

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

Jonatas Ost Scherer

**GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE**  
**IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN***

Porto Alegre

2012

Jonatas Ost Scherer

**Gestão de riscos em projetos de implantação da metodologia *lean***

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

Orientador: Prof. José Luís Duarte Ribeiro, Dr.

Porto Alegre

2012

Jonatas Ost Scherer

**Gestão de riscos em projetos de implantação da metodologia *lean***

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica 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. José Luís Duarte Ribeiro, Dr.**

Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Prof. Carla Schwengber ten Caten**

Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Professor Giovana Savitri Pasa, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professor Istefani Carísio de Paula, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professor Ricardo Augusto Cassel, Dr. (PPGEPS/UNISINOS)

Dedico este trabalho à minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que contribuíram para a realização desta dissertação.

Em especial gostaria de agradecer ao meu orientador, prof. José Luís Duarte Ribeiro, pela dedicação e conhecimento transmitidos, muito importantes para a realização deste trabalho e minha formação como pesquisador.

Aos meus pais, irmãos, irmãs e sobrinhas, pela inspiração, apoio e incentivo.

Aos prof. Giovana, Istefani e Cassel por aceitarem o convite de participar da banca e pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Aos amigos Jurandir, Guilherme, Fabiano e Eduardo por compartilharem seu conhecimento e possibilitarem a aplicação do estudo em empresas relevantes.

Aos colegas, professores e funcionários do PPGEP pela troca de experiências e convívio durante este período.

## RESUMO

A metodologia *lean* é uma alternativa para melhorar a competitividade da empresa, porém, o baixo percentual de sucesso destes projetos ressalta a necessidade da gestão dos riscos envolvidos em tais projetos. Esta dissertação apresenta quatro contribuições principais para o tema: (i) identificação dos fatores de risco ao sucesso de projetos de implantação da metodologia; (ii) identificação da intensidade do relacionamento entre os fatores de risco; (iii) algoritmo para estimativa da probabilidade de sucesso de projetos de implantação da metodologia; (iv) sistema de suporte à decisão para projetos de implantação da metodologia considerando os fatores de risco e a importância estratégica do projeto para a empresa. Através de revisão da literatura e análise de especialistas da academia e da indústria, foram identificados os fatores de risco ao sucesso dos projetos de implantação da metodologia *lean* e foi levantada a intensidade do relacionamento entre os mesmos. O algoritmo proposto, considerando os fatores de risco modelados como um sistema série-paralelo, utiliza preceitos da confiabilidade para estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação. O sistema de suporte à decisão proposto avalia a probabilidade de sucesso do projeto estimada frente à probabilidade alvo de sucesso, definida de forma qualitativa conforme à importância do projeto para a empresa. Se necessário, metas otimizadas para a situação dos fatores de risco são calculadas via algoritmo de otimização. A aplicação do modelo em empresas de grande porte apresentou resultados coerentes, possibilitando avaliar a viabilidade do projeto de implantação e definir metas otimizadas para a situação dos fatores de risco, fornecendo assim, informações importantes para a gestão do projeto.

Palavras-chave: Produção enxuta, metodologia *lean*, gestão de riscos.

## **ABSTRACT**

The lean methodology is a strategy to improve company's performance, however, the low percentage of success of these projects highlights the need for risk management in such projects. This dissertation presents four main contributions to this subject: (i) identification of the risk factors in projects of lean methodology implementation, (ii) identification of the intensity of the relationship between the risk factors, (iii) an algorithm for estimating the probability of successful implementation for lean projects, (iv) a decision support system for methodology implementation considering the risk factors and the strategic importance of the project for the company. Through literature review and analysis of experts from academia and industry the risk factors to the successful implementation of the lean methodology were identified and the intensity of the relationship between them was raised. The proposed algorithm, considering the risk factors modeled as a series-parallel system, use reliability principles to estimate the likelihood of successful project implementation. The decision support system proposed assesses the estimated probability of success of the project against the target probability of success, defined qualitatively according to the importance of the project for the company. If necessary, goals for the risk factors status are calculated via optimization algorithm. The application of the model in large companies showed consistent results, allowing assessing the feasibility of the project and setting goals for the optimal status of the risk factors, providing managers with important information for project management.

Key words: lean manufacturing, risk management.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 COMENTÁRIOS INICIAIS .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Tema e objetivos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Justificativa Do Tema e Objetivos .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Método de Pesquisa .....</b>	<b>11</b>
<b>1.5 Delimitações do Trabalho .....</b>	<b>13</b>
<b>1.6 Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>14</b>
<b>2 PRIMEIRO ARTIGO .....</b>	<b>16</b>
<b>3 SEGUNDO ARTIGO .....</b>	<b>42</b>
<b>4 TERCEIRO ARTIGO .....</b>	<b>65</b>
<b>5 COMENTÁRIOS FINAIS .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 Conclusões .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros .....</b>	<b>90</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Comentários Iniciais

O atual cenário competitivo demanda das empresas produtos de qualidade com baixo custo e tempo de entrega reduzido. Dentro deste contexto econômico, a implantação de sistemas *lean* de produção é uma alternativa para as empresas que buscam eliminar suas perdas e aumentar sua capacidade de competir no mercado (Lewis, 2000; Ohno, 1997; Womack et al., 1990; Womack e Jones, 1996). O sistema *lean* de produção, também conhecido como Sistema Toyota de Produção ou produção enxuta, teve sua origem na indústria automobilística, mas seus resultados fizeram que o mesmo fosse rapidamente disseminado em diferentes tipos de indústrias (Emiliani, 2006; Holweg, 2007; Soriano-Meier e Forrester, 2002; Womack e Jones, 1996).

Conforme Godinho Filho e Fernandes (2004), o projeto de implantação da metodologia *lean* pode seguir duas linhas de pensamento distintas. Autores como Lewis (2000), defendem que cada empresa deve considerar suas especificidades ao planejar a implantação da metodologia. Enquanto outra vertente de pensamento prega a existência de uma sequência de implantação ideal. Parry et al. (2010), por exemplo, propõem um processo de implantação constituído de quatro tarefas.

A realização de projetos complexos, como a implantação da metodologia *lean*, demanda atenção especial dos gestores. Jaafari (2001) ressalta a importância da gestão do projeto para este ser bem sucedido, em particular na implantação de novas metodologias (Burgess, 2005). Estudos realizados por Robertson e Williams (2006) indicaram que apenas 17% dos projetos foram concluídos dentro do escopo, tempo e custos previstos. Da mesma forma, McKinsey (2010), verificou que apenas 16% das empresas alcançaram as metas traçadas dentro do prazo estipulado.

Para aumentar a probabilidade de sucesso do projeto é importante a identificação dos riscos envolvidos e a gestão destes (Anderson et al., 1995; PMI, 2008). Conforme Kutsch e Hall (2010), a gestão de riscos possibilita aos gestores lidarem de forma efetiva com os riscos do projeto. O baixo percentual de sucesso associado ao ambiente competitivo faz com que a gestão de riscos ganhe relevância dentro da gestão de projetos (Ahmed et al., 2007) e da empresa como um todo, através de programas de ERM (*Enterprise Risk Management*) (Deloitte, 2011). Corroborando esses dados, Accenture (2011), verificou que, para 98% das empresas, a gestão de riscos aumentou em importância nos últimos dois anos, e 83% das

empresas planeja elevar seus investimentos para desenvolver sua capacidade na área de gestão de riscos.

A gestão de riscos deve considerar os fatores de risco de forma abrangente. Ward e Chapman (2003) afirmam que os riscos podem ser negativos, constituindo ameaças ao sucesso do projeto, assim como, positivos, na forma de oportunidades de melhoria para a empresa. Já Sanchez et al. (2009) e Fang e Marle (2012), acrescentam a importância de considerar a interação entre os fatores de risco para uma gestão de riscos efetiva.

Através da análise dos riscos, os gestores obtêm subsídios para tomada de decisões gerenciais melhores (Abt et al., 2010; Aven e Kristensen, 2005). A análise de riscos pode ser realizada utilizando ferramentas qualitativas, quantitativas, e mistas. Conforme Jogulu e Pansiri (2011), as ferramentas mistas são indicadas para estudos na área de gestão.

A aplicação da gestão de riscos em projetos de implantação da metodologia *lean* é importante para o sucesso destes. Porém, o estudo da literatura aponta uma lacuna nesta área, justificando o aprofundamento no tema.

## **1.2 Tema e Objetivos**

O tema desta dissertação é a gestão de riscos em projetos de implantação da metodologia *lean*, abordada a partir de análises qualitativas e quantitativas. Esse é um tema relevante, pois a metodologia *lean* é uma alternativa viável para competir no atual cenário econômico, e a gestão de riscos é importante em uma época de recursos limitados para investimentos. Ademais, há na literatura uma deficiência de trabalhos utilizando abordagem quantitativa para o tema.

Esta dissertação tem como objetivo principal desenvolver um método qualitativo e quantitativo para avaliar a probabilidade de sucesso e contribuir na implantação da metodologia *lean* considerando os riscos associados ao projeto, com vistas a maximizar a probabilidade de sucesso da implantação. Os objetivos secundários deste trabalho são: (i) identificar na literatura os fatores de risco ao sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*; (ii) identificar a intensidade de relacionamento entre os fatores de risco em projetos de implantação da metodologia *lean*; (iii) desenvolver algoritmo para estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*, baseado na condição e intensidade de relacionamento entre os fatores de risco ao sucesso de projetos de implantação da metodologia *lean*; (iv) desenvolver uma ferramenta de diagnóstico para a empresa avaliar sua situação atual frente os fatores de risco de um projeto de implantação da

metodologia *lean*; (v) avaliar o método proposto em uma empresa em fase de implantação da metodologia *lean*.

### **1.3 Justificativa do Tema e Objetivos**

Eliminar desperdícios e, assim, aumentar a produtividade e agilidade da empresa, é necessário dentro do contexto competitivo vigente. Bloom e Van Reenen (2010) ao estudarem a produtividade de empresas de 17 países posicionaram o Brasil em 14º lugar em um ranking de produtividade. Estudo de Saurín et al. (2010), apontou a necessidade de melhorar a produtividade como um dos principais motivos para implantação da metodologia *lean*. Porém, o percentual de sucesso verificado nos projetos de implantação dessa metodologia tem sido baixo (Badurdeen et al., 2011; Bhasin e Burcher, 2006; Boyle et al., 2011).

A disponibilidade limitada de recursos faz com que as empresas definam criteriosamente os projetos onde investir. Assim, a gestão de riscos ganha relevância no contexto empresarial (Arena et al., 2010; Deloitte, 2011; Olsen et al., 2011), especialmente em projetos de reorganização industrial, como a implantação da metodologia *lean*.

Aven (2012) e Xia e Chen (2011) defendem a utilização de ferramentas mistas, qualitativas e quantitativas, para a gestão de riscos. Fang e Marle (2012) ressaltam a importância de considerar a sinergia entre os fatores de risco, destacando que o fato é desconsiderado na maioria dos métodos de gestão de riscos.

A análise da literatura permitiu identificar uma carência de estudos referente à aplicação da gestão de riscos em projetos de implantação *lean*. Os artigos identificando os fatores de risco envolvidos em tais projetos não o fazem de forma holística, mas sim focados em áreas específicas, como por exemplo, a cadeia de suprimentos e a importância do suporte gerencial. Foi constatada, também, a necessidade de ferramentas que contribuam para uma gestão de risco mais efetiva, resultando na melhora do percentual de sucesso de implantação dos projetos da metodologia *lean*.

Considerando essas informações, fica caracterizada a atualidade, relevância e importância do tema e objetivos propostos, justificando a realização desta dissertação.

### **1.4 Método de Pesquisa**

Conforme Silva e Menezes (2001), este trabalho consiste em pesquisa de natureza aplicada, pois busca gerar conhecimento que pode ser imediatamente empregado em projetos de implantação da metodologia *lean*. O método proposto poderá ser utilizado na gestão do projeto para guiar a implantação da metodologia *lean* considerando os riscos envolvidos,

fornecendo aos gestores informações relevantes para tomada de decisões mais efetivas para o sucesso do projeto de implantação da metodologia.

A abordagem utilizada na pesquisa é qualitativa e quantitativa, uma vez que, qualitativamente, foram identificados na literatura os fatores de risco ao sucesso do projeto e foi avaliada a intensidade da relação entre estes. Posteriormente, esses dados foram utilizados em um algoritmo, quantitativo, para estimativa da probabilidade de sucesso. Adicionalmente, é utilizado um algoritmo de otimização para a definição de metas para os fatores de risco, considerando a importância estratégica do projeto de implantação definida pela empresa.

O objetivo da pesquisa é explicativo, pois, visa identificar os fatores de risco envolvidos em projetos de implantação da metodologia *lean*, e a partir destes estimar a probabilidade de sucesso do projeto, bem como, apresentar um modelo para otimizar a definição de metas associadas à situação dos fatores de risco.

Quanto ao procedimento, foi realizada pesquisa bibliográfica para levantamento dos fatores de risco ao sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*. Além disso, o estudo de caso em empresas implantando a metodologia foi utilizado para construção e avaliação do método proposto.

Esta dissertação foi realizada em oito etapas. Na primeira etapa foi realizada revisão da literatura sobre a implantação da metodologia *lean* e a gestão de riscos em projetos, resultando na identificação dos fatores de risco ao sucesso da implantação da metodologia *lean*.

A segunda etapa consistiu na identificação da intensidade de relacionamento entre os fatores de risco. Especialistas na metodologia *lean* avaliaram o impacto de cada fator de risco nos demais treze fatores de risco. A validação deste resultado foi realizada por outro grupo de especialistas em *lean*, que avaliaram a coerência dos resultados obtidos.

Na terceira etapa do trabalho, foi proposto modelo para estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*. Os fatores de risco e os valores resultantes da sinergia entre os fatores de risco identificados anteriormente foram modelados como um sistema série-paralelo. Utilizando preceitos da confiabilidade foi estimada a probabilidade de sucesso do projeto de implantação.

Na etapa seguinte, foi realizada a avaliação do modelo em empresas implantando a metodologia *lean*. Para esta avaliação, foram selecionadas três empresas de grande porte localizadas no sul do Brasil. Estas foram selecionadas devido ao corpo técnico qualificado, que possibilitaria a discussão dos resultados, e o acesso às empresas por parte dos pesquisadores.

Durante a quinta etapa, foi desenvolvida ferramenta para realizar o diagnóstico inicial da situação da empresa frente os fatores de risco. Para tanto, foi formulado um questionário considerando os 14 fatores de risco identificados, sendo utilizada a escala Likert nas respostas do questionário.

A sexta etapa consistiu na construção de modelo para definição de metas para a situação frente aos fatores de risco considerando a importância estratégica do projeto. Uma tabela com valores sugeridos de valor alvo para a probabilidade de sucesso baseada na importância estratégica do projeto para a empresa foi proposta e, através de entrevista não estruturada, a empresa definiu o valor alvo da probabilidade de sucesso. Baseado neste valor alvo de probabilidade de sucesso, foi utilizado um algoritmo de otimização para definição de metas para a situação frente os fatores de risco.

Na sétima etapa, foi estruturado um DSS (Sistema de Suporte à Decisão). Baseado nas etapas anteriores foi esquematizado a estrutura de DSS para fornecer informações relevantes aos gestores considerando os fatores de risco da implantação, para que, assim, possam tomar decisões mais efetivas em relação ao projeto de implantação da metodologia *lean*.

A etapa final consistiu em avaliação do DSS proposto. Este foi avaliado em uma empresa de grande porte situada no sul do Brasil. Esta empresa foi escolhida devido ao fácil acesso dos pesquisadores e capacidade técnica do quadro técnico da empresa, além da vontade da mesma em implantar a metodologia.

### **1.5 Delimitações do Trabalho**

A avaliação dos modelos propostos neste trabalho ficou restrita a empresas manufatureiras de grande porte. A aplicação destes modelos em empresas de pequeno e médio porte, bem como, de indústrias diferentes, necessita de estudos complementares. Ademais, o estudo foi realizado em número limitado de empresas de grande porte, sendo importante a avaliação em um maior número de empresas para generalizar as conclusões deste.

Este trabalho também considerou que o custo e o esforço necessário para atuar em qualquer um dos 14 fatores de risco eram o mesmo. A ponderação destes fatores para o cálculo de metas otimizadas para a situação dos fatores de risco é uma oportunidade para trabalhos futuros.

No terceiro artigo, a definição de plano de ação e o monitoramento deste não fazem parte do escopo deste trabalho, pois a literatura é bastante rica nestes temas.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo é apresentado o tema da dissertação e seus objetivos, bem como, a justificativa para o estudo destes. O capítulo também descreve o método utilizado para a pesquisa e as delimitações do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o primeiro artigo da dissertação. Através deste artigo foi realizado estudo da literatura para identificar os fatores de risco ao sucesso em projetos de implantação da metodologia *lean*. Ademais, os fatores de risco identificados foram avaliados quanto à abrangência (interna ou externa à empresa) e a natureza da atividade (primária ou de suporte), utilizando para tanto a análise de especialistas em *lean*.

O terceiro capítulo apresenta o segundo artigo, onde foi proposto um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia *lean*. A intensidade do relacionamento entre os fatores de risco foi identificada através da análise de especialistas em metodologia *lean*. Considerando a intensidade de relacionamento entre os fatores de risco e a situação da empresa frente os fatores de risco foi proposto um modelo para estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia.

No capítulo quatro, o terceiro artigo propõe um modelo de sistema de suporte à decisão para projetos de implantação da metodologia *lean*. O sistema de suporte à decisão parte de diagnóstico da empresa e, conforme a importância estratégica do projeto de implantação da metodologia *lean* para a empresa, propõe metas otimizadas para a situação dos fatores de risco. Possibilitando assim, a definição de ações e monitoramento destas visando o sucesso do projeto de implantação.

A figura 1 apresenta as etapas realizadas em cada artigo.

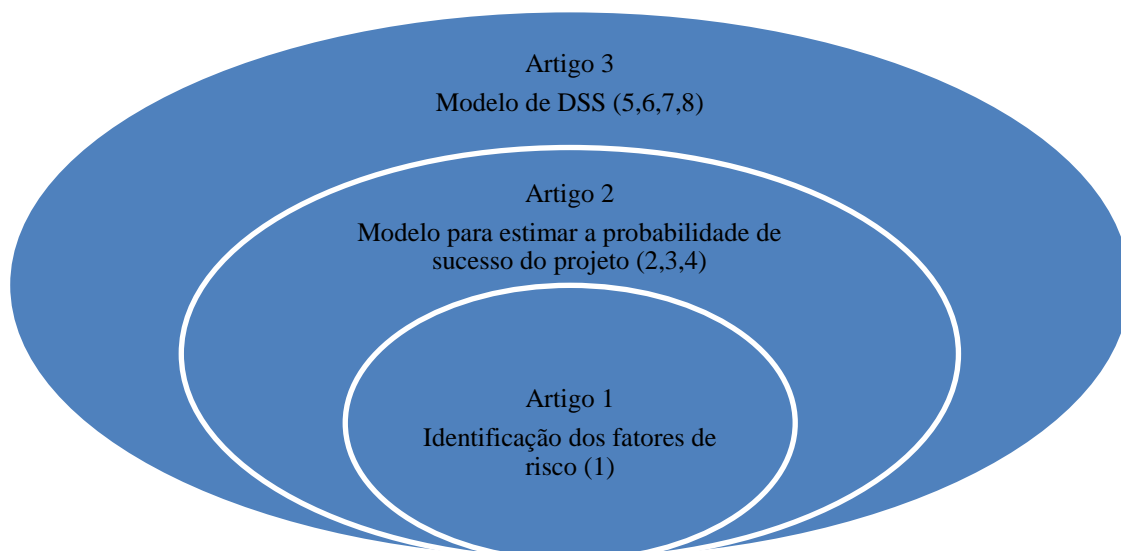


Figura 1 - Distribuição das etapas realizadas por artigo

O quinto capítulo engloba os comentários finais, neste são apresentadas as conclusões decorrentes do trabalho e são propostas sugestões de trabalhos futuros associados ao estudo realizado.

## 2. PRIMEIRO ARTIGO

### **Implantação de sistemas *lean* de produção: identificação e análise dos fatores de risco associados ao sucesso da implantação**

#### **Resumo**

O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão da literatura referente à implantação de sistemas *lean*, buscando identificar os principais fatores de risco para o sucesso da implantação da metodologia. Para tanto foi realizada varredura em bases eletrônicas de dados e a seguir realizada uma análise qualitativa destes fatores. A pesquisa encontrou 14 fatores críticos de sucesso ou fatores de risco. Através de análise qualitativa foi verificado que os fatores de risco estão associados a fatores internos e externos à empresa, bem como englobam atividades de natureza primária e de suporte da empresa.

**Palavras chave:** Sistemas *Lean*. Riscos de implantação. Gestão de riscos.

#### **Abstract**

The purpose of this paper is to present a review of lean system implementation literature in order to identify critical risks factors for a successful implementation. Electronic database of papers were researched and critical success factors identified, then a qualitative analysis of these factors was performed. The analysis revealed 14 risk factors or critical success factors for lean implementation. The qualitative evaluation showed the relation between the risk factors and both internal and external environment as well as the enterprise primary and support activities.

**Keywords:** Lean Manufacturing. Implementation risks. Risk management.

#### **1 - Introdução**

A exigência do mercado por produtos de melhor qualidade e custos mais baixos, bem como, tempos de entrega menores, fomentou a disseminação da implantação de sistemas *lean* de Produção. Holweg (2007) descreve a história deste processo desde seu início no Japão até sua aplicação global atual.



Os retornos advindos dos sistemas *lean*, em muitos casos, são necessários para manter a saúde financeira da empresa e permitir a liberação de recursos para serem investidos em diferentes áreas da empresa, conforme esclarece Lewis (2000). Estudo realizado por Bloom e Van Reenen (2010), verificou diferentes níveis de produtividade entre as empresas de diferentes países. Considerando o índice proposto, o Brasil posicionou-se em 14º entre as 17 nações estudadas. Isto ressalta a importância que as empresas brasileiras devem dar às iniciativas que visem ganhos de produtividade para competir no mercado mundial em melhores condições. Saurin et al. (2010) identificaram a necessidade de melhorar a produtividade como um dos principais motivos para empresas adotarem sistemas *lean*.

O projeto de implantação de um Sistema *Lean* deve receber atenção especial e ser cuidadosamente planejado. Robertson e Williams (2006) afirmam que somente 17% dos projetos concluídos atingiram os critérios de sucesso estipulados pelo escopo, tempo e custos; e, ainda, o custo médio excedeu em 189% o valor orçado. Egglestone e Sohal (1994) utilizaram indicadores para verificar a adesão das empresas implantando sistemas *lean* à estrutura deste, constatando que apenas 50% destas estavam no caminho da implantação de uma estrutura *lean* efetiva, e destas, somente 10% tinham a filosofia *lean* adequadamente instituída. Da mesma forma, Badurdeen et al. (2011), Baker (2002), Boyle et al. (2011) e O’Corribui e Corboy (1999), verificaram uma baixa taxa de sucesso na implantação de sistemas *lean*. Ademais, Jeyaraman e Teo (2010), ressaltam a necessidade de um planejamento criterioso para a implantação de iniciativas corporativas como sistemas *lean*.

Dentre os fatores importantes para o sucesso de um projeto está a correta e abrangente gestão dos riscos envolvidos segundo Anderson et al. (1995) e o PMI (2008). Os riscos podem ser negativos, ou seja, ameaças ao sucesso da implantação, bem como positivos (oportunidades), sendo importante considerar ambos quando da realização do plano de gerenciamento de riscos de acordo com Ward e Chapman (2003).

Este trabalho tem por objetivo analisar a literatura referente aos riscos em projetos, enfocando a implantação em sistemas *lean*. Em particular, identificar os principais fatores de risco ou fatores críticos para o sucesso da implantação desta.

O trabalho está estruturado da seguinte forma. Inicialmente é apresentado um referencial teórico sobre o tema. As duas primeiras seções englobam aspectos e características importantes sobre sistemas *lean* e sua implantação, bem como características da gestão de riscos em projeto e da gestão de projetos em si. Em seguida é apresentada a metodologia através da qual foram levantados e classificados os fatores de risco ou de sucesso para uma implantação bem sucedida. A seguir, são discutidos e apresentados os resultados encontrados.

Encerrando o artigo com as conclusões finais decorrentes do estudo e sugestão de trabalhos futuros.

## 2 – Sistemas *lean*

A Produção Enxuta ou sistemas *lean* tem sua origem na indústria automobilística, mas como Womack e Jones (1996), Soriano-Meier e Forrester (2002) e Emiliani (2006) ilustram, ela é aplicável diferentes tipos de indústria, inclusive na indústria de serviços.

Womack et al. (1990) identificaram cinco princípios para caracterizar sistemas *lean*, sendo estes, especificar valor, identificar o fluxo de valor, produzir em fluxo, utilizar produção puxada, e buscar a excelência.

Já Ahlström e Karlsson (2000), consideraram que os sistemas *lean* consistem de oito princípios, os quais são a eliminação de desperdícios, zero defeito, produção puxada, equipes multifuncionais, redução dos níveis hierárquicos, líderes de equipe, sistemas de informação verticais, e melhoria contínua.

Conforme Pettersen (2009), não há uma definição consensual sobre sistema *lean*. Este está bem definido somente em termos operacionais, sendo importante para a empresa que pretende implantar o mesmo reconhecer as diferentes perspectivas e definir claramente sua direção. Lewis (2000) e Papadopoulou et al. (2005) corroboram essas idéias, afirmando ser muito difícil definir precisamente sistemas *lean*.

Emiliani e Stec (2005) acrescentam a distinção que deve ser feita entre o real *lean* (a adoção do sistema *lean* em toda empresa com as necessárias adaptações, mas de forma consistente com os princípios *lean*) e a imitação *lean* (somente alguns princípios e práticas *lean* são implantados). Sendo que a implantação da imitação *lean* geralmente consome recursos financeiros e humanos com resultados insatisfatórios.

Godinho Filho e Fernandes (2004) identificaram duas vertentes de pensamento quanto à implantação de sistemas *lean*. Uma que sugere existir uma sequência de implantação ideal, e outra, que defende a especificidade da implantação conforme características da empresa.

Lewis (2000) corrobora com a visão de que cada empresa deverá seguir características únicas na implantação de sistemas *lean*. Já Parry et al. (2010), desenvolveram um método de implantação de sistemas *lean* consistindo de quatro tarefas, baseado nas competências centrais (*core competences*), analisar o mercado, tornar o fluxo de valor visível, analisar o valor ao cliente, e modelagem financeira.

Ahlström e Karlsson (1996) defendem a necessidade de alterações no sistema de gestão contábil da empresa durante a implantação de sistemas *lean*, pois, as métricas

tradicionais de produtividade vão afetar negativamente o processo de implantação num primeiro momento. Uma análise de diversos indicadores aplicados a sistemas *lean* em um ambiente industrial é feita por Sánchez e Pérez (2001).

A utilização de métricas não financeiras para dar suporte à implantação de sistemas *lean* é defendida por Fullerton e Wempe (2009), pois, estas teriam impacto direto na lucratividade da empresa. Bhasin (2008) ressalta a necessidade da definição de indicadores baseados numa visão holística, e que estes estejam alinhados com a estratégia da empresa, propondo a utilização um modelo de desempenho multidimensional dinâmico para implantação de sistemas *lean*.

### **3 – Riscos em projetos**

O PMI (2008) define risco como “um evento ou condição incerta que, se ocorrer, causará um efeito positivo ou negativo nos objetivos do projeto”.

Conforme Kutsch e Hall (2010), a gestão de riscos em projetos visa capacitar os gestores de projeto a gerir de forma efetiva as informações relacionadas aos riscos. Para Sanchez et al. (2009), a natureza dinâmica dos projetos deve ser considerada durante a gestão de riscos, devendo ser analisada as funções objetivo do projeto em suas interações com as variáveis do projeto.

A Tabela 1 ilustra os principais processos de gestão de riscos e suas etapas identificados por Kutsch e Hall (2010), correspondendo às visões do PMI (*Project Management Institute*), OGC (*Office of Government Commerce*) e APM (*UK Association for Project Management*).

Para Ward e Chapman (2003), o termo, gestão de riscos do projeto, não é o mais apropriado pelo fato da palavra risco estar associada a fatores negativos, eles propõem a substituição pelo termo, gestão de incertezas do projeto. Ademais, consideram que a gestão das oportunidades acaba sendo ignorada, visão compartilhada por Olsson (2007). Ward e Chapman (2003) ressaltam ainda que a gestão das incertezas não se resume somente à gestão dos riscos e oportunidades, mas também identificar e gerir as fontes de incerteza. Eles identificaram cinco aspectos que contribuem para a incerteza nos projetos, a variabilidade associada à estimativa dos parâmetros do projeto, a base de estimativa dos parâmetros do processo, o projeto e sua logística, objetivos e prioridades, e a relação entre *stakeholders*. Outra virtude da gestão das incertezas, segundo esses autores, é que esta leva à necessidade de entender e administrar variabilidades referentes ao ambiente organizacional que impactam sobre diferentes projetos na empresa.

Tabela 1 - Visão geral dos principais processos de gestão de risco

Principais etapas da gestão de risco em projetos	PMBOK- processo de gestão de risco do PMI	OGC - gestão de risco	PRAM-processo de gestão de risco da APM
Planejamento	Planejamento da gestão de risco	Contextualizar	Focar Definir
Identificação	Identificação dos riscos	Identificação dos riscos	Identificar Estruturar
Análise	Análise dos riscos	Avaliar-estimar Avaliar-avaliar estimativa	Estimar Avaliar
Resposta	Planejamento da resposta aos riscos Controle (e monitoramento) dos riscos	Planejar Implantar Comunicar	Planejar Responsabilizar Gerir

Fonte: Kutsch e Hall (2010)

Conforme Bannerman (2008), a visão de riscos, segundo a teoria da decisão, apresenta distribuições de probabilidade de resultados negativos ou positivos associados à uma decisão. Porém, muitas vezes o lado positivo do risco é ignorado.

Para Kristensen et al. (2006), existem três abordagens para lidar com o risco. A abordagem baseada no risco, a abordagem baseada na precaução, e a abordagem discursiva.

Fraser e Henry (2007) analisaram como empresas identificam os riscos. Um paralelo entre como os riscos de um projeto deveriam ser gerenciados e como são gerenciados, foi traçado por Kutsch (2008).

É importante, para a realização do planejamento do projeto, que os critérios de sucesso estejam definidos para reduzir o risco de falha conforme Guimarães e Bond (1996). Müller e Turner (2010) indicam que os critérios de sucesso de um projeto são variáveis, mas propõem alguns critérios que estão presentes na maioria dos empreendimentos. Por exemplo: satisfação do usuário final com o produto ou serviço; satisfação do fornecedor; satisfação da equipe de projeto; satisfação dos outros *stakeholders*; atingir as metas de desempenho do projeto; atingir os requisitos especificados; alcançar o propósito do projeto; satisfação dos clientes com o resultado do projeto; e a realização de novos negócios com o cliente.

Burgess et al. (2005) ilustram alguns aspectos importantes na gestão de projetos de implantação de novas metodologias. Já Hanisch et al. (2009), ressaltam o papel da gestão do conhecimento na implantação de novos projetos.

#### 4 – Metodologia

Este trabalho trata-se de pesquisa exploratória sobre os fatores de risco associados à implantação de sistemas *lean*. Para tanto, foi utilizada uma abordagem qualitativa, sendo o método de trabalho aplicado à revisão bibliográfica.

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas: (i) varredura horizontal de bases de dados online e identificação dos principais fatores de risco associados à implantação de sistemas *lean*; e (ii) classificação dos fatores de risco quanto a duas dimensões de análise, a saber: abrangência, e natureza da atividade associada; e a identificação das ameaças e oportunidades decorrentes dos fatores de risco.

A primeira etapa consistiu na varredura horizontal das bases de dados online Emerald, Science Direct, SciELO, e Springer. A pesquisa foi realizada utilizando as expressões constituídas pelas palavras chave: *lean implementation*, *toyota implementation*, *project risk management*, *risk management methodology*, e *project management*. As cinco expressões foram buscadas de forma independente, ou seja, para cada base de dados foram pesquisadas as cinco expressões. Foram considerados apenas artigos publicados em revistas e jornais científicos publicados a partir de 2005, sendo desconsiderados editoriais, sínteses de livros, livros, artigos publicados em conferências, dissertações e teses, pois estes estão sujeitos à avaliação menos rigorosa quando comparados às revistas e jornais científicos.

Os resultados apresentados pela base de dados foram ordenados pelo critério relevância da mesma, limitando-se a análise aos 200 primeiros resultados para cada expressão pesquisada. A seguir foram identificados os artigos aplicados ao setor de manufatura, escopo deste trabalho. Os resumos destes foram lidos e aqueles pertinentes ao objetivo deste trabalho analisados. Durante esta análise identificaram-se os principais fatores de risco ou fatores críticos para o sucesso do projeto de implantação de sistemas *lean*.

Depois de identificados os principais fatores de risco ou fatores críticos, a segunda etapa do trabalho classificou estes de acordo com duas dimensões. Abrangência, a fim de verificar se agentes externos teriam influência sobre o sucesso da implantação. E, natureza da atividade, para verificar a ligação dos fatores de risco com as atividades primárias e de suporte.

A classificação dos fatores de risco foi realizada por um grupo de especialistas com conhecimento e experiência na implantação da metodologia *lean*. Este foi constituído por profissionais com formação em engenharia, 60% deles pós-graduados e os demais concluindo seus mestrados, sendo três profissionais da academia e dois da indústria manufatureira.

Para proceder a classificação, foi apresentada aos especialistas uma lista com os fatores de risco e suas descrições. Baseado nesta lista foi solicitado aos mesmos para classificar os fatores como interno ou externo em relação à abrangência. Quanto à natureza da atividade, os especialistas classificaram os fatores de risco como relacionados às atividades primárias, de suporte, ou a ambas. Isto porque o fator de risco pode estar relacionado a ambas as atividades da empresa.

Depois de classificados, os resultados de cada especialista foram apresentados e discutidos conjuntamente. Assim, foi obtida uma classificação consensual para cada fator de risco quanto à abrangência e a natureza da atividade.

Por fim, baseado na literatura estudada, foram identificadas as ameaças e oportunidades dos fatores de risco. Para verificar a coerência e abrangência dos fatores de risco, foi realizado o cruzamento dos fatores identificados com os princípios *lean* enunciados por Ahlström e Karlsson (2000)

## **5 Fatores de Risco Identificados**

Os fatores de risco são ameaças ao sucesso da implantação. Conforme Aloini et al. (2007), a identificação dos fatores de risco na literatura pode ser dificultada pelos diferentes termos utilizados, como: fatores de risco, fatores críticos de sucesso, ou fatores de incerteza entre outros. A análise considerou todas essas variações, sendo utilizado o termo fatores de risco como padrão para agrupá-las.

A leitura dos resumos dos resultados das bases de dados gerou uma avaliação mais aprofundada de 161 artigos. Através da análise desta literatura foram identificados 14 fatores de risco associados à implantação de sistemas *lean* em 41 artigos. A Tabela 2 compila estes e suas referências.

### **5.1 Alinhamento estratégico.**

A implantação de sistemas *lean*, mais especificamente seus resultados e consequências, devem estar alinhados com a estratégia da empresa. Emiliani e Stec (2005) identificaram a falta de integração estratégica como um erro comum durante a implantação de sistemas *lean*. A aplicação de ferramentas *lean* deve gerar melhorias para toda empresa e seus usuários, não apenas produzir ganhos localizados. Sim e Rogers (2009) ressaltam que todas as iniciativas devem estar claramente relacionadas com a missão e metas da empresa.

### **5.2 Capacidade financeira.**

A empresa deve estar preparada para os custos de implantação do projeto. Estes podem variar conforme o porte e o nível das práticas já implantadas na empresa. Achanga et

al. (2006) citam a importância para o sucesso da implantação da disponibilidade de recursos para investimentos em treinamento e consultoria, bem como, para implantação de alterações.

Tabela 2 - Fatores de risco e referências

Fatores de Risco	Referências
1. Alinhamento estratégico	Emiliani e Stec (2005), Sim e Rogers (2009)
2. Capacidade financeira	Achanga et al. (2006)
3. Capacidade e qualidade dos fornecedores	Olsson (2007), Houshmand e Jamshidnezhad (2006), Mohammed et al. (2008), Soon e Udin (2011), Stavroulaki e Davis (2010), Boyle et al. (2011)
4. Rede de transportes	Arto et al. (2008), Sanchez-Rodriguez et al. (2010), Wu et al. (2006), Christopher et al. (2011)
5. Cultura organizacional	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Yamamoto e Bellgran (2010)
6. Comprometimento da alta diretoria	Gattiker e Carter (2010), Young e Jordan (2008), Zwikael (2008a, 2008b)
7. Comprometimento dos colaboradores	Achanga et al. (2006), Anand et al. (2009), Geraldi et al. (2010), Herron e Hicks (2008), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Olivella et al. (2008), Scherrer-Rathje et al. (2009), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006)
8. Liderança	Achanga et al. (2006), Emiliani e Stec (2005)
9. Treinamento	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Burduk e Chlebus (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Sawhney et al. (2010)
10. Comunicação	Aoki (2008), Atkinson et al. (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Karlsen (2010), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006)
11. Configuração do trabalho	Conti et al. (2006), Treville et al. (2006)
12. Autonomia dos colaboradores	Scherrer-Rathje et al. (2009)
13. Visão holística	Emiliani e Stec (2005), Mathaisel (2005), Olsson (2007)
14. Gestão do projeto	Bhasin e Burcher (2006), Camprieu et al. (2007), Emiliani e Stec (2005), Fullerton e Wempe (2009), Howell et al. (2010), Jeyaraman e Teo (2010), Kutsch (2008), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Papke-Shields et al. (2010), Scherrer-Rathje et al. (2009), Singh e Sharma (2009)

### 5.3 Capacidade e qualidade dos fornecedores

A implantação da filosofia *lean* envolve *stakeholders* externos à empresa, como por exemplo, fornecedores. Olsson (2007) ressalta a necessidade de entender como outras organizações afetam os objetivos do projeto. Tanto em termos de riscos como de oportunidades. Houshmand e Jamshidnezhad (2006) citam a importância da agilidade e eficiência da cadeia de suprimentos para a empresa. Mohammed et al. (2008) e Soon e Udin (2011) ressaltam os desafios de criar uma cadeia de suprimentos flexível, importante para a metodologia *lean*. Boyle et al. (2011) apontam o risco da quebra da cadeia de suprimento para

a empresa. Stavroulaki e Davis (2010) ressaltam que a estrutura da cadeia de suprimentos deve estar adequada às características do processo de produção.

#### **5.4 Rede de transportes.**

Arto et al. (2008) identificaram a existência de outros envolvidos no projeto que não empresas, com interesses que podem influenciar o resultado deste. Sanchez-Rodriguez et al. (2010) e Wu et al. (2006) apontam o risco gerado pelas regulações governamentais sobre o sistema logístico em termos de taxações, regulação, e integração dos modais. Christopher et al. (2011) identificam a infraestrutura de transportes como um risco para a empresa. Sanchez-Rodriguez et al. (2010) citam a ameaça logística decorrente dos congestionamentos nas vias.

#### **5.5 Cultura organizacional.**

Para Achange et al. (2006), a implantação de sistemas *lean* exige uma cultura organizacional de melhoria proativa, que aceite as mudanças, e que possua a habilidade para gerir ambientes diversos. Jeyaraman e Teo (2010) ressaltam a importância da mudança de atitude dos colaboradores advinda da metodologia. Bhasin e Burcher (2006) acrescentam a necessidade de fomentar os princípios *lean* também através da cadeia de valor. Conforme Marksberry et al. (2010), é importante entender porque a técnica existe, para assim, definir a cultura organizacional necessária.

Yamamoto e Bellgran (2010) sugerem que deve ser criado um ambiente que fomente a necessidade das melhorias decorrentes da implantação do sistema *lean*, para assim, transpor barreiras à implantação da metodologia.

#### **5.6 Comprometimento da alta diretoria.**

O comprometimento via suporte e participação da alta diretoria é fator chave para o sucesso de um projeto. Zwikael (2008a, 2008b) verificou que o suporte da alta diretoria está diretamente relacionado ao sucesso do projeto. Acrescenta ainda que este suporte adquire diferentes formas conforme características da empresa. Gattiker e Carter (2010) ressaltam a importância do comprometimento da alta diretoria para alcançar o comprometimento de outros *stakeholders* envolvidos. Enquanto Young e Jordan (2008), consideram o comprometimento da alta diretoria o fator crítico mais importante para o sucesso de um projeto.

#### **5.7 Comprometimento dos colaboradores.**

As médias e baixas gerências também são protagonistas no sucesso da implantação da metodologia *lean*. Scherrer-Rathje et al. (2009), Herron e Hicks (2008) e Sim e Rogers (2009) ressaltam o importante papel exercido pelas gerências para o sucesso do projeto. Worley e Doolen (2006) e Jeyaraman e Teo (2010) frisam a importância da função exercida pelos



gestores de envolver os colaboradores e disseminar a metodologia para o sucesso da implantação. Achanga et al. (2006) acrescentam que os gestores devem possuir as habilidades necessárias para realizar sua tarefa.

O sucesso na implantação está relacionado ao comprometimento de todos os *stakeholders* do projeto, não somente dos responsáveis pela gestão da empresa. Lam e Chua (2005) citam a falta de comprometimento e o conflito entre *stakeholders* como um fator que pode levar ao insucesso do projeto. Geraldi et al. (2010) ressaltam o importante papel que os *stakeholders* exercem na ocorrência de eventos inesperados durante a realização do projeto, exercendo função importante para o bom andamento do projeto.

Anand et al. (2009) e Olivella et al. (2008) ressaltam a importância do envolvimento das pessoas no processo de implantação de sistemas *lean*. A participação destas faz parte dos princípios *lean* e deve ser fomentada para assegurar o sucesso do projeto de implantação da metodologia e de sua continuidade.

### **5.8 Liderança.**

Emiliani e Stec (2005) verificaram que o comportamento das lideranças inconsistente com o apregoado pela metodologia, bem como, a falta de participação das lideranças, levam a resultados insatisfatórios na implantação de sistemas *lean*. Achanga et al. (2006) ressaltam que é função das lideranças facilitarem a integração de toda estrutura da empresa, além de fornecer uma visão e estratégia adequadas a uma implantação correta da metodologia.

### **5.9 Treinamento.**

Achanga et al. (2006) afirmam que as pessoas envolvidas no projeto devem possuir as habilidades necessárias à correta implantação do sistema *lean*. Assim como, o nível dos colaboradores da empresa deve ser adequado com as novas tecnologias a serem implantadas. Lam e Chua (2005) identificam como uma ameaça ao sucesso da implantação a falta ou nível insuficiente de conhecimento. Adicionam também a inaptidão de aprender com os erros como ponto que pode levar ao fracasso da implantação. Burduk e Chlebus (2006) acrescentam a relevância da expertise e habilidades dos gestores para o projeto de implantação.

O treinamento adequado na metodologia e suas ferramentas é fator primordial para o sucesso da implantação de um sistema *lean*. Este deve ser abrangente em termos de conteúdo e de envolvidos, bem como, ser efetivo. Jeyaraman e Teo (2010), Bhasin e Burcher (2006), Sawhney et al. (2010), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), e Lam e Chua (2005) ressaltam a importância do treinamento para efetivação da metodologia com sucesso.

### **5.10 Comunicação.**

A comunicação exerce papel fundamental em todo projeto conforme afirmam Sim e Rogers (2009). Para Worley e Doolen (2006), a comunicação deve ocorrer em duas vias entre os diferentes níveis, bem como, deve atingir a todas as áreas da empresa. Jeyaraman e Teo (2010) ressaltam que a comunicação é importante para informar o andamento do projeto, e divulgar as metas e prazos aos envolvidos na implantação da metodologia. Karlsten (2010) realça a função de reduzir a assimetria de informação que a comunicação realiza, além de contribuir para construir um ambiente colaborativo, respeitoso e de confiança entre os envolvidos no projeto. Aoki (2008) ressalta o papel da comunicação para disciplinar os colaboradores, bem como, o papel dos gerentes em facilitar comunicação intrafuncional. Atkinson et al. (2006) acrescentam que a falta de informação e ambiguidade nesta são fontes de incerteza que devem ser consideradas na elaboração do plano de gestão de riscos do projeto.

### **5.11 Configuração do trabalho.**

Treville et al. (2006) sugerem que a configuração do trabalho conforme a metodologia *lean* pode contribuir para o nível de motivação dos colaboradores. Porém, este grau de motivação pode ser limitado caso a configuração seja excessivamente *lean*. Conti et al. (2006) ressaltam que a metodologia *lean* em si não é estressante para os trabalhadores, mas o nível de stress é influenciado pelas decisões e comportamentos gerenciais.

### **5.12 Autonomia dos colaboradores.**

A participação dos colaboradores é parte do sistema *lean*. Scherrer-Rathje et al. (2009) identificaram a falta de autonomia ou a liberdade para os colaboradores realizarem mudanças necessárias no processo como um dos fatores críticos para o sucesso da implantação de sistemas *lean*.

### **5.13 Visão holística.**

Ao planejar e executar a implantação, a empresa e seu entorno devem ser considerados. Mathaisel (2005) cita a importância de ver a empresa como um todo durante a implantação a fim de evitar que certos setores sejam desconsiderados. Para Emiliani e Stec (2005), entender o sistema *lean* como algo restrito a manufatura, e não como um sistema de gestão, pode levar ao fracasso desta. Já Olsson (2007), ressalta a importância de desenvolver uma visão holística do projeto para execução do plano de gestão de risco.

### **5.14 Gestão do projeto.**

Papke-Shields et al. (2010) verificaram que o uso das técnicas de gestão de projeto está diretamente relacionado ao sucesso deste. Bhasin e Burcher (2006) identificaram a falta

de adequado sequenciamento das etapas de implantação da metodologia *lean* como um fator potencial para o fracasso do projeto.

A implantação da metodologia *lean*, conforme o grau de maturidade *lean* da empresa, envolverá um portfólio de projetos a serem realizados. As necessidades para implantação destes projetos pode diferir da expertise dominada pela empresa. As características de cada projeto do portfólio também devem ser consideradas. Para Howell et al. (2010), nem todos os projetos são iguais e, portanto, devem ser estruturados e geridos conforme suas peculiaridades.

Identificar o estado atual da empresa é importante para planejar a implantação do sistema *lean* e analisar sua viabilidade. Da mesma forma, ter consciência do estado futuro almejado é essencial para definir as metas de implantação e avaliar os benefícios esperados. Singh e Sharma (2009) relatam os benefícios para implantação de sistemas *lean* do mapeamento do fluxo de valor do estado atual e desejado.

Jeyaraman e Teo (2010) e Lam e Chua (2005) enfatizam a importância da definição de metas para o sucesso do projeto. Emiliani e Stec (2005) ressaltam que a definição de metas inadequadas pode levar ao fracasso do projeto. Mathaisel (2005) acrescenta que as metas devem abranger a empresa como um todo. Para Scherrer-Rathje et al. (2009), deve haver transparência na comunicação das metas de implantação do sistema *lean*. Para Fullerton e Wempe (2009), devem ser definidas métricas tanto financeiras como não financeiras devido às particularidades dos sistemas *lean*.

Para Scherrer-Rathje et al. (2009) e Olivella et al. (2008), a implantação deve ser monitorada continuamente, além disto, sugere que seja realizado o reconhecimento dos colaboradores pelas metas intermediárias atingidas. Jeyaraman e Teo (2010) acrescentam que um sistema de reconhecimento e premiação encoraja o envolvimento dos colaboradores.

Kutsch (2008) verificou que os gestores de projeto tendem a negar, evitar, ignorar e adiar a gestão dos riscos do projeto. Ademais, Camprieu et al. (2007), verificaram que há diferenças significativas na forma como as pessoas em diferentes sociedades percebem e avaliam o risco.

## **6 Análise dos dados**

Identificados os principais fatores de risco, estes foram classificados quanto a sua abrangência, e o nível da atividade relacionado. A Figura 1 ilustra as dimensões de análise propostas. As ameaças e oportunidades associadas aos fatores de risco foram identificadas através da bibliografia pesquisada.

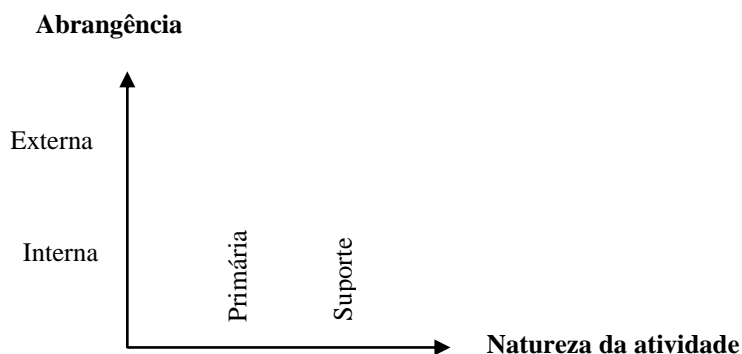


Figura 1 - Dimensões de análise propostas

### 6.1 Abrangência

Carr e Tah (2001), Hagigi e Sivakumar (2009), Lee et al. (2009), Dey (2010), Thun e Hoenig (2011), classificaram os fatores de risco como interno e externo. Interno quando relacionados ao ambiente interno da empresa, como por exemplo, atitudes e práticas organizacionais. E externo, quando relacionados ao ambiente externo à empresa, como por exemplo, questões legais e relativas aos outros participantes da cadeia produtiva. Os fatores de risco foram identificados quanto a sua abrangência conforme esta classificação.

Foram classificados 12 fatores como internos e 2 fatores como externos. A Tabela 3 ilustra o resultado da análise.

### 6.2 Natureza da Atividade

Achanga et al. (2006) afirmam que a implantação da metodologia *lean* é uma atividade estratégica que engloba atividades primárias e de suporte. As atividades primárias são: logística interna e externa, operações, marketing e vendas, e serviços. As atividades de suporte envolvem: infraestrutura, gestão de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia, e compras. Os fatores de risco foram classificados quanto à natureza da atividade conforme este critério, considerando a implantação da metodologia *lean* em toda a empresa.

Foi relacionado 1 fator de risco exclusivamente as atividades primárias, 6 exclusivamente as atividades de suporte, e 7 as atividades primária e de suporte concomitantemente. A Tabela 3 demonstra a distribuição destes.

Tabela 3 - Classificação dos fatores de risco quanto à abrangência e nível da atividade relacionada

Fatores de Risco	Abrangência		Natureza da atividade		Observações
	Interno	Externo	Primária	Suporte	
Alinhamento Estratégico	x			x	A estratégia da empresa deve ser formulada considerando fatores internos e externos a empresa. O alinhamento da implantação da metodologia <i>lean</i> com a estratégia da empresa é um fator interno à empresa. Este alinhamento deve ser assegurado e analisado pela alta gerência ou comitê responsável pela análise de investimentos conforme as características da firma.
Capacidade Financeira	x			x	A empresa deve projetar os fluxos de caixa associados e assegurar a disponibilidade no tempo da verba necessária ao projeto de implantação. Durante esta atividade interna a empresa, incertezas decorrentes de fatores externos, como taxas de juros, por exemplo, devem ser consideradas. Cabe a área financeira da empresa e a alta gerência analisar e validar as premissas utilizadas nos cálculos, e assegurar a execução do planejado/projetado.
Capacidade e qualidade dos fornecedores		x	x	x	A capacidade dos fornecedores de se adequarem a mudanças necessárias depende essencialmente de fatores internos a estes. Considerando que este fator de risco está associado à logística, a qualidade e ao setor de compras, há uma relação forte com atividades primárias e de suporte.
Rede de transportes		x	x	x	A política de infraestrutura da região e a legislação associada a esta foge do domínio da empresa. A logística da empresa será influenciada por esta, bem como a política de compra de insumos e matéria-prima (fornecedores próximos ou distantes, tamanho de lote).
Cultura organizacional	x		x	x	A cultura organizacional é intrínseca a empresa, permeando atividades primárias e de suporte.
Comprometimento da alta diretoria	x			x	A alta diretoria, como atividade de suporte, tem importante papel no suporte à implantação da metodologia. Sendo este fator de risco de abrangência interna, dependendo da empresa internamente assegurar tal comprometimento.
Comprometimento dos colaboradores	x		x	x	O comprometimento dos colaboradores está relacionado às ações da empresa voltadas para tal objetivo. Está ao alcance da empresa engajar seus colaboradores, focando naqueles envolvidos tanto nas atividades primárias como nas atividades de suporte para o sucesso da implantação.
Liderança	x		x	x	A empresa desenvolve e aplica o modelo de liderança, que deve ser adequado à implantação, e disseminado por toda empresa.
Treinamento	x			x	A empresa define as necessidades de treinamento, podendo centralizar a definição, contratação, e gestão deste vai RH.
Comunicação	x		x	x	O grau e a qualidade da comunicação são definidos através de como a empresa se comunica. Englobando todas as atividades da empresa.
Configuração do trabalho	x		x	x	Considerando a implantação da metodologia em toda a empresa, mudanças nas formas de trabalho ocorrerão em atividades primárias e de suporte.
Autonomia dos colaboradores	x		x		O grau de autonomia concedido aos colaboradores durante a implantação da metodologia será definido pela empresa. Considerando a aplicação desta em toda a empresa, irá afetar às atividades primárias e de suporte.
Visão holística	x			x	O planejamento e execução do projeto de implantação são formatados pela empresa, criando-se conforme a situação uma estrutura responsável pela mesma (via consultores ou responsável pelo <i>lean</i> ).
Gestão do projeto	x			x	A empresa define a metodologia que utilizará para gerir o projeto. Considerando a complexidade de um projeto de implantação da metodologia <i>lean</i> , uma estrutura deve ser formada.

### 6.3 Ameaças e oportunidades associadas aos fatores de risco

Hillson (2002), Ward e Chapman (2003) e Olsson (2007) ressaltam a importância da análise de riscos não se restringir às ameaças advindas dos fatores de risco, mas considerar também as oportunidades associadas. Baseado na pesquisa bibliográfica foram identificadas as ameaças e oportunidades associadas aos fatores de risco (Tabela 4).

Foi verificado que todos os fatores de risco constituem ameaças ao sucesso do projeto de implantação, mas também trazem oportunidades para as empresas explorarem. Por exemplo, a falta de alinhamento entre a implantação da metodologia e a estratégica da empresa é uma ameaça ao sucesso do projeto de implantação. Mas também uma oportunidade para rever a estratégia da empresa, ou mesmo formular uma, caso a empresa não tenha uma definida.

### 6.4 Relação entre fatores de risco e princípios *lean*

Ahlström e Karlsson (2000) identificaram oito princípios para a metodologia *lean*. Os 14 fatores de risco foram verificados quanto ao relacionamento com estes princípios.

A Tabela 5 apresenta para cada fator de risco qual o princípio *lean* fortemente relacionado. Por exemplo, o fator de risco capacidade e qualidade dos fornecedores, está fortemente relacionado com os princípios zero defeito e produção puxada, já que, a qualidade dos insumos fornecidos é essencial para a não ocorrência de defeitos, bem como, à fim de garantir a eficiência da produção puxada, o fornecimento destes no momento e quantidade necessárias é importante. É importante observar que todos os princípios *lean* enunciados por Ahlström e Karlsson (2000) estão relacionados a pelo menos três fatores de risco, o que confirma a abrangência da lista de fatores de risco. Ao mesmo tempo, excetuando-se alinhamento estratégico e gestão de projetos, todos os demais fatores de risco estão relacionados a algum princípio *lean*, o que confirma a coerência dos fatores listados.

Os fatores de risco alinhamento estratégico e gestão do projeto não foram diretamente relacionados a nenhum dos princípios *lean*. Isto decorre do fato destes estarem associados às fases de planejamento e implantação do projeto *lean*. Assim, alinhamento estratégico e gestão de projeto são necessários para o sucesso da implantação. A inclusão desses fatores justifica-se por questões operacionais associadas à implantação e não pelo fato deles suportarem algum princípio *lean*.

Tabela 4 - Ameaças e oportunidades associadas aos fatores de risco

Fatores de Risco	Ameaças	Oportunidades	Referências
Alinhamento estratégico	Objetivos da implantação da metodologia incoerentes com a visão e missão da empresa. Desmotivação e afastamento dos gestores e colaboradores em relação ao projeto de implantação da metodologia. Benefícios locais e não sistêmicos. Baixa priorização do projeto dentro da empresa.	Revisão da estratégia da empresa. Desdobramento das metas de implantação e de resultados em indicadores coerentes com a estratégia da empresa.	Emiliani e Stec (2005), Sim e Rogers (2009)
Capacidade financeira	Indisponibilidade ou insuficiência de verbas para investir em treinamento, qualificação e consultoria. Indisponibilidade ou insuficiência de verbas para investir em alterações ou melhorias na empresa necessárias para a implantação da metodologia. Atraso na implantação devido à indisponibilidade de verba no tempo adequado. Falta de capital de giro.	Revisão e otimização do orçamento da empresa. Priorização dos projetos conforme estratégia da empresa.	Achanga et al. (2006)
Capacidade e qualidade dos fornecedores	Inexistência de fornecedores. Inviabilidade de utilizar novas práticas logísticas. Problemas de entrega e fornecimento. Transferência de custos na cadeia de fornecimento inviabilizando fornecedores.	Integração com fornecedores. Formação de novas parcerias	Olsson (2007), Houshmand e Jamshidnezhad (2006), Mohammed et al. (2008), Soon e Udin (2011), Stavrulaki e Davis (2010), Boyle et al. (2011)
Rede de transportes	Alto custo logístico. Mudanças de legislação desfavoráveis. Infraestrutura de transportes deficiente.	Utilização de novos modais de transporte.	Arto et al. (2008), Sanchez-Rodriguez et al. (2010), Wu et al. (2006), Christopher et al. (2011)
Cultura organizacional	Restrição a mudança. Preceitos da metodologia em contraste com os da cultura organizacional.	Documentação do conhecimento tácito. Desenvolvimento de uma cultura proativa e aberta à mudança. Desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua.	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Yamamoto e Bellgran (2010)
Comprometimento da alta diretoria	Desconfiança ou desconhecimento em relação à metodologia. Metas da alta diretoria desvinculadas do projeto de implantação ou dos resultados esperados. Priorização de outras atividades. Falta de comprometimento em divulgar e suportar o projeto de implantação.	Aproximação da alta diretoria dos outros níveis hierárquicos e suas realidades. Motivação e engajamento dos colaboradores.	Gattiker e Carter (2010), Young e Jordan (2008), Zwikael (2008a, 2008b)
Comprometimento dos colaboradores	Falta de interesse dos colaboradores. Desconhecimento da metodologia.	Engajamento dos colaboradores à empresa. Geração de novos conhecimentos. Motivação dos colaboradores.	Achanga et al. (2006), Anand et al. (2009), Galdi et al. (2010), Herron e Hicks (2008), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Olivella et al. (2008), Scherrer-Rathje et al. (2009), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006)
Liderança	Liderança autoritária e centralizadora. Modelo de liderança com preceitos contrários a metodologia.	<i>Empowerment</i> dos colaboradores. Desenvolvimento de um modelo de liderança participativo. Difusão da	Achanga et al. (2006), Emiliani e Stec (2005)

---

		estratégia da empresa.	
Treinamento	Indisponibilidade de especialistas no método. Qualidade dos especialistas disponíveis e acessíveis. Abrangência do treinamento dentro da empresa. Metodologia de treinamento empregada. Baixa qualificação dos colaboradores. Falta de participação dos colaboradores.	Colaboradores com novas habilidades. Qualificação de forma abrangente dos colaboradores da empresa. Motivação dos colaboradores. Atração de novos colaboradores. Utilização de técnicas científicas.	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Burduk e Chlebus (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Sawhney et al. (2010)
Comunicação	Comunicação intrafuncional deficiente. Abrangência limitada. Falta de divulgação das metas, objetivos, resultados e estratégia. Comunicação unidirecional.	Melhoria da comunicação dentro da empresa. Difusão da estratégia da empresa. Criação de ambiente colaborativo, respeitoso e de confiança. Comunicação das metas e resultados da empresa.	Aoki (2008), Atkinson et al. (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Karlsen (2010), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006)
Configuração do trabalho	Geração de conflitos e desmotivação dos colaboradores. Estresse dos colaboradores. Inviabilização do método devido à utilização de premissas equivocadas.	Motivação dos colaboradores. <i>Empowerment</i> dos colaboradores.	Conti et al. (2006), Treville et al. (2006)
Autonomia dos colaboradores	Falta de qualificação dos colaboradores. Insegurança das lideranças. Status quo contrário à autonomia dos colaboradores.	Maior participação dos colaboradores. <i>Empowerment</i> dos colaboradores.	Scherrer-Rathje et al. (2009)
Visão holística	Entendimento da metodologia como restrito a área de manufatura. Desconsideração do impacto da metodologia e sua interação com todas as áreas da empresa.	Visualização da empresa como um todo. Identificação de oportunidades de melhoria em todas as áreas.	Emiliani e Stec (2005), Mathaisel (2005), Olsson (2007)
Gestão do projeto	Desconsideração de peculiaridades do projeto de implantação na empresa. Não utilização de uma metodologia de gestão de projeto na implantação da metodologia. Negar, evitar ou ignorar os riscos do projeto de implantação. Definição de metas inadequadas. Definição somente de métricas financeiras para o projeto de implantação. Falta de definição do estado futuro ou critérios de sucesso do projeto. Falta de definição de metas intermediárias e monitoramento destas para o projeto de implantação da metodologia.	Utilização de metodologias de gestão de projetos na empresa. Analise o estado atual e definição do estado futuro almejado para a empresa, e divulgação deste. Utilização de métricas financeiras e não financeiras na empresa.	Bhasin e Burcher (2006), Camprieu et al. (2007), Emiliani e Stec (2005), Fullerton e Wempe (2009), Howell et al. (2010), Jeyaraman e Teo (2010), Kutsch (2008), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Papke-Shields et al. (2010), Scherrer-Rathje et al. (2009), Singh e Sharma (2009)

---



Tabela 5 - Relação entre fatores de risco e princípios *lean*

		Fatores de risco													
		Alinhamento estratégico	Capacidade financeira	Capacidade e qualidade dos fornecedores	Rede de transportes	Cultura organizacional	Comprometimento da alta diretoria	Comprometimento dos colaboradores	Liderança	Treinamento	Comunicação	Configuração do trabalho	Autonomia dos colaboradores	Visão holística	Gestão do projeto
Princípios <i>lean</i>	Eliminação de desperdícios					x	x	x	x	x		x		x	
	Zero defeito	x	x	x				x	x	x					x
	Produção puxada			x	x							x			
	Equipes multifuncionais	x				x		x		x		x	x		
	Redução dos níveis hierárquicos					x	x					x	x		
	Líderes de equipe	x				x	x		x					x	
	Sistemas de informação vertical					x						x	x		
	Melhoria contínua	x				x	x	x	x	x				x	x

x – fortemente relacionados

## 7 Discussão dos resultados

Através da revisão bibliográfica foram identificados 14 fatores de risco. Foi verificada a importância do comprometimento dos envolvidos, da utilização de técnicas de gestão para o projeto, da comunicação, da capacidade financeira da empresa, da capacidade dos envolvidos, e da cultura organizacional.

A análise de abrangência permite verificar que o sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* não está restrito ao ambiente interno da empresa. O projeto de implantação deve ser motivado e condizente com a estratégia da empresa, que por sua vez deve considerar as características de seu mercado alvo. Deve considerar também o impacto sobre os outros agentes da cadeia produtiva, tanto em termos financeiros como técnicos, pois o objetivo desta

não é transferir custos para outros agentes da cadeia. Da mesma forma, deve ser avaliada a necessidade de novos agentes, como por exemplo, operadores logísticos e fornecedores com características que permitam concretizar a metodologia.

O ambiente interno apresentou o maior número de fatores de risco ao sucesso da implantação de sistemas *lean*. Foi verificado o papel importante das pessoas dentro do projeto de implantação. Isto ressalta a importância das habilidades humanas (*soft skills*) que os responsáveis pela implantação devem possuir, além das habilidades técnicas referentes à metodologia em si e a gestão de projetos.

A Figura 2 ilustra a distribuição dos fatores de risco considerando sua abrangência e nível da atividade relacionado. Verifica-se que os fatores externos levantados estão relacionados tanto às atividades de natureza primária como de suporte, demonstrando a importância dos agentes externos para a efetiva operacionalização da metodologia. Observa-se também a incidência do maior número de fatores dentro do quadrante de abrangência interna e nível da atividade suporte. Isto ressalta a importância do projeto de implantação considerar a empresa como um todo, não somente a área produtiva.

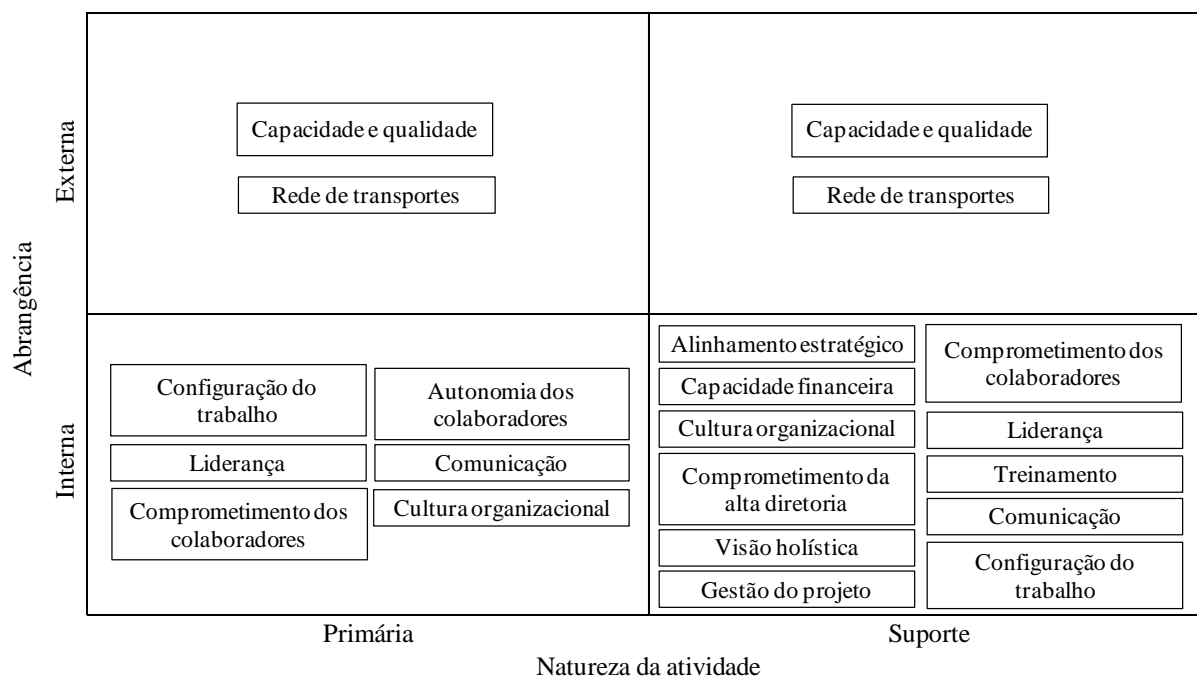


Figura 2 - Análise bidimensional dos fatores de risco quanto à abrangência e natureza da atividade

Os fatores de risco são ameaças ao sucesso da implantação da metodologia, mas também proporcionam oportunidades de ganho às empresas conforme mostrado pela Tabela 4. Esta pode melhorar seu sistema de gestão através de uma revisão estratégica, priorizar investimentos essenciais, bem como adequar sua cultura organizacional a uma nova situação de mercado. Da mesma forma, a implantação da metodologia pode fomentar a utilização de

novas técnicas de gestão e liderança, contribuindo para o *empowerment* dos colaboradores e da empresa como organização.

A avaliação dos fatores de risco frente os princípios *lean* constatou a consistência e abrangência dos fatores de risco identificados. Doze dos fatores estão relacionados a dois ou mais princípios, enquanto os dois fatores de risco restantes, estão relacionados à aspectos operacionais importantes para a implantação do projeto.

## **8 – Conclusões**

As empresas têm recorrido à implantação de sistemas *lean* como forma de melhorar sua competitividade no mercado (Saurin et al., 2010). Este trabalho teve por objetivo revisar a literatura referente à implantação de sistemas *lean* com enfoque em seus fatores de risco, buscando identificar fatores críticos para o sucesso da implantação da metodologia.

O trabalho foi realizado em duas etapas. Inicialmente foram pesquisadas bases de dados online e identificados os fatores críticos para a implantação de sistemas *lean*. A seguir estes fatores foram analisados conforme duas perspectivas, a abrangência destes, e a natureza da atividade relacionada ao fator de risco. Ademais foram identificadas na literatura as ameaças e oportunidades associadas aos fatores de risco, bem como, se os fatores de risco estavam fortemente relacionados com os princípios *lean*.

Foram identificados 14 fatores de risco para o sucesso da implantação da metodologia. Observou-se a importância do envolvimento das pessoas, a necessidade de adequar a cultura organizacional, bem como da capacidade técnica necessária para implantar com sucesso a metodologia.

Verificou-se também a importância do projeto de implantação ser adequadamente planejado, e considerar os riscos do projeto. Ponderando tanto o ambiente interno à empresa como o externo. Bem como, considerar o projeto de implantação da metodologia *lean* englobando as atividades de natureza primária e de suporte da empresa.

Ademais, os fatores de risco, além de ser uma ameaça ao sucesso do projeto de implantação da metodologia, também proporcionam oportunidades de ganhos e melhorias que devem ser avaliados pelos gestores da empresa. Já a análise da relação dos fatores de risco com os princípios *lean*, constatou a consistência dos fatores de risco.

Como oportunidades de trabalhos futuros os fatores de risco identificados podem ser utilizados para formular uma ferramenta de diagnóstico a ser utilizada antes da iniciada a implantação, a fim de verificar quão adequada a empresa está para o método, ou durante a implantação para avaliar o andamento desta e priorizar ações. Da mesma forma, baseado nos

fatores de risco identificados, desenvolver uma ferramenta de gestão de riscos específica à implantação de sistemas *lean*.

## REFERÊNCIAS

- ACHANGA P. et al. Critical Success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-471, 2006.
- AHLSTRÖM, P. KARLSSON C. Change processes towards lean production: The role of the management accounting system. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 11, p. 42-56, 1996.
- AHLSTRÖM, P. KARLSSON C. Sequences of manufacturing improvement initiatives: the case of delaying. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 11, p. 1259-1277, 2000.
- ALOINI et al. Risk management in ERP project introduction: review of the literature. **Information & Management**, v. 44, n. 6, p. 547 -567, 2007.
- ANAND G. et al. Selection of lean manufacturing systems using the analytic network process – a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 2, p. 258-289, 2009.
- ANDERSON E.S. et al. **Goal-directed Project Management: Effective Techniques and Strategies**, second ed., PriceWaterhouse Coopers, Bournemouth, 1995.
- AOKI K. Transferring Japanese kaizen activities to overseas plants in China. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 6, p. 518-539, 2008.
- ARRTO K. et al. Project strategy: strategy types and their contents in innovation projects. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 1, p. 49-70, 2008.
- ATKINSON R. et al. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management. **International Journal of Project Management**, v. 24, p. 687-698, 2006.
- BADURDEEN F. et al. An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for lean transformations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 1, p. 46-65, 2011.
- BAKER, P. Why is lean so far off? **Works Management**, p. 1-4, 2002.
- BANNERMAN P. L. Risk and risk management in software projects: A reassessment. **Journal of Systems and Software**, v. 81, n. 12, p. 2118-2133, 2008.
- BHASIN S. Lean and performance measurement. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 5, p. 670-684. 2008.

- BHASIN S. BURCHER P. Lean viewed as a philosophy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n.1, p. 56-72, 2006.
- BLOOM N. VAN REENEN J. Why Do Management Practices Differ across Firms and Countries? **Journal of Economic Perspectives**, v. 24, n. 1, p. 203–224, 2010.
- BOYLE T. et al. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 5, 2011.
- BURDUK A., CHLEBUS E. Variant simulation in design and risk estimation of manufacturing system. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 448-459, 2006.
- BURGESS T.F. et al. Organisational self-assessment and the adoption of managerial innovations. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 2, p. 98-112, 2005.
- CAMPRIEU R. et al. ‘Cultural’ differences in project risk perception: An empirical comparison of China and Canada. **Journal of Project Management**, v. 25, n. 7, p. 683–693, 2007.
- CARR V., TAH J.H.M. A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. **Advances in Engineering Software**, v. 32, n. 10, p. 847-857, 2001.
- CHRISTOPHER M. et al. Approaches to managing global sourcing risk. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n.2, p. 67-81, 2011.
- CONTI et al. The effects of lean production on worker job stress. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 9, p. 1013-1038, 2006.
- DEY P.K. Managing project risk using combined analytic hierarchy process and risk map. **Applied Soft Computing**, v. 10, n.4, p.990-1000, 2010.
- EGGLESTONE A. SOHAL A. S. Lean Production: Experience among Australian Organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 11, p. 35-51, 1994.
- EMILIANI M.L. Origins of lean management in America The role of Connecticut businesses. **Journal of Management History**, v. 12, n. 2, p. 167-184, 2006.
- EMILIANI M.L., STEC D.J. Leaders lost in transformation. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 26, n. 5, p. 370-387, 2005.
- FRASER I., HENRY W. Embedding risk management: structures and approaches. **Managerial Auditing Journal**, v. 22, n. 4, p.392-409, 2007.

- FULLERTON R. R., WEMPE W. F. Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 3, p. 214-240, 2009.
- GATTIKER T. F., CARTER C.R. Understanding project champions' ability to gain intra-organizational commitment for environmental projects. **Journal of Operations Management**, v. 28, n. 1, p. 72-85, 2010.
- GERALDI et al. The Titanic sunk, so what? Project manager response to unexpected events. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 6, p. 547–558, 2010.
- GODINHO FILHO M., FERNANDES F.C.F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 1, p. 1-19, 2004.
- GUIMARÃES T., BOND W. Empirically assessing the impact of business process reengineering on manufacturing firms. **Gestão & Produção**, v. 3, n. 1, p. 8-32, 1996.
- HAGIGI M., SIVAKUMAR K. Managing diverse risks: An integrative framework. **Journal of International Management**, v. 15, n. 3, p.286-295, 2009.
- HANISCH B. et al. Knowledge Management in project environments. **Journal of Knowledge Management**, v. 13, n. 4, p. 148-160, 2009.
- HERRON C., HICKS C. The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 4, p. 524–531, 2008.
- HILLSON D. Extending the risk process to manage opportunities. **International Journal of Project Management**, v. 20, n. 3, p. 235-240, 2002.
- HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 420–437, 2007.
- HOUSHMAND M., JAMSHIDNEZHAD B. An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 22, n.1, p. 1-16, 2006.
- HOWELL et al. A project contingency framework based on uncertainty and its consequences. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 256-264, 2010.
- JEYARAMAN, K. TEO L. K. A conceptual framework for critical success factors of lean Six Sigma: Implementation on the performance of electronic manufacturing service industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 191-215, 2010.

- KARLSEN J.T. Project owner involvement for information and knowledge sharing in uncertainty management. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 3, n. 4, p. 642-660, 2010.
- KRISTENSEN V. et al. A new perspective on Renn and Klinke's approach to risk evaluation and management. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 91, n. 4, p. 421-432, 2006.
- KUTSCH E. The effect of intervening conditions on the management of project risk. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 4, p. 602-610, 2008.
- KUTSCH E., HALL M. Deliberate ignorance in project risk management. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 245-255, 2010.
- LAM W., CHUA A. The mismanagement of knowledge management. **Aslib Proceedings**, v. 57, n. 5, p. 424-433, 2005.
- LEE E. et al. Large engineering project risk management using a Bayesian belief network. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3, p. 5880-5887, 2009.
- LEWIS M.A. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 959-978, 2000.
- MARKSBERRY P. et al. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 6, p. 670-686, 2010.
- MATHAISEL D.F.X. A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (MRO) enterprise. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 8, p. 623-644, 2005.
- MÜLLER R., TURNER R. Leadership competency profiles of successful project managers. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 5, p. 437-448, 2010.
- MOHAMMED I.R. et al. Creating flex-lean-agile value chain by outsourcing: An ISM-based interventional roadmap. **Business Process Management Journal**, v. 14, n.3, p. 338-389, 2008.
- OLIVELLA J. et al. Work organisation practices for lean production. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 7, p. 798-811, 2008.
- OLSSON R. In search of opportunity management: Is the risk management process enough? **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 8, p. 745-752, 2007.
- PAPADOPOULOU T.C. et al. Leanness: experiences from the journey to date. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 16, n. 7, p. 784-807, 2005.

- PAPKE-SHIELDS K.E. et al. Do project managers practice what they preach, and does it matter to project success? **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 7, p. 650–662, 2010.
- PARRY G. et al. Lean competence: integration of theories in operations management practice. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 3, p. 216-226, 2010.
- PETTERSEN J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, v. 21, n. 2, p. 127-142, 2009.
- PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)**, Fourth edition, 2008.
- ROBERTSON, S. WILLIAMS, T. Understanding project failure: using cognitive mapping in an insurance project. **Project Management Journal**, v. 37, n. 4, p. 55-71, 2006.
- SÁNCHEZ A.M., PÉREZ M.P. Lean indicators and manufacturing strategies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 11, p. 1433-1451, 2001.
- SANCHEZ H. et al. Risk management applied to projects, programs, and portfolios. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 1, p. 14-35, 2009.
- SANCHEZ-RODRIGUES V. et al. Evaluating the causes of uncertainty in logistics operations. **International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 45-64, 2010.
- SAURIN T. et al. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.
- SAWHNEY R. et al. A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 7, p. 832-855, 2010.
- SCHERRER-RATHJE M. et al. Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. **Business Horizons**, v. 52, n. 1, p. 79-88, 2009.
- SINGH B., SHARMA S.K. Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm. **Measuring Business Excellence**, v. 13, n. 3, p. 58-68, 2009.
- SIM K. L., ROGERS J. W. Implementing lean production systems: barriers to change. **Management Research News**, v. 32, n. 1, p. 37-49, 2009.
- SOON Q. H., UDIN Z. M. Supply chain management from the perspective of value chain flexibility: an exploratory study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p.506-526, 2011.



- SORIANO-MEIER H., FORRESTER P.L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p. 104-109, 2002.
- STAVRULAKI E., DAVIS M. Aligning products with supply chain processes and strategy. **International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 127-151, 2010.
- THUN J., HOENIG D. An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 242-249, 2011.
- TREVILLE S. et al. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 2, p. 99–123, 2006.
- WARD S., CHAPMAN C. Transforming project risk management into project uncertainty management. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 2, p. 97-105, 2003.
- WOMACK, J.P. JONES, D.T., **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**, Simon & Schuster, London, 1996.
- WOMACK, J.P. et al. **The machine that changed the world**. New York: MacMillan, 1990.
- WORLEY J.M., DOOLEN T.L. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. **Management Decision**, v. 44, n. 2, p. 228-245, 2006.
- WU T. et al. A model for inbound supply risk analysis. **Computers in industry**, v. 57, n.4, p. 350-365, 2006.
- YAMAMOTO Y., BELLGRAN M. Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. **Assembly Automation**, v. 3, n. 2, p. 124-130, 2010.
- YOUNG R., JORDAN E. Top management support: Mantra or necessity? **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 7, p. 713–725, 2008.
- ZWIKAEL O. Top management involvement in project management. Exclusive support practices for different project scenarios. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 3, p. 387-403, 2008a.
- ZWIKAEL O. Top management involvement in project management. A cross country study of the software industry. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 4, p. 498-511, 2008b.

### 3. SEGUNDO ARTIGO

## **Proposição de um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia *lean***

### **Resumo**

A gestão dos riscos envolvidos em projetos de implantação da metodologia *lean* é importante para reverter o baixo percentual de sucesso encontrado em tais projetos. Este artigo apresenta três contribuições principais ao tema: (i) identificação dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia; (ii) levantamento da intensidade do relacionamento entre os fatores identificados; e (iii) algoritmo para a estimativa da probabilidade de sucesso de projetos de implantação da metodologia *lean*, baseado na condição dos fatores e intensidade do relacionamento entre eles. O modelo proposto foi baseado na revisão da literatura e na opinião de especialistas da academia e da indústria. Ele utiliza preceitos de confiabilidade, onde os fatores de risco são modelados em um sistema série-paralelo. O modelo, testado em três empresas, apresentou resultados coerentes com as incertezas e riscos destes projetos. Identificou também os fatores de risco críticos para o projeto considerando a sinergia entre os fatores.

**Palavras chave:** Sistemas *Lean*. Riscos de implantação. Gestão de riscos.

### **Abstract**

The risk management is important to achieve a successful lean methodology implementation and avoid the low success rate found in such projects. This paper presents three main contributions to the subject: (i) identification of the risk factors in projects of lean methodology implementation, (ii) intensity of the relationship between the factors identified, and (iii) algorithm for estimating the probability of successful implementation for lean methodology projects, based on the condition of the factors and intensity of the relationship between them. The proposed model was based on literature review and expert opinion from academia and industry. It uses principles of reliability, in which the risk factors are modeled in a series-parallel system. The model tested in three companies, showed results consistent with the uncertainties and risks of these projects. It also identified the critical risk factors for project success considering the synergy between the factors.

**Keywords:** Lean Manufacturing. Implementation risks. Risk management.

## 1. Introdução

A desaceleração da economia, o aumento da competição, a incapacidade de inovar e atender as necessidades dos clientes, e a falha da tecnologia/sistema, estão entre os principais riscos que as empresas terão pela frente conforme AON (2011). De acordo com FT (2010), 62% dos executivos consideraram suas empresas como não efetivas ou moderadamente efetivas em integrar informações de risco em suas decisões gerenciais, sendo que esse valor alcança 74% para a indústria manufatureira.

Para Abt et al. (2010) e Aven e Kristensen (2005), a análise de risco deve prover suporte às decisões gerenciais. Deloitte (2009) verificou que, para 82% das empresas, a área de gestão de riscos devia formalmente aprovar novos produtos, e em 64% das empresas deveria aprovar a entrada em novos negócios. Ernst e Young (2010) apresentam resultados indicando que 60% das empresas da indústria financeira realizaram mudanças nas suas estruturas e processos de gestão de risco. Isso ressalta a importância da gestão de risco e contribui para o crescente interesse na disciplina, conforme identificado por Arena et al. (2010).

Ainda conforme os mesmos autores, a análise de riscos pode ser realizada utilizando ferramentas qualitativas, quantitativas, ou utilizando métodos mistos. Jogulu e Pansiri (2011) ressaltam os benefícios de utilizar os métodos mistos em pesquisas na área de gestão.

A gestão de riscos é importante quando ocorrem mudanças estruturais e organizacionais, já que estas são atividades complexas. McKinsey (2010) verificou que 43% das empresas que realizaram mudanças organizacionais subestimaram o tempo necessário de implantação. Constatando também que apenas 16% das empresas atingiram completamente os resultados esperados dentro do tempo estipulado.

Ao implantar a metodologia *lean* a empresa deve estar ciente e preparada para os riscos associados. Badurdeen et al. (2011), Bhasin e Burcher (2006) e Boyle et al. (2011) ressaltam o baixo percentual de sucesso na implantação de sistemas *lean*. Assim, é importante que a empresa gerencie os riscos durante a implantação da metodologia *lean*. Este trabalho tem por objetivo a proposição de um modelo que estabeleça os relacionamentos entre os fatores de risco indicando a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia. Esse modelo pode auxiliar na avaliação qualitativa e quantitativa de projetos de

implantação da metodologia *lean*, fornecendo subsídios para decisões gerenciais durante o projeto de implantação.

O modelo desenvolvido utiliza alguns conceitos da teoria de confiabilidade. Assim, inicialmente é apresentada uma revisão sobre sistemas série-paralelo e sobre os elementos importantes na avaliação do grau *lean* de uma organização. A seguir é apresentada a metodologia utilizada para a realização do trabalho. A seção 5 apresenta a construção do modelo, caracteriza as empresas onde foi realizado o estudo de caso, os resultados e a análise dos mesmos. Por fim, a seção 6 apresenta as conclusões finais do trabalho.

## 2. Sistema série-paralelo

Sistema é um conjunto de componentes conectados através de um projeto, que vise realizar uma função predeterminada. Considerando os preceitos de confiabilidade, os sistemas em série são caracterizados pelo fato da falha de um componente resultar na falha total do sistema, enquanto nos sistemas em paralelo, a falha total do sistema só ocorrerá se todos os componentes falharem (Fogliatto e Ribeiro, 2009; Kuo e Zuo, 2003; Krishna e Sharma, 2008; Rausand e Hoyland, 2004). A Figura 1 ilustra os diagramas de confiabilidade referentes a sistemas série e paralelo, sendo  $i=1,2,\dots,n$ .

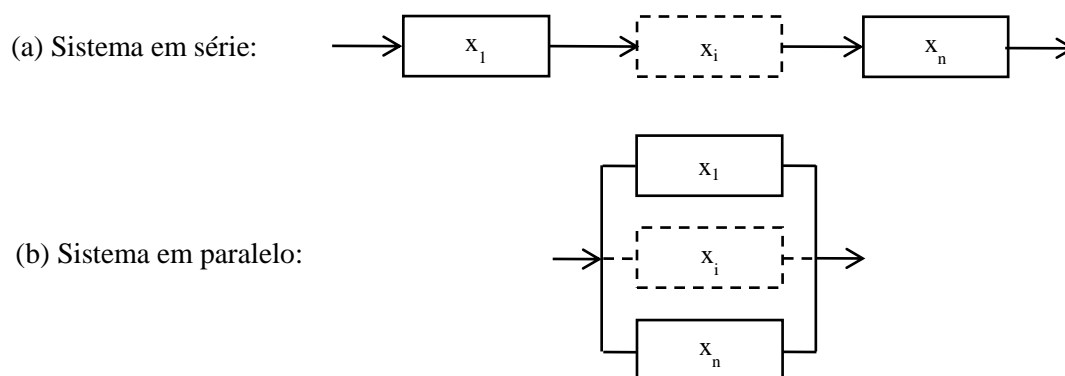


Figura 1 - (a) sistema em série e (b) sistema em paralelo. Fonte: Elsayed (1996)

Um sistema série-paralelo consiste em um arranjo de  $n$  subsistemas em série, cada um deles contendo  $m$  unidades em paralelo. A Figura 2 representa um sistema série-paralelo, sendo  $i=1,2,\dots,m$  e  $j=1,2,\dots,n$ .

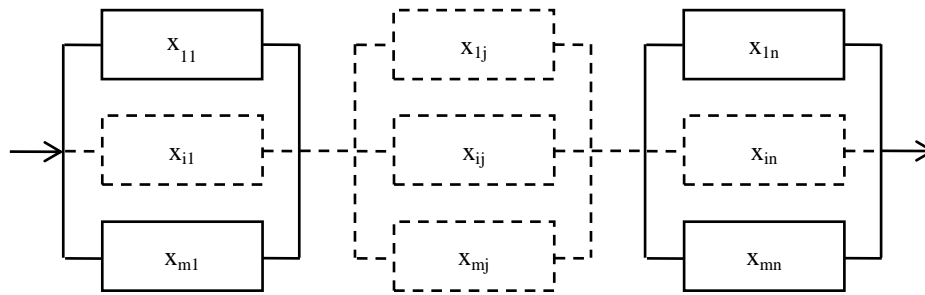


Figura 2 - Sistema série-paralelo. Fonte: Elsayed (1996)

Conforme Elsayed (1996) e Rausand e Hoyland (2004), a confiabilidade de um sistema série-paralelo é obtida pela equação 1.

$$R_S = \prod_{j=1}^n \left[ 1 - \prod_{i=1}^m (1 - p(x_{ij})) \right] \quad (1)$$

Onde:  $R_S$  é a confiabilidade do sistema série-paralelo, enquanto  $p(x_{ij})$  é a confiabilidade ou probabilidade de sucesso do componente  $x_{ij}$ .

### 3. Avaliação do grau *lean*

A avaliação do projeto *lean* é um importante indicador para auxiliar decisões gerenciais, motivando assim o desenvolvimento de diferentes ferramentas. Taj (2008) utilizou uma ferramenta de avaliação baseada em nove áreas chave, esta ferramenta utilizava uma série de perguntas relativas a cada uma das áreas, resultando em um diagnóstico do status atual frente o planejado. Goodson (2002) utilizou uma auditoria englobando onze categorias e um questionário para avaliar quão *lean* a empresa está. Bhasin (2011) propõe um método de auditoria baseado em índices atribuídos a doze categorias diferentes, visando identificar o estágio em que a empresa se encontra na jornada de implantação da metodologia *lean*. Soriano-Meier e Forrester (2002) avaliaram o grau *lean* de uma empresa baseados em nove princípios da produção *lean*. Gurumurthy e Kodaly (2009) propõem a utilização de técnicas de benchmarking para avaliar a implantação da metodologia *lean*. Ray et al. (2006) sugerem a utilização da análise fatorial para definir um índice que avalie o grau *lean* da empresa. Singh et al. (2010) apresentam um método de avaliação do grau *lean* da empresa baseado em grupos de auditoria, avaliando a mesma frente a cinco parâmetros. O Quadro 1 ilustra os métodos de avaliação.

Quadro 1 - Métodos de avaliação *lean*

Autor	Método
Bhasin (2011)	Auditoria considerando 12 categorias para identificar o estágio de implantação.
Goodson (2002)	Auditoria considerando 11 categorias.
Gurumurthy e Kodaly (2009)	Utilização de técnicas de benchmarking.
Ray et al. (2006)	Técnicas de análise fatorial para definir o grau <i>lean</i> da empresa.
Singh et al. (2010)	Auditoria considerando cinco parâmetros.
Soriano-Meier e Forrester (2002)	Avaliação do grau <i>lean</i> baseada em nove princípios <i>lean</i> .
Taj (2008)	Avaliação do estado atual frente ao planejado considerando nove áreas chave.

Os métodos citados avaliam o grau *lean* da empresa baseado em práticas e características específicas da metodologia *lean*, para assim, gerir efetivamente a implantação da metodologia.

#### 4. Metodologia

O trabalho consiste em uma pesquisa de natureza aplicada (Silva e Menezes, 2001), pois busca gerar conhecimento para aplicação prática em projetos de implantação de sistemas *lean*. Para tanto, foi utilizada uma abordagem qualitativa e quantitativa, uma vez que foram identificados fatores de risco ao sucesso do projeto e quantificada a relação entre estes. O procedimento aplicado foi a pesquisa bibliográfica, para o estabelecimento do modelo, e o estudo de caso, para o teste do mesmo. O objetivo da pesquisa é explicativo, pois é proposto um modelo que permite estimar a probabilidade de sucesso da implantação de um projeto *lean* considerando os vários elementos que influenciam na implantação.

O teste do modelo proposto foi realizado em três empresas manufatureiras multinacionais de grande porte (>500 funcionários, conforme Sebrae – [www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)) localizadas na região sul do Brasil. Estas possuíam ou buscavam a metodologia *lean* de diferentes formas e estavam em diferentes estágios. Em uma delas o projeto de implantação da metodologia *lean* era corporativo, enquanto nas demais era localizado.

A Figura 3 apresenta a metodologia utilizada para realização do trabalho.

A identificação dos principais fatores de risco associados à implantação da metodologia *lean* foi realizada através da revisão da literatura referente ao tema. Apoiado na literatura, Scherer e Ribeiro (2012) identificaram os principais fatores de risco associados à metodologia *lean*. Os 14 fatores de risco identificados por esses autores foram utilizados como base deste trabalho.

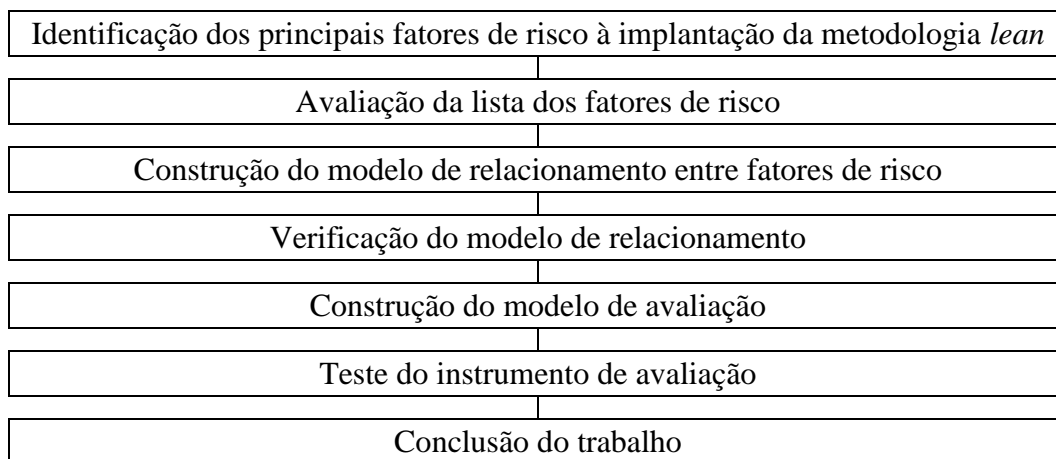


Figura 3 - Metodologia de trabalho

A segunda etapa consistiu na avaliação da lista de fatores de risco. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com dois acadêmicos e três profissionais de nível gerencial de duas das empresas estudadas. Através das entrevistas verificou-se a visão dos especialistas em relação aos fatores de risco em um projeto de implantação da metodologia *lean*, bem como, a representatividade dos 14 fatores levantados sobre a possibilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*. As duas empresas foram selecionadas para consolidação dos fatores de risco por serem de classe mundial, seus profissionais serem experientes na implantação de práticas *lean* e dominarem o tema.

Para construção do modelo de relacionamento entre os fatores de risco foram consultados cinco acadêmicos especialistas em *lean*. A escolha de especialistas da academia ocorreu por estes terem um conhecimento teórico aprofundado do assunto, associado à grande experiência prática em projetos junto a empresas. Através de formulário estruturado, os especialistas indicavam o quanto a situação em cada um dos fatores de risco poderia ser compensada pelos demais fatores de risco. Estes atribuíram um valor entre 0 e 1 para cada relação, sendo 0 quando o fator de risco não era compensado em nenhum grau pelo fator de risco considerado, e 1 quando o fator de risco era plenamente compensado pelo outro fator de risco. Assim, para cada um dos fatores de risco, avaliou-se o efeito sinérgico com os demais fatores. A partir destas ponderações foi construído um modelo de avaliação que apresenta a estrutura de um sistema série-paralelo.

A verificação do modelo de relacionamento foi realizada por dois profissionais de uma das empresas estudadas e por três especialistas da academia. Estes especialistas foram questionados em relação ao grau de relacionamento apresentado pelo modelo, concordando ou indicando quais relações deveriam ser revistas. Em caso de indicação de revisão do grau de relacionamento, a análise de novos especialistas seria adicionada ao modelo.

O modelo de avaliação foi testado junto a três empresas. Visando considerar a incerteza decorrente da avaliação dos entrevistados na empresa, foram entrevistadas mais de uma pessoa por empresa. Através de formulário estruturado, os responsáveis pela empresa atribuíam um valor entre 0 e 1, conforme a situação da empresa em relação a cada fator de risco. Ademais, indicavam evidências para cada estimativa, visando embasar suas avaliações. A mediana dos valores estimados pelos avaliadores da empresa para cada fator de risco foi inserida no modelo, resultando em uma probabilidade de sucesso associada ao processo de implantação da metodologia *lean*.

Por fim, as avaliações foram apresentadas às empresas e discutidas, visando assim verificar a consistência dos resultados obtidos. Conforme os resultados e discussão dos mesmos com as empresas foram realizados a análise da utilidade e validade do modelo de avaliação do processo de implantação da metodologia *lean*.

## 5. Construção e avaliação do modelo

Scherer e Ribeiro (2012) identificaram 14 fatores de risco ao sucesso do projeto de implantação de um sistema *lean* (Quadro 2).

Quadro 2 - Fatores de risco ao sucesso da implantação da metodologia *lean*

Fator de Risco		Referências
1. Alinhamento estratégico	Conceitos, resultados e consequências da implantação do sistema <i>lean</i> devem estar alinhados com a estratégia da empresa.	Emiliani e Stec (2005), Sim e Rogers (2009).
2. Capacidade financeira	Condições financeiras de custear o projeto de implantação.	Achanga et al. (2006).
3. Capacidade e qualidade dos fornecedores	Disponibilidade de fornecedores capacitados a fornecer conforme as necessidades de qualidade e entrega decorrentes da metodologia.	Olsson (2007), Houshmand e Jamshidnezhad (2006), Mohammed et al. (2008), Soon e Udin (2011), Stavroulaki e Davis (2010), Boyle et al. (2011).
4. Rede de transportes	Infraestrutura da rede transportes e legislação que possibilite atender as necessidades decorrentes da metodologia.	Arto et al. (2008), Sanchez-Rodriguez et al. (2010), Wu et al. (2006), Christopher et al. (2011).
5. Cultura organizacional	Cultura de melhoria contínua, proativa e aberta às mudanças deve ser desenvolvida na empresa.	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Yamamoto e Bellgran (2010).
6. Comprometimento da alta diretoria	Alta diretoria deve fornecer suporte e ser participativa no processo de implantação da metodologia.	Gattiker e Carter (2010), Young e Jordan (2008), Zwikael (2008a, 2008b).
7. Comprometimento dos colaboradores	Colaboradores devem estar envolvidos e ser participativos no processo de implantação da metodologia.	Achanga et al. (2006), Anand et al. (2009), Geraldi et al. (2010), Herron e Hicks (2008), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Olivella et al. (2008), Scherrer-Rathje et al. (2009), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006).
8. Liderança	Comportamento das lideranças deve ser	Achanga et al. (2006), Emiliani e



	participativo e consistente com os preceitos da metodologia, fornecendo uma visão e estratégia adequadas, buscando a integração de toda estrutura da empresa na metodologia.	Stec (2005).
9. Treinamento	Treinamento dos colaboradores deve ser adequado às necessidades da metodologia e prover ferramentas para sua implantação.	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Burduk e Chlebus (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Sawhney et al. (2010).
10. Comunicação	Comunicação entre os diferentes níveis da empresa deve ser aberta, informando o andamento do projeto, bem como, divulgando as metas e prazos aos envolvidos na implantação da metodologia.	Aoki (2008), Atkinson et al. (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Karlsen (2010), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006).
11. Configuração do trabalho	As posições de trabalho devem ser planejadas e configuradas considerando os preceitos da metodologia. As atividades e seus tempos devem ser analisados, bem como as capacidades de máquina devem ser consideradas, evitando configurar a posição excessivamente <i>lean</i> de forma a gerar desmotivação nos colaboradores e resistência frente à metodologia.	Conti et al. (2006), Treville et al. (2006).
12. Autonomia dos colaboradores	Os colaboradores devem ter autonomia e liberdade para realizarem mudanças necessárias no processo de produção.	Scherrer-Rathje et al. (2009).
13. Visão holística	A empresa deve ser considerada como um todo durante o planejamento e execução do projeto de implantação da metodologia, evitando que os impactos da metodologia sejam desconsiderados nos diferentes setores. É importante não se restringir ao setor de manufatura.	Emiliani e Stec (2005), Mathaisel (2005), Olsson (2007).
14. Gestão do projeto	Técnicas de gestão de projeto devem ser utilizadas no projeto de implantação da metodologia.	Bhasin e Burcher (2006), Camprieu et al. (2007), Emiliani e Stec (2005), Fullerton e Wempe (2009), Howell et al. (2010), Jeyaraman e Teo (2010), Kutsch (2008), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Papke-Shields et al. (2010), Scherrer-Rathje et al. (2009), Singh e Sharma (2009).

Fonte: Scherer e Ribeiro (2012)

As respostas espontâneas em relação aos fatores de risco/sucesso/críticos estavam contempladas nos 14 fatores de risco apresentados. Os entrevistados ressaltaram a importância do envolvimento e uso do conhecimento de todas as pessoas da empresa no projeto de implantação. Destacaram a necessidade de um ambiente propício e coerente com a metodologia, a importância de um plano de implantação, assim como da divulgação dos resultados parciais obtidos durante as etapas do processo de implantação. Os 14 fatores de risco apresentados aos profissionais foram considerados por estes como representativos da realidade encontrada em projetos de implantação *lean*. Assim, validou-se a utilização destes para a construção do modelo.

O modelo para avaliação do projeto de implantação da metodologia *lean* foi construído baseado no cenário ilustrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Definições para construção do modelo

Problema	Avaliar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia <i>lean</i> .
Cenário de aplicação	Indústria manufatureira de grande porte (>500 funcionários), em qualquer estágio do projeto de implantação da metodologia <i>lean</i> .
<i>Stakeholders</i>	Engenheiros e gestores envolvidos/responsáveis pelo projeto de implantação da metodologia <i>lean</i> na empresa. Especialistas em metodologia <i>lean</i> .
Propriedades	Considera a sinergia entre os fatores de risco. Aplicável pela própria empresa sem a necessidade de auxílio externo. Baseado em evidências no processo de autoavaliação da empresa.
Premissa	Deficiências em um fator de risco podem ser compensadas pelos demais fatores (elementos em paralelo). Incapacidade total em um fator de risco causa o insucesso do projeto de implantação da metodologia <i>lean</i> (subsistemas em série). Sucesso do projeto corresponde à eliminação de desperdícios resultando em ganhos financeiros para a empresa.
Resultados	Avaliação da probabilidade de sucesso do projeto de implantação. Informações que suportem decisões gerenciais visando maximizar a possibilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia <i>lean</i> . Identificação dos fatores de risco críticos para priorização de ações gerenciais.

Um sistema é caracterizado por um conjunto de componentes, com funções operacionais específicas, integrados em um projeto, visando realizar uma atividade de forma satisfatória. A confiabilidade deste sistema pode ser definida como a probabilidade do sistema atender o propósito para o qual o foi projetado (Kuo e Zuo, 2003; Fogliatto e Ribeiro, 2009).

O sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* dependerá da performance da empresa frente os 14 fatores de risco identificados. Conforme verificado na literatura, a inaptidão total da empresa frente um fator de risco afetará algum princípio ou prática *lean*, e pode levar ao fracasso do projeto de implantação da metodologia. Além disto, a sinergia entre os fatores de risco também impactará sobre a probabilidade de sucesso do projeto de implantação, pois, a deficiência em determinado fator poderá ser compensada pelos demais fatores. Assim, a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* pode ser calculada através dos conceitos de confiabilidade.

A estrutura de avaliação proposta neste artigo baseia-se no sistema série-paralelo. Conforme a proposta de avaliação, esse sistema consiste de 14 subsistemas em série, sendo cada um composto por 14 componentes em paralelo. Os subsistemas em paralelo são

formados pela situação da empresa frente o fator de risco e a compensação em caso de deficiência fornecida pelos demais fatores de risco (Figura 4). A situação da empresa frente ao fator de risco foi obtida através de um processo de autoavaliação, onde a empresa atribuiu um valor entre 0 e 1 para cada fator considerado. Enquanto a compensação decorrente do efeito dos demais fatores foi definida como o produto do grau de compensação fornecido por esses fatores, configurando a situação de sistema em paralelo. O grau de compensação também foi avaliado por especialistas usando uma escala entre 0 e 1, que pode ser considerada a probabilidade do fator  $i$  prover uma compensação satisfatória no caso de deficiência no fator  $j$ .

A modelagem proposta permite a utilização das equações da confiabilidade de um sistema série-paralelo a fim de determinar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação. Vale observar que cada subsistema do modelo apresenta um valor corrigido para a situação frente ao correspondente fator de risco, considerando a sinergia entre os fatores, permitindo a identificação de forma mais efetiva dos pontos fracos do projeto de implantação. A compensação decorrente da sinergia entre os fatores de risco estabelece redundância em cada subsistema, oportunizando aos gestores atuarem indiretamente sobre um ou mais fatores de risco visando aumentar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação.

A probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* (PS) calculada pelo modelo é obtida através da equação 2.

$$PS = \prod_{j=1}^{14} [1 - \prod_{i=1}^{14} (1 - Cij)] \quad (2)$$

Onde  $PS$  é a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*;  $Cii$  é a autoavaliação da empresa referente ao fator de risco  $i$ ; e  $Cij$  ( $i \neq j$ ) é a compensação que o fator  $i$  pode prover ao fator  $j$  no caso deste último apresentar deficiências. Essa compensação é calculada como o produto entre a própria avaliação do fator de risco  $i$  e a compensação que ele poderia prover ao fator  $j$  se estivesse em condição excelente.

A autoavaliação da empresa frente os fatores de risco foi realizada através de formulário estruturado. Este formulário continha a definição dos 14 fatores de risco, um campo para a autoavaliação da empresa em relação aos fatores de risco, e outro campo para indicação de evidências que balizassem a avaliação. No campo referente à autoavaliação, a empresa apresentava seu posicionamento em relação aos fatores de risco, atribuindo um valor entre 0 e 1, sendo 0 para o caso de a empresa considerar-se totalmente deficiente em relação ao fator de risco, e 1 para o caso de considerar-se plenamente suficiente frente o fator de risco.

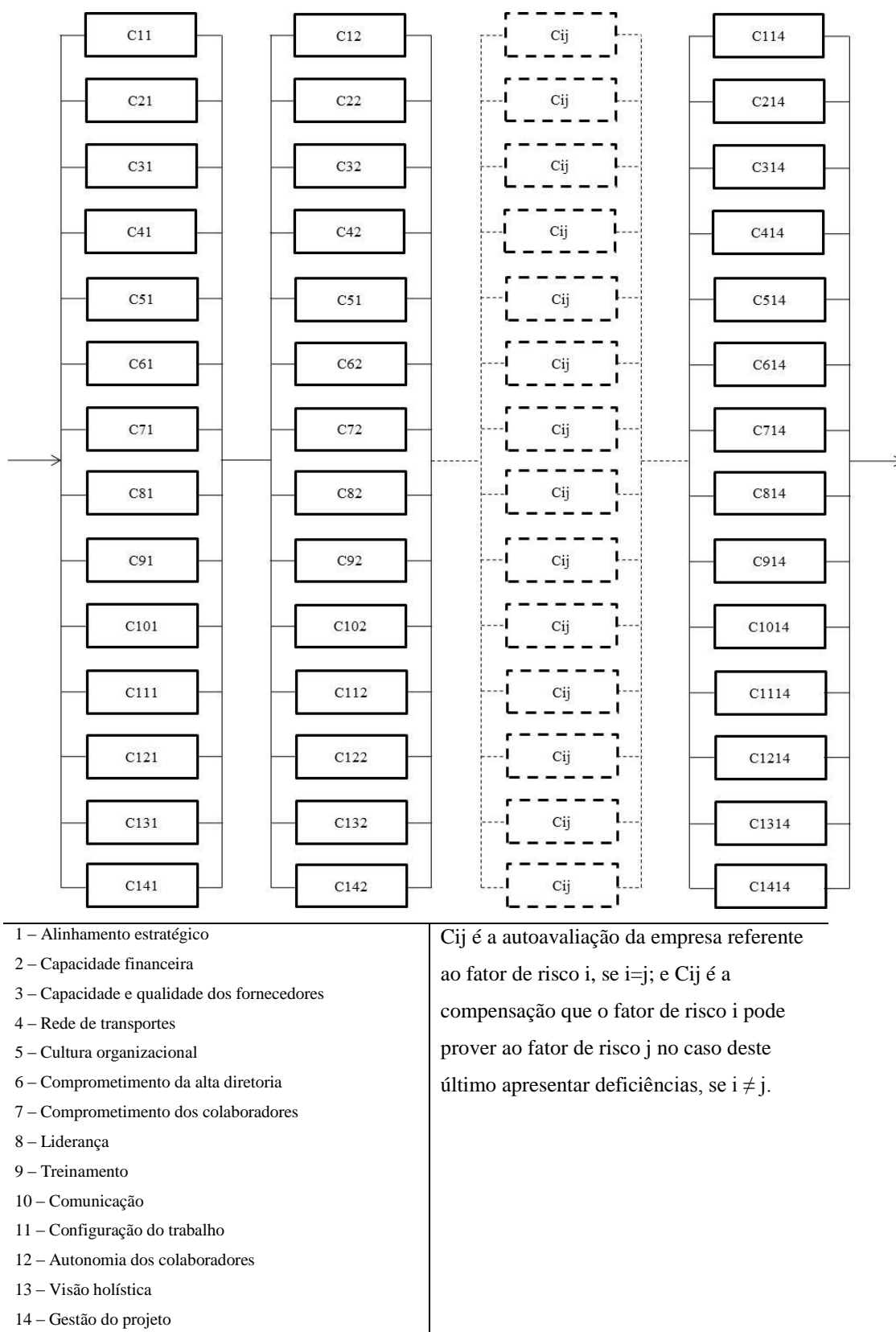


Figura 4 - Modelo de sistema série-paralelo proposto

A existência de sinergia entre os fatores de risco foi determinada pelo grau de compensação entre fatores de risco. Este foi definido pela mediana das respostas dos cinco

especialistas consultados. O modelo resultante foi verificado por cinco especialistas, sendo três acadêmicos (com experiência na implantação da metodologia) e dois atuando diretamente no meio industrial. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

A compensação que o fator  $j$  oferece ao fator de risco  $i$  é calculada como o produto da multiplicação da própria autoavaliação do fator  $j$  pelo grau de compensação que o fator  $j$  pode prover ao fator de risco  $i$ , no caso do fator  $j$  estar em condições excelentes. Assim, para que exista compensação, tanto o grau de compensação deve ser diferente de zero (existir sinergia entre  $i$  e  $j$ ), como a autoavaliação da empresa referente ao fator compensatório deve ser diferente de zero. Logo, a compensação entre fatores de risco dependerá tanto da existência de sinergia entre os fatores de risco, como da situação da empresa frente os fatores de risco, refletindo de forma coerente a situação modelada.

### 5.1 Caracterização das empresas estudadas

O estudo foi realizado entre os meses de agosto e novembro de 2011, em três empresas de grande porte localizadas na região sul do Brasil (Quadro 4).

Quadro 4 - Caracterização das empresas estudadas

Empresa	A	B	C
Localização	Região metropolitana de Porto Alegre / RS.	Região metropolitana de Porto Alegre / RS.	Norte do estado de SC.
Produto	Componentes mecânicos.	Componentes eletrônicos.	Componentes eletrônicos.
Origem	Multinacional com sede na Alemanha.	Multinacional com sede no Japão.	Multinacional com sede no Brasil.
Tipo de cliente	B2C	B2B	B2B
Principal destino da produção	Mercado externo.	Mercado externo.	Mercado externo.
Nº funcionários unidade	>1000	>1000	>500
Nº funcionários do grupo	>16000	>23000	>25000

A empresa A trabalha com a metodologia *lean* de forma abrangente. A unidade avaliada possui diferentes setores com diferentes graus de implantação da metodologia. Ferramentas gerenciais da metodologia, como o relatório A3 e as caminhadas *gamba*, são utilizadas. A empresa possui um sistema de gestão de classe mundial, sendo certificada nos padrões da série ISO9000.

As empresas B e C a não possuem um plano corporativo de implantação da metodologia *lean*. As unidades tiveram a iniciativa de implantar preceitos desta metodologia, visando melhorarem seus resultados operacionais. Ambas possuem sistemas de gestão de classe mundial sendo certificadas nos padrões da série ISO9000.

Tabela 1 – Grau de compensação entre fatores de risco conforme estabelecido pelos especialistas

	Alinhamento estratégico	Capacidade financeira	Capacidade e qualidade dos fornecedores	Rede de transportes	Cultura organizacional	Comprometimento da alta diretoria	Comprometimento dos colaboradores	Liderança	Treinamento	Comunicação	Configuração do trabalho	Autonomia dos colaboradores	Visão holística	Gestão do projeto
Alinhamento estratégico contribui para o(a)...	-	0,35	0,30	0,20	0,50	0,50	0,40	0,30	0,30	0,15	0,30	0,35	0,30	0,30
Capacidade financeira contribui para o(a)...	0,30	-	0,30	0,20	0,30	0,40	0,25	0,30	0,30	0,20	0,30	0,15	0,10	0,30
Capacidade e qualidade dos fornecedores contribui para o(a)...	0	0,40	-	0,15	0,10	0	0,10	0	0	0	0	0,05	0	0,10
Rede de transportes contribui para o(a)...	0	0,05	0,20	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultura organizacional contribui para o(a)...	0,60	0,15	0,20	0,10	-	0,40	0,50	0,50	0,40	0,30	0,50	0,50	0,30	0,30
Comprometimento da alta diretoria contribui para o(a)...	0,65	0,35	0,20	0,10	0,60	-	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50
Comprometimento dos colaboradores contribui para o(a)...	0,35	0,05	0,10	0,05	0,50	0,30	-	0,30	0,30	0,25	0,30	0,40	0,20	0,20
Liderança contribui para o(a)...	0,40	0,05	0,10	0,05	0,65	0,35	0,50	-	0,30	0,35	0,30	0,50	0,35	0,20
Treinamento contribui para o(a)...	0,20	0,25	0,15	0	0,40	0,30	0,70	0,50	-	0,30	0,30	0,40	0,20	0,30
Comunicação contribui para o(a)...	0,35	0,20	0,15	0,10	0,50	0,30	0,50	0,30	0,30	-	0,10	0,20	0,20	0,30
Configuração do trabalho contribui para o(a)...	0,05	0,20	0	0	0,30	0,10	0,30	0,30	0,20	0,20	-	0,30	0	0,10
Autonomia dos colaboradores contribui para o(a)...	0	0	0	0	0,30	0,15	0,30	0,15	0,10	0,10	0,10	-	0	0,10
Visão holística contribui para o(a)...	0,35	0,20	0,10	0,10	0,30	0,30	0,20	0,20	0,25	0,30	0,25	0,20	-	0,30
Gestão do projeto contribui para o(a)...	0,30	0,30	0,20	0,10	0,30	0,30	0,20	0,20	0,15	0,50	0,35	0,35	0,50	-

## 5.2. Aplicação do modelo e análise dos resultados

A Tabela 2 apresenta os valores da autoavaliação realizada pelas empresas e o valor corrigido para os fatores de risco devido à sinergia entre fatores, bem como, a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* calculada.

Tabela 2 - Resultados da avaliação das empresas frente os fatores de risco

	Empresa					
	A		B		C	
	Autoavaliação (Desempenho)	Valor corrigido (Desempenho compensado)	Autoavaliação (Desempenho)	Valor corrigido (Desempenho compensado)	Autoavaliação (Desempenho)	Valor corrigido (Desempenho compensado)
Alinhamento Estratégico	0,600	0,979	0,780	0,985	0,880	0,996
Capacidade Financeira	0,200	0,882	0,750	0,958	0,450	0,933
Capacidade e qualidade dos fornecedores	0,200	0,816	0,600	0,905	0,350	0,869
Rede de transportes	1,000	1,000	0,600	0,819	0,650	0,845
Cultura organizacional	0,650	0,994	0,680	0,992	0,700	0,998
Comprometimento da alta diretoria	0,650	0,976	0,730	0,978	0,900	0,995
Comprometimento dos colaboradores	0,750	0,995	0,700	0,991	0,830	0,998
Liderança	0,700	0,984	0,700	0,980	0,880	0,995
Treinamento	0,850	0,986	0,650	0,965	0,830	0,989
Comunicação	0,800	0,986	0,550	0,949	0,800	0,987
Configuração do trabalho	0,850	0,988	0,600	0,964	0,850	0,991
Autonomia dos colaboradores	0,800	0,992	0,650	0,981	0,830	0,995
Visão holística	0,800	0,978	0,380	0,908	0,600	0,964
Gestão do projeto	0,950	0,995	0,550	0,950	0,750	0,982
<b>Probabilidade de sucesso da implantação <i>lean</i></b>	<b>0,62</b>		<b>0,49</b>		<b>0,61</b>	

A equação 3 exemplifica o cálculo do desempenho compensado para o fator de risco alinhamento estratégico da empresa A. Enquanto a equação demonstra o cálculo para a estimativa da probabilidade de sucesso do projeto de implantação para a empresa A.

$$\begin{aligned} \text{Situação compensada do fator de risco alinhamento estratégico} &= 1 - (1 - 0,6) * (1 - \\ &(1 - (1 - 0,2 * 0,3) * (1 - 0,2 * 0) * (1 - 1 * 0) * (1 - 0,65 * 0,6) * (1 - 0,65 * 0,65) * \\ &(1 - 0,75 * 0,35) * (1 - 0,7 * 0,4) * (1 - 0,85 * 0,2) * (1 - 0,8 * 0,35) * (1 - 0,85 * 0,05) * \\ &(1 - 0,8 * 0) * (1 - 0,8 * 0,35) * (1 - 0,95 * 0,3)) = 0,98 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{PSA} = 0,979 * 0,882 * 0,816 * 1,000 * 0,994 * 0,976 * 0,995 * 0,984 * 0,986 * 0,986 * 0,988 * 0,992 * 0,978 * 0,995 = 0,62 \quad (4)$$

Através da autoavaliação da empresa A, verificou-se que esta apresentava uma situação boa em relação aos fatores de risco treinamento, comunicação, configuração do trabalho, autonomia dos colaboradores e gestão de projeto, todos avaliados entre 0,8 e 1. Isto ficou evidenciado pela existência de um plano de treinamentos abrangente, o fomento à comunicação dentro da empresa, a análise técnica das posições de trabalho, a utilização da cadeia de ajuda, e a utilização de técnicas de gestão de projeto. A empresa mostrou-se deficiente em termos de capacidade financeira, e capacidade e qualidade dos fornecedores, avaliados em 0,2. Os valores corrigidos dos fatores de risco, que consideram a compensação provida pelos demais fatores, também indicaram estes como as maiores ameaças ao sucesso do projeto de implantação, resultando em uma probabilidade de sucesso do projeto de implantação de 62%.

O resultado da autoavaliação da empresa B indicou deficiência grande em termos de visão holística (0,38) e moderada em relação à capacidade e qualidade dos fornecedores, rede de transportes, treinamento, comunicação, configuração do trabalho, autonomia dos colaboradores e gestão do projeto. A análise dos valores corrigidos apresenta como principais fatores de risco, a capacidade e qualidade dos fornecedores, a rede de transportes e a visão holística. A empresa possui um programa de desenvolvimento de fornecedores, mas enfrenta algumas dificuldades com a rede de transporte por utilizar diversas matérias-primas importadas. A probabilidade de sucesso do projeto de implantação calculada ficou abaixo de 50%.

A capacidade financeira, a capacidade e qualidade dos fornecedores, a rede de transportes, e a visão holística foram as principais deficiências identificadas através da autoavaliação da empresa C. O exame dos valores corrigidos indica como principais fatores de risco a capacidade e qualidade dos fornecedores, e a rede de transportes, demonstrando as dificuldades enfrentadas pela empresa devido a sua localização e distância dos fornecedores. Resultando em uma probabilidade de sucesso do projeto de implantação de 61%.

A sinergia entre os fatores de risco, indicada pelo valor corrigido no modelo, mostrou um impacto considerável na probabilidade de sucesso do projeto de implantação da



metodologia *lean*. Isto é claramente exemplificado através da relação autoavaliação/situação compensada nos fatores de risco, capacidade financeira, e capacidade e qualidade dos fornecedores, encontrada para as empresas A e C (Figura 5).

O modelo também permitiu definir áreas prioritárias de ação considerando a sinergia entre os fatores. Para a empresa C, a autoavaliação indicou a capacidade financeira como um dos fatores de risco críticos, porém analisando a sinergia entre os fatores, outros fatores teriam maior criticidade, como por exemplo, rede de transportes (ver Figura 5).

O modelo proposto, utilizando fatores de risco configurados em um sistema série-paralelo e conceitos da confiabilidade para cálculo da probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* mostrou-se promissor. A primeira impressão das três empresas foi de que a estimativa de probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* estava baixa. Porém, após discutir os resultados encontrados, e as incertezas associadas ao projeto de implantação e aos fatores de risco, consideraram que os valores eram plausíveis. As incertezas foram exemplificadas pelo impacto da situação volátil da economia mundial na capacidade financeira das empresas, que afetou diretamente as três empresas por estas atuarem de forma globalizada, exigindo frequente redefinição de projetos e prazos de implantação.

A necessidade de considerar e avaliar a empresa como um todo, bem como, a identificação de fatores críticos considerando a sinergia entre eles, foram destacados como pontos fortes da metodologia.

O resultado da aplicação do modelo proposto em projetos de implantação da metodologia *lean* foi satisfatório. O modelo alcançou o objetivo de indicar de forma quantitativa a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*, identificando fatores de risco críticos ao sucesso do projeto considerando a sinergia entre os fatores de risco. Ele fornece informações que suportam decisões gerenciais para maximizar a possibilidade de sucesso da implantação da metodologia. Porém, é preciso fazer a ressalva que o modelo necessita de um número maior de testes para verificar sua aplicabilidade em ambientes diferentes.

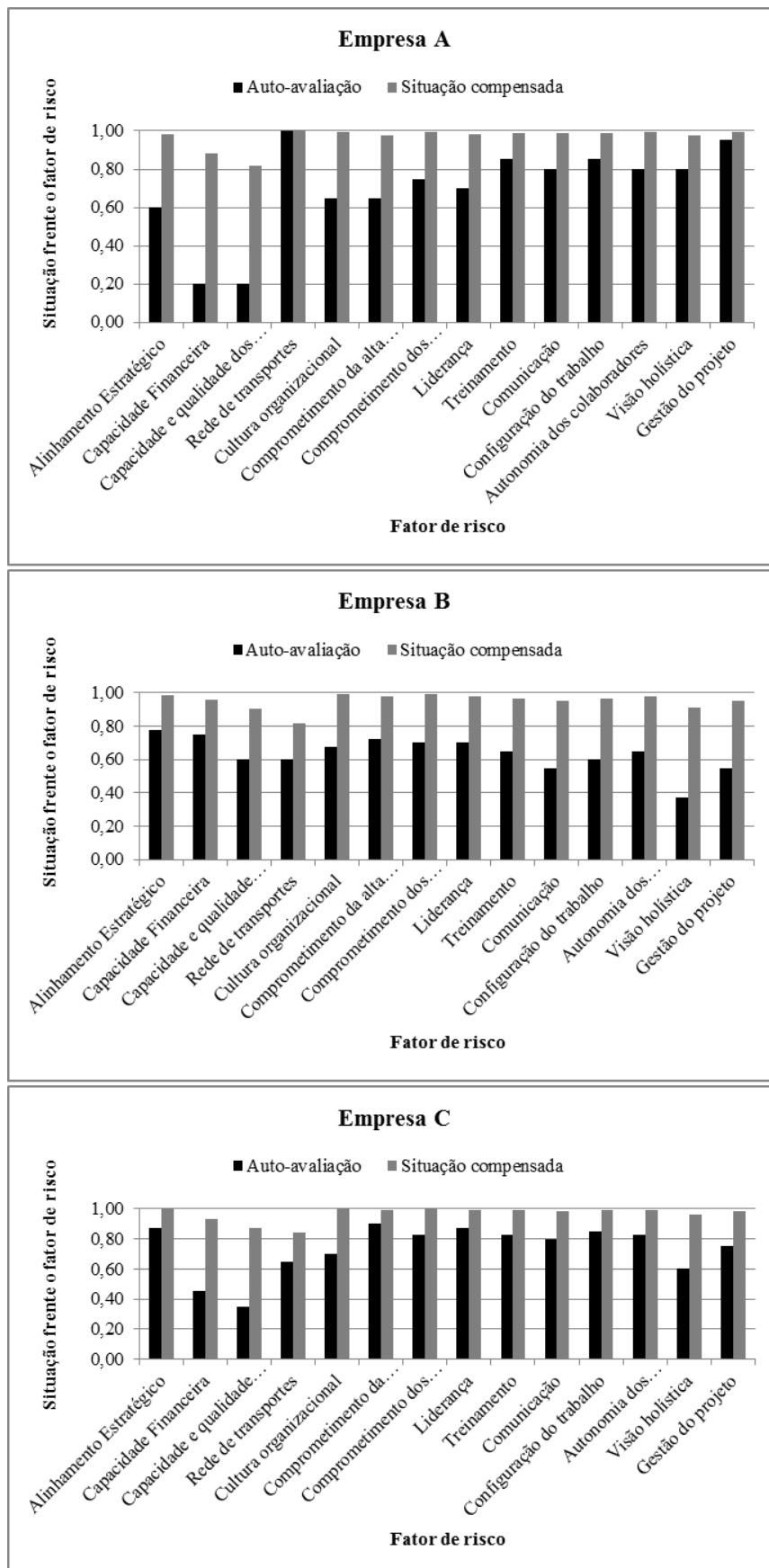


Figura 5 - Situação das empresas A, B e C frente os fatores de risco

## 6. Conclusão

A gestão de riscos é parte importante de um projeto, provendo os gestores com informações valiosas para a tomada de decisões necessárias ao sucesso do projeto (Abt et al. 2010, Aven e Kristensen, 2005). Em projetos de implantação da metodologia *lean*, que apresentam baixa taxa de sucesso (Badurdeen et al. 2011; Bhasin e Burcher, 2006; Boyle et al. 2011), a identificação dos fatores de risco e gestão dos mesmos ganha relevância.

Este trabalho apresentou um modelo de avaliação dos fatores de risco visando oferecer uma estimativa da probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*. Baseado em 14 fatores de risco ao sucesso da implantação identificados na literatura por Scherer e Ribeiro (2011), foi proposta uma estrutura de avaliação baseada nos sistemas série-paralelo. O modelo construído considera a sinergia entre os fatores de risco baseado em indicações fornecidas por especialistas em *lean*.

A modelagem dos fatores de risco utilizando a lógica de um sistema série-paralelo, usando preceitos da confiabilidade para a estimativa da probabilidade de sucesso gerou resultados coerentes. Entre as vantagens desta proposta, ressalta-se o uso de cálculos probabilísticos, que atendem as condições de contorno, de forma que os resultados referentes à probabilidade de sucesso de cada subsistema e do sistema global permanecem no intervalo esperado para probabilidades.

O modelo foi aplicado em três empresas de grande porte localizadas na região sul do Brasil. Os resultados encontrados para a probabilidade de sucesso da implantação do *lean* nas empresas variou entre 49% e 62%, e capturam as incertezas e riscos presentes em um projeto de implantação da metodologia *lean*.

Através da aplicação do modelo proposto, verificou-se o efeito da sinergia entre fatores de risco e a importância destas. Os estudos de caso demonstraram que os fatores de risco críticos para o sucesso do projeto podem diferir daqueles levantados como críticos pelo processo de avaliação direta, fornecendo assim, informações importantes para a tomada de decisões gerenciais mais eficazes.

Vale observar que os testes do modelo de avaliação foram realizados em três empresas manufatureiras de grande porte. Como sugestões de trabalhos futuros, recomendam-se o uso e teste do modelo em empresas de porte e indústrias diferentes.

**REFERÊNCIAS**

- ABT E. et al. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment. **Risk Analysis**, v. 30, n. 7, p. 1028-1036, 2010.
- ACHANGA P. et al. Critical Success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-471, 2006.
- ANAND G., et al. Selection of lean manufacturing systems using the analytic network process – a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 2, p. 258-289, 2009.
- AOKI K. Transferring Japanese kaizen activities to overseas plants in China. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 6, p. 518-539, 2008.
- AON. **Aon's 2011 Global Risk Management Survey**. Aon Corporation. Disponível em: <<http://www.insight.aon.com/?elqPURLPage=6070>>. Acesso em: 31 de outubro 2011.
- ARENA M. et al. The organizational dynamics of Enterprise Risk Management. , v. 35, n. 7, p. 659-675, 2010.
- ARRTO K. et al. Project strategy: strategy types and their contents in innovation projects. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 1, p. 49-70, 2008.
- ATKINSON R. et al. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management. **International Journal of Project Management**, v. 24, p. 687-698, 2006.
- AVEN T., KRISTENSEN V. Perspectives on risk: review and discussion of the basis for establishing a unified and holistic approach. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 90, n. 1, p. 1-14, 2005.
- BADURDEEN F. et al. An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for lean transformations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 1, p. 46-65, 2011.
- BHASIN S. Measuring the Leanness of an organization. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 55-74, 2011.
- BHASIN S. BURCHER P. Lean viewed as a philosophy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n.1, p. 56-72, 2006.
- BOYLE T. A. et al. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n.5, p. 587-603, 2011.

BURDUK A., CHLEBUS E. Variant simulation in design and risk estimation of manufacturing system. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 448-459, 2006.

CAMPRIEU R. et al. 'Cultural' differences in project risk perception: An empirical comparison of China and Canada. **Journal of Project Management**, v. 25, n. 7, p. 683-693, 2007.

CHRISTOPHER M. et al. Approaches to managing global sourcing risk. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n.2, p. 67-81, 2011.

CONTI et al. The effects of lean production on worker job stress. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 9, p. 1013-1038, 2006.

DELOITTE. Global risk management survey: sixth edition. Risk management in the spotlight. Junho de 2009. Disponível em: < [http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Global/Local%20Assets/Documents/us\\_fsi\\_GlobalRskMgmtSrvy\\_June09%281%29.pdf](http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Global/Local%20Assets/Documents/us_fsi_GlobalRskMgmtSrvy_June09%281%29.pdf)>. Acesso em: 31 de outubro de 2011.

ELSAYED E.A. **Reliability engineering**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1996.

EMILIANI M.L., STEC D.J. Leaders lost in transformation. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 26, n. 5, p. 370-387, 2005.

ERNST & YOUNG. **Recover, adapt, advance. Back to business in a uncertain world**. Ernst & Young Global, 2010. Disponível em: < [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Recover-adapt-advance\\_back-to-business-in-an-uncertain-world/\\$FILE/Recover-adapt-advance\\_back-to-business-in-an-uncertain-world.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Recover-adapt-advance_back-to-business-in-an-uncertain-world/$FILE/Recover-adapt-advance_back-to-business-in-an-uncertain-world.pdf)>. Acessado em: 31 de outubro de 2011.

FOGLIATTO F.S., RIBEIRO J.L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Campus – Elsevier, 2009.

FT. **Global Emerging Risks Survey Steering the Course, Seizing the Opportunity**. Financial Times in association with Oliver Wyman. Disponível em: <[http://www.oliverwyman.com/ow/pdf\\_files/OW\\_EN\\_CR\\_PUBL\\_2010\\_EmergingRisks.pdf](http://www.oliverwyman.com/ow/pdf_files/OW_EN_CR_PUBL_2010_EmergingRisks.pdf)>. Acesso em: 31 outubro 2011.

FULLERTON R. R., WEMPE W. F. Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 3, p. 214-240, 2009.

GATTIKER T. F., CARTER C.R. Understanding project champions' ability to gain intra-organizational commitment for environmental projects. **Journal of Operations Management**, v. 28, n. 1, p. 72-85, 2010.

- GERALDI et al. The Titanic sunk, so what? Project manager response to unexpected events. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 6, p. 547–558, 2010.
- GOODSON R. G. Read a plant fast. **Harvard Business Review**, v. 8, p. 105-113, 2002.
- GURUMURTHY A., KODALI R. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 2, p. 274-308, 2009.
- HERRON C., HICKS C. The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 4, p. 524–531, 2008.
- HOUSHMAND M., JAMSHIDNEZHAD B. An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 22, n.1, p. 1-16, 2006.
- HOWELL et al. A project contingency framework based on uncertainty and its consequences. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 256-264, 2010.
- JEYARAMAN K., TEO L. K. A conceptual framework for critical success factors of lean Six Sigma: Implementation on the performance of electronic manufacturing service industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 191-215, 2010.
- JOGULU U.D., PANSIRI J. Mixed methods: a research design for management doctoral dissertations. **Management Research Review**, v. 34, n. 6, p. 687-701, 2011.
- KARLSEN J.T. Project owner involvement for information and knowledge sharing in uncertainty management. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 3, n. 4, p. 642-660, 2010.
- KRISHNA H., SHARMA R. Estimation of reliability characteristics of general system configuration. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.25, n. 7, p. 772-786, 2008.
- KUO W., ZUO M.J. **Optimal Reliability Modeling: principles and applications**. John Wiley and Sons: Hoboken, NJ, 2003.
- KUTSCH E. The effect of intervening conditions on the management of project risk. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 4, p. 602-610, 2008.
- LAM W., CHUA A. The mismanagement of knowledge management. **Aslib Proceedings**, v. 57, n. 5, p. 424-433, 2005.
- MATHAISEL D.F.X. A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (MRO) enterprise. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 8, p. 623-644, 2005.

- MCKINSEY. **McKinsey Global Survey results: Taking organizational redesign from plan to practice.** Dezembro de 2010. Disponível em: <[http://www.mckinseyquarterly.com/Taking\\_organizational\\_redesigms\\_from\\_plan\\_to\\_practice\\_McKinsey\\_Global\\_Survey\\_results\\_2721](http://www.mckinseyquarterly.com/Taking_organizational_redesigms_from_plan_to_practice_McKinsey_Global_Survey_results_2721)>. Acesso em: 31 de outubro de 2011.
- MOHAMMED I.R. et al. Creating flex-lean-agile value chain by outsourcing: An ISM-based interventional roadmap. **Business Process Management Journal**, v. 14, n.3, p. 338-389, 2008.
- OLIVELLA J. et al. Work organisation practices for lean production. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 7, p. 798-811, 2008.
- OLSSON R. In search of opportunity management: Is the risk management process enough? **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 8, p. 745-752, 2007.
- PAPKE-SHIELDS K.E. et al. Do project managers practice what they preach, and does it matter to project success? **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 7, p. 650-662, 2010.
- RAUSAND M., HOYLAND A. **System reliability theory: models, statistical methods, and applications.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.
- RAY C.D. et al. The lean index: Operational lean metrics for the wood products industry. **Wood and Fiber Science**, v. 38, n. 2, p. 238-255, 2006.
- SANCHEZ H. et al. Risk management applied to projects, programs, and portfolios. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 1, p. 14-35, 2009.
- SANCHEZ-RODRIGUES V. et al. Evaluating the causes of uncertainty in logistics operations. **International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 45-64, 2010.
- SAWHNEY R. et al. A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 7, p. 832-855, 2010.
- SCHERER J.O., RIBEIRO J.L.D. Implantação de sistemas lean de produção: Identificação e análise dos fatores de risco associados ao sucesso da implantação. Em fase de conclusão, 2012.
- SCHERRER-RATHJE M. et al. Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. **Business Horizons**, v. 52, n. 1, p. 79-88, 2009.
- SILVA E. L., MENEZES E.M. (2001). **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** UFSC/PPGEP/LED, Florianópolis, SC.
- SIM K. L., ROGERS J. W. Implementing lean production systems: barriers to change. **Management Research News**, v. 32, n. 1, p. 37-49, 2009.

- SINGH B. et al. Development of index for measuring leanness: study of an Indian auto component industry. **Measuring Business Excellence**, v. 14, n. 2, p. 46-53, 2010.
- SINGH B., SHARMA S.K. Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm. **Measuring Business Excellence**, v. 13, n. 3, p. 58-68, 2009.
- SOON Q. H., UDIN Z. M. Supply chain management from the perspective of value chain flexibility: an exploratory study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p.506-526, 2011.
- SORIANO-MEIER H., FORRESTER P.L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p. 104-109, 2002.
- STAVRULAKI E., DAVIS M. Aligning products with supply chain processes and strategy. **International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 127-151, 2010.
- TAJ S. Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 1, p. 217-234, 2008.
- TREVILLE S. et al. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 2, p. 99–123, 2006.
- WORLEY J.M., DOOLEN T.L. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. **Management Decision**, v. 44, n. 2, p. 228-245, 2006.
- WU T. et al. A model for inbound supply risk analysis. **Computers in industry**, v. 57, n.4, p. 350-365, 2006.
- YAMAMOTO Y., BELLGRAN M. Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. **Assembly Automation**, v. 3, n. 2, p. 124-130, 2010.
- YOUNG R., JORDAN E. Top management support: Mantra or necessity? **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 7, p. 713–725, 2008.
- ZWIKAEEL O. Top management involvement in project management. Exclusive support practices for different project scenarios. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 3, p. 387-403, 2008a.
- ZWIKAEEL O. Top management involvement in project management. A cross country study of the software industry. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 4, p. 498-511, 2008b.



#### 4. TERCEIRO ARTIGO

### **Proposição de um modelo de sistema de suporte à decisão para projetos de implantação da metodologia *lean***

#### **Resumo**

Projetos de implantação da metodologia *lean* apresentam baixo percentual de sucesso. Assim, a gestão de riscos em tais projetos ganha relevância. Este artigo apresenta um sistema de suporte à decisão baseado nos fatores de risco envolvidos nos projetos de implantação da metodologia e da importância estratégica do projeto para a empresa. Baseado nos fatores de risco identificados na literatura foi desenvolvido um questionário para diagnóstico da situação da empresa e estabelecida uma estrutura de cálculo da probabilidade de sucesso do projeto. Estes resultados são comparados com a importância estratégica do projeto para a empresa, e através de um algoritmo de otimização metas são definidas para os fatores de risco, possibilitando a definição de ações e o monitoramento destas. O sistema de suporte à decisão proposto foi avaliado em uma empresa de grande porte considerando diferentes cenários. Os resultados obtidos foram coerentes, permitindo a empresa considerar suas especificidades na definição das metas.

**Palavras-chave:** manufatura *lean*, sistema de suporte à decisão, gestão de riscos.

#### **Abstract**

Lean implementation projects have a low percentage of success, so risk management becomes important in such projects. This paper presents a decision support system based on the risk factors involved in these projects and the strategic importance of the project for the company. Based on the risk factors identified in the literature, a questionnaire to diagnose the business situation and a framework for computing the probability of project success were established. These results are compared with the strategic importance of the project for the company and through an optimization algorithm goals are set for the risk factors, enabling the definition and monitoring of the action plan. The proposed decision support system was evaluated in a large company considering different scenarios. The results were consistent, allowing the company to consider your characteristics when defining the goals for the risk factors.

**Keywords:** lean manufacturing, decision support system, risk management.

## 1. Introdução

A volatilidade do atual cenário econômico afeta a política de investimentos das empresas. As decisões de investimento estão mais sensíveis aos riscos, assim, projetos de baixo risco são priorizados (Olsen et al., 2011) e a gestão de riscos assume papel relevante dentro das empresas (Arena et al., 2010). As incertezas e os riscos associados devem ser considerados durante o planejamento e desenvolvimento das estratégias empresarias (Olsen et al., 2011), fato respaldado pelo aumento do percentual de empresas com programas de ERM (*Enterprise Risk Management*) implantado ou em implantação. Esse percentual cresceu de 67% em 2006 para 79% em 2011 (Deloitte, 2011).

A análise de risco é parte importante do processo decisório para otimização das decisões gerenciais (Abt et al., 2010; Aven e Kristensen, 2005). Conforme FT (2010), 62% dos executivos consideraram suas empresas como inefetivas ou moderadamente efetivas em integrar informações de riscos em seus projetos. Para Nokhbatolfoghahaayee et al. (2010) as decisões dos indivíduos são baseadas no conhecimento e experiências, o que dificulta a tomada de decisões gerenciais rápidas muito vezes necessárias em épocas turbulentas, justificando a necessidade de sistemas de suporte à decisão nas empresas. Conforme Power e Sharda (2007), este contexto faz dos sistemas de suporte à decisão um importante tópico de pesquisa.

Em projetos de reorganização industrial a atenção aos riscos é particularmente importante. McKinsey (2010) verificou que apenas 37% das empresas pesquisadas completaram o projeto de reorganização dentro do prazo previsto. Em projetos de implantação da metodologia *lean*, uma alternativa de reorganização industrial visando ganhos de produtividade (Lewis, 2010; Saurin et al., 2010), também foi verificado um baixo percentual de sucesso (Badurdeen et al., 2011; Bhasin e Burcher, 2006; Boyle et al., 2011).

Considerando a relevância da metodologia *lean* dentre as estratégias organizacionais, é necessário desenvolver ferramentas e táticas que conduzam a maior probabilidade de sucesso dos projetos de implantação dessa metodologia. Este trabalho propõe um sistema de suporte à decisão específico para projetos de implantação da metodologia *lean* baseado nos riscos associados à implantação dessa metodologia e da importância estratégica do projeto para a empresa. Através deste, metas otimizadas para os fatores de risco são definidas, fornecendo informações relevantes para tomada de decisões gerenciais mais efetivas visando o sucesso do projeto de implantação da metodologia.

Este artigo está estruturado em seis seções. A seção 2 apresenta uma breve revisão teórica sobre sistemas de suporte à decisão. A seguir, na seção 3, é apresentada a metodologia utilizada e os detalhes da construção do sistema de suporte à decisão. As seções 4 e 5 discutem a aplicação do modelo proposto em uma empresa e o estudo de cenários. Finalizando o artigo, na seção 6, são sumarizadas as conclusões do trabalho.

## **2. Sistemas de suporte à decisão (*Decision Support System - DSS*)**

Sistemas de suporte à decisão (DSS) são ferramentas utilizadas para capacitar os gestores a tomarem decisões melhores, sendo importantes para a análise e solução de problemas e o desenvolvimento da capacidade de aprendizado organizacional (Marquez e Blanchar, 2006; O'Connor e Martinson, 2006; Power e Sharda, 2007; Shim et al., 2002). Os DSS estão sendo utilizados por um número maior de empresas em diferentes áreas (Arias-Aranda et al., 2010; Kristianto et al., 2011; Lin et al., 2012; Power e Sharda, 2007; Saad e Chakhar, 2009; Wen et al., 2008). Power e Sharda (2007) enfatizam que a tomada de decisões melhores devido à qualidade das informações coletadas, o *feedback* no tempo certo possibilitando decisões rápidas, a facilidade de monitoramento e a identificação de oportunidades são os principais benefícios dos DSS.

Os DSS utilizam técnicas e ferramentas diversas. Conforme Power e Sharda (2007) e Shim et al. (2002), são empregados modelos quantitativos baseados em equações algébricas e diferenciais, modelos multicritério e multi-atributo, modelos de simulação utilizando Monte Carlo, simulação multi-agente, além de ferramentas como AHP, árvore e matriz de decisão. Dentre as classes de DSS identificadas por Shim et al. (2002) está a dos DSS de otimização, que utiliza um algoritmo que busca a melhor solução possível para o problema em análise. Segundo Kristianto et al. (2011), a melhor solução pode envolver ações de otimização nos níveis tático e operacional.

Conforme Ahmed et al. (2010) e Marquez e Blanchar (2006), a utilização de cenários em DSS contribui para a tomada de decisões melhores, visto que possibilita a avaliação de diferentes opções e situações plausíveis.

Entre as áreas de aplicação dos DSS estão a gestão de riscos em projetos e a implantação da metodologia *lean*. Fang e Marle (2012) propõem um DSS para a gestão de riscos em projetos estruturado em cinco fases. Wan e Chen (2009) apresentam um DSS para auxiliar a implantação da metodologia *lean*, sugerindo a utilização de diferentes técnicas e ferramentas conforme o status de implantação do projeto. Já para Riezebos et al. (2009), a

utilização de DSS em empresas *lean* é benéfica, uma vez que contribui para minimização e otimização dos intervalos de intervenção de manutenção, reduzindo as paradas desnecessárias e os custos conseqüentemente.

### 3. Método

Este trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada com objetivo explicativo (Silva e Menezes, 2001). Ele apresenta a estrutura de um sistema de suporte à decisão aplicável em projetos de implantação da metodologia *lean* baseado nos fatores de risco específicos destes projetos e na estimativa da probabilidade de sucesso de implantação do projeto. A abordagem utilizada foi qualitativa para identificação dos fatores de risco e importância estratégica, e quantitativa para estimativa da probabilidade de sucesso e definição das metas para a situação dos fatores de risco.

O sistema proposto foi avaliado em uma empresa manufatureira de grande porte (>500 funcionários, Sebrae – [www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)) situada no sul do Brasil. Adicionalmente, foram realizadas simulações para o cálculo otimizado das metas para a situação frente aos fatores de risco alterando as restrições do modelo, como o número de fatores de risco a serem incluídos no plano de ações de melhoria. Desta forma, a empresa pode avaliar diferentes perspectivas relacionadas à sua realidade.

A realização de projetos complexos, como a implantação de sistemas *lean*, necessita um planejamento criterioso (Jeyaraman et al., 2010; Achanga et al., 2006). Conforme Kutsch e Hall (2010) e Sanchez et al. (2009), a gestão de riscos possibilita o gerenciamento efetivo de informações relacionadas ao risco, sendo importante a mesma considerar o dinamismo dos projetos e a interação entre as variáveis do projeto. Para assegurar a efetividade do gerenciamento dos riscos, os sistemas de suporte à decisão são uma importante ferramenta (Fang e Marle, 2012; Xia e Chen, 2011).

O modelo proposto é um sistema de suporte à decisão baseado na otimização (Shim et al., 2002), a estrutura deste é apresentada na Figura 1. Durante a fase inicial, é definida a probabilidade de sucesso desejada e realizado o diagnóstico da situação da empresa, sendo identificadas a probabilidade de sucesso do projeto de implantação e a situação da empresa frente os fatores de risco. A seguir, caso a probabilidade de sucesso estimada seja menor que a desejada, é realizado o cálculo otimizado das metas para a situação frente aos fatores de risco. Por fim, são analisadas as lacunas existentes e definidos planos de ação e indicadores para atingir o objetivo traçado.

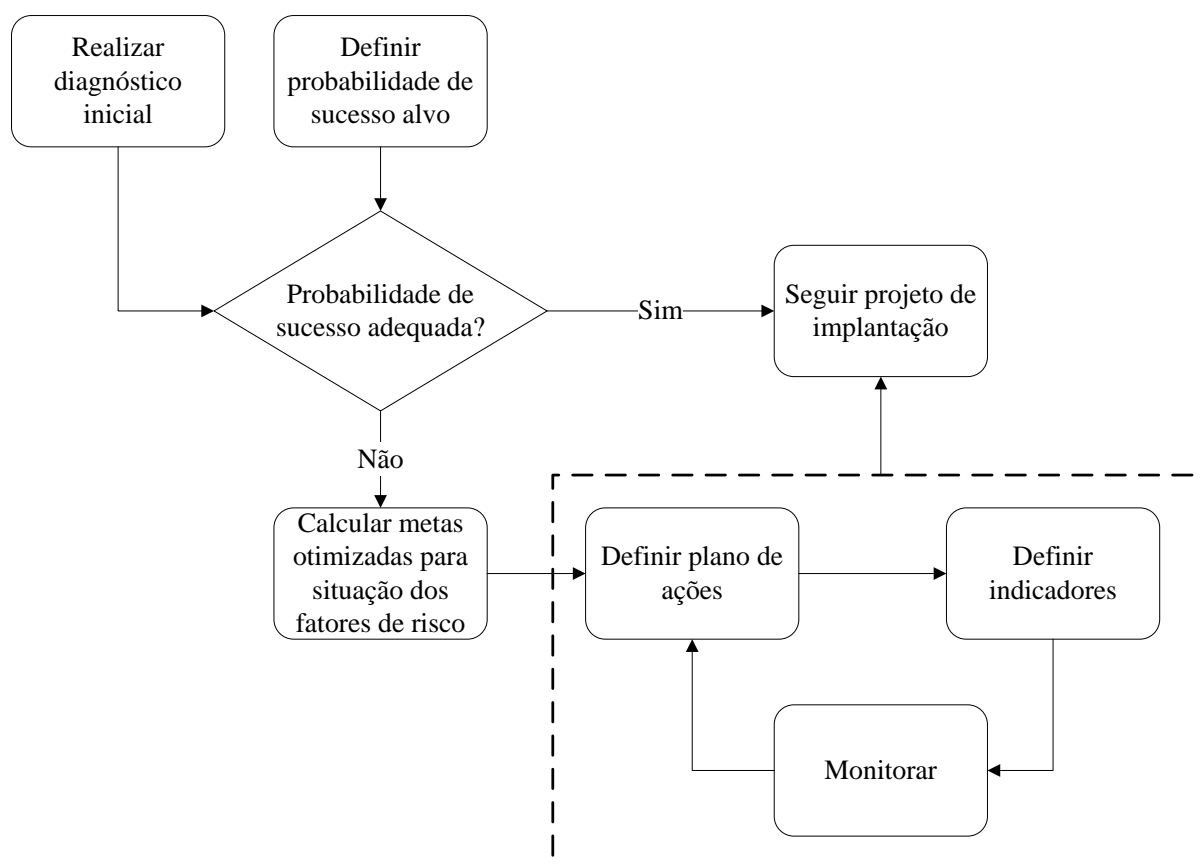


Figura 1 - Estrutura do sistema de suporte à decisão

Em um primeiro momento foram identificados os fatores de risco envolvidos em projetos de implantação da metodologia *lean*. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica utilizando uma abordagem qualitativa. Os 14 fatores de risco identificados por Scherer e Ribeiro (2012a) (Quadro 1) foram utilizados para construção do modelo, visto que, são específicos para projetos de implantação da metodologia *lean* e advindos de pesquisa bibliográfica nas principais bases de dados.

A segunda etapa corresponde ao diagnóstico da empresa. Foi criado um questionário em ambiente *web* com questões referentes aos fatores de risco identificados anteriormente, para os colaboradores da empresa envolvidos no projeto responder. O questionário foi construído com 28 questões de múltipla escolha. Para cada fator de risco são formuladas duas afirmações representativas das características desejáveis encontradas na literatura (Quadro 2). Conforme preconizam Silva e Menezes (2001), as questões referentes a cada fator de risco foram agrupadas e redigidas em linguagem compreensível focando um aspecto da avaliação. O respondente deve indicar o quanto ele concorda com a afirmação em relação a sua empresa, utilizando para tanto uma escala Likert de 1 a 5 (discordo totalmente a concordo totalmente). A situação da empresa frente a cada fator de risco é obtida pela soma das medianas das duas

questões correspondentes. A mediana das respostas é utilizada, porque ela é mais robusta a dados atípicos, comparada à média simples. O questionário é disponibilizado em ambiente web visando facilitar o preenchimento e consolidação das informações.

Os resultados obtidos através do questionário são inseridos no modelo proposto por Scherer e Ribeiro (2012b) para o cálculo da probabilidade de sucesso do projeto de implantação e identificação da situação da empresa frente aos fatores de risco. O modelo de Scherer e Ribeiro (2012b) foi utilizado por ser específico a projetos *lean* e considerar a intensidade do relacionamento entre os fatores de risco, característica importante conforme Fang e Marle (2012) e Sanchez et al. (2009). Os valores encontrados via questionário para a situação dos fatores de risco são redimensionados de forma linearmente proporcional para a escala entre 0 e 1, atendendo aos requisitos do modelo.

A etapa seguinte consiste em verificar se a estimativa de probabilidade de sucesso para o projeto estava adequada à empresa. Isso é feito através de reunião com os responsáveis pelo projeto na empresa, onde é apresentada uma tabela com valores orientativos para o valor alvo da probabilidade de sucesso. Através da Tabela 1, o sistema propõe faixas para o valor alvo de probabilidade, conforme a importância estratégica do projeto para a empresa, servindo a mesma como valor orientativo. A definição do valor alvo cabe à diretoria, pois o comprometimento desta com o projeto é importante para o sucesso do mesmo (Gattiker e Carter, 2010; Young e Jordan, 2008; Zwikael, 2008).

Tabela 1 - Faixas sugeridas para o valor alvo de probabilidade de sucesso do projeto

Importância do projeto para realizar a estratégia da empresa.	Baixa	Média	Alta
Probabilidade de sucesso sugerida (%)	(70 -80)	(80 – 90)	(90 – 100)

Este valor alvo de probabilidade de sucesso é comparado ao valor calculado anteriormente pelo modelo de Scherer e Ribeiro (2012b). Caso o valor calculado seja maior ou igual ao valor alvo, basta realizar o monitoramento das ações do projeto de implantação. No entanto, se o valor calculado resultar inferior ao valor alvo, é utilizada uma abordagem quantitativa para cálculo de metas otimizadas para os fatores de risco. Para definir essas metas otimizadas, é utilizado o algoritmo GRG (Gradiente Reduzido Generalizado) não linear no modelo proposto por Scherer e Ribeiro (2012b), onde o valor alvo da probabilidade de sucesso é considerado a variável independente e as situações frente os fatores de risco são as variáveis dependentes a serem ajustadas.

Quadro 1 - Fatores de risco em projetos de implantação da metodologia *lean*. Fonte: Scherer e Ribeiro (2012a)

Fator de Risco	
Alinhamento estratégico	Conceitos, resultados e consequências da implantação do sistema <i>lean</i> devem estar alinhados com a estratégia da empresa.
Capacidade financeira	Condições financeiras de custear o projeto de implantação.
Capacidade e qualidade dos fornecedores	Disponibilidade de fornecedores capacitados a fornecer conforme as necessidades de qualidade e entrega decorrentes da metodologia.
Rede de transportes	Infraestrutura da rede transportes e legislação que possibilite atender as necessidades decorrentes da metodologia.
Cultura organizacional	Cultura de melhoria contínua, proativa e aberta às mudanças deve ser desenvolvida na empresa.
Comprometimento da alta diretoria	Alta diretoria deve fornecer suporte e ser participativa no processo de implantação da metodologia.
Comprometimento dos colaboradores	Colaboradores devem estar envolvidos e ser participativos no processo de implantação da metodologia.
Liderança	Comportamento das lideranças deve ser participativo e consistente com os preceitos da metodologia, fornecendo uma visão e estratégia adequadas, buscando a integração de toda estrutura da empresa na metodologia.
Treinamento	Treinamento dos colaboradores deve ser adequado às necessidades da metodologia e prover ferramentas para sua implantação.
Comunicação	Comunicação entre os diferentes níveis da empresa deve ser aberta, informando o andamento do projeto, bem como, divulgando as metas e prazos aos envolvidos na implantação da metodologia.
Configuração do trabalho	As posições de trabalho devem ser planejadas e configuradas considerando os preceitos da metodologia. As atividades e seus tempos devem ser analisados, bem como as capacidades de máquina devem ser consideradas, evitando configurar a posição excessivamente <i>lean</i> de forma a gerar desmotivação nos colaboradores e resistência frente à metodologia.
Autonomia dos colaboradores	Os colaboradores devem ter autonomia e liberdade para realizarem mudanças necessárias no processo de produção.
Visão holística	A empresa deve ser considerada como um todo durante o planejamento e execução do projeto de implantação da metodologia, evitando que os impactos da metodologia sejam desconsiderados nos diferentes setores. É importante não se restringir ao setor de manufatura.
Gestão do projeto	Técnicas de gestão de projeto devem ser utilizadas no projeto de implantação da metodologia.

Quadro 2 - Questões incluídas no diagnóstico da empresa

Fator de risco	Questão	Referência
1. Alinhamento estratégico	1 - A estratégia da empresa está focada em criar valor para o cliente.	Emiliani e Stec (2005), Sim e Rogers (2009).
	2 - Novos projetos de grande monta são avaliados pela alta diretoria, e esta possui metas relacionadas a estes.	
2. Capacidade financeira	3 - As premissas utilizadas no cálculo dos custos e provisionamento de recursos de novos projetos são analisadas e validadas.	Achanga et al. (2006).
	4 - O impacto financeiro dos custos de novos projetos da empresa foram estimados e avaliados.	
3. Capacidade e qualidade dos fornecedores	5 - Os fornecedores atendem as especificações de qualidade, quantidade e entrega solicitados.	Olsson (2007), Houshmand e Jamshidnezhad (2006), Mohammed et al. (2008), Soon e Udin (2011), Stavrulaki (2010), Boyle et al. (2011).
	6 - As cadeias de fornecimento estão mapeadas e há um trabalho de desenvolvimento dos principais fornecedores, sendo a performance destes monitorada e discutida rotineiramente.	
4. Rede de transportes	7 - A infraestrutura da rede de transportes (estradas, canais de navegação, aeroportos,...) atende os requisitos do projeto de fornecimento de matéria-prima e distribuição de produto pronto.	Arrto et al. (2008), Sanchez-Rodriguez et al. (2010), Wu et al. (2006), Christopher et al. (2011).
	8 - A legislação (impostos e taxas, regulação de transporte,...) viabilizam o projeto de fornecimento de matéria-prima e distribuição de produto pronto.	
5. Cultura organizacional	9 - A cultura da empresa é proativa, aberta a mudanças, e de melhoria contínua.	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Yamamoto e Bellgran (2010).
	10 - A cultura da empresa suporta o conceito de trabalhador que pensa.	
6. Comprometimento da alta diretoria	11 - A alta diretoria possui metas e bônus relacionados aos projetos centrais da empresa, sendo participativa nas atividades relacionadas à estes projetos.	Gattiker e Carter (2010), Young e Jordan (2008), Zwikael (2008a), Zwikael (2008b).
	12 - A alta diretoria está desenvolvendo uma organização que aprende ( <i>learning organization</i> ).	
7. Comprometimento dos colaboradores	13 - Os colaboradores compreendem a necessidade de um processo livre de defeitos e sem desperdícios.	Achanga et al. (2006), Anand et al. (2009), Geraldi et al. (2010), Herron e Hicks (2008), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Olivella et al. (2008), Scherrer-Rathje et al. (2009), Sim e Rogers
	14 - Os colaboradores estão motivados e envolvidos na solução de problemas e ações de melhoria contínua.	



		(2009), Worley e Doolen (2006).
8. Liderança	15 - Os líderes da empresa são abertos e receptivos, difundem as metas da empresa e são participativos na busca destas.	Achanga et al. (2006), Emiliani e Stec (2005).
	16 - O poder de decisão está com o menor nível hierárquico possível.	
9. Treinamento	17 - A empresa possui uma matriz das habilidades necessárias para todas as posições de trabalho e um plano de treinamento para os funcionários.	Achanga et al. (2006), Bhasin e Burcher (2006), Burduk e Chlebus (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Sawhney et al. (2010).
	18 - Os colaboradores são treinados em métodos de solução de problemas e em várias posições de trabalho.	
10. Comunicação	19 - O fluxo de informações entre diferentes setores, níveis hierárquicos e turnos é eficiente (informação necessária no momento necessário).	Aoki (2008), Atkinson et al. (2006), Jeyaraman e Teo (2010), Karlsen (2010), Sim e Rogers (2009), Worley e Doolen (2006).
	20 - A empresa comunica de forma estruturada e ampla sua estratégia, objetivos, metas e resultados obtidos; bem como, <i>feedback</i> dos clientes.	
11. Configuração do trabalho	21 - O processo é capaz de produzir conforme as especificações.	Conti et al. (2006), Treville et al. (2006).
	22 - As tarefas das posições de trabalho foram configuradas baseadas nas características dos equipamentos.	
12. Autonomia dos colaboradores	23 - Os colaboradores possuem liberdade para testar melhorias baseadas em metodologia científica.	Scherrer-Rathje et al. (2009).
	24 - A empresa possui equipes multifuncionais de resolução de problemas prontas para atuar assim que um problema é detectado.	
13. Visão holística	25 - O impacto e riscos da implantação dos projetos sobre os custos, qualidade e competitividade da empresa como um todo são avaliados.	Emiliani e Stec (2005), Mathaisel (2005), Olsson (2007).
	26 - O impacto dos projetos em todas as áreas da empresa, bem com, em clientes e fornecedores são avaliados	
14. Gestão do projeto	27 - A empresa utiliza uma metodologia de gestão de projetos.	Bhasin e Burcher (2006), Camprieu et al. (2007), Emiliani e Stec (2005), Fullerton e Wempe (2009), Howell et al. (2010), Jeyaraman e Teo (2010), Kutsch (2008), Lam e Chua (2005), Mathaisel (2005), Olivella et al. (2008), Papke-Shields et al. (2010), Scherrer-Rathje et al. (2009), Singh e Sharma (2009).
	28 - A empresa mapeia o estado atual e almejado das ações dos projetos, definindo responsáveis e monitorando constantemente os resultados alcançados.	

A partir das metas calculadas para a situação dos fatores de risco, a empresa pode avaliar quanto a situação frente cada fator de risco deve melhorar para atingir a probabilidade de sucesso desejada. Assim, é possível a definição de plano de ação para cada fator de risco, bem como, indicadores relacionados aos riscos do projeto para monitorar o andamento do mesmo.

O modelo proposto permite que aspectos gerenciais sejam considerados no cálculo das metas da situação dos fatores de risco. Características como custos e facilidade de ação podem ser inseridas no modelo através de restrições. Por exemplo, caso a empresa considere economicamente inviável atuar em determinado fator de risco, ela pode incluir essa restrição no procedimento de otimização, de forma que esse valor seja mantido constante durante a otimização. Da mesma forma, é possível restringir o número de fatores de risco a serem incluídos nas ações de melhoria, permitindo atuar de forma focada em um número limitado de áreas. Assim, o modelo pode se adaptar às particularidades da empresa.

#### **4. Aplicação do modelo e discussão dos resultados**

A estrutura do sistema de suporte à decisão foi avaliada em uma empresa manufatureira de grande porte localizada no sul do Brasil. A empresa é parte de um grupo multinacional com sede no Japão, contando com mais de mil funcionários na unidade avaliada. Esta produz componentes eletrônicos para o mercado interno e externo. A iniciativa de implantação da metodologia *lean* é local, sendo que a mesma visa à melhoria do resultado operacional.

Em um primeiro momento foi realizada reunião de um dos autores com o responsável pela iniciativa de implantação da metodologia *lean* na empresa para apresentação da estrutura do sistema de suporte à decisão. O *link* com o endereço *web* contendo o questionário foi enviado ao responsável pelo projeto para ser encaminhado aos colaboradores envolvidos no projeto. Este foi respondido por cinco funcionários da alta e média gerência das áreas de engenharia e produção. Através destes dados, foi estimada a probabilidade de sucesso do projeto de implantação em 53% e foi identificada a situação frente os fatores de risco (Tabela 2).

A probabilidade de sucesso alvo do projeto de implantação foi definida pela empresa através de reunião da gerência em 85%. A importância estratégica do projeto foi considerada média, visto que, era uma iniciativa local e não corporativa, porém os resultados esperados de melhoria no desempenho, bem como, o fato de ser um projeto piloto justificavam a definição de um percentual elevado. Assim, os responsáveis pelo projeto consideraram que a

probabilidade alvo de sucesso deveria estar em um valor intermediário da faixa de importância estratégica média.

Para o cálculo das metas para situação dos fatores de risco, a empresa incluiu uma restrição, as metas para os fatores de risco não poderiam ser superiores a 0,9. Esta restrição foi imposta devido à empresa acreditar que valores acima desse limite seriam muito difíceis de alcançar. Assim, o algoritmo calculou metas otimizadas considerando a atuação nos 14 fatores de risco, restringindo as metas a valores iguais ou inferiores a 0,9 (Tabela 2).

Tabela 2 -Situação dos fatores de risco e probabilidade de sucesso na empresa estudada

	Situação dos fatores de risco (Questionário)	Probabilidade de sucesso calculada	Probabilidade de sucesso alvo	Metas para situação dos fatores de risco
Alinhamento Estratégico	0,800			0,900
Capacidade Financeira	0,800			0,900
Capacidade e qualidade dos fornecedores	0,600			0,834
Rede de transportes	0,600			0,900
Cultura organizacional	0,600			0,738
Comprometimento da alta diretoria	0,600			0,801
Comprometimento dos colaboradores	0,700			0,795
Liderança	0,700	53%	85%	0,846
Treinamento	0,700			0,866
Comunicação	0,500			0,655
Configuração do trabalho	0,700			0,801
Autonomia dos colaboradores	0,800			0,859
Visão holística	0,600			0,798
Gestão do projeto	0,600			0,804

As metas calculadas conforme a probabilidade de sucesso alvo resultaram em um valor máximo de 0,900 para os fatores de risco alinhamento estratégico, capacidade financeira e rede de transportes, e a menor meta para o fator de risco comunicação (0,655). As metas calculadas para os fatores de risco cuja avaliação inicial identificou a melhor situação

(alinhamento estratégico, capacidade financeira e autonomia dos colaboradores) resultaram em uma necessidade de melhoria percentual entre 7% e 13%. Já para o fator de risco com a pior situação inicial (comunicação), a necessidade de melhoria percentual foi de 31%. Para os fatores de risco diagnosticados com a situação inicial em 0,600, a necessidade de melhoria percentual oscilou entre 23% e 50%. Enquanto que, para os fatores avaliados inicialmente em 0,700, a necessidade de melhoria percentual variou entre 14% e 24%.

O fator de risco rede de transportes apresentou a meta mais desafiadora, tanto em valores absolutos (0,300), como em valor percentual (50%). Já a meta para o fator de risco autonomia dos colaboradores resultou na menor necessidade de melhoria em valor absoluto (0,059) e percentual (7,32%). Os resultados encontrados ficaram dentro do esperado, visto que, a probabilidade de sucesso diagnosticada foi de 53%, bem abaixo daquela desejada de 85%.

A definição das metas permitiu à empresa visualizar o quanto e onde precisava atuar em relação aos fatores de risco (Figura 2), possibilitando assim o planejamento de ações de forma efetiva, bem como, a definição de indicadores para o monitoramento do projeto de implantação da metodologia. Os responsáveis pelo projeto na empresa consideraram as metas como desafiadoras e coerentes com a situação atual e desejada da empresa. Porém, a meta para o fator de risco rede de transportes foi considerada de difícil execução em curto prazo, necessitando assim uma reavaliação do projeto de implantação em termos de prazos e investimentos.

Os resultados obtidos pela utilização do DSS foram considerados satisfatórios. O diagnóstico e as metas definidas auxiliaram a empresa a identificar a situação atual frente ao projeto de implantação, bem como, planejar ações e reavaliar prazos para execução do projeto. Porém, o fato de considerar que o custo para atuar em cada fator de risco era o mesmo foi levantado como limitação do DSS proposto.

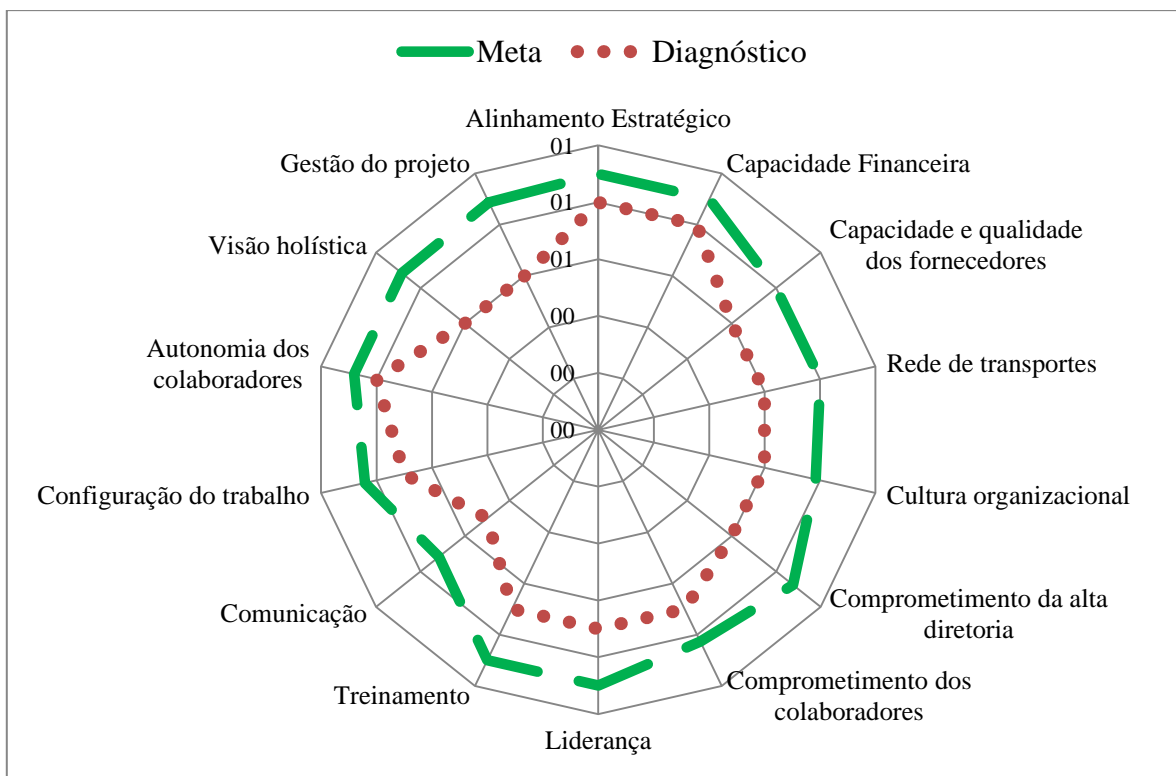


Figura 2 - Diagnóstico e meta para os fatores de risco

## 5. Avaliação de cenários

A análise por cenários é uma alternativa para avaliar possibilidades distintas (Ahmed et al., 2010; Marquez e Blanchar, 2006). Baseados nos dados obtidos via diagnóstico da empresa, foram definidos seis cenários para analisar o impacto sobre as metas para os fatores de risco de diferentes contextos da empresa. Foram considerados diferentes níveis de probabilidade de sucesso alvo, bem como a quantidade e os fatores de risco sobre os quais atuar (Tabela 3). Esta análise visa ilustrar a possibilidade de incluir diferentes tipos de restrições no modelo proposto para refletir diferentes contextos empresariais.

Os dois primeiros cenários consideraram diferentes níveis de importância estratégica para o projeto de implantação da metodologia *lean*, mantendo a atuação da empresa sobre os 14 fatores de risco com o valor máximo de 0,900 para o cálculo das metas. O cenário 1 considera que o projeto de implantação da metodologia é de baixa importância estratégica para a empresa, sendo utilizada a probabilidade de sucesso alvo de 75%, situada no centro da faixa de probabilidade sugerida anteriormente para tal situação. Já para o segundo cenário, o projeto foi considerado de alta importância estratégica, utilizando o valor central da faixa sugerida de probabilidade de sucesso alvo de 95%. A análise desses cenários (Tabela 3) indicou para um nível de importância estratégica menor (cenário 1) valores para as metas da

situação dos fatores de risco 7,3% menores em média frente aqueles obtidos na avaliação anterior da empresa, sendo que a meta resultou a mesma para os fatores de risco alinhamento estratégico e capacidade financeira. Através do cenário 2, foi verificado que não era possível alcançar a probabilidade de sucesso alvo considerando a restrição imposta, ou seja, caso o projeto fosse de alta relevância estratégica a empresa teria que eliminar a restrição em 0,900, o que poderia impactar os custos e o grau de dificuldade do projeto.

O cenário 3 foi construído mantendo a atuação sobre os 14 fatores de risco com probabilidade de sucesso alvo de 85%, porém, limitando as metas a faixa de 0,750 a 0,900, simulando uma condição em que a empresa considere a excelência inalcançável e busque uma melhora equilibrada em relação a todos os fatores de risco. Os resultados mostraram ser possível definir metas para o cenário proposto, porém, as metas indicaram a necessidade de melhoria percentual elevada para alguns fatores, como por exemplo, de 60% para o fator de risco comunicação. A necessidade de melhoria em valores absolutos foi elevada (0,300) para os fatores de risco rede de transportes e comunicação, porém, a situação inicial destes era de 0,600 e 0,500 respectivamente. Para os fatores de risco com a melhor situação inicial (0,800) a necessidade de melhoria em valores oscilou entre 0,056 e 0,100.

Tabela 3 - Cenários de avaliação

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	
Probabilidade de sucesso alvo	75%	95%	85%	85%	85%	85%	
Restrição	Número de fatores de risco incluídos na otimização	14	14	14	14	7	14
	Meta para os fatores de risco	$\leq 0,90$	$\leq 0,90$	0,75 a 0,90	3 e 4 $\leq 0,80$ ; demais $\leq 0,90$	$\leq 0,90$	-
Meta para o fator de risco	1. Alinhamento Estratégico	0,900		0,856	0,900	0,800	0,972
	2. Capacidade Financeira	0,900		0,877	0,900	0,800	1,000
	3. Capacidade e qualidade dos fornecedores	0,722		0,837	0,800	0,900	0,780
	4. Rede de transportes	0,825		0,900	0,800	0,900	0,921
	5. Cultura organizacional	0,682		0,793	0,785	0,834	0,727
	6. Comprometimento da alta diretoria	0,715		0,815	0,876	0,900	0,776
	7. Comprometimento dos colaboradores	0,756	Sem solução	0,753	0,827	0,700	0,787
	8. Liderança	0,784		0,793	0,900	0,700	0,827
	9. Treinamento	0,792		0,801	0,900	0,700	0,839
	10. Comunicação	0,588		0,802	0,717	0,753	0,633
	11. Configuração do trabalho	0,755		0,783	0,842	0,700	0,782
	12. Autonomia dos colaboradores	0,833		0,818	0,881	0,800	0,849
	13. Visão holística	0,708		0,814	0,883	0,900	0,762
	14. Gestão do projeto	0,714		0,813	0,887	0,900	0,772

Através do cenário 4 foi avaliada a situação na qual a dificuldade de atuação sobre os fatores de risco externos à empresa (capacidade e qualidade dos fornecedores e rede de transportes) é maior. Para estes dois fatores de risco foi estabelecida a restrição que a meta não poderia ser superior ao valor de 0,800, e para os demais foi mantida a restrição de meta inferior a 0,900, considerando o valor alvo da probabilidade de sucesso de 85%. O algoritmo apresentou solução possível. Para os dois fatores de risco externos à empresa, a necessidade de melhoria em valores absolutos seria de 0,200, enquanto os fatores de risco visão holística e gestão de projeto apresentaram a maior necessidade de melhoria em valores absolutos (0,283 e 0,287 respectivamente). A amplitude da necessidade de melhoria em valores absolutos foi de 0,206, sendo que as metas para os fatores de risco com a melhor situação inicial resultaram na menor necessidade de melhoria em valores absolutos. O tipo de restrição proposta neste cenário pode ser utilizado em situações onde os fatores de risco apresentem custos ou facilidade de ação distintos, possibilitando definir metas arrojadas para certos fatores.

Por meio do cenário 5 foi avaliada a atuação sobre aqueles fatores de risco com a pior situação diagnosticada. A probabilidade alvo considerada foi de 85% e definiu-se a atuação sobre os fatores de risco diagnosticados com um valor abaixo de 0,700, mantendo o valor máximo para a meta de 0,900. O modelo apresentou solução possível no qual a necessidade de melhoria percentual variou entre 39% e 51%. Em valores absolutos a necessidade melhoria oscilou entre 0,234 e 0,300, sendo que, a meta para quatro dos fatores de risco atingiu o valor máximo de 0,900.

O cenário 6 considerou o valor alvo da probabilidade de sucesso de 85% e a inexistência de restrição quanto ao valor máximo para as metas da situação dos fatores de risco. A meta resultante para o fator de risco capacidade financeira foi 1,000 e para o fator de risco alinhamento estratégico 0,972, sendo que ambos os fatores de risco foram diagnosticados em 0,800 na avaliação inicial. A excelência é difícil de ser alcançada, bem como, pode constituir uma meta que desmotive os envolvidos no projeto. Além disto, o grau de dificuldade para alcançar esta pode inviabilizar o projeto.

A análise dos cenários demonstra a capacidade da ferramenta se adequar às necessidades de cada empresa através da utilização das restrições de cálculo do modelo. A capacidade de atuação sobre os fatores de risco pode variar entre empresas, por exemplo, empresas de maior porte podem possuir uma maior capacidade de atuar sobre fatores de risco externos a elas, como a rede de transportes, devido a seu maior poder político ou financeiro. Os custos envolvidos para atuar sobre os fatores de risco também podem ser distintos, assim,



a empresa pode aceitar metas mais elevadas para os fatores de risco onde o custo seja menor. O mesmo pode ocorrer em termos de facilidade de ação, a empresa pode possuir um conhecimento maior em determinada área associada a certos fatores de risco, possibilitando a modelagem com metas mais agressivas para tais fatores de risco. Além disto, o grau de dificuldade para alcançar um mesmo valor absoluto de melhoria varia conforme a situação inicial diagnosticada. De maneira geral, atingir uma meta que proponha uma melhoria em valor absoluto de 0,100 será mais fácil para um fator de risco diagnosticado inicialmente em 0,500 do que para um fator de risco diagnosticado inicialmente em 0,800. Estas alternativas podem ser consideradas no modelo através da utilização das restrições. O modelo também possibilita avaliar a viabilidade de diferentes alternativas, como por exemplo, focar a ação em determinada classe dos fatores de risco.

## 6. Conclusão

A implantação da metodologia *lean* visando ganhos de produtividade é uma alternativa para enfrentar o atual ambiente econômico (Lewis, 2010; Saurin et al., 2010). O baixo percentual de sucesso nos projetos de implantação da metodologia (Badurdeen et al., 2011; Bhasin e Burcher, 2006; Boyle et al., 2011) enfatiza a necessidade da gestão dos riscos durante o projeto de implantação, visto que esta proverá os gestores com informações importantes para a tomada de decisões gerenciais. Este trabalho apresentou um modelo de sistema de suporte à decisão para projetos de implantação da metodologia *lean* considerando os riscos e a importância estratégica do projeto para a empresa.

O trabalho utilizou uma abordagem qualitativa e quantitativa. O modelo propõe uma ferramenta de diagnóstico inicial utilizando os 14 fatores de risco em projetos *lean* identificados na literatura por Scherer e Ribeiro (2012a) e o modelo de relacionamento proposto por Scherer e Ribeiro (2012b). Esse modelo permite estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação. Esse resultado é comparado com o valor alvo da probabilidade de sucesso projeto, definida de acordo com a importância estratégica do projeto. Caso a estimativa de probabilidade de sucesso encontrada seja inferior à probabilidade alvo, são definidas metas otimizadas para os fatores de risco empregando o algoritmo GRG não linear no método proposto por Scherer e Ribeiro (2012b). Baseado nestas metas, ações e indicadores serão definidos para monitoramento do projeto de implantação.

O modelo de sistema de suporte à decisão utilizando fatores de risco ao sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* e a importância estratégica do projeto foi

aplicado em uma empresa manufatureira de grande porte. O modelo forneceu informações coerentes e relevantes para o sucesso do projeto. A definição de uma probabilidade de sucesso alvo baseada na relevância estratégica e sua avaliação frente à estimativa de sucesso obtida via diagnóstico inicial permitiu verificar a necessidade de ações corretivas para atingir o objetivo do projeto. A definição de metas otimizadas para os fatores de risco, considerando a sinergia entre estes, possibilitou atuar de forma a maximizar o uso dos recursos da empresa. Ademais, através das restrições, características específicas da empresa podem ser consideradas para cálculo das metas para os fatores de risco.

A aplicação revelou que, considerando a situação atual, a probabilidade de sucesso da implantação seria 53%, distante da probabilidade alvo de sucesso, estabelecida pela gerência em 85%. Assim, considerando a restrição imposta pela empresa (atuar em 14 fatores de risco, mas limitando as melhorias a 0,900), as metas otimizadas calculadas para os fatores de risco resultaram em valores desafiadores, mas exequíveis. A simulação de cenários alternativos demonstrou o impacto sobre as metas de diferentes níveis de importância estratégica do projeto, bem como, da atuação em um número diferente de fatores de risco, representando diferentes contextos empresariais. Ressalta-se a impossibilidade de atingir a probabilidade alvo, com a restrição imposta, caso a importância estratégica do projeto fosse alta.

O modelo foi avaliado considerando que os custos e esforços necessários para atuar nos fatores de risco eram iguais para todos os fatores. Como sugestões de trabalhos futuro vislumbra-se a otimização das metas considerando a ponderação dos custos e esforços necessários para melhorar a situação dos diferentes fatores de risco, bem como, a aplicação em empresas de diferentes indústrias e portes.

## REFERÊNCIAS

- ABT E. et al. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment. **Risk Analysis**, v. 30, n. 7, p. 1028-1036, 2010.
- ACHANGA P. et al. Critical Success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-471, 2006.
- AHMED D.M et al. Knowledge-based scenario management — Process and support. **Decision Support Systems**, v. 49, n. 4, p. 507-520, 2010.
- ANAND G., et al. Selection of lean manufacturing systems using the analytic network process – a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 2, p. 258-289, 2009.

- AOKI K. Transferring Japanese kaizen activities to overseas plants in China. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 6, p. 518-539, 2008.
- ARENA M. et al. The organizational dynamics of enterprise risk management., v. 35, n. 7, p. 659-675, 2010.
- ARIAS-ARANDA et al. A fuzzy expert system for business management. *Expert Systems with Applications*, v. 37, n. 12, p. 7570-7580, 2010.
- ARRTO K. et al. Project strategy: strategy types and their contents in innovation projects. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 1, p. 49-70, 2008.
- ATKINSON R. et al. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management. **International Journal of Project Management**, v. 24, p. 687-698, 2006.
- AVEN T. & KRISTENSEN V. Perspectives on risk: review and discussion of the basis for establishing a unified and holistic approach., v. 90, n. 1, p. 1-14, 2005.
- BADURDEEN F. et al. An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for lean transformations., v. 22, n. 1, p. 46-65, 2011.
- BHASIN S. BURCHER P. Lean viewed as a philosophy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n.1, p. 56-72, 2006.
- BOYLE T. A. et al. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n.5, p. 587-603, 2011.
- BURDUK A., CHLEBUS E. Variant simulation in design and risk estimation of manufacturing system. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 448-459, 2006.
- CAMPRIEU R. et al. ‘Cultural’ differences in project risk perception: An empirical comparison of China and Canada. **Journal of Project Management**, v. 25, n. 7, p. 683–693, 2007.
- CHRISTOPHER M. et al. Approaches to managing global sourcing risk. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n.2, p. 67-81, 2011.
- CONTI et al. The effects of lean production on worker job stress. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 9, p. 1013-1038, 2006.
- DELOITTE. **Global risk management survey, seventh edition. Navigating in a changed world.** Deloitte Global Services. Fevereiro de 2011. Disponível em: <  
<http://www.deloitte.com/assets/Dcom->

UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us\_fsi\_grms\_031711.pdf>. Acesso em: 26 de dezembro de 2011.

EMILIANI M.L., STEC D.J. Leaders lost in transformation. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 26, n. 5, p. 370-387, 2005.

FANG C., MARLE F. A simulation-based risk network model for decision support in project risk management. **Decision Support System**, v. 52, n. 3, p. 635-644, 2012.

FULLERTON R. R., WEMPE W. F. Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 3, p. 214-240, 2009.

FT. **Global Emerging Risks Survey Steering the Course, Seizing the Opportunity**. Financial Times in association with Oliver Wyman. Agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.oliverwyman.com/ow/pdf\\_files/OW\\_EN\\_CR\\_PUBL\\_2010\\_EmergingRisks.pdf](http://www.oliverwyman.com/ow/pdf_files/OW_EN_CR_PUBL_2010_EmergingRisks.pdf)>. Acesso em: 26 de dezembro de 2011.

GATTIKER T. F., CARTER C.R. Understanding project champions' ability to gain intra-organizational commitment for environmental projects. **Journal of Operations Management**, v. 28, n. 1, p. 72-85, 2010.

GERALDI et al. The Titanic sunk, so what? Project manager response to unexpected events. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 6, p. 547-558, 2010.

HERRON C., HICKS C. The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 4, p. 524-531, 2008.

HOUSHMAND M., JAMSHIDNEZHAD B. An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 22, n.1, p. 1-16, 2006.

HOWELL et al. A project contingency framework based on uncertainty and its consequences. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 256-264, 2010.

JEYARAMAN K., TEO L. K. A conceptual framework for critical success factors of lean Six Sigma: Implementation on the performance of electronic manufacturing service industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 191-215, 2010.

KARLSEN J.T. Project owner involvement for information and knowledge sharing in uncertainty management. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 3, n. 4, p. 642-660, 2010.

KRISTIANTO Y et al. A decision support system for integrating manufacturing and product design into the reconfiguration of the supply chain networks. **Decision Support Systems**, 2011, doi:10.1016/j.dss.2011.11.014.

KUTSCH E. The effect of intervening conditions on the management of project risk. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 4, p. 602-610, 2008.

KUTSCH E., HALL M. Deliberate ignorance in project risk management. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 245-255, 2010.

LEWIS M.A. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 959-978, 2010.

LIN H.W. et al. Design of a Global Decision Support System for a manufacturing SME: Towards participating in Collaborative Manufacturing. **International Journal of Production Economics**, v. 136, n. 1, p. 1-12, 2012.

MARQUEZ A.C., BLANCHAR C. A Decision Support System for evaluating operations investments in high-technology business. **Decision Support Systems**, v. 41, n. 2, p. 472-487, 2006.

MATHAISEL D.F.X. A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (MRO) enterprise. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 8, p. 623-644, 2005.

MCKINSEY. **McKinsey Global Survey results: Taking organizational redesign from plan to practice.** Dezembro de 2010. Disponível em: <[http://www.mckinseyquarterly.com/Taking\\_organizational\\_redesigns\\_from\\_plan\\_to\\_practice\\_McKinsey\\_Global\\_Survey\\_results\\_2721](http://www.mckinseyquarterly.com/Taking_organizational_redesigns_from_plan_to_practice_McKinsey_Global_Survey_results_2721)>. Acesso em: 26 de dezembro de 2011.

MOHAMMED I.R. et al. Creating flex-lean-agile value chain by outsourcing: An ISM-based interventional roadmap. **Business Process Management Journal**, v. 14, n.3, p. 338-389, 2008.

NOKHBATOLFOGHAHAAYEE H. et al. Fuzzy decision support system for crisis management with a new structure for decision making. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 10, p. 3545-3552, 2010.

O'CONNOR N.G., MARTINSONS M.G. Management of information systems: Insights from accounting research. **Information & Management**, v. 43, n. 8, p. 1014-1024, 2006.

OLIVELLA J. et al. Work organisation practices for lean production. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 7, p. 798-811, 2008.

- OLSEN E. et al. **Risky business. Value creation in a volatile economy.** The Boston Consulting Group (BCG). Setembro de 2011. Disponível em: <<http://www.bcg.com/documents/file86370.pdf>>. Acesso em: 26 de dezembro de 2011.
- OLSSON R. In search of opportunity management: Is the risk management process enough? **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 8, p. 745-752, 2007.
- PAPKE-SHIELDS K.E. et al. Do project managers practice what they preach, and does it matter to project success? **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 7, p. 650–662, 2010.
- POWER D.J., SHARDA R. Model-driven decision support systems: Concepts and research directions. **Decision Support Systems**, v. 43, n. 3, p. 1044-1061, 2007.
- RIEZEBOS J. et al. Lean Production and information technology: Connection or contradiction? **Computers in Industry**, v. 60, n. 4, p. 237-247, 2009.
- SAAD I, CHAKHAR S. A decision support for identifying crucial knowledge requiring capitalizing operation. **European Journal of Operational Research**, v. 195, n. 3, p. 889-904, 2009.
- SANCHEZ H. et al. Risk management applied to projects, programs, and portfolios. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 1, p. 14-35, 2009.
- SANCHEZ-RODRIGUES V. et al. Evaluating the causes of uncertainty in logistics operations. **International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 45-64, 2010.
- SAURIN T. et al. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.
- SAWHNEY R. et al. A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 7, p. 832-855, 2010.
- SCHERRER-RATHJE M. et al. Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. **Business Horizons**, v. 52, n. 1, p. 79-88, 2009.
- SCHERER J.O., RIBEIRO J.L.D. Implantação de sistemas lean de produção: Identificação e análise dos fatores de risco associados ao sucesso da implantação. Em fase de conclusão, 2012a.
- SCHERER J.O., RIBEIRO J.L.D. Proposição de um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia lean. Em fase de conclusão, 2012b.
- SHIM J.P. et al. Past, present and future of decision support technology. **Decisions Support Systems**, v. 33, n. 2, p. 111-126, 2002.

- SILVA E. L., MENEZES E.M. (2001). **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. UFSC/PPGEP/LED, Florianópolis, SC.
- SIM K. L., ROGERS J. W. Implementing lean production systems: barriers to change. **Management Research News**, v. 32, n. 1, p. 37-49, 2009.
- SINGH B., SHARMA S.K. Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm. **Measuring Business Excellence**, v. 13, n. 3, p. 58-68, 2009.
- SOON Q. H., UDIN Z. M. Supply chain management from the perspective of value chain flexibility: an exploratory study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p.506-526, 2011.
- STAVRULAKI E., DAVIS M. Aligning products with supply chain processes and strategy. **International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 127-151, 2010.
- TREVILLE S. et al. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 2, p. 99–123, 2006.
- XIA D., CHEN B. A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain. **Expert System with Applications**, v. 38, n. 5, p. 4957-4966, 2011.
- WAN H., CHEN F.F. Decision support for lean practitioners: A web-based adaptive assessment approach. **Computers in Industry**, v. 60, n. 4, p. 277-283, 2009.
- WEN W. et al. A knowledge-based decision support system for measuring enterprise performance. **Knowledge-Based Systems**, v. 21, n. 2, p. 148-163, 2008.
- WORLEY J.M., DOOLEN T.L. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. **Management Decision**, v. 44, n. 2, p. 228-245, 2006.
- WU T. et al. A model for inbound supply risk analysis. **Computers in industry**, v. 57, n.4, p. 350-365, 2006.
- YAMAMOTO Y., BELLGRAN M. Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. **Assembly Automation**, v. 3, n. 2, p. 124-130, 2010.
- YOUNG R., JORDAN E. Top management support: Mantra or necessity? **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 7, p. 713–725, 2008.
- ZWIKAEEL O. Top management involvement in project management. Exclusive support practices for different project scenarios. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 3, p. 387-403, 2008a.

ZWIKAEL O. Top management involvement in project management. A cross country study of the software industry. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 4, p. 498-511, 2008b.



## 5. COMENTÁRIOS FINAIS

### 5.1 Conclusões

O tema desta dissertação, a análise de riscos em projetos de implantação da metodologia *lean*, é importante para aumentar a competitividade das empresas. O trabalho teve como objetivo principal desenvolver um método para gerir o projeto de implantação da metodologia baseado nos fatores de risco ao sucesso. A dissertação foi estruturada em três artigos, sendo o conhecimento adquirido em cada artigo utilizado nos subsequentes.

No primeiro artigo foi realizada revisão da literatura para identificação dos principais fatores de risco ao sucesso de projetos de implantação da metodologia *lean*. Para tanto, as principais bases de dados foram pesquisadas. Os fatores de risco identificados foram então classificados por especialistas em *lean* quanto à abrangência (internos e externos) e a natureza da atividade (primária e suporte).

A pesquisa identificou 14 fatores de risco, sendo estes, alinhamento estratégico, capacidade financeira, capacidade e qualidade dos fornecedores, rede de transportes, cultura organizacional, comprometimento da alta diretoria, comprometimento dos colaboradores, liderança, treinamento, comunicação, configuração do trabalho, autonomia dos colaboradores, visão holística e gestão do projeto. Destes, 12 foram classificados em internos e dois em externos quanto à abrangência. Já, em relação à natureza da atividade, um fator foi classificado em exclusivamente primária, seis exclusivamente de suporte, e sete concomitantemente em primária e de suporte. Desta forma, foi verificada a importância do projeto de implantação visualizar a empresa como um todo e considerar também o ambiente externo à empresa.

O segundo artigo propôs um modelo de relacionamento entre os 14 fatores de risco para cálculo da probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*. Através da avaliação de especialistas em *lean* foi levantada a intensidade de relacionamento entre os fatores de risco. A seguir, utilizando preceitos da confiabilidade, foi proposto um modelo de sistema série-paralelo para estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*.

A aplicação do modelo em três empresas manufatureiras de grande porte apresentou resultados coerentes para a estimativa de probabilidade de sucesso do projeto de implantação. Foi verificada também a importância da sinergia entre os fatores de risco para definição dos fatores críticos do projeto. O modelo proposto atendeu as condições de contorno do cálculo

probabilístico baseado em preceitos da confiabilidade, as probabilidades de sucesso de cada subsistema e do sistema global permaneceram no intervalo de probabilidade esperado.

O terceiro artigo apresenta um sistema de suporte à decisão para projetos de implantação da metodologia *lean*. A estrutura do sistema de suporte à decisão utiliza os 14 fatores de risco identificados no artigo um e o modelo proposto no segundo artigo. Metas otimizadas para a situação dos fatores de risco são propostas caso a estimativa inicial de probabilidade de sucesso esteja abaixo daquela adequada à importância estratégica do projeto, definida de forma qualitativa pela empresa.

A aplicação do modelo de sistema de suporte à decisão em uma empresa manufatureira de grande porte permitiu verificar a adequação do uso de recursos via definição de metas otimizadas para a situação dos fatores de risco considerando a sinergia entre estes. Foi constatada, também, a adaptabilidade do modelo às particularidades de cada empresa via definição de restrições para o algoritmo de cálculo das metas otimizadas. Ademais, o modelo proposto forneceu informações gerenciais importantes para uma melhor gestão do projeto de implantação da metodologia *lean*.

Por fim, o trabalho atingiu o objetivo principal de desenvolver um método qualitativo e quantitativo para gerir a implantação da metodologia *lean* considerando os riscos associados ao projeto, através do segundo e terceiro artigos. O objetivo secundário de identificar na literatura os fatores de risco ao sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean*, foi alcançado através do primeiro artigo. Enquanto os objetivos secundários, identificar a intensidade de relacionamento entre os fatores de risco ao sucesso de projetos de implantação da metodologia *lean* e desenvolver algoritmo para estimar a probabilidade de sucesso do projeto de implantação da metodologia *lean* baseado na condição e intensidade de relacionamento entre os fatores de risco ao sucesso de projetos de implantação da metodologia *lean*, foram realizados através do segundo artigo. Já o objetivo de desenvolver uma ferramenta de diagnóstico para a empresa avaliar sua atual frente os fatores de risco de um projeto de implantação da metodologia *lean*, foi alcançado no terceiro artigo. Enquanto a avaliação do método proposto em uma empresa foi realizada no segundo e terceiro artigos.

## **5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros**

Os estudos realizados nesta dissertação identificaram as seguintes oportunidades para trabalhos futuros: (i) aplicação do modelo em empresas de porte e indústrias diferentes; (ii) aplicação do modelo em projetos de implantação de outras metodologias, como por exemplo,

6sigma; (iii) utilização de diferentes algoritmos de otimização para cálculo das metas para a situação dos fatores de risco; (iv) desenvolvimento de algoritmo que pondere os custos e o esforço necessário para melhorar a situação dos diferentes fatores de risco.

## REFERÊNCIAS

- ABT E. et al. Science and decisions: Advancing risk assessment. **Risk Analysis**, v. 30, n. 7, p. 1028-1036, 2010.
- ACCENTURE. Report on the Accenture 2011 Global Risk Management Study. Risk management as a source of competitive advantage and high performance. Accenture. 2011. Disponível em: <<http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Global-Risk-Management-Study-2011.pdf>>. Acesso em: 6 de fevereiro de 2012.
- AHMED A. et al. A review of techniques for risk management in projects. **Benchmarking: An International Journal**, v. 14, n. 1, p. 22-36, 2007.
- ARENA M. et al. The organizational dynamics of enterprise risk management. **Accounting, Organizations and Society**, v. 35, n. 7, p. 659-675, 2010.
- AVEN T. The risk concept—historical and recent development trends. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 99, p. 33-44, 2012.
- AVEN T. & KRISTENSEN V. Perspectives on risk: review and discussion of the basis for establishing a unified and holistic approach. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 90, n. 1, p. 1-14, 2005.
- BADURDEEN F. et al. An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for lean transformations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 1, p. 46-65, 2011.
- BHASIN S. BURCHER P. Lean viewed as a philosophy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n.1, p. 56-72, 2006.
- BLOOM N. VAN REENEN J. Why Do Management Practices Differ across Firms and Countries? **Journal of Economic Perspectives**, v. 24, n. 1, p. 203–224, 2010.
- BOYLE T. A. et al. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n.5, p. 587-603, 2011.
- BURGESS T.F. et al. Organisational self-assessment and the adoption of managerial innovations. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 2, p. 98-112, 2005.

DELOITTE. **Global risk management survey, seventh edition. Navigating in a changed world.** Deloitte Global Services. Fevereiro de 2011. Disponível em: <[http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us\\_fsi\\_grms\\_031711.pdf](http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us_fsi_grms_031711.pdf)>. Acesso em: 6 de fevereiro de 2012.

EMILIANI M.L. Origins of lean management in America The role of Connecticut businesses. **Journal of Management History**, v. 12, n. 2, p. 167-184, 2006.

FANG C., MARLE F. A simulation-based risk network model for decision support in project risk management. **Decision Support System**, v. 52, n. 3, p. 635-644, 2012.

GODINHO FILHO M., FERNANDES F.C.F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 1, p. 1-19, 2004.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 420–437, 2007.

JAAFARI A. Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: time for a fundamental shift. **International Journal of Project Management**, Vol. 19, 2001, pp. 89-101.

JOGULU U.D., PANSIRI J. Mixed methods: a research design for management doctoral dissertations. **Management Research Review**, v. 34, n. 6, p. 687-701, 2011.

KUTSCH E., HALL M. Deliberate ignorance in project risk management. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 245-255, 2010.

LEWIS M.A. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 959-978, 2000.

MCKINSEY. **McKinsey Global Survey results: Taking organizational redesign from plan to practice.** Dezembro de 2010. Disponível em: <[http://www.mckinseyquarterly.com/Taking\\_organizational\\_redesigns\\_from\\_plan\\_to\\_practice\\_McKinsey\\_Global\\_Survey\\_results\\_2721](http://www.mckinseyquarterly.com/Taking_organizational_redesigns_from_plan_to_practice_McKinsey_Global_Survey_results_2721)>. Acesso em: 6 de fevereiro de 2012.

OHNO T. **O sistema Toyota de Produção: Além da produção em alta escala.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLSEN E. et al. **Risky business. Value creation in a volatile economy.** The Boston Consulting Group (BCG). Setembro de 2011. Disponível em: <<http://www.bcg.com/documents/file86370.pdf>>. Acesso em: 6 de fevereiro de 2012.

PARRY G. et al. Lean competence: integration of theories in operations management practice. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 3, p. 216-226, 2010.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)**, Fourth edition, 2008.

ROBERTSON, S. WILLIAMS, T. Understanding project failure: using cognitive mapping in an insurance project. **Project Management Journal**, v. 37, n. 4, p. 55-71, 2006.

SAURIN T. et al. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.

SORIANO-MEIER H., FORRESTER P.L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p. 104-109, 2002.

WARD S., CHAPMAN C. Transforming project risk management into project uncertainty management. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 2, p. 97-105, 2003.

WOMACK, J.P. et al. **The machine that changed the world**. New York: MacMillan, 1990.

WOMACK, J.P. JONES, D.T., **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your**. London: Simon & Schuster, 1996.

XIA D., CHEN B. A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain. **Expert System with Applications**, v. 38, n. 5, p.4957-4966, 2011.