílio visual para montagem de kits

Auxílio Visual 002



	GM ELETRONICO
	GM MECÂNICO
	MAN
	AGRALE MECANICO
	AGRALE ELETRONICO



Kit 1 Sprint

LP'S		Composição do Kit																																																																	
GM		MAN		1	2	3	4	5		6	7	8	9																																																						
940738152809	940738152459	940738152019	940738152649	940738152659	940738152669	940738152769	940738152779	940738152789	940811151529	940811151549	940811151559	940811151579	940811151519	940811151539	940811151569	940811151589	940811151599	940709010915	940808610034	7001651C1	961200670014	940809010125	940709010635	940709010875	7001654C1	940809420025	940709400116	960709010055	940709010335	940708610094	940808610054	7001655C1	940809610054	940707570064	940807430015	940700530104	940700530114	940700530254	940800530014	940800530074	940800530024	7000894C1	7001894C1	960700530026	604931070431	940707310036	940707310056	940807310026	Pescador	Mangueira	Sensor	Tubo	Pescador	Tubo Sucção	Tubo haste	Resfriador	Tubo retorno	Tubo	Mangueira	Mangueira	Tubo haste	Mangueira	Termostato	Bocal Enchirm.	Bomba Tanden	Anel	Bomba d'agua
940736151659	940736151559	940736151599	940736151679	940736151639	940736151619	940836151539	940836151519	940736151699										940709010915	940808610034	7001651C1	961200670014	940809010125	940709010635	940709010875	7001654C1	940809420025	940709400116	960709010055	940709010335	940708610094	940808610054	7001655C1	940809610054	940707570064	940807430015	940700530104	940700530114	940700530254	940800530014	940800530074	940800530024	7000894C1	7001894C1	960700530026	604931070431	940707310036	940707310056	940807310026	Pescador	Mangueira	Sensor	Tubo	Pescador	Tubo Sucção	Tubo haste	Resfriador	Tubo retorno	Tubo	Mangueira	Mangueira	Tubo haste	Mangueira	Termostato	Bocal Enchirm.	Bomba Tanden	Anel	Bomba d'agua
Agrale																																																																			

DATA:	Revisão	Descrição das alterações:	Elaborado por:	Aprovado por:
8/3/2013	00	Emissão		