

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

**AVALIAÇÃO DE RISCOS EM PROCESSOS DE
IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA**

GIULIANO ALMEIDA MARODIN

Porto Alegre, Abril de 2013

Marodin, Giuliano Almeida

Avaliação de riscos em processos de implantação de produção enxuta / Giuliano Almeida Marodin. -- 2013. 174 f.

Orientador: Tarcísio Abreu Saurin.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1.Produção Enxuta. 2.Avaliação de riscos. 3.Análise de riscos. I. Saurin, Tarcísio Abreu, orient. II. Título.

GIULIANO ALMEIDA MARODIN

**AVALIAÇÃO DE RISCOS EM PROCESSOS DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO
ENXUTA**

Tese 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 Doutor em Engenharia de Produção, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Tarcísio Abreu Saurin

Porto Alegre, Abril de 2013

GIULIANO ALMEIDA MARODIN

**AVALIAÇÃO DE RISCOS EM PROCESSOS DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO
ENXUTA**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção 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. Tarcisio Abreu Saurin, Dr.

PPGEP / UFRGS

Orientador

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

PPGEP/UFRGS

Coordenador

Banca examinadora:

Prof. Carlos Torres Formoso, Dr. (NORIE/UFRGS)

Prof. Edson Zilio Silva, Dr. (PUC-RS)

Prof. Ricardo Augusto Cassel, Dr. (PPGEP/UFRGS)

RESUMO

Empresas em todo o mundo têm atingido um melhor desempenho operacional com a implantação da Produção Enxuta (IPE), apesar de que os resultados são frequentemente aquém do esperado, demorados a alcançar ou difíceis de sustentar em longo prazo. Tais fatos indicam a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as dificuldades no processo de IPE. Nesta pesquisa, as dificuldades na IPE são reinterpretadas e investigadas sob a perspectiva da Gestão de Riscos (GR), uma vez que isso induz à gestão sistemática dos mesmos sob a lógica PDCA e um amplo entendimento do contexto onde elas ocorrem. O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver um método para avaliação dos riscos na IPE. A estrutura da pesquisa foi dividida em cinco artigos, com os seguintes métodos e propósitos: 1) uma revisão sistemática da literatura para identificar o estado da arte sobre a IPE e propor uma agenda para pesquisas futuras; 2) uma *survey* e um estudo de caso para identificar e validar a lista dos principais riscos presentes na IPE e a existência de relações entre os riscos; 3) uma revisão bibliográfica para criar uma sistemática para a GR na IPE com o objetivo de desenvolver procedimentos para as etapas de descrição do contexto e avaliação dos riscos; 4) aplicar em um estudo de caso as etapas de descrição do contexto e análise dos riscos, sendo que estas fazem parte da avaliação dos riscos; 5) um estudo de caso enfatizando as etapas de análise e modelagem das relações entre os riscos. As principais contribuições da tese consistem em desenvolver e testar um método para a avaliação de riscos na IPE, identificar e descrever as características dos principais riscos na IPE e criar procedimentos para a análise e modelagem das relações entre os riscos.

Palavras-chave: Produção Enxuta; Avaliação de riscos; Análise de riscos

ABSTRACT

Companies worldwide have improved operational performance by lean production implementation (LPI), although the results are often lesser than expected, long reach or difficult to sustain in the long term. These facts indicate a need to increase knowledge of the difficulties in the LPI process. In this research, the difficulties in LPI are reinterpreted and investigated with the risk management (RM) perspective, since it leads to systematic management under the PDCA logic and a broad understanding of the context. The main objective of this thesis was to develop a method for risk assessment in LPI. The structure of the research was divided into five articles, with the following methods and purposes: 1) a systematic literature review to identify the state of the art on the LPI and propose an agenda for future research; 2) a survey and a case study to identify and validate the list of major risks present in the LPI and the existence of relationships between risks; 3) a literature review to create a framework of RM on the LPI in order to develop procedures for the steps of the context description and assessment of risks; 4) apply in a case study the steps of description of the context and risk analysis, as part of the risk assessment; 5) a case study highlighting the steps of risk analysis and risk evaluations by modeling of the relationships between risks. The main contributions of the thesis are to develop and test a method for risk assessment in LPI, identify and describe the characteristics of the main risks in LPI and create procedures for risk identification, analysis and evaluation, the three steps of risk assessment.

Keywords: Lean Production, Risk Assessment, Risk Analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Estrutura geral da Tese	20
Figure 2.1: Number of studies per year from 1996 to 2012.....	33
Figure 2.2: Factors that affect LP implementation.....	34
Figure 2.3: Studies on methods for LP implementation.....	36
Figure 2.4: Studies to assess the degree of LP implementation.....	37
Figure 2.5: Studies on evaluating the results of implementing LP.....	40
Figure 2.6: Studies on applying LP in particular sectors.....	41
Figure 2.7: Relationships between research areas.....	43
Figure 3.1: Risks on implementing LP and references.....	57
Figure 3.2: Example of the first part of the questionnaire.....	61
Figure 3.3: The proposed model of risk categories influence on the LP implementation.....	73
Figura 4.1: Resumo dos processos de GR.....	85
Figura 4.2: Exemplo do modelo do ISM.....	90
Figura 4.3: Particionamento dos níveis I, II e III para barreiras a logística reversa.....	92
Figura 4.4: A sistemática de GR no contexto da IPE em um sistema de produção.....	95
Figura 6.1: Diagrama de poder de influência e dependência dos riscos.....	150
Figura 6.2: Modelo ISM representando as relações causais entre riscos.....	151

LISTA DE TABELAS

Table 2.1: Number of studies identified, excluded and selected.....	30
Table 2.2: Number of studies by location of the companies surveyed.....	31
Table 2.3: Percentage of studies by sector.....	32
Table 3.1: Pearson correlations between risks.....	66
Table 3.2: Aggregation of the risks when implementing LP.....	66
Table 3.3: Classification of the risks when implementing LP.....	67
Table 3.4: G1 - descriptions of risks.....	68
Table 3.5: G2 - descriptions of risks.....	70
Table 3.6: G3 - descriptions of risks.....	72
Tabela 4.1: Procedimentos usados para identificar os riscos e referencias.....	86
Tabela 5.1: Procedimentos e fontes de evidência da coleta de dados.....	112
Tabela 5.2: Análise dos riscos a IPE na planta.....	119
Tabela 5.3: Relação entre ações executadas e riscos que se propunham a tratar.....	137
Tabela 6.1: Procedimentos de coleta de dados empresa.....	145
Tabela 6.2: Análise dos riscos a IPE na planta	149

ABREVIACÕES

EFA – Exploratory Factor Analysis

GFV – Gerente de Fluxo de Valor

GLP – Gerente Lean da Planta

GR – Gestão de Riscos

IPE – Implantao da Produo enxuta

LP – Lean Production

LPI – Lean Production Implementation

MFV – Mapa de Fluxo de Valor

PDCA – Plan-Do-Check-Act

PE – Produo Enxuta

STS – Sistema Sociotécnico

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Contexto.....	12
1.2. Problema de pesquisa.....	13
1.3. Questões e Objetivos da pesquisa.....	15
1.4. Delineamento da pesquisa.....	16
1.5. Delimitações da Tese.....	20
Referências	21
2. ARTIGO 1: IMPLEMENTING LEAN PRODUCTION SYSTEMS: RESEARCH AREAS AND OPPORTUNITIES FOR FUTURE STUDIES.....	26
2.1 Introduction.....	26
2.2 Research method.....	27
2.3 Results.....	30
2.4 Conclusions.....	42
References.....	44
3. ARTIGO 2: TOWARDS A MODEL TO UNDERSTAND RISK FACTORS THAT AFFECT THE LEAN PRODUCTION IMPLEMENTATION.....	53
3.1 Introduction.....	54
3.2 Theoretical background.....	55
3.3 Research questions.....	58
3.4 Research method	58
3.5 Results.....	65
3.6 Discussions.....	67
3.7 Conclusions.....	74
References.....	76
4. ARTIGO 3: UMA SISTEMÁTICA PARA A GESTÃO DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO.....	80
4.1 Introdução.....	80
4.2. Referencial teórico.....	82

4.3 A sistemática para GR na IPE.....	94
4.4 Discussões e conclusões.....	100
Referências.....	102
5. ARTIGO 4 – ANÁLISE DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO.....	108
5.1 Introdução.....	108
5.2 Método de pesquisa.....	109
5.3 Resultados.....	113
5.4 Discussões e conclusões.....	128
Referencias.....	139
6. ARTIGO 5 – MODELANDO AS RELAÇÕES DE INFLUÊNCIA ENTRE OS RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA ATRAVÉS DA ISM.....	142
6.1 Introdução.....	142
6.2 Método de pesquisa.....	144
6.3 Resultados.....	147
6.4 Discussões e conclusões.....	157
Referencias.....	160
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	162
7.1 Conclusões.....	162
7.2 Estudos Futuros.....	164
Anexo A.....	165
Anexo B.....	167
Anexo C.....	168
Anexo D.....	173
Anexo E.....	174

1. Introdução

1.1 Contexto

A implantação da Produção Enxuta (IPE) vem sendo feita há no mínimo três décadas em empresas de diversos setores ao redor do mundo (Krafcit, 1988; Womack e Jones, 1998; Hines et al. 2004). Em grande parte, isso se deve aos resultados positivos que as empresas têm alcançado utilizando as práticas e princípios enxutos (Taj e Morosan, 2011). Ao longo deste período, a IPE vem sendo estudada com diferentes ênfases, tais como:

(a) a compreensão da abrangência de seu escopo e identificação da estrutura de práticas e princípios que definem o sistema (Hines et al., 2004; Liker, 2004; Papadopoulou e Ozbayark, 2005; Shah e Ward, 2007; Pettersen, 2009; Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz, 2012);

(b) identificação dos fatores que afetam a IPE, sendo estes ligados a questões de perfil dos envolvidos, como, por exemplo, a idade da força de trabalho (Sim e Rogers, 2009), a questões técnicas, como o número e variedade de modelos de produtos (Meade et al., 2010; Hodge et al., 2011), a questões de organização do trabalho, como o apoio e participação da gerência na IPE (Forrester et al., 2010; Losonci et al., 2011), e questões de ambiente externo, como o tamanho da empresa (Sezen et al., 2011) e a disponibilidade de recursos humanos e financeiros (Panazziolo et al. 2012).

(c) proposição de métodos para a IPE, desde aqueles com ênfase em auxiliar na definição da sequência de práticas a serem aplicadas em um sistema de manufatura (Rother e Shook, 1999; Black, 2007; Yamamoto e Bellgran, 2010; Hodge et al., 2011) até os métodos com ênfase em guiar a IPE em toda a empresa (Mathaisel, 2005; Houshmand e Jamshidnezhad, 2006; Parry et al., 2011);

(d) proposição de métodos de avaliação da IPE nas empresas, cujo enfoque pode ser nas práticas enxutas (Shah e Ward, 2007; Lasa et al., 2009; Saurin et al., 2011) ou nos resultados alcançados em indicadores de desempenho (Anand e Kodali, 2008; Arbós et al., 2011);

(e) avaliação do resultado da IPE nas empresas, feita a partir de indicadores de desempenho operacionais (Demeter e Matyusz, 2011; Eroglu e Hofer, 2011), financeiros (Fullerton e Wempe, 2009), de condições de trabalho (Saurin e Ferreira, 2009; Angelis et al., 2011), de mercado (Olivier et al., 2007) ou ambientais (King e Lenox, 2001);

(f) entendimento das dificuldades e oportunidades de IPE em contextos específicos, como, por exemplo, em processos administrativos (Staats et al., 2011), na construção civil (Zimina e Pasquire, 2011), em outros tipos de serviços (Ballé e Regnier, 2007), em empresas públicas (Pedersen e Huniche, 2011) ou no setor aeroespacial (Crute et al., 2003).

1.2. Problema de pesquisa

Uma pesquisa de âmbito mundial, realizada pelo Lean Enterprise Institute (LEI, 2007) com 2440 empresas pertencentes a uma base de dados desta organização, demonstrou que 59% delas estavam em fase de planejamento ou iniciando a implantação em áreas piloto. Outra pesquisa, relatada por Blanchard (2007), apontou que 86% das plantas de 433 empresas americanas, de diferentes setores, estavam adotando o sistema lean para melhoria dos seus processos. Esta expansão da IPE em uma ampla gama de setores e países, em ritmo crescente, torna relevante aprofundar o estudo sobre este processo.

Apesar desta vasta quantidade de empresas adotando este sistema e de pesquisas sobre o tema, as dificuldades em implantá-lo ainda persistem (Angelis et al., 2011). Por exemplo, estudos realizados em empresas inglesas e australianas de diversos setores indicaram que menos de 10% daquelas que iniciaram um processo de implantação alcançaram maturidade em seus sistemas enxutos (Baker, 2002; Bhasin, 2012), embora os autores não definam com precisão as características de um sistema maduro. Em uma *survey* realizada por Blanchard (2007), apenas 26% das empresas afirmaram ter alcançado resultados significativos com a IPE.

As dificuldades na IPE decorrem, em parte: (a) de sua própria natureza, que é contingencial, ou seja, não há uma maneira de aplicação que seja efetiva para qualquer empresa, pois o processo será sempre único e dependente do contexto (Hines et al., 2004; Papadopoulou e Ozbayrak, 2005); (b) do fato de que a PE é um sistema (Cua et al., 2001), pois o conjunto de práticas e princípios que a constituem estão intimamente conectados através de dependência mútua (Shah e Ward, 2007); (c) os fatores que têm impacto na IPE interagem entre si de modo não completamente previsível e controlável (Lewis, 2000). Desta forma, a IPE acaba sendo um processo complexo e demorado (Papadopoulou e Ozbayrak, 2005; Lian e Van Landeghem, 2007).

Em particular, algumas das dificuldades da IPE são evidenciadas na literatura. Por exemplo, Motwani (2003) identificou fatores sociais e organizacionais que dificultam a IPE um estudo de caso em uma empresa automotiva, tais como a falta de comprometimento da

gerência, uma visão de curto prazo, a falta de conhecimento em lean de supervisores e líderes e a inexistência de meios de comunicação entre funcionários sobre a IPE. Scherrer-Rathje et al. (2009) apontam fatores similares, em um estudo longitudinal em uma empresa de alimentos. Tendo eventos *kaizen* como objeto de estudo, Farris et al. (2009) analisaram seis empresas de grande porte para identificar e quantificar os fatores chave de sucesso na aplicação de tal ferramenta (por exemplo, suporte da alta administração). Deste modo, fica claro que alguns fatores organizacionais e sociais internos têm sido identificados por estudos diferentes, o que indica que eles possuem uma menor dependência do contexto. Isto pode ser explicado pelas características particulares do processo de IPE que, apesar da já citada natureza única, é similar nas práticas e princípios que devem ser implantadas em um ambiente empresarial.

Os métodos de IPE são limitados em prover ferramentas para lidar com tais dificuldades. A maior parte destes métodos enfatiza questões técnicas, como a sequência de aplicação das práticas lean. O Mapa de Fluxo de Valor de Rother e Shook (1999) é um exemplo deste tipo de método e um dos mais utilizados na prática e na literatura. Vale salientar que a aplicação das práticas lean na fábrica é uma parte importante da IPE, porém os princípios lean também são fundamentais (Mann, 2005).

Deste modo, embora haja uma vasta literatura recente sobre os métodos de IPE e menção às dificuldades que afetam a IPE, há falta de trabalhos que compilem tais dificuldades, as definam com precisão, avaliem as relações entre elas, avaliem o impacto do contexto das empresas e proponham maneiras para gerenciá-las. Neste estudo, as dificuldades, fatores e barreiras que afetam a IPE são reinterpretados e investigados sob a perspectiva da gestão de riscos (GR), uma vez que isso induz à gestão sistemática dos mesmos sob a lógica PDCA (Plan-do-check-act), além de induzir à investigação do contexto da IPE.

Um risco é qualquer evento ou condição de incerteza que pode influenciar negativamente nos objetivos de um projeto (Mikkelsen, 1990; Boehm, 1991). Vale salientar que, embora parte substancial da literatura sobre GR tenha ênfase em projetos, as aplicações dessa disciplina podem ocorrer em processos de qualquer natureza. A GR visa entender e controlar os riscos que podem afetar um projeto, visando aumentar as chances de resultados positivos (Ritchie e Brindley, 2007).

A ausência da perspectiva da GR na IPE, bem como a pouca ênfase nas etapas de controle e resposta aos riscos, é paradoxal, seja em trabalhos acadêmicos ou em experiências práticas das empresas. De fato, uma vez que o sistema lean pressupõe a solução de problemas através do princípio PDCA, a carência de métodos para gerenciar os riscos ao processo de IPE

indica que esse princípio não é utilizado na própria gestão do processo. Todo projeto apresenta riscos (Raz et al., 2002), os quais geralmente são gerenciados por intuição, experiência ou de forma reativa (Williams et al., 2006). A falta de métodos, validados empiricamente, para a GR na IPE leva a crer que estes riscos estão sendo gerenciados daquela forma ou estão sendo ignorados.

O fato de que nenhum processo, projeto ou prática gerencial ocorre no vácuo, faz com que exista um dinâmico processo de adaptação de tecnologias e das pessoas em um ambiente de trabalho (Yu e Zaheer, 2010). Assim, o contexto da empresa desempenha um papel importante tanto no GR (Aloini et al., 2012a) como na IPE (Shah e Ward, 2003). O contexto é representado pelas oportunidades e restrições situacionais que afetam o comportamento organizacional, assim como as relações funcionais entre as variáveis (Johns, 2006). A abordagem de Sistemas Sociotécnicos (STS) é uma alternativa para explorar as características do contexto. Essa abordagem permite melhorar a compreensão dos resultados de modificações técnicas (Clegg, 2000), facilitando a compreensão de como os fatores humanos, sociais e organizacionais interagem (Baxter e Sommerville, 2011). A abordagem dos STS tem sido utilizada para analisar as razões por trás do fato de que muitas vezes a reorganização do trabalho para o uso de uma nova tecnologia resulta em baixo desempenho e aceitabilidade (Mumford, 2006; Whitworth, 2006; Coeira, 2007), como tem acontecido na IPE.

Cabe enfatizar que o uso da GR no estudo da IPE não significa que a mesma deve se entendida como um projeto ou um grupo de práticas sem uma filosofia comum subjacente. O sistema lean é composto por um conjunto de práticas e princípios aplicado à gestão do negócio como um todo e um dos seus princípios chave é a melhoria contínua, o que implica na ausência de um fim no processo de implantação, como geralmente ocorre em projetos (Hines et al., 2004; Papadopoulos e Ozbayrak, 2005; Pettersen, 2009).

1.3 Questões e Objetivos da pesquisa

1.3.1 Questões de pesquisa

A partir do contexto e do problema de pesquisa apresentados na seção anterior, a questão principal a ser respondida por este trabalho pode ser colocada da seguinte forma: como podem ser avaliados os riscos em processos de IPE?

1.3.2 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um método para avaliação dos riscos na IPE.

1.3.3 Objetivos específicos

- Identificar e descrever quais são os principais riscos presentes na IPE
- Criar procedimentos para análise e modelagem das relações entre os riscos presentes na IPE

1.4 Delineamento da pesquisa

1.4.1 Método de pesquisa

O método de pesquisa foi dividido em cinco artigos conforme estrutura de tese definida pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS.

Os procedimentos metodológicos usados na tese foram diferentes em cada artigo, embora haja uma predominância no uso de estudos de caso empíricos. A abordagem empírica usa métodos indutivos para alcançar os seus resultados a partir da observação de casos reais, diferente das abordagens analíticas que usam métodos dedutivos (Wacker, 1998). O fato dos riscos à IPE não estarem claramente definidos na literatura, nem o seu contexto, tornou necessário o uso de um caso empírico para propor explicações para o fenômeno. Por estudar uma empresa em seu ambiente natural, a teoria gerada pelo estudo de caso pode prover uma explicação do porque o fenômeno ocorreu (Meredith 1998).

Além disto, tal procedimento metodológico é sugerido para fenômenos sociais complexos que envolvem uma grande quantidade de variáveis em contextos únicos (Eisenhardt e Graebner, 2007). Os estudos empíricos permitem que se investigue um grande número de variáveis para identificar novas relações entre eles (Wacker, 1998). A IPE pode ser considerada um fenômeno social complexo (Shah e Ward, 2007), onde existe um grande número de variáveis a serem entendidas neste contexto. A presente tese também possibilitou a identificação das relações entre as variáveis, que neste caso são representadas pelos próprios riscos e as características do contexto em que a IPE ocorre.

A longa experiência na IPE foi considerada prioritária na escolha do caso. Isso propiciou uma descrição detalhada de como os riscos se manifestaram na prática, da

influência do contexto e de seu impacto na IPE. Um segundo critério para a escolha do caso foi à oportunidade de acesso incomum à pesquisa (Yin, 2003). A facilidade de acesso à empresa foi necessária, pois a pesquisa envolveu múltiplas entrevistas, análise de documentos e participação em reuniões na empresa.

1.4.2 Método de trabalho

Os dois primeiros artigos da tese constituem uma fase exploratória e os três últimos compõem uma fase aplicada. A fase exploratória serviu para aprofundar o conhecimento na área de estudo, enquanto a fase aplicada está mais diretamente associada aos objetivos propostos na tese.

O artigo 1 (Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies) teve como objetivo identificar o estado da arte sobre a IPE e propor uma agenda para pesquisas futuras. Uma revisão sistemática da literatura foi realizada com base em 102 estudos publicados entre os anos de 1996 a 2012. Os estudos foram divididos em sete linhas de pesquisa, sendo elas: (a) evolução histórica do STP e escopo da PE; (b) fatores que afetam o processo de implantação; (c) métodos e ferramentas para implantação; (d) avaliação do grau de utilização da PE; (e) avaliação dos resultados da aplicação da PE; e (e) aplicação da PE em setores específicos. Os resultados indicaram que o substancial aumento do número de publicações sobre a IPE criou linhas de pesquisa fragmentadas e dissociadas. Dentre tal dissociação, está o fato de que a linha de pesquisa de métodos de IPE não especifica claramente como gerenciar os fatores que afetam a IPE, outra linha de pesquisa.

Uma combinação de procedimentos metodológicos foi usada no artigo 2 (Towards a model to understand risk factors that affect the lean production implementation). Isto foi necessário em função do estágio ainda incipiente da avaliação de riscos na IPE. Primeiro, uma revisão bibliográfica possibilitou a reinterpretação das dificuldades na IPE para a proposição de uma lista de quatorze riscos. A partir desta lista, em um segundo passo, uma *survey* foi feita com 57 respondentes de empresas da região Sul do Brasil. Para Malhotra e Grover (1998), uma pesquisa baseada em *survey* pode ser usada em estágios iniciais de entendimento do fenômeno, como neste caso, para que se familiarize com o tema. Desta forma, a análise fatorial exploratória e as análises de consistência apontaram uma validade interna do questionário proposto, que contemplava a lista de riscos identificados na literatura. De fato, os métodos de pesquisas estatísticas empíricas, como neste artigo, são comumente usados para

propor e verificar modelos pela validade empírica destes em grandes populações (Meredith et al., 1989; Wacker, 1998).

Um estudo de caso foi então realizado em uma empresa global do primeiro nível da cadeia automotiva, usando múltiplas entrevistas, observações e documentos como fontes de evidências. Voss et al. (2002) sugerem o uso de estudos de caso empíricos após uma *survey*, pois estes possibilitam que se examinem com maior profundidade os resultados estatísticos para validar as sugestões propostas. Os resultados da *survey* e do estudo de caso corroboraram com a existência de relações entre os riscos que poderiam ser expressas nas seguintes categorias: a) Gestão do processo; b) Suporte da gerência; c) Envolvimento dos operadores. Enquanto a parte quantitativa do artigo, a *survey*, propôs as categorias dos riscos, o estudo de caso foi usado para refinar e explorar as evidências que mediam tais categorias, com o intuito de estabelecer uma validade dos construtos, como sugerido por Eisenhart (1989).

Os dois primeiros artigos da tese, a fase exploratória, serviram como ponto de partida para: a) confirmar a necessidade e viabilidade de usar a perspectiva da GR na IPE; b) validar a suposição de que as dificuldades que as empresas enfrentam poderiam ser interpretadas como riscos na IPE; c) definir quais seriam os principais riscos a IPE; e d) identificar que existem algumas relações entre os riscos, que não puderam ser profundamente estudadas até este momento. Assim, os dois primeiros artigos abriram espaço para que a pesquisa evoluísse mais diretamente nos objetivos da tese através dos três artigos da fase aplicada.

O objetivo do artigo 3 (Uma sistemática para a gestão de riscos na implantação de produção enxuta) foi propor uma sistemática para a GR em processos de IPE que incorporasse também as etapas necessárias para a avaliação dos riscos. A sistemática foi desenvolvida com base em uma extensa revisão bibliográfica. As etapas do processo de GR foram adaptadas às peculiaridades da IPE e foram criados procedimentos de coleta e análise de dados para cada uma das etapas. A perspectiva dos sistemas Sóciotécnicos (STS) foi usada para aprimorar o entendimento das características do contexto à sistemática proposta, pois o contexto desempenha um papel importante tanto na GR como na IPE. As cinco fases da sistemática foram: (a) definir a unidade de análise; (b) descrever as características do contexto e IPE; (c) avaliação dos riscos, com base nas evidências de como os riscos se manifestam, como se relacionam e como sofrem a influência do contexto; (d) resposta aos riscos; e (e) controle dos riscos.

O artigo 4 (Análise de riscos na implantação de produção enxuta) teve como objetivo a aplicação das etapas de descrição de contexto e análise de riscos em um caso real. O método de pesquisa teve quatro etapas, sendo elas: a) definição da unidade de análise; b) coleta de

dados sobre os riscos e o contexto; c) análise dos riscos; e d) a reunião de *feedback*. Os quatro subsistemas do sistema STS foram usados para o entendimento e descrição do contexto e na análise e exposição da presença dos riscos a IPE. O estudo de caso foi feito em uma planta de uma empresa americana, escolhida pela incomum oportunidade de acesso a pesquisa, um dos critérios sugeridos por Yin (2003), e pelo longo histórico de IPE.

O método de pesquisa através de um estudo de caso neste artigo foi feito para o entendimento profundo do contexto no qual o fenômeno ocorria e as suas dimensões temporais, conforme sugerido por Meredith (1998) e Wacker (1998). As fontes de evidências utilizadas para a coleta de dados foram entrevistas, visitas de observação à fábrica, participação em reuniões e análise de documentos. A triangulação de dados através de múltiplas fontes de evidência trazem mais qualidade em estudos de caso empíricos (Yin, 2003), pois ajudam a legitimar os dados coletados (Meredith, 1998).

Além da aplicação e discussão dos resultados sobre as etapas de descrição do contexto e análise de riscos, o artigo 4 ainda propiciou: a) uma investigação aprofundada e descrição do contexto e dos riscos que estavam afetando a IPE na empresa; b) o estabelecimento de proposições sobre como o contexto estava influenciando nos riscos; c) o entendimento melhor das possibilidades e dificuldades de usar a GR na IPE; e d) para a empresa, gerou um plano de ação para responder aos principais riscos ao processo de IPE naquele momento.

O artigo 5 (Modelando as relações de influência entre os riscos na implantação da produção enxuta através da ISM) teve como objetivo avançar no desenvolvimento de um modelo de relações entre os riscos através do uso do Interpretative Structural Modelling (ISM).

O estudo de caso foi feito em uma planta de uma indústria americana em cinco etapas, sendo elas: a) coleta de dados para avaliação dos riscos e sobre o processo de IPE na planta; b) análise dos riscos; c) categorização dos riscos e identificação das relações entre os mesmos; e d) a reunião de *feedback*. O artigo 5 estabelece os padrões de relações entre os elementos do modelo para o estudo de caso, propõe um modelo de relações entre os riscos, bem como sugerir possíveis razões para tais relações. A pesquisa também permitiu descrever a natureza e os detalhes sobre as relações presentes no modelo e discutir os benefícios e coerência do uso da análise de risco e da ISM para a avaliação dos riscos.

Vale salientar que os artigos 4 e 5 usaram os riscos identificados no artigo 2 e os procedimentos metodológicos propostos na sistemática do artigo 3. Os métodos empíricos não necessariamente precisam redefinir os conceitos abordados, por questões de mensuração, entretanto, novas relações podem requer novas definições conceituais (Wacker, 1998). O

artigo 4 apresenta as novas definições sobre os quatorze principais riscos na IPE, enquanto o artigo 5 evidencia o motivo pelos quais as relações entre os riscos expostas no modelo ocorreram no estudo de caso.

A Figura 1.1 apresenta um resumo dos cinco artigos:

	<i>Questão de pesquisa</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Contribuição para os objetivos da tese</i>	<i>Estratégia de pesquisa</i>
Artigo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Quais são as principais linhas de pesquisa em IPE? - Quais são as oportunidades de pesquisa futuras em IPE? 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar o estado da arte sobre a implantação de sistemas de PE e propor uma agenda para pesquisas futuras 	<ul style="list-style-type: none"> - Evidenciar a lacuna de pesquisa explorada pelo objetivo geral da tese. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão sistemática da literatura
Artigo 2	<ul style="list-style-type: none"> - Quais são os principais riscos no processo de IPE? - Os riscos na IPE podem ser agregados em categorias que representem as relações entre eles? 	<ul style="list-style-type: none"> - Propor um modelo para categorizar os riscos que afetam na implantação da produção enxuta; - Entender as relações entre os riscos em cada categoria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar e validar a lista de riscos presentes na IPE; - Aplicar e discutir os resultados da identificação dos riscos, umas das etapas necessárias para a avaliação de riscos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uma <i>survey</i> com questionários e análise fatorial exploratória; - Um estudo de caso
Artigo 3	<ul style="list-style-type: none"> - Como a gestão de riscos pode usada em processos de IPE? 	<ul style="list-style-type: none"> - Propor uma sistemática para a gestão de riscos para processos de implantação da produção enxuta 	<ul style="list-style-type: none"> - Construir o arcabouço teórico sobre a definição de riscos e as etapas para a avaliação de riscos 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão de literatura
Artigo 4	<ul style="list-style-type: none"> - Como pode ser feita a descrição do contexto e análise dos riscos na IPE? - Como podem ser definidos os riscos na IPE? 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar os quatro subsistemas do sistema Sociotécnico para descrição do contexto - Análise de descrição da presença dos riscos a IPE 	<ul style="list-style-type: none"> - Discutir os resultados da aplicação empírica das etapas de descrição do contexto e análise de risco; - Definir dos principais riscos presentes na IPE; e - Prover exemplos de como os riscos se manifestam na prática em caso real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo de caso
Artigo 5	<ul style="list-style-type: none"> - Como modelar as relações entre os riscos na IPE? 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar a Interpretative Structural Modelling (ISM) para modelar as relações entre os riscos na IPE 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o método para explicitar as relações de influencia entre os riscos no estudo de caso e os motivos de tais relações existirem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo de caso

Figura 1.1: Estrutura geral da Tese

1.5 Delimitações da Tese

Os riscos presentes na IPE foram abordados utilizando apenas um enfoque de riscos internos. Entretanto, riscos externos, como, por exemplo, um desastre natural, uma greve geral, uma crise econômica ou mudança na legislação, também podem ter impacto na IPE.

Tendo em vista o relativo pouco conhecimento sobre o impacto desses riscos na IPE, bem como o fato de que os mesmos têm impacto difuso sobre as operações da empresa como um todo, o método se limitou aos riscos internos.

Em relação à etapa de análise de riscos, os critérios utilizados durante a tese enfatizam uma avaliação qualitativa, em detrimento da quantitativa. A análise quantitativa (por exemplo, financeira) do impacto de cada risco é complexa e está sujeita a uma considerável subjetividade. Tal avaliação necessita de uma prévia quantificação financeira dos ganhos potenciais a serem alcançados pelas ações presentes nos planos de IPE.

Além disso, a aplicação do método proposto no Artigo 3 foi realizada em caráter parcial nos Artigos 4 e 5, onde apenas as etapas de descrição do contexto e avaliação (identificação, análise e categorização das relações) dos riscos foram realizadas. Embora as etapas de resposta e controle sejam igualmente importantes no processo de GR, elas não foram aplicadas no estudo de caso. Contudo, vale salientar que a resposta aos riscos foi parcialmente utilizada pela empresa, uma vez que ela colocou em prática as ações sugeridas pelos pesquisadores.

A escolha pela estratégia de pesquisa com base em estudos de caso empíricos limita o método e os resultados quanto à generalização e validação externa (Meredith, 1998). Embora, nenhuma etapa do método pressupõe a existência de um contexto específico, o que leva a crer que o método pode ser usado em empresas de outros setores e países.

Por fim, outra limitação importante decorre da avaliação ter sido feita em riscos que já estavam impactando na IPE naquele momento, e não naqueles novos riscos que poderiam ocorrer no futuro. De fato, a avaliação dos riscos idealmente deve iniciar na fase de planejamento do projeto e não com o projeto em andamento.

Referências

- Achanga, P. and Shehab, E. and Roy, R. and Nelder, G., 2006. Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460-471.
- Aloini, D. and Dulmin, R. and Mininno, V., 2012. Risk assessment in ERP projects. *Information Systems*, 37, 183-199.
- Anand, G. and Kodali, R., 2008. Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE. *Journal of Modelling in Management*, 3(1), 40-70.
- Angelis, J. and Conti, R. and Cooper, C. and Gill, C., 2011. Building a high-commitment lean culture. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(5), 569-86.

- Arbós, L. C. and Santos, J. F. and Sanchez, C. V., 2011. The Operations-Time Chart: A graphical tool to evaluate the performance of production systems – From batch-and-queue to lean manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 61, 663-675.
- Baker, P., 2002. Why is lean so far off? *Works Management*, October, 1-4.
- Ballé, M. and Régnier, A., 2007. Lean as a learning system in a hospital ward. *Leadership in Health Services*, 20(1), 33-41.
- Baxter, G. and Sommerville, I., 2011. Socio-technical systems: from design methods to systems engineering. *Interacting with Computers*, 23, 4-17.
- Bhasin, S., 2012. Prominent obstacles to Lean. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 403-425.
- Black, J.T., 2007. Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639–3664.
- Blanchard, D., 2007. Census of U.S. Manufacturers - Lean Green and Low Cost. *Industry Week*, October.
- Boehm, B., W., 1991. Software Risk Management: Principles and Practices. *Journal IEEE Software*, 8(1), 32-41.
- Clegg, C.W., 2000. Sociotechnical principles for system design. *Applied Ergonomics*, 31, 463-477.
- Coeira, E., 2007. Putting the technical back into socio-technical system research. *International Journal of Medical Informatics*, 76, S98-S103.
- Crute, V. and Ward, Y. and Graves, A., 2003. Implementing Lean in aerospace—challenging the assumptions and understanding the challenges. *Technovation*, 23, 917–928.
- Cua, K. O and McKone, K and Schroeder, R. G., 2001. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19, 675–694.
- Demeter, K and Matyusz, Z., 2011. The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 133, 154–163.
- Eisenhardt, K.M. and Graebner, M. E., 2007. Theory building from cases: opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32.
- Eisenhardt, K.M., 1989. Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Eroglu, C. and Hofer C., 2011. Lean, leaner, too lean? The inventory performance link revisited. *Journal of Operations Management*, 29, 356–369.
- Farris, J. and Van Aken, E. and Doolen, T. and Worley, J., 2004. Critical success factors for a human resource outcomes in Kaizen events: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 117(1), 42-65.
- Forrester, P. L. and Shimizu, U. K. and Soriano-meier, H. and Garza-Reyes, J. A.; Basso, L., 2010. F. C. Lean production, market share and value creation in the agricultural machinery sector in Brazil. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7), 853-871.
- Fullerton, R. and Wempe, W. F., 2009. Lean manufacturing, non-financial performance, and financial performance. *International Journal of Operations & Production Management*, v.29 3, 214-240.

- Hines, P. and Holweg, M. and Rich, N., 2004. Learning to evolve. A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011.
- Hodge, G. L. and Ross, K. G. and Joines, J. A. and Thoney, K., 2011. Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning & Control*, 22(3), 237-247.
- Houshmand, M.; Jamshidnezhad, B., 2006. An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22, 1-16.
- Johns, G., 2006. The essential impact of context on organizational behaviour. *Academy of Management Review*, 31(2), 386-408.
- King, A., A. and Lenox, M., J., 2001. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, 10(3), 244-256
- Krafcit, J. F., 1988. Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41-52.
- Lasa, I. S. and Castro, R. and Laburu, C. O., 2009. Extent of the use of Lean concepts proposed for a value stream mapping application. *Production Planning & Control*, 20(1), 82-98.
- Lean Enterprise Institute (LEI), 2007. Disponível em: <<http://www.lean.org>>. Acesso em: 19 de outubro de 2007.
- Lewis, M. A., 2000. Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8), 959-978.
- Lian, Y. and Van Landeghem, H., 2007. Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45(13): 3037-3058.
- Liker, J., 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Losonci, D. and Demeter, K. and Jenei, I., 2011. Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics*, 131, 30-43.
- Malhotra, M.K. and Grover, V., 1998. An assessment of survey research in POM: from constructs to theory. *Journal of Operations Management*, 16(4), 407-425.
- Mann, D., 2005. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversion*. New York: Productivity Press.
- Mathaisel, D. F. X., 2005. A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul enterprise. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(8), 623-644.
- Meade, D. J. and Kumar, S. and White, B., 2010. Analysing the impact of the implementation of lean manufacturing strategies on profitability. *Journal of the Operational Research Society*, 61(5), 858 -871.
- Meredith, J., 1998. Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, 16(4), 407-425.

- Meredith, J.R. and Raturi, A. and Amoako-Gyampah, K. and Kaplan, B., 1989. Alternative research paradigms in operations. *Journal of Operations Management*, 8(4), 297-326.
- Mikkelsen, H., 1990. Risk management in product development projects. *International Journal of Project Management*, 8(4), 217-221.
- Motwani, J., 2003. A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 103(5), 339-346.
- Moyano-Fuentes, J and Sacristán-Díaz, 2012. Learning on lean: a review of thinking and research. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(5), 551–582.
- Mumford, E., 2006. The story of socio-technical design: reflections on its successes, failures and potential. *Information Systems Journal*, 16 (4), 317–342.
- Olivier, N. and Schab, L.; Holweg, M., 2007. Lean principles and premium brands: conflict or complement? *International Journal of Production Research*, 45(16), 3723–3739.
- Panizzolo, R. and Garengo, P. and Sharma, M. K. and Gore, A., 2012. Lean manufacturing in developing countries: evidence from Indian SMEs. *Production Planning & Control*, 23 (10-11), 769-788.
- Papadopoulou, T. C. and Ozbayrak, M., 2005. Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), 784- 807.
- Parry, G. and Mills, J. and Turner, C., 2010. Lean competence: integration of theories in operations management practice. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(3), 216-226.
- Pedersen, E. R. G. and Huniche, M., 2011. Determinants of lean success and failure in the Danish public sector. *International Journal of Public Sector*, 24(5), 403-20.
- Pettersen, J., 2009. Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Raz, T., Shenhar, A. and Dvir, D., 2002. Risk management, Project success and technological uncertainty. *Research and Development Management*, 32(2), 101-109.
- Ritchie, B. and Brindley, C., 2007. Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development. *International Journal of Operations and Production Management*, 27(3), 303-322.
- Rother, M. and Shook, J., 1999. Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. The Lean Enterprise Institute Inc., Massachusetts: Brookline.
- Saurin, T. A. and Ferreira, C. F., 2009. The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 403–412.
- Saurin, T. A. and Marodin, G. A. and Ribeiro, J. L. D., 2011. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International Journal of Production Research*, 49(11), 3211- 3230
- Scherrer-Rathje, M. and Boyle, T. A. and Deflorin, P., 2009. Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52 , 79—88.
- Sezen, B. and Karakadilar, I. S. and Buyukozkan, G., 2012. Proposition of a model for measuring adherence to lean practices: applied to Turkish automotive part suppliers. *International Journal of Production Research*, 50 (14), 3878-3894.

- Shah, R. and Ward, P. T., 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21, 129-149.
- Shah, R. and Ward, P. T., 2007. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 785-805.
- Sim, K. L. and Rogers, J. W., 2008. Implementing lean production systems: barriers to change. *Management Research News*, 32(1), 37-49.
- Staats, B. R. and Brunner, D. J. and Upton, D. M., 2011. Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29, 376-390.
- Taj, S.; Morosan, C., 2011. The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 223-240.
- Voss, C. and Tsikriktsis, N. and Frohlich, M., 2002. Case research in operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 195-219.
- Wacker, J.G., 1998. A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management* 16(4), 361-385.
- Whitworth, B., 2006. Social-technical Systems. in Ghoui, Claude (Hrsg.): *Encyclopedia of Human Computer Interaction*. Hershey, NJ: Idea Group Reference, 2006, S. 533–541.
- Williams, R. and Bertsh, B. and Dale, B. and Wiele, T. and Iwaarden, J. and Smith, M. and Visser, R., 2006. Quality and risk management: what are the key issues? *The TQM Magazine*, 18(1), 67-86.
- Womack, J. and Jones, D., 1998. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon and Schuster.
- Yamamoto, Y. and Bellgran, M., 2010. Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. *Assembly Automation*, 2(30), 124–130.
- Yin, R., 2003. *Case study research: design and methods*. 5 ed. Thousand Oaks: Sage.
- Yu, J. and Zaheer, S., 2010. Building a process model of location adaptation of practices: a study of Six Sigma implementation in Korean and US firms. *Journal of International Business Studies*, 41, 475-499.
- Zimina, D. and Pasquire, C. L., 2011. Applying lean thinking in commercial management. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(1), 64-72.

2. ARTIGO 1: IMPLEMENTING LEAN PRODUCTION SYSTEMS: RESEARCH AREAS AND OPPORTUNITIES FOR FUTURE STUDIES

Giuliano Marodin (PPGEP/UFRGS)

Tarcísio Abreu Saurin (PPGEP/UFRGS)

Abstract:

The increasing use of lean production (LP) by companies from several sectors has substantially increased the amount of publications and different emphases on the subject, which amplifies the need for organization of that knowledge. This article aims to identify the research areas on LP implementation and to propose research opportunities. The literature review was based on 102 studies published between the years 1996 and 2012. The studies were divided into six research areas, named: (a) structure and scope of LP systems; (b) factors that influence in the LP implementation; (c) methods for implementing LP systems; (d) LP assessment methods; (e) results of implementing LP systems; and (f) adaptation of LP to particular sectors. The findings suggested that the substantially increase on the amount of publications on LP implementation has created fragmented and dissociated areas that would benefit from integration.

Keywords: lean production, literature review, lean implementation

2.1 Introduction

The principles and practices of the Toyota Production System (TPS), or lean production (LP) system, have been discussed in academia for decades. Sugimori et al. (1977) published one of the first scientific papers on this topic. A vast literature discusses the fundamental ideas of the LP system, both in studies of great scientific rigor and in books for practitioners. Indeed, lean has been an area of academic interest, spreading into a wide range of sectors and deeply in the discipline of operations management.

The practice of LP has been changing in recent years, since lean has evolved from a simple set of practices to the complexity of an entire lean business system (Hines et al., 2004). As a result of this, knowledge and understanding about LP theory is also evolving (Hines et al., 2004; Papadopoulou and Ozbayrak 2005). The substantial number of studies on

implementing LP points to the need to organize the available knowledge. This includes identifying the main research areas in this topic and research opportunities. The study by Ramarapu et al. (1995) stands as one of the only examples of a literature review focused on LP implementation, but used articles published more than twenty years ago. Ramarapu et al. (1995) concluded, based on 105 studies, that five categories of factors are critical for LP implementation. These categories are: elimination of waste, production strategy, quality control and quality improvement, management commitment and employee participation, and vendor/supplier participation. Moreover, they concluded that the major focus of LP implementation research was conceptual-based studies, and that empirical-based studies were recent. A very few studies dealt with simulation and mathematical models (Ramarapu et al., 1995).

In this context, this article goes beyond earlier studies and it focuses on the following questions: (a) what have been the main areas of research on LP implementation? (b) What are the needs of and opportunities for research on the LP implementation? A review of the literature with 102 studies was conducted. The implementation of LP was defined as the process of applying a set of principles and practices of LP, exploring their synergies and adapting them to the particularities of each company. The LP implementation process does not have an end (Hines et al., 2004), since it is based on continuous improvement (Shah and Ward, 2007). The process involves evolution and refinement of the principles and practices, through the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycles of Deming (1986).

2.2 Research method

2.2.1 Overview

This literature review was based on the steps of a systematic review, which uses replicable and transparent steps (Cook et al., 1997; Kitchenham, 2007). According to Becheikh et al. (2006), the main objectives of a systematic review are to identify key contributions and issues in a field study and to identify the results that are commonly presented and discussed. A systematic review reduces the effects of chance, increase the legitimacy and authority of the evidence found and provide more reliable results to support the conclusions (Tranfield et al., 2003).

Thus, three steps were followed in this study: (a) defining criteria for selecting the studies; (b) defining the databases and selecting the studies based on the criteria; and (c) data

analysis and discussion of selected studies. The research steps were performed on the first quarter of 2012.

2.2.2 Criteria for selecting the studies

Four inclusion criteria were used on the search and identification of the studies:

(a) Scientific papers published in international journals which have a peer-review process were selected. PhD theses, dissertations, nonscientific journal articles, editorials, books and newspapers reports were not included.

(b) Due to the large number of publications on the subject, it was necessary to limit the number of studies selected. Thus, we used a database parameter that ranked the studies based on their relevance, and the 70% best ranked studies of each database were selected. These rankings follow criteria that are defined by the database itself and which are not published.

(c) The studies were also limited from the areas defined by the database as "Business, administration and accounting" and "Engineering". This was necessary because the word "lean" is used in various areas of knowledge, such as medicine, physics or chemistry. This criterion served to reduce the number of studies that probably would be identified on a first search, but would not be selected and analyzed.

(d) Studies published between 1996 and 2012, in order to account for a fairly recent perspective on LP. Based on literature reviews, Hines et al. (2004), Ozbayrak and Papadopoulou (2005) and Shah and Ward (2007) concluded that most of the surveys conducted up to the 90s focused on the application of LP tools, whereas from the turn of the century, studies evolved into discussing LP as a management system that impacts an entire value chain.

After the identification of the studies, three exclusions criteria were used:

(a) Studies on lean supply chain management were excluded, since they would enlarge substantially an already extensive review. Moreover, since lean supply chain management involves the joint use of several practices and principles in multiple companies, it could be regarded as a particular case of LP implementation, deserving a specific literature review. Some relevant studies on lean supply chain management are those by Lamming (1996), Jones et al. (1997), and Wu (2003).

(b) The studies should not be limited to an in-depth discussion of a specific lean practice (e.g., kaizen events). Indeed, according to the definition of LP implementation presented in

Section 2.1, it must include the joint use of several practices and principles, fostering synergistic relationships;

(c) Studies that presented variations of the original lean principles (e.g., those by classical authors such as Ohno, 1989; Shingo, 1986 and Womack and Jones, 1998) were excluded. For instance, studies on “lean six sigma” were not considered, since there are practical examples of incompatibility and even conflicts between the approaches that have led to suboptimal processes (Bendell, 2006). Studies on “lean agile manufacturing” were not considered for a similar reason. In fact, agile and lean are distinctly different, since lean has low cost as the market winning strategy, whereas agile stresses product availability (Christopher and Towil, 2000).

2.2.3 Databases and selection of studies

Three databases, to which the researchers had free access from their home institution, were used to search for the studies: Emerald@, Science Direct@ and North Carolina State University Libraries (NCSU).

The word “lean” only on the article’s title was used to conduct the search. We chose to use "lean", excluding "Toyota", since studies that use the term "lean" usually emphasize on adapting the Toyota system to other companies. The studies that deal with the Toyota system, for example, Ohno (1988), Shingo (1989) and Monden (1998), tend to have a greater focus on that company’s production system. Moreover, the choice to search only in the title of the article was because "lean" tends to appear in a much larger number of studies if it is also sought in the body of the text, including several studies that do not fit in with the theme of this research. The literature review also included studies after the databases search as a way to enrich the discussions. This procedure is frequently used in systematic reviews (Toval and Nicolas, 2009).

2.2.4 Data analysis

A database was created to store information on the selected studies with the following fields: title, journal, year, keywords, predominant research strategy, objectives, companies sector (in the case of empirical studies), countries, and main results. Information related to all those fields used to be explicitly stated in the articles. The fields "objectives" and "main results" were the main basis to group the studies into six research areas of LP implementation.

It is worth noting that some studies were associated with more than one area. After grouping the studies into research areas, additional fields were created in the database, in order to obtain a more detailed characterization of each research area. These additional fields correspond to the criteria adopted for describing the studies, such as factors that facilitate LP implementation and results obtained by companies that have used LP. All criteria are presented from Figures 2.2 to 2.6, in the Results Section of this article.

2.3 Results

2.3.1 Selected studies sample features

By searching the studies on the databases using the keywords and inclusion criteria mentioned in Section 2.2.2, 285 articles were identified. Then, by selecting the 70% best ranked, 200 studies remained. Eventually, the application of the exclusion criteria resulted in 102 studies that composed the literature review. The largest number of studies was identified in the database Emerald@ because it draws on a larger number of journals which deal with the theme and adhere to criterion (a). Table 2.1 shows the initial number of studies identified, excluded and selected. The final number of studies that composed the review was higher than the 37 used by Pettersen (2009) for a review on LP, and slightly lower than the 105 studies selected by Ramarapu et al. (1995) for a literature review on LP implementation.

Table 2.1: Number of studies identified, excluded and selected

Database / Studies	Identified	Excluded	Selected
Emerald@	105	49	56
Science Direct@	55	28	27
NCSU	40	21	19
Total	200	112	102

The studies were published in 41 different international journals. Figure 2.1 shows the number of studies published per year from 1996 to 2012. It is worth noting that the studies search was in the first quarter of 2012 and therefore the number of publications in 2012 was low compared to other years.

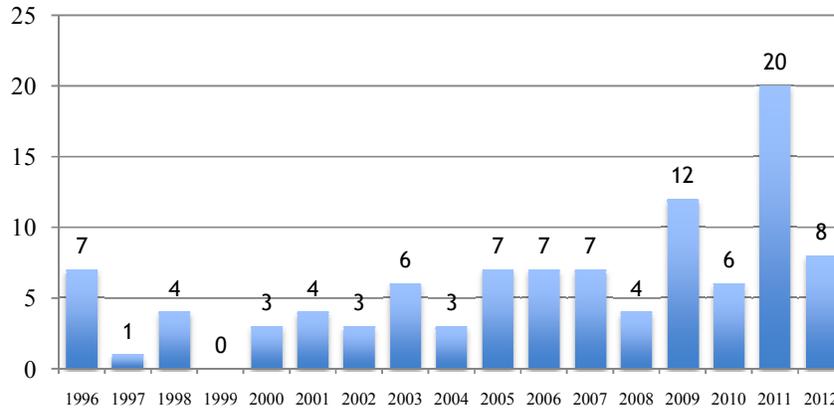


Figure 2.1: Number of studies per year from 1996 to 2012

Table 2.2 shows the location of companies in which the empirical studies were conducted. The United States and the United Kingdom accounted for almost half of the studies selected. Regarding emerging economies, the greatest number of research studies was conducted in India (8%) and there was only 3% in Brazil and 1% in China.

Table 2.2: Number of studies by location of the companies surveyed

Countries	Percentage of Studies
United States of America	28%
United Kingdom	20%
India	8%
Sweden	5%
Multiple countries around the world at the same study	3%
Brazil	3%
Spain	3%
Multiple countries in Europe at the same study	3%
Italy	2%
Japan	2%
China	1%
Hungary	1%
Denmark	1%
Canada	1%
Switzerland	1%
France	1%
Turkey	1%
Australia	1%
Not specified	6%
There was no empirical study	11%

Table 2.3 shows the sectors in which the companies under study belong. The low percentage of studies in the sector in which LP was originated (i.e., automotive industry, which accounted for 13% of the total) indicates its spread to other sectors. Indeed, sectors that

have production processes substantially different from automotive and other manufacturing industries, such as construction, services and agriculture, account for about a quarter of all studies.

Table 2.3: Percentage of studies by sector

Sector	Percentage of Studies
Manufacturing (not defined)	36%
Services	16%
Automotive	13%
Electronic equipment and components	7%
Construction	4%
Aerospace	4%
Food industry	3%
Manufacturing and services	2%
Ceramic industry	2%
Textile industry	1%
Agricultural machinery	1%
Home appliances manufacturer	1%
Theoretical (no specific sector)	11%

2.3.2 Research areas and opportunities

2.3.2.1 Structure and scope of LP systems

This area comprises studies that intend to understand the structure and the scope of LP systems. In fact, this area is relevant for LP implementation since it helps to define what is meant by LP, and thus what practices and principles should be adopted. Hines et al. (2004) emphasized how the scope of LP developed in four phases, from lean practices for manufacturing industries to a system that bounds the entire supply chain. Papadopoulou and Ozbayark (2005) described how the definition of LP as a toolbox transformed into lean thinking. Shah and Ward (2007) and Pettersen (2009) defined two dimensions of LP: a conceptual and philosophical one, formed by its principles, and an empirical one, formed by its practices. Liker (2004) developed 14 LP principles and practices after interviews with Toyota's managers and visiting Toyota's plants. Pil and Fujimoto (2007) identified similarities and differences between LP and the system used by Volvo during the 90s and 2000s. They considered that the Volvo system had advantages in relation to LP in terms of providing the operator with greater knowledge about the work. On the other hand, LP stands out for its tenacity on continuous improvement and teamwork.

A research opportunity in this area concerns deepening knowledge on the interaction between LP practices and principles. There are few studies in which the focus was to

investigate the relationships among LP practices or among practices and principles, such as the one by Saurin et al. (2011). In fact, the systemic nature of LP has been so taken for granted by researchers that it has not been explicitly analyzed from the perspective of theories on systems functioning, such as systems engineering (Keys, 1985), complex systems (Johnson, 2007) or soft systems methodology (Checkland and Scholes, 1990). The well-known house of the TPS (Liker, 2004) is an example of how simplistically the systemic nature of LP may be portrayed and discussed. Kidd (1994) argues that while the TPS possibly uses correctly the principles of systems thinking, it is not apparent that even its creators fully understand the theoretical reasons why and how this is so.

2.3.2.2 Factors that influence LP implementation

A number of studies have been conducted to understand or identify the factors that affect the process of implementing LP. The effective management of these factors, to the possible extent, is critical for successful LP implementation. Figure 2.2 shows the studies, the research strategies and the twenty-five factors they have identified. Those factors were grouped according to their association with the four subsystems that form a socio-technical system: human, technical, work organization and external environment (Hendrick and Kleiner, 2001). The distribution of factors across subsystems is consistent with the results of previous studies, which point out managerial and cultural issues as the most challenging in LP implementation (Bhasin and Burcher, 2006). Moreover, the diversity of factors is coherent with the assumption that LP implementation is complex (Lian and Van Landeghem, 2007).

Among the factors that influence LP implementation, 55% of the studies mention the importance of management support and/or commitment. However, none of them clearly describes criteria to distinguish a supportive from a not supportive management team. Moreover, factors such as management support were cited by studies carried out in different regions, size and type of business, which indicates certain generalization.

Some research opportunities in this area can be emphasized, such as: (a) a more detailed description of the factors that affect LP implementation, including an investigation on how the company's context influence on those factors; (b) since the factors are likely to be intertwined, it is necessary to understand the nature and intensity of their relationships; this can help to anticipate the wider impacts of control actions; and (c) a better description of the factors should support studies stressing prescriptions for managing the factors. Indeed, there is

Sectors / Studies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Manufacturing (type not specified)			X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Electronic components								X		X																										
Automotive										X		X				X	X																			
Others (services, SMEs, aerospace, agricultural machinery, ceramic, food, textile)	X	X							X		X									X			X		X	X										
Theoretical				X								X															X									
Factors																																				
Ability, experience and knowledge to conduct the lean implementation process		X		X	X	X		X				X	X	X	X										X											
Young work force																			X																	
Medium and long-term objectives	X				X																	X	X													
Organizational culture receptive to changes		X			X	X			X			X												X	X											
Confidence in the importance of LP for the company				X	X	X							X																							
Operators autonomy				X	X	X																	X													
Managerial support and commitment	X	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Workforce support and commitment			X																							X										
Job security among employees														X																						
Strategies and performance measures consistent with LP			X						X				X																							
Systematic and controlled change strategy				X	X				X																											
Focus on operational performance metrics, as opposed to traditional accounting metrics				X																																
Communication about the process and changes																																				
The transition from mass production to LP is easier than the transition from craft production to LP																																				
Integration with other departments (e.g., marketing, sales, HR)																																				
Methods to sustain the implementation in the long term																																				
Reward and bonus systems consistent with lean					X																															
Employees involvement on the improvements																																				
Company's size: large companies are usually more successful in LP implementation					X					X																										
Availability of financial and human resources		X			X								X																							
Dominant position of the company regarding to its customers					X																															
Trade unionism, national culture and plant's history shape LP implementation																																				
Strength of the relationship with suppliers																																				
Low product mix and variety									X																											
Type of production system (e.g., it is easier to implement lean in lines and cells, in relation to job-shops)																																				

References: 1) Papadopoulos et al., 2011; 2) Achanga et al., 2006; 3) Angelis et al., 2011; 4) Black, 2007; 5) Bhasin, 2012; 6) Bhasin, 2011b; 7) Boyle et al., 2011; 8) Bruun and Mefford, 2004; 9) Crute et al., 2003; 10) Doolen and Hacker, 2005; 11) Forrester et al., 2010; 12) Herron and Hicks, 2008; 13) Lasa et al., 2009; 14) Panizzolo et al., 2012; 15) Lewis, 2000; 16) Losonci et al., 2011; 17) Sezen et al., 2011; 18) Shah and Ward, 2003; 19) Sim and Rogers, 2009; 20) Soriano-Meier and Forrester, 2002; 21) Worley and Doolen, 2006; 22) Meade et al., 2010; 23) Scherrer-Rathje et al., 2009; 24) DeFlorin and Scherrer-Rathje, 2011; 25) Motwani, 2003; 26) Hodge et al., 2011; 27) Meade et al., 2006; 28) White and Prybutok, 2001; 29) Scarbrough and Terry, 1998; 30) Allen, 1997; 31) Boyer, 1996; 32) Sohal, 1996; 33) Ahlström, and Karlsson, 1996.

Figure 2.2: Factors that affect LP implementation

a need for proposing counter-measures that could be used to manage the factors and how they could be integrated into LP implementation methods.

2.3.2.3 Methods for implementing LP systems

A number of methods have been developed to assist LP implementation. Figure 2.3 shows a summary of the studies on this area. It can be observed that six out of the thirteen methods were not implemented in a real case, which is a drawback. Also, the substantial differences among the steps proposed by each method indicates that, regardless of LP being used for decades, generalized implementation steps have not yet emerged. Nevertheless, value stream mapping (VSM) seems to be a fairly generalized element of LP implementation. Besides being an implementation method by itself, the use of VSM is cited as a step for LP implementation by four other methods.

Moreover, Figure 2.3 indicates that, with exception of the methods by Liker and Meier (2006), Mathaisel (2005), Yamamoto and Bellgran (2010) and Parry et al. (2011), the others are strongly concerned with prescribing the use and sequencing of specific LP practices (e.g., mapping the current state, identify customer needs, train employees, etc.). However, the use of lean practices, in isolation, is insufficient to disseminate lean principles and change the organizational culture (Mann, 2005). It is well-known that the success and the greatest difficulties of implementing LP are related to the use of principles (Bhasin and Burcher 2006; Emiliani, 1998). Thus, these methods are implicitly embedded within a limited scope of LP as just a set of practices.

Other limitations of the methods presented in Figure 2.3 may be mentioned, such as: (a) they do not take into account the factors that impact on LP implementation; (b) they are too rigid to deal with the need for adapting LP implementation to the unique context of each company (Yamamoto and Bellgran, 2010); and (c) they are too focused on the technical aspects of LP, neglecting human factors.

As a result of the limitations of the studies in this research area, future studies should: (a) involve application of the method in a number of real cases, as to provide insights on difficulties, benefits and generalization; (b) anticipate the existence, and adopt proactive strategies, to manage well-known factors that have an impact on LP implementation; (c) state the context factors and requirements for the successful implementation of the method, which may support the identification of the conditions under which the method is generalized - this latest recommendation would also be helpful to identify the need for adaptations of the

method, when the necessary requirements are not in place; and (d) balance the implementation of lean practices with a technical emphasis and the implementation of practices that have an impact on social and organizational aspects. In this respect, LP research should search for support from other disciplines. For instance, in the area of project management, the influence of the styles, skills and attitudes of the leaders in managing projects and making them successful are issues that have been widely discussed (Dulewicz and Higgs, 2005; Muller and Turner, 2010)

R	Method steps / characteristics	Scope	Was the method implemented in a real case? What were the benefits?
1	Value Stream Mapping (VSM) has four steps: selecting a product family; mapping the current state; designing a future state and devising the implementation plan.	From a cell to multiple plants	Yes. Companies from several sectors have adopted VSM. Productivity increase and lead-time reduction are typical results.
2	The method proposes a classification scheme to serve as a link between manufacturing waste problems and LP practices. It helps to select the lean practices most suitable for controlling specific types of waste	Shop floor	No
3	The method has the following steps: defining the need for LP; conceptual preliminary design; detailed design and development; implementation and construction; and use and improvements.	Administrative areas and shop floor	Yes, in five aerospace industries. Results not presented.
4	The method is based on an axiomatic model with four steps: identifying customer needs; identifying function requirements; designing parameters and process variables.	Administrative areas and shop floor	No
5	The preliminary steps are: train employees; involve top management; understand the financial implications of lean; define performance measures; empower workers; define the middle management reward system. The operational steps are: manufacturing system balancing; set up reduction; quality control; preventive maintenance; pull materials to final assembly; inventory control; integrate suppliers; automation; and design lean enterprise around.	Administrative areas and shop floor	No
6	The method has three stages: develop a lean culture, emphasizing issues such as leadership commitment and use of performance metrics); implement lean practices, such as pull system, line balancing, automation, VSM, visual control; implement routines for systematic continuous improvement.	Shop floor	No
7	Instead of having detailed steps, this method focuses on creating the need for improvement and letting people solve the problems using the PDCA logic.	Shop floor	Yes, two manufacturing companies. Reduced WIP and improve delivery
8	The method was created for textile industries and it has six steps: policy deployment; visual management; continuous improvement; standardised work; pull production, and customer satisfaction. VSM supports the implementation of all steps.	Shop floor	Yes, in seven textile industries. Reduced lead time
9	The method has four steps: market analysis; VSM; customer value analysis; and financial modelling.	Administrative areas and shop floor	Yes, in an aerospace company. Market share increased 50 % in a year
10	The method has four steps: identification of performance measures; identification of VSM tools; selection of VSM tool using analytical hierarchy process; and comparison of the optimum value of the metrics with real time performance metrics.	Shop floor	No
11	The method helps to select and prioritise lean practices. The method is based on the analytical hierarchy process, involving the identification of criteria for selecting practices and the definition of weights for each criterion	Shop floor	Yes, in a modular switches manufacturing organization. The results of implementing the selected lean practices were not evaluated
12	The method was created for service companies and it has six steps: linear flow arrangement; small production batches; rapid preparations; grouping tasks by workstations; versatile personnel; and quality assurance.	Shop floor	Yes, on a Telecom company. It reduced variability and increased productivity.
13	LP practices should be implemented both in parallel and sequentially. Initially, management should focus on three parallel tasks: delaying the organization and installing a system for zero defects; implementing manufacturing cells which work with a pull production schedule; and establishing vertical information systems and team leaders. Then, management efforts can shift to starting a continuous improvement initiative.	Shop Floor	No

Figure 2.3: Studies on methods for LP implementation

2.3.2.4 LP assessment methods

The studies classified in this area focused on developing methods to assess the degree of LP implementation. The studies were classified according to five criteria (Figure 2.4): (a) number of assessment categories; (b) unit of analysis for the assessment; (c) production sector of the companies; (d) the dimension of LP scope dealt with by the assessment, such as lean practices or results; (e) the sources of evidence that the method uses to gather the information for the assessment.

R	Number of categories of assessment	Unit of analysis	Sectors						Assessed dimensions of LP		Sources of evidence			
			Electronic components	Other	Manufacturing	Automotive	Ceramic	Services	Home appliances	Practices	Results	Questionnaires	Interviews	Observations
1	Use of 30 practices	Administrative areas and shop floor	X						X		X			
2	Use of 16 practices	Shop floor			X				X		X			
3	Use of 12 practices	Shop floor		X					X		X			
4	Use of 10 practices	Shop floor		X					X		X			
5	Use of 12 practices	Shop floor		X					X		X			
6	Use of 18 practices	Shop floor			X				X			X	X	
7	Use of 12 practices	Shop floor		X					X		X		X	
8	Use of 9 practices	Shop floor				X			X		X			
9	Use of 36 performance metrics	Administrative areas and shop floor		X					X		X			
10	Use of 86 practices	Administrative areas and shop floor					X		X		Not specified			
11	Use of 65 practices and 90 performance metrics	Administrative areas and shop floor						X	X				X	
12	Use of 9 practices	Shop floor		X					X			X	X	
13	Use of 9 practices	Shop floor		X					X		X			
14	Use of 48 practices	Administrative areas and shop floor		X					X			X		
15	Use of 23 practices	Shop floor		X					X		X			
16	Use of 12 practices	Shop floor			X				X		X			
17	Results of 4 performance metrics	Shop floor		X						X				X
18	Results of 2 performance metrics	Administrative areas and shop floor		X						X				X
19	Results of 5 performance metrics	Shop floor					X			X				X
20	Results of 5 performance metrics	Shop floor		X						X				X
21	Results of 4 performance metrics	Shop floor		X						X				X
22	Results of 3 performance metrics	Shop floor		X						X				X
23	Results of 2 performance metrics	Administrative areas and shop floor		X						X				X

References: 1) Doolen and Hacker, 2005; 2) Sezen et al., 2011; 3) Shetty et al., 2010; 4) Shah and Ward, 2007; 5) Wan and Chen, 2009, 6) Saurin et al., 2011; 7) Bhasin, 2011a; 8) Soriano-Meier and Forrester, 2002; 9) Sanchez and Perez, 2001; 10) Marlow and Casaca, 2003; 11) Gurumurthy and Kodali, 2009; 12) Lasa et al., 2009; 13) Karlsson and Åhlström, 1996; 14) Panizzolo, 1998; 15) Forza, 1996; 16) Niepce and Molleman; 17) Wan and Chen, 2008; 18) Abdulmalek and Rajgopal, 2007; 19) Arbós et al., 2011; 20) Anand and Kodali, 2008; 21) Seth and Gupta, 2005; 22) Al-Aomar, 2011; 23) Rivera and Chen, 2007

Figure 2.4: Studies to assess the degree of LP implementation

Concerning criterion (a), the substantial variation in the number of practices and principles adopted by each method is a result of the disagreements about the scope and

structure of LP. Of course, this makes it difficult to compare the results of assessments carried out by different methods. As to criterion (b), the vast majority of the methods are focused on the shop floor as a single entity. The lack of methods focused on smaller units is a drawback, since the implementation of LP is gradual and it usually starts at the line, cell or department level.

Concerning criterion (c), the focus on technical aspects of lean appears on this area as 70% of the studies assessed only the use of lean practices. Thus, an opportunity for future research is to improve the assessment methods so they would capture, at the same time, lean practices and results. Also, as lean spread to other businesses, there is also the necessity to develop assessment methods for service companies, as only two of them were not made exclusively to manufacturing environments.

Regarding criterion (d), two studies differentiate themselves because the methods they proposed were not only designed based on a literature review. Shah and Ward (2007) also used interviews and surveys with specialists to devise the first version of the assessment method. Saurin et al. (2011) surveyed experts to identify the relationship and hierarchy between practices, after a premier version of the model done by literature review. Therefore, there is an opportunity for other LP assessment methods based on insights from experts and other sources, such as best practices used by leading companies.

As to criterion (e), 83% of the studies used only one source of evidence for collecting the data for the assessment. Only four studies used more than one source of evidence (Bhasin, 2011a; Saurin et al., 2011; Gurumurthy and Kodali, 2009; Lasa et al., 2009). Moreover, 48% of the studies used self-assessment questionnaires, which is a drawback since they rely on the respondent's perception about the implementation level and on his/her knowledge about what characterizes each one of lean practices. Therefore, future studies on LP assessment methods should emphasize the use of multiple sources of evidence, which is a well-known best practice for auditing in general (Chiesa et al., 1996), since it allows for data triangulation (Yin, 2003).

Simulations were used as the source of evidence for assessing the degree of use of LP by 30% of the studies (Abdulmalek and Rajgopal, 2007; Arbós et al., 2011; Anand and Kodali, 2008; Seth and Gupta, 2005; Al-Aomar, 2011; Rivera and Chen, 2007; Wan and Chen 2009). In fact, those were the most quantitatively oriented studies identified by this literature review, considering all research areas. Those methods involve mathematical modelling of production processes, with the aim of assessing how the application of LP impacts on key lean performance metrics. The low use of quantitative approaches by LP implementation literature

had also been detected by Ramarapu et al. (1995). This can be due to the fact that social and work organization issues, which have already been mentioned as a key in LP implementation, are resistant to mathematical modeling (Cilliers, 1998). Nevertheless, it seems that quantitative approaches have been under appreciated, since they involve a wide variety of methods that can contribute to all research areas identified by this article.

2.3.2.5 Results of implementing LP systems

Figure 2.5 presents the results that companies have obtained by using LP as well as the types of measures used for assessing the results. The performance measures used to evaluate results can be classified into five groups: (a) operational, such as, stock levels, quality, worker productivity and setup time; (b) financial, such as cost, profit and revenue; (c) human, such as stress, employee commitment and safety at work; (d) market, such as market share; and (e) environmental, for example, pollution, resource efficiency, the use of pollutant chemicals.

Seventeen out of the thirty-one studies (55%) used only operational performance measures, which reflect the aforementioned technical emphasis of the LP literature. In this respect, all of the selected studies pointed out that the implementation of LP improved operational performance, regardless of the different countries where it has been applied. However, there is also great interest in the impact of LP on working conditions, using proper measures for this. As Figure 2.5 shows, companies have often improved metrics related to working conditions as a result of LP implementation, although negative impacts have also been detected. Moreover, studies on the impact of LP on traditional accounting and on strategic measures have emerged in the last decade. In fact, these studies are necessary because some traditional indicators are associated with mass production practices, which are a barrier to implementing LP (Motwani, 2003; Achanga et al., 2005, Pierce and Rich, 2009). For example, Meade et al. (2006) and Meade et al. (2010) consider that implementing LP tends to generate a negative impact on turnover and profit margins in the short term, due to stocks being reduced.

A research opportunity in this area is concerned with the joint analysis of performance measures related to different business dimensions, such as human and financial. Such studies would support the identification of possible trade-offs between the performance measures, shedding light on the contribution of LP to them. Another research opportunity is concerned with the detailed investigation of LP implementations that had either unexpected or undesired

R	Main results	Location and sector of companies	Measures				
			Operational	Financial	Human	Market	Environmental
1	Reduced stock levels, especially WIP, regardless of the product type	Global / Manufacturing	X				
2	An excessively high or low inventory has a negative impact on operational performance	USA/ Manufacturing	X				
3	Productivity increase	UK / Construction	X				
4	Improved operational performance. Although, there were not sufficient evidence of the impact of LP on inventory reduction and lot size	Turkey / Automotive	X				
5	Improved operational performance. The supply chain and human resources practices associated with LP did not have relevant impacts on product quality	China / Multiple production sectors	X				
6	Improved operational performance	India / SMEs	X				
7	Improved performance, in several business dimensions	Brazil / Agricultural machinery	X	X		X	
8	Improved operational performance. The results are significantly better when all practices are jointly implemented	USA / Manufacturing	X				
9	Improved operational performance. The results are significantly better when all practices are jointly implemented	Global / Electronic components	X				
10	Improved operational performance. The results are significantly better when all practices are jointly implemented	India / SMEs	X				
11	Improved overall operational performance, particularly productivity, inventory level and lead-time	UK / Electronic components	X				
12	Improved productivity and better utilization of space. There were ergonomics improvements as well, although they were not quantified	USA / Automotive	X				
13	The monetary gain of LP was on average eight times higher than its investment	UK		X			
14	Reduction in products total costs	USA / Aerospace		X			
15	Increase in profits	USA / Manufacturing		X			
16	LP does not necessarily improve financial performance. In some markets (like automotive) where key firms exercise dominant market power, the benefits of lean production can very easily flow to these powerful players	Europe / Manufacturing		X		X	
17	Improved communication between employees	USA / Electronic components			X		
18	Improved working conditions, regardless of work intensification and increased pressure exerted by supervisors to meet production targets	Brazil / Agricultural machinery			X		
19	LP is not inherently stressful. Stress levels are related to management decisions in designing and operating LP systems	UK / Manufacturing			X		
20	Affective commitment is neither inherently supported nor inherently impeded by LP. Enhancing commitment appears to be conditional, depending on the effectiveness of management in designing and operating the LP and HR practices	UK / Manufacturing			X		
21	Increased employees autonomy and satisfaction	Europe / Logistics			X		
22	Increased productivity, reduced inventory, improved level of staff training and improved safety at work	Spain / Ceramic	X	X			
23	Increased market share in premium brands, especially when applied in engineering and product development	Japan, UK and USA / Automotive				X	
24	More efficient use of natural resources and environmental performance	USA and Japan / Automotive					X
25	Improved environmental performance, due to reduction of waste and pollution	USA / Manufacturing					X
26	Reduced costs and improved operational efficiency	USA / Higher education	X				
27	Improved productivity and quality	USA / Higher education	X				
28	Increased profit margins by reducing waste, improving efficiency and increasing customer satisfaction	UK / Safari park	X				
29	Reduced operational costs and increased customer service	UK / Call centres	X				
30	Increased capacity and reduced no show rate in hospitals	USA / Hospitals	X				

References: 1) Demeter and Matyusz, 2011; 2) Eroglu and Hofer, 2011; 3) Dunlop and Smith, 2004; 4) Sezen et al., 2011; 5) Taj and Morosan, 2011; 6) Panizzolo et al., 2011 7) Forrester et al., 2010; 8) Shah and Ward, 2003; 9) Furlan et al., 2011; 10) Vinodh and Joy, 2012; 11) Lee-Mortimer, 2006; 12) Mabry and Morrison, 1996; 13) Herron and Hicks, 2008; 14) Browning and Heath, 2009; 15) Fullerton and Wempe, 2009; 16) Lewis, 2000; 17) Worley and Doolen, 2006; 18) Saurin and Ferreira, 2009; 19) Conti et al., 2006; 20) Angelis et al., 2011; 21) Haan et al., 2011; 22) Bonavia and Marin-Garcia, 2011; 23) Olivier et al., 2007; 24) Rothenberg et al., 2001; 25) King and Lenox, 2001; 26) Comm and Mathaisel, 2005; 27) Doman, 2011; 28) Julien and Tjahjono, 2009; 29) Piercy and Rich, 2009; 30) LaGanga, 2011.

Figure 2.5: Studies on evaluating the results of implementing LP

results. In fact, with the exception of some negative impacts on working conditions and lack of positive impacts on profitability, studies of this research area do not report unexpected or undesired results. This is in contrast with a number of studies that point out that most companies do not succeed in their LP initiatives (Bhasin, 2012).

2.3.2.6 Adaptation of LP to particular sectors

The implementation of LP in sectors that are different than discrete manufacturing tends to involve unique opportunities and difficulties to adapt principles and practices. The objective of this area has been to understand the adaptation needed. Figure 2.6 shows the difficulties and opportunities according to the sectors that were the object of the study.

R	Difficulties and opportunities	Sector					
		Administrative	Other services	Construction	Public	Food	Aerospace
1	Relevant wastes in administrative processes should be categorized as follows: delays, reviews, mistakes, duplication, movement, processing inefficiencies, and resource inefficiencies.	X					
2	LP is suitable for improving quotation processes	X					
3	LP practices that worked best for software development were: use of problem-solving methods, mapping information flow, simplifying products and standardizing activities	X					
4	Visual management is a high impact lean practice on hospitals. It helps employees to identify problems as well as to implement countermeasures		X				
5	The greater opportunities on lean service are: reduction of performance trade-offs; flow production; pull production; value-chain orientation; increased customer focus and training; and employee empowerment		X				
6	The main elements that influence lean in construction are: value identification/specification; an appropriate project delivery framework; structuring and planning of delivery processes; transparency; leadership; learning; and the importance of local context			X			
7	The improvement of customer service and on-time delivery can be used as a business strategy in construction			X			
8	The high variety of products that is needed in the construction sector does not make it more difficult to implement LP. In fact, LP can aid companies to deal with the high degree of product customisation needed.			X			
9	There were some strong context factors that affected LP implementation in the Danish public companies. These factors were classified as: goals and values; balance of power, and resources and capabilities				X		
10	LP principles and practices related to standardization are more challenging to implement on the public service				X		
11	LP could overcome the crisis of competitiveness and profitability of the companies of the meat sector in UK					X	
12	Takt time and standardized work were the LP practices that had greater impact on improving performance					X	
13	A research agenda for joint cooperation between government, businesses and institutions was developed to implement LP in the military aerospace industry						X
14	The main challenges of adapting LP to this sector were: the dominant position of some customers, customized make-to-order products with long lead time, the operator's low level of education and the centralized management decisions						X
15	The difficulties in implementing LP in this sector are different, but not higher than other businesses. In aerospace, key factors influencing LP implementation are: change strategy, site culture, product focus, senior management commitment and consistency, and time and space for performance improvement						X

References: 1) Maleyeff, 2006; 2) Buzby et al., 2002; 3) Staats et al., 2011; 4) Bowen and Youngdahl, 1998; 5) Balle and Regnier, 2007; 6) Jørgensen and Emmitt, 2009; 7) Zimina and Pasquire, 2011; 8) Nahmens and Mullens, 2009; 9) Pedersen and Huniche, 2011; 10) Radnor, 2010; 11) Cox and Chicksand, 2005; 12) Simons and Zokaei, 2005; 13) Comm and Mathaisel, 2000; 14) Bamber and Dale, 2000; 15) Crute et al., 2003

Figure 2.6: Studies on applying LP in particular sectors

This area shows a predominance of case studies as research strategy, which is consistent with the need to explore the peculiarities of lean in environments different than

manufacturing. The possibilities to explore and expand LP implementation in the service sector (it includes the sectors "administrative", "public" and "other services" in Figure 2.6) seem to be vast, as the service sector plays an important economic role in most developed and emerging economies. However the studies on lean in services are still at early stages and often limited to theorizing about the possibility of implementing some LP practices (Balle and Regnier, 2007; Radnor, 2010) or implementing in a single spot or area of the company (Piercy and Rich, 2009).

By contrast, construction and aerospace industries showed a more mature discussion, emphasizing the elements that are different comparing to the automotive industry (Jørgensen and Emmitt, 2009) and the use of LP as a business strategy (Zimina and Pasquire, 2011). For instance, as indication of the theoretical evolution of lean in construction, practices have been developed considering the particularities of that sector. This evolution has resulted in a discipline referred to as "lean construction", which has seminal studies such as the one by Koskela (1992). In the aerospace industry, besides the identification of the difficulties of adapting LP to the sector (Bamber and Dale, 2000; Crute et al., 2003), the literature presents methods of implementing LP that were designed to comprise the sector's particularities (Mathaisel, 2005).

Overall, the adaptation of lean to other sectors is yet limited and it is usually characterized by a partial use of the principles and practices, rather than on a business management system (Joosten et al., 2009; Khurma et al., 2008). In fact, this may indicate that LP is not as generalized as some studies have claimed, such as Spear and Bowen (1999). Also, this lack of generalization may be due to the insufficiency of the LP theory, and thus practitioners of some sectors should seek for complementary theoretical and practical support from other disciplines when implementing LP. For example, Stroebel et al. (2005) report the implementation of LP practices supported by insights from complex systems theory in a primary care unit in the UK. Moreover, there is an opportunity for studies on the other five areas discussed in previous sections, but with a focus on a specific sector. For example, the factors that influence on the LP implementation and the scope and structure of LP are likely to vary among sectors.

2.4 Conclusions

This article had the objective of identifying the main areas of research on LP implementation and to propose research opportunities. The literature review was based on 102

studies published between the years 1996 to 2012. The studies were divided into six research areas: (a) structure and scope of the LP implementation; (b) factors that influence in the LP implementation; (c) methods for implementing LP systems; (d) LP assessment methods; (e) the results of implementing LP systems; and (f) adaptation of LP to particular sectors.

The opportunities for future research were made within the areas and between the areas. Figure 2.7 presents some interactions between the areas, which points out the need for studies that cross the limits of a specific area. For example, none of the studies on methods of implementing LP mention the factors that influence the process. Similarly, the methods for assessing the LP implementation level do not take into account the particularities of specific sectors. In fact, it seems that the substantial increase on the amount of publications on LP implementation has created fragmented and dissociated areas that would benefit from integration. Moreover, as another opportunity for future research, the impact of specific variables within each research area could be studied. For instance, it could be investigated if the methods for LP implementation differ, or if they should differ, according to variables such as company size, product type and process type.

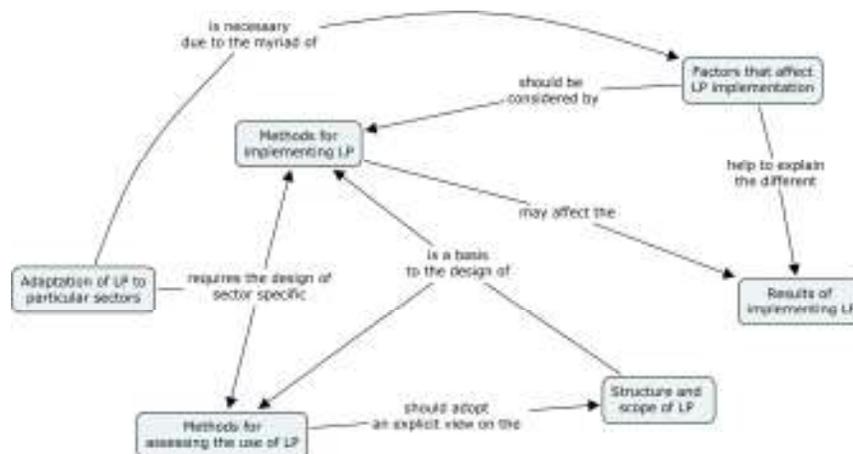


Figure 2.7: Relationships between research areas

This article has limitations that should be highlighted. Although it uses the steps of a systematic review, some decisions depended on the researchers' choices, for example, the terms used for searching the studies, the number of studies identified and databases used. Thus, it is not possible to guarantee that all the relevant studies to the topic are present in the review. The identification and selection of a greater number of studies might lead to different results. As another limitation, the review's scope was intended to cover the vast theme of LP implementation on the detriment of a deeper discussion of a specific area.

References

- Abdulmalek, F. A. and Rajgopal, J., 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107, 223-236.
- Achanga, P. and Shehab, E. and Roy, R. and Nelder, G., 2006. Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460-471.
- Åhlström, P and Karlsson, C., 1996. Change processes towards lean production: The role of the management accounting system. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(11), 42 – 56.
- Åhlström, P., 1998. Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, 16 (3), 327-334.
- Al-Aomar, R., 2011. Handling multi-lean measures with simulation and simulated annealing. *Journal of the Franklin Institute*, 348, 1506-1522.
- Allen, R. K., 1997. Lean and mean: workforce 2000 in America. *Journal of Workplace Learning*, 9(1), 34 – 42.
- Anand, G. and Kodali, R., 2008. Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE. *Journal of Modelling in Management*, 3(1), 40-70.
- Angelis, J. and Conti, R. and Cooper, C. and Gill, C., 2011. Building a high-commitment lean culture. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(5), 569-86.
- Arbós, L. C. and Santos, J. F. and Sanchez, C. V., 2011. The Operations-Time Chart: A graphical tool to evaluate the performance of production systems – From batch-and-queue to lean manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 61, 663-675.
- Arbós, L. C., 2002. Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance. *International Journal of Production Economics*, 80, 169-183.
- Ballé, M. and Régnier, A., 2007. Lean as a learning system in a hospital ward. *Leadership in Health Services*, 20(1), 33-41.
- Bamber, L. and Dale, B. G., 2000. Lean production: A study of application in a traditional manufacturing environment. *Production Planning & Control*, 11(3), 291- 298.
- Becheikh, N. and Landry, R. and Amara, N., 2006. Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993–2003. *Technovation*, 26, 644–664.
- Bendell, T., 2006. A review and comparison of six sigma and the lean organisations. *The TQM Magazine*, 18(3), 255 – 262.
- Bhasin, S. and Burcher, P., 2006. Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72.
- Bhasin, S., 2011a. Measuring the Leanness of an organization. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(1), 55-74.
- Bhasin, S., 2011b. Performance of organizations treating lean as an ideology. *Business Process Management Journal*, 17(6), 986-1011.

- Bhasin, S., 2012. Prominent obstacles to Lean. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4).
- Black, J. T., 2007. Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639–3664.
- Bonavia T. and Marin-garcia, J., 2005. A. An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (5), 505-531.
- Bonavia, T. and Marin-garcia, J. A., 2011. Integrating human resource management into lean production and their impact on organizational performance. *International Journal of Manpower*, 32(8), 923-938
- Bowen, D. E. and Youngdahl, W. E., 1998. “Lean” service: in defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, 9(3), 207 – 225.
- Boyer, K.K., 1996. An assessment of managerial commitment to lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(9), 48 – 59.
- Boyle, T. A. and Scherrer-rathje, M. and Stuart, I., 2011. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(5), 587-603.
- Browning, T. R. and Heath, R. D., 2009. Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program. *Journal of Operations Management*, 27, 23-44
- Bruun, P. and Mefford, R. N., 2004. Lean production and the Internet. *International Journal of Production Economics*, 89, 247-260.
- Buzby, C. M. and Gerstenfeld, A. and Voss, L. E.; Zeng, A. Z., 2002. Using Lean principles to streamline the quotation process: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 102(9), 513-520.
- Checkland, P. and Scholes, P., 1990. *Soft Systems Methodology in action*. Chichester: John Wiley
- Chiesa, V., Coughlan, P. and Voss, C., 1996. Development of a Technical Innovation Audit. *Journal of Product Innovation Management*. 13(2), 105–136,
- Christopher, M. and Towill, D. R., 2000. Supply chain migration from lean and functional to agile and customized. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(4), 206–213.
- Cilliers, P., 1998. *Complexity and Postmodernism: understanding complex systems*. London: Routledge.
- Clegg, C. W., 2000. Sociotechnical principles for system design. *Applied Ergonomics*, 31, 463-477.
- Comm, C. L. and Mathaisel, D. F.X., 2005. A case study in applying lean sustainability concepts to universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(2), 134-146.
- Comm, C. L. and Mathaisel, D. F.X., 2000. A paradigm for benchmarking lean initiatives for quality improvement. *Benchmarking: An International Journal*, 7(2), 118-127.
- Conti, R. and Angelis, J. and Cooper, C. and Faragher, B. and Gill, C., 2006. The effects of lean production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(9), 1013-1038.

- Cook, D., J. and Mulrow, C., D. and Haynes, R.B., 1997. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*, 126 (5), 379–380.
- Cox, A.; Chiksand, D., 2005. The Limits of Lean Management Thinking: Multiple Retailers and Food and Farming Supply Chains. *European Management Journal*, 23(6), 648–662.
- Crute, V. and Ward, Y. and Graves, A., 2003. Implementing Lean in aerospace—challenging the assumptions and understanding the challenges. *Technovation*, 23, 917–928.
- Deflorin, P. and Scherrer-rathje, M., 2012. Challenges in the transformation to lean production from different manufacturing-process choices: a path-dependent perspective. *International Journal of Production Research*, 50 (14), 3956-3973.
- Demeter, K.; Matyusz, Z., 2011. The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 133, 154–163.
- Deming, W. E., 1986. *Out of the Crisis*. Cambridge: MIT Press.
- Doman, M. S., 2011. A new lean paradigm in higher education: a case study. *Quality Assurance in Education*, 19(3), 248-262.
- Doolen, T. L. and Hacker, M. E., 2005. A review of Lean Assessment in Organizations: Na Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(1).
- Dooley, K J. Subra, A. and Anderson, J., 2002. Adoption Rates and Patterns of Best Practices in New Product Development. *International Journal of Innovation Management*, 6(1), 85–103.
- Dulewicz, V. and Higgs, M., 2005. Assessing leadership styles and organisational context. *Journal of Managerial Psychology*, 20(2), 105–123.
- Dunlop, P. and Smith, S. D., 2004. Planning, estimation and productivity in the lean concrete pour. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(1), 55-64.
- Emiliani, M., L., 1998. Lean behaviors. *Management Decision*, 36 (9), 615–631.
- Eroglu, C. and Hofer, C., 2011. Lean, leaner, too lean? The inventory-performance link revisited. *Journal of Operations Management*, 29, 356–369.
- Forrester, P. L. and Shimizu, U. K. and Soriano-meier, H. and Garza-Reyes, J. A.; Basso, L., 2010. F. C. Lean production, market share and value creation in the agricultural machinery sector in Brazil. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7), 853-871.
- Forza, C., 1996. Work organization in lean production and traditional plants: What are the differences? *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 42 – 62
- Fullerton, R. and Wempe, W. F., 2009. Lean manufacturing, non-financial performance, and financial performance. *International Journal of Operations & Production Management*, v.29 3, 214-240.
- Fullerton, R. R. and Mcwatters, C., S., 2001. The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19, 81–96.
- Furlan, A. and Vinelli, A. and Dal Pont, G., 2011. Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(8), 835-850.
- Gélidias, R., 1999. The Just-in-time implementation project. *International Journal of Project Management*, 17(3), 171-179.

- Gurumurthy, A. and Kodali, R., 2009. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. *Benchmarking: An International Journal*, 16(2), 274-308.
- Haan, J. and Naus, F. and Overboom, M., 2012. Creative tension in a lean work environment: Implications for logistics firms and workers. *International Journal of Production Economics*, 137(1), 157-164.
- Hendrick, H. W. and Kleiner, B. M., 2001. *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*. Human Factors and Ergonomics Society
- Herron, C. and Hicks, C., 2008. The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24, 524-531.
- Hines, P. and Holweg, M. and Rich, N., 2004. Learning to evolve. A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011.
- Hodge, G. L. and Ross, K. G. and Joines, J. A. and Thoney, K., 2011. Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning & Control*, 22(3), 237-247.
- Houshmand, M.; Jamshidnezhad, B., 2006. An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22, 1-16.
- Johnson, N., 2007. *Simply Complexity: a clear guide to complexity theory*. Oxford: Oneworld.
- Jones, D.T., Hines, P. and Rich, N., 1997. Lean logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3/4), 153-173.
- Joosten, T. and Bongers, I. and Janssen, R., 2009. Application of lean thinking to healthcare: issues and observations. *International Journal for Quality in Healthcare*, 1(5), 341-347.
- Jorgensen, B. and Emmitt, S., 2009. Investigating the integration of design and construction from a "lean" perspective. *Construction Innovation*, 9(2), 225-240.
- Julien, D. M. and Tjahjono, B., 2009. Lean thinking implementation at a safari park. *Business Process Management Journal*, 15(3), 321-335.
- Karlsson, C. and Åhlström, P., 1996. Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations and Production Management*, 16(2), 24-41.
- Keys, P., 1985. A step beyond OR. *The Journal of the Operational Research Society*, 36(9), 864-867.
- Khurma, N. and Bacioui, G. and Pasek, Z., 2008. Simulation-based verification of lean improvement for emergency room process. *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*, 1490-1499.
- Kidd, P., 1994. *Agile Manufacturing: forging new frontiers*. Workingham, UK: Addison-Wesley.
- King, A., A. and Lenox, M., J., 2001. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, 10(3), 244-256
- Kitchenham, B., 2007. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Technical Report. Dep. of Computer Science, University of Durham.

- Koskela, L., 1992. Application of the New Production Philosophy to Construction, Technical Report No. 72, CIFE, Stanford University.
- Laganga, L. R., 2011. Lean service operations: Reflections and new directions for capacity expansion in outpatient clinics. *Journal of Operations Management*, 29, 422–433.
- Lamming, R., 1996. Squaring lean supply with supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 183-196.
- Lasa, I. S. and Castro, R. and Laburu, C. O., 2009. Extent of the use of Lean concepts proposed for a value stream mapping application. *Production Planning & Control*, 20(1), 82–98.
- Lee-Mortimer, A., 2006. A lean route to manufacturing survival. *Assembly Automation*, 26(4), 265–272.
- Lewis, M. A., 2000. Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8), 959-978.
- Lian, Y. and Van Landeghem, H., 2007. Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45(13): 3037-3058.
- Liker, J. and Hoseus, M., 2008. *Toyota Culture: the heart and soul of the Toyota Way*. New York: McGraw Hill.
- Liker, J. and Meier, D., 2006. *The Toyota way fieldbook*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J., 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Losonci, D. and Demeter, K. and Jenei, I., 2011. Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics*, 131, 30–43.
- Mabry, B and Morrison, K.R., 1996. Transformation to lean manufacturing by an automotive component supplier. *Computers & Industrial Engineering*, 31(1–2), 95-98.
- Maleyeff, J., 2006. Exploration of internal service systems using lean principles. *Management Decision*, 44(5), 674-689.
- Mann, D., 2005. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversion*. New York: Productivity Press.
- Marlow, P. B. and Casaca, A. C. P., 2003. Measuring lean ports performance. *International Journal of Transport Management*, 1, 189–202.
- Mathaisel, D. F. X., 2005. A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul enterprise. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(8), 623-644.
- Mcdonalds, T. and Van Aken, E. and Rentes, A., 2002. Utilising Simulation to Enhance Value Stream Mapping: A Manufacturing Case Application. *International Journal of Logistics*, 5(2).
- Meade, D. J. and Kumar, S. and Houshyar, A., 2006. Financial Analysis of a Theoretical Lean Manufacturing Implementation Using Hybrid Simulation Modeling. *Journal of Manufacturing Systems*, 25(2).

- Meade, D. J. and Kumar, S. and White, B., 2010. Analysing the impact of the implementation of lean manufacturing strategies on profitability. *Journal of the Operational Research Society*, 61(5), 858 -871.
- Mohan, A. and Sharma, S., 2003. Lean approach: some insights. *Journal of Advances in Management Research*, 1(1), 48-55.
- Monden, Y., 1998. *Toyota Production System: practical approach to production management*. 3rd ed. Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press.
- Moriones, A. and Pintado, A. and Cerio, J., 2008. The role of organizational context and infrastructure practices in JIT implementation. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(11).
- Motwani, J., 2003. A business process change framework for examining lean manufacturing: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 103(5), 339-346.
- Müller, R. and Turner, R., 2010. Attitudes and leadership competences for project success. *Baltic Journal of Management*, 5(3), 307–329.
- Nahmens, I. and Mullens, M., 2009. The impact of product choice on lean homebuilding. *Construction Innovation*, 9(1), 84-100.
- Nicolás, J. and Toval, A., 2009. On the generation of requirements specifications from software engineering models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51, 1291–1307.
- Niepcz, W and Molleman, E., 1996. Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems: A case study. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 77 – 90.
- Ohno, T., 1989. *Toyota Production System*. Portland, OR: Productivity Press.
- Olivier, N. and Schab, L.; Holweg, M., 2007. Lean principles and premium brands: conflict or complement? *International Journal of Production Research*, 45(16), 3723–3739.
- Paez, O. and Dewees, J. and Genaidy, A. and Tuncel, S. and Karwowski, W. and Zurada, J., 2004. The lean manufacturing enterprise: An emerging sociotechnological system integration. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 14(3), 285–306.
- Panizzolo, R. and Garengo, P. and Sharma, M. K. and Gore, A., 2012. Lean manufacturing in developing countries: evidence from Indian SMEs. *Production Planning & Control*, 23 (10-11), 769-788.
- Panizzolo, R., 1998. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers: The relevance of relationships management. *International Journal of Production Economics*, 55(3) 223-240.
- Papadopoulos, T. and Radnor, Z. and Merali, Y., 2011. The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(2), 167-191.
- Papadopolou, T. C. and Ozbayrak, M., 2005. Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), 784- 807.
- Parry, G. and Mills, J. and Turner, C., 2010. Lean competence: integration of theories in operations management practice. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(3), 216-226.
- Pavnaskar, S. J. and Gershenson, J. K. and Jambekar, A. B., 2003. Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090.

- Pedersen, E. R. G. and Huniche, M., 2011. Determinants of lean success and failure in the Danish public sector. *International Journal of Public Sector*, 24(5), 403-20.
- Pettersen, J., 2009. Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Piercy, N. and Rich, N., 2009. High quality and low cost: the lean service centre. *European Journal of Marketing*, 43(11/12), 1477-1497.
- Pil, F. K. and Fujimoto, T., 2007. Lean and reflective production: the dynamic nature of production models. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3741–3761.
- Radnor, Z., 2010. Transferring Lean into government. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(3), 411-428.
- Ramarapu, N. K. and Mehra, S. and Frolick, M. N., 1995. A comparative analysis and review of JIT “implementation” research. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(1), 38 – 49.
- Ramesh, V. and Kodali, R., 2012. A decision framework for maximising lean manufacturing performance. *International Journal of Production Research*, 50(12), 2234-2251.
- Rivera, L. and Chen, F. F., 2007. Measuring the impact of Lean tools on the cost–time investment of a product using cost–time profiles. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23, 684–689.
- Rothenberg, S. and Pil, F., K. and Maxwell, J., 2001. Lean, green, and the quest for superior environmental performance. *Production and Operations Management*, 10(3), 228–243.
- Rother, M.; Shook, J., 1999. Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. The Lean Enterprise Institute Inc., Massachusetts: Brookline.
- Sage, A.P., 1977. *Interpretive Structural Modeling: Methodology for Large-scale Systems*. New York: McGraw-Hill.
- Sánchez, A. M. and Pérez, M. P., 2001. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1433-1451.
- Saurin, T; Ribeiro, J; Marodin, G., 2010. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. *Gestão e Produção*, 17(4), 829-841.
- Saurin, T. A. and Ferreira, C. F., 2009. The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 403–412.
- Saurin, T. A. and Marodin, G. A. and Ribeiro, J. L. D., 2011. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International Journal of Production Research*, 49(11), 3211- 3230
- Scarborough, H. and Terry, M., 1998. Forget Japan: the very British response to lean production. *Employee Relations*, 20(3), 224-236.
- Schein, E. Coming to a new awareness of organizational culture. *Sloan Management Review*, 25(2), 1984.
- Scherrer-Rathje, M. and Boyle, T. A. and Deflorin, P., 2009. Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52 , 79—88.

- Seth, D. and Gupta, V., 2005. Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *Production Planning & Control*, 16(1), 44–59.
- Sezen, B. and Karakadilar, I. S. and Buyukozkan, G., 2012. Proposition of a model for measuring adherence to lean practices: applied to Turkish automotive part suppliers. *International Journal of Production Research*, 50 (14), 3878-3894.
- Shah, R. and Ward, P. T., 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21 , 129-149.
- Shah, R. and Ward, P. T., 2007. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 785-805.
- Shetty, D. and Ali, A. and Cummings, R., 2010. Survey-based spreadsheet model on lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(4), 310-334.
- Shingo, S., 1989. *A study of the Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint*. Portland, OR: Productivity Press.
- Sim, K. L. and Rogers, J. W., 2008. Implementing lean production systems: barriers to change. *Management Research News*, 32(1), 37-49.
- Simons, D. and Zokaei, K., 2005. Application of lean paradigm in red meat processing. *British Food Journal*, 107(4), 192-211
- Singh, B. and Garg, S. K. and Sharma, S. K., 2009. Lean can be a survival strategy during recessionary times. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(8), 803-808
- Sohal, A. S., 1996. Developing a lean production organization: an Australian case study. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 91 – 102.
- Soriano-meier, H. and Forrester, P. L., 2002. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, 13(2), 104-109.
- Spear, S and Bowen, H. K., 1999. Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*.
- Staats, B. R. and Brunner, D. J. and Upton, D. M., 2011. Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29, 376-390.
- Stroebel, C.; McDaniel, R.; Crabtree, B.; Miller, W.; Nutting, P.; Stange, K. (2005). How complexity science may inform a reflective process for improvement in primary care practices. *Journal on Quality and Patient Safety*, 31, 8, 438-446.
- Sugimori, Y and Kusunoki, K and Cho, F; Uchikawa, S., 1977. Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.
- Taj, S.; Morosan, C., 2011. The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 223-240.
- Tranfield, D. and Deyer, D. and Smart, P., 2003. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-202.
- Vinodh, S. and Joy, D., 2012. Structural Equation Modelling of lean manufacturing practices. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1598-1607

- Vinodh, S. and Shivraman, K. R. and Viswesh, S., 2012. AHP-based lean concept selection in a manufacturing organization. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 124-136.
- Wan, H. and Chen, F. F., 2008. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. *International Journal of Production Research*, 46(23), 6567–6584.
- Wan, H. and Chen, F. F., 2009. Decision support for lean practitioners: A web-based adaptive assessment approach. *Computers in Industry*, 60, 277-283.
- Ward, P. and Zhou, H., 2006. Impact of Information Technology Integration and Lean/Just-In-Time Practices on Lead-Time Performance. *Decision Sciences*, 37 (2), 177-203.
- White, R.E. and Prybutok, V., 2001. The relationship between JIT practices and type of production system. *Omega*, 29(2), 113-24.
- Womack, J. and Jones, D., 1998. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon and Schuster.
- Worley, J.M. and Doolen, T.L., 2006. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. *Management Decision*, 44(2), 228-245.
- Wu, Y. C., 2003. Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(11), 1349–1376.
- Yamamoto, Y. and Bellgran, M., 2010. Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. *Assembly Automation*, 2(30), 124–130.
- Yin, R., 2003. *Case study research: design and methods*. 5 ed. Thousand Oaks: Sage.
- Zimina, D. and Pasquire, C. L., 2011. Applying lean thinking in commercial management. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(1), 64-72.

3. ARTIGO 2: TOWARDS A MODEL TO UNDERSTAND RISK FACTORS THAT AFFECT THE LEAN PRODUCTION IMPLEMENTATION

Giuliano Marodin (PPGEP/UFRGS)
Tarcísio Abreu Saurin (PPGEP/UFRGS)

Paper published at the 24th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS), Denver, Colorado, 2013

Winner of the Emerging Economies Student Award

Abstract

The purpose of this paper is to propose a model to explain the categories of risks that affect the lean production implementation process and understand the relationship between those risks in each category. We used a combination of a quantitative research strategy, a survey, and qualitative research strategy, a case study. The survey questionnaire had fifty-seven valid answers from companies in the Southern region of Brazil. The Exploratory Factor Analysis indicated that there are three different constructs. The case-based research was done in a global automotive first tier supplier plant of the same region, using multiple interviews, observations and documents analysis. The findings suggested that risks that affect the lean implementation can be divided into three distinctive categories: Process management, Managerial support and Shop floor involvement. The three categories and some relationships between risks were discussed. As drawbacks, the survey data was from companies located in the South of Brazil and the results could be linked to regional issues, where the spread of LP may have come under local influences. The model was not empirically tested. The papers originality stands to on suggesting that factors that impact on the lean implementation can be re-interpreted and investigated from the perspective of risk management, since this leads to the systematic management of the factors under the PDCA logic. Second, to propose a model to explain the impact of those risks on the lean implementation according to three major categories.

Keywords: lean production, risk analysis, lean implementation

3.1 Introduction

Lean Production (LP) has been implemented for several decades in companies all over the world (Hines et al., 2004). Even though, there is still a major concern about the difficulties of sustaining gains in a long-term (Bateman and David, 2002). As evidence of those difficulties, studies in English and Australian companies indicated that less than 10% of those who started the implementation process reached maturity in their lean systems (Baker, 2002; Bhasin, 2012). These results could be partly explained by the very nature of the LP implementation, which is complex, time-consuming and require a substantial amount of human resources and effort (Gelidas, 1999; Papadopoulou and Ozbayrak, 2005; Emiliani and Stec, 2005; Lian and Van Landeghem, 2007).

The substantial level of failure in implementing LP indicates the needs for a better understanding of the factors that affect implementing this system (Bayo-Moriones et al., 2008). In this article, the factors that impact on the lean implementation process are re-interpreted and investigated from the perspective of risk management, since this leads to the systematic management of the factors under the PDCA logic (Plan-Do-Check-Act), besides prompting an investigation of the context of LP implementation. A risk is any event or condition of uncertainty that can influence the goals of a project (Mikkelsen, 1990; Boehm, 1991). Risk management seeks to understand and control the risks that may affect a project with a view to increasing the chances of positive results (Ritchie and Brindley, 2007). Risk management is being used for decades to improve outcomes of processes and projects of similar complexity and scale, such as Enterprise Resource Planning (ERP) implementation (Boehm 1991; Aloini et al., 2012) and Supply Chain Management (Ritchie and Brindley, 2007).

There are already evidences of the presence of risk that affect the LP implementation process, although they are often presented in the literature as difficulties, barriers or success factors. They were mostly investigated in two dominant ways, with empirical evidences of the impact of one risk individually or several risks emerging from an in-depth case study. For example, some studies described the risks that appeared in one case study each, as not encouraging the operators autonomy (Scherrer-Rathje et al., 2009) and lack of commitment of senior management (Crute et al., 2003). Those single company case studies provided few evidences about the possibility that the results could be generalized within a larger number of companies. Boyer (1996) did a survey with 202 plants to suggest that the management support affect the lean implementation process and Angelis et al. (2011) surveyed around

1400 operators in 21 plant sites to suggest that the workforce support impact on lean. Although both of these studies are supported by empirical evidences of the effect of those risks on the lean implementations, they focused only in one risk. We argue that further investigation is needed to collect empirical evidences about the relationship between the risks in implementing LP and their systemic relationship. Modeling the relationship between the risks and project outcome has helped the ERP's project management field to understand the direct link between risks, their source factors and effect (e.g. Wallace et al., 2004; Aloini et al., 2007)

It should be emphasized that using the perspective of risk management when studying the implementation of LP does not mean that it should be understood as a project. Lean thinking comprises a set of practices and principles applied to business management as a whole and one of its key principles is continuous improvement, which implies the unending implementation process (Hines et al., 2004; Papadopoulou and Ozbayrak, 2005; Petersen, 2009), in contrast as generally occurs in projects.

The lack of researches or practical experiences using the risk management perspective in LP implementation is paradoxical, whether in academic studies or in companies. In fact, since LP takes for granted that solving problems should use the PDCA principles, the lack of a method to manage risks during the LP implementation process indicates that this principle is not used in the process itself. Indeed, every process has risks (Raz et al., 2002), which are generally managed by intuition, experience or reactively (Williams et al., 2006). The lack of methods, which have been empirically validated, for managing risks when implementing LP, suggests that these are being managed in these ways or are being ignored.

Thus, the objective of this paper was to propose a model that explained the categories of risks that impact on the LP implementation and to discuss the motives behind the risk groups. Those objectives were investigated in the context of companies in the South of Brazil, using a survey and a case study as research strategies. It is worth noting the originality of studies on this topic in Brazil, one of the world's major economies. In particular, Brazil is the fifth largest producer of automobiles in the world (Silva, 2011), and the automotive sector is acknowledged as the one that has been adopting LP longest.

3.2 Theoretical background

3.2.1 Risks and risk management

The definition of risk is intimately connected with the notion of uncertainty (Wilson and Crouch, 1987). The risk is an uncertain effect on project performance represented by the possibility of occurrence of a given event, which, if achieved, results in losses in the project outcome (Aloini et al., 2012). The risk could be explained by the product of the multiplication of the risk exposure and the effect of the loss (Mikkelsen, 1990; Boehm, 1991).

Each project has different types of risks, degrees of uncertainties and potential impacts on the outputs (Aloini et al., 2012). Since the risks cannot be completely eliminated, projects must have mechanisms for risk management (Raz et al., 2002). Exposure to risk is inherent in any project and the actions performed in the course of these projects can create or reduce risks (Mikkelsen, 1990). Risk management is a set of principles and practices with the goal of identifying, analyzing and addressing risks to increase the chances of achieving the successful outcome of a project and or prevent the project to fail (Simon, 1983; Boehm, 1989). The efficient and effective management of a project requires the management the major sources of uncertainty (Aloini et al., 2012). Risk management seeks to understand and control the risks that may affect a project designed to increase the chances of positive outcomes (Ritchie and Brindley, 2007). The use of risk management in some types of projects has already demonstrated to improve the outcome of the projects as a whole (Charette, 2005). To Ritchie and Brindley (2007), the risk management has three goals: (a) minimize the likelihood of a negative event, (b) minimize the consequences of the event once it has occurred, and (c) understand the factors that led to this event.

3.2.2 Risks in implementing LP

Since the articles selected presented the risks under different terms (e.g. barriers, difficulties, impact factors), it was necessary to identify those who were consistent with the previous presented definition of risk. For example, the influences of the process type (White and Prybutok, 2001) or plant age (Shah and Ward, 2003) were not considered as risks because they usually cannot be changed, since they are inherent characteristics of the plant or sector (i.e. they are not uncertainties).

A large number of risks was recurrent in some papers suggests that some of them are less dependent on context, despite the uniqueness nature of each implementation process (Bhasin, 2012). For example, in a case study in an automotive company, Motwani (2003) identified factors that facilitated LP, such as the commitment of top and middle management, a long-term vision, supervisors' and leaders' technical knowledge of LP and communication between

the various hierarchical levels. Scherrer-Rathje et al. (2009) found similar factors in a longitudinal study in a food company.

A list of eighteen risks on implementing LP was made based on the literature review of fourteen studies (Figure 3.1). This list was subsequently reduced, since there was sometimes overlap between the risks, as the authors used slightly different terms to designate the same subject. For example, Motwani (2003) mentioned the lack of long-term vision with regard to using LP, while Achanga et al. (2005) mentioned prioritizing actions with an impact in the short-term. After this refinement, it was possible to identify 14 risks, and examples for each of them were established.

Description of the risks / References	Sripuravastu & Gupta, 1997	Motwani, 2003	Emiliani & Stec, 2005	Papadopoulou & Ozbayrak, 2005	Achanga et al., 2006	Black, 2007	Sim & Rogers, 2009	Pierce & Rich, 2009	Scherrer-Rathje et al., 2009	Farris et al., 2009	Turesky & Connell, 2010	Boyle et al., 2011
R1: People doesn't seem motivated after a few years from the continuous improvement activities begun									X		X	
R2: The people from the areas that support the manufacturing process (engineering, IT, logistics, HR, purchase, maintenance and lean) don't use or have the sufficient knowledge to help the lean implementation		X		X				X		X		X
R3: Lack of human / financial resources for continuous improvements		X	X		X				X			X
R4: Lack of communication throughout the company about the continuous improvements activities in progress	X			X		X	X		X		X	
R5: Difficulties in seeing the financial benefits of the improvement activities			X		X	X			X			
R6: Middle management not giving enough support to the continuous improvement activities	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X
R7: Top management not giving enough support to the continuous improvement activities	X	X	X	X	X	X		X			X	X
R8: Lack of support on the shop floor		X				X	X					
R9: Insecurity of the operators in carrying out new attributions		X		X		X	X	X	X	X	X	
R10: The operators are afraid that there is going to be layoffs because of the manual labor gained by the improvements			X	X			X					
R11: The operators did not feel responsible for using LP practices and solving problems	X	X		X		X	X		X		X	
R12: The top and middle management not having sufficient knowledge or skills to guide the lean implementation process		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
R13: Not sustaining the improvements in the medium and long term				X	X				X		X	
R14: Having difficulties to keep the pace of the ongoing continuous improvement activities			X	X	X		X		X		X	

Figure 3.1: Risks on implementing LP and references

3.3 Research questions

Using risk management in software development, Barki et al. (1993) suggests that the control and management of individual risks can be unproductive because they frequently have direct relationships between each other and also ambiguities. On the software development projects, the risk treatment strategies have better results if applied into risk categories instead of individual risk, because of the relationships between them (Barki et al., 1993, Bannerman, 2008). Working with risk management in construction projects, Ren (1994) found out that the presence and effect of a certain risk are often not decided by his own features, but by the influence of other risks on the system, so risk mutually affect, impede and promote each other. The complex and varied relationship between risks makes it possible to obtain sub-classifications or factors regarding the risk patterns and relations.

Thus, several authors suggested that the risks have to be analyzed into categories for better results because of the closer relations between risks, as the use of categories also helps to understand the sources of risks, as the classification itself to their source (Aloini et al., 2012). For example, in software development, Bannermann (2008) did multiple interviews to classify the risks into ten categories and Summer (2000) used six case studies to classify the twenty risks into six factors.

The literature that usually presents the risks of the LP implementation process used in-depth case study with little evidences about the relationship between the risks. Also, there were even less efforts to explain the motives behind the sources of those risk and the risks categories. The first and second questions of this research are:

1. Do the risks of implementing LP can be aggregated together into categories?
2. If they can, why do some risks tend to appear together? What is the nature of their relationship?

3.4 Research method

3.4.1 Overview of the research method

In this paper, we used a combination of quantitative and qualitative research strategies. This was necessary because of the stage of development of the phenomenon and the nature of the two research questions. The technical aspects of the LP tools/practices has being studied

from many decades and appeared to be well disseminated (Bhasin and Burcher, 2006), although, we argue that there is much to understanding about the LP implementation risks.

The first research question refers to test a hypothesis and the quantitative research strategies are the most recommended on those cases (Yin, 2003). For Malhotra and Grover (1998), the survey-based research could be used on this early stage of the phenomenon development, named as exploratory survey, in order to become more familiar with a topic. It is recommended when the concepts of interest need to be better understood and measured and the resulting data could be used to refine and identify new possibilities and dimensions of interest. Although the survey-based research presented empirical evidences about the risk's relationship, it was not sufficient to understand the nature of the relationship itself. A case study, the qualitative part of the research, was the foundation to gather insights about why does some risks tend to present themselves together with other risks. The case-based studies are frequently used as methods for research questions that begin with "How" and "Why" (Yin, 2003). Also, as the quantitative part of the research proposed the risks constructs, the case study was used to refine and build evidences which measures the construct and establish construct validity, as suggested by Eisenhart (1989). The case-based study was used in the sense of understanding the role of context in which the phenomenon occurred and the dynamics of temporal dimensions (Meredith, 1998), such as the relationship between the risks in each construct.

Thus, research method was divided into four stages: (a) a literature review to identify risks on implementing LP, which resulted in a list of risks; (b) designing and applying a questionnaire on a group of companies; (c) analyzing the results from the questionnaire using Exploratory Factor Analysis (EFA) and construct validity; and (d) a case study for in-depth understanding of the relationship of the risks identified in the previous stage. Stages (a), (c) and (d) lasted approximately two months each. Stage (b) was longer, and took about four months from drawing up the questionnaire, sending it out and receiving replies

3.4.2 Identifying risks on LP implementation

The literature review began by searching for recent articles (2000-2012) in highly regarded international journals (for example, all had an impact factor and have been published continuously for more than 10 years) in the area of operations management. The studies that dealt with implementing isolated practices (e.g. standardized work) were discarded, since they would probably not reflect the risks of a more complex process of implementing a LP system.

In order to enrich the perspectives on the subject, there was a concern to select studies with different research strategies, such as case studies, surveys and literature reviews.

The literature consulted showed only internal risks to the company when implementing LP. However, external risks, such as a natural disaster, strike or a change in legislation, may also impact implementing LP. Given the relatively scanty knowledge about the impact of these risks when implementing LP, and the fact that they have widespread impact on the operations of the company as a whole, the list of risks drawn up was limited to the internal risks.

3.4.3 Design and application of survey questionnaires

3.4.3.1 Sample characteristics

The criteria for selecting the sample of companies were as follows: (a) to include companies at various stages of using LP, because some risks may appear at specific stages; (b) to include companies located in a specific region of the country, in this case the South of Brazil, so as to reduce the effects of the external environment (e.g. public transport infrastructure, profile and availability of skilled labor), since this would be relatively homogeneous within the sample; and (c) to include companies from different industrial sectors, because LP has been expanding over many kinds of companies in recent years.

With regard to the criteria used to select survey respondents in each company, priority was given to those who had taken part, between 2008 and 2010, in LP courses offered by the institution responsible for this study and for Lean Institute Brasil, an institution that has been working since 1998 on spreading the lean system nationwide. The institution in charge of this study is the only to offer short period courses on LP, which are open to the general public and advertised in major media, in the region. Thus, the sample involved respondents likely to be technically qualified to respond to the survey, a total of 305 people. The non-random choice of companies for surveys and the search for companies that are already known to the researchers is a procedure used in other studies on LP (e.g. Saurin et al., 2010; Boyle et al., 2011; Eroglu and Hofer, 2011; Taj and Morosan, 2011). For example, Shah and Ward (2007) also used a sample with participants drawn from courses and training events when they conducted a survey on LP implementation, since it was necessary that the respondents had experience in the subject.

3.4.3.2 Risk on implementing LP

The first part of the questionnaire was designed according to Figure 3.1. For each risk, the respondent had to indicate its impact and probability. The respondent used a 6-point scale from "0" to "5", where the value "0" represented a non-existent impact or probability and the value "5" corresponded to a very high probability or impact. Since there were fourteen risks, the first part of the questionnaire involved 28 questions. The second part referred to the profile of the respondents and the company, and had a total of nine questions. Figure 3.2 shows an example of the part of the questionnaire on assessing the risks.

<p>1) People doesn't seem motivated after a few years from the continuous improvement activities begun Example: The staff's lack of interest in taking part in activities linked to the project after some months or years from the start of the project.</p>					
<p>1.1 What was the impact generated by this problem on the objectives of the project in the company</p>					
0	1	2	3	4	5
No impact				Very high impact	
<p>1.2 What would be the chance of this problem occurring in other companies that have characteristics similar to yours (e.g. size, sector, length of experience with LP)?</p>					
0	1	2	3	4	5
None				Very high	

Figure 3.2: Example of the first part of the questionnaire

3.4.3.3 Survey data collection

A pre-test with four members of the sample population was conducted and some questions of the questionnaire were redrafted. A pre-test is generally conducted on a small sample and aims to reduce and eliminate problems relating to the content, format and clarity of the questions and alternative answers (Malhotra, 2004).

Based on the suggestions by Umbach (2004) to plan and carry out web surveys, the following procedures were adopted to increase the rate of valid responses: (a) the respondents had two platforms to choose from to complete the questionnaire (an Excel spreadsheet and a webpage); (b) the graphical interface of the webpage should strive for simplicity and ease to use; (c) the questionnaire should be sent twice to the entire sample population, in addition to which there should be a third reminder by telephone contact; (d) all members of the sample population should have an e-mail address, since this was to be the main channel of contact between the research team and the respondents; and (e) the content of the e-mail sent to the respondents should: describe the purpose of the study, indicate which group of people were selected for the survey; give a deadline for returning the questionnaires; advise that the

estimated time to answer the questionnaire was from 10 to 20 minutes; and advise that if the respondent find it of his interest, he/she could receive a return of surveys results.

Among the 305 participants initially selected, it was not possible to contact a dozen of them because their e-mail addresses were invalid. Three others said they had not taken part in implementing LP and they did not consider themselves able to answer the questionnaire.

In all, 57 valid responses were obtained of 39 different companies, thus reaching 19% of the valid contacts, a percentage considered to be reasonable compared to other surveys on LP. The percentage achieved by this survey is a little higher than the average rate of survey responses for collecting data by e-mail, which is 15% (Malhotra, 2004).

It is worth noting that the number of respondents was greater than the number of companies. This occurred due to the fact that some companies had respondents from multiple plants. The final answers correspond to an average of the responses from all the employees of a certain plant. The LP implementation process may vary from plant to plant due to many aspects, such as geographic location, product, management team and history (Lewis, 2000).

3.4.4 Questionnaire results analysis

As there were no previous studies about the risks on the LP implementation into categories and they were not easy to identify, an EFA was used to create those constructs, as suggested by Hinkin (1998). The SPSS software, version 20, was used for the EFA and internal validity tests. The sample size to allow an EFA depends on the magnitude of the correlation between population and the number of constructs (Tabachnick, Fidell, 2001). According to the authors, if the correlation is strong and there are few distinct constructs, even a small sample can be considered adequate. Hair et al. (2006) recommend that a FA needs to be based on at least 50 observations. The number of respondents was also above the Rummel (1970) recommendation from 1:4 items to response rate.

The EFA used an extraction by principal components as the method of Varimax orthogonal rotation. The number of groups was determined by considering an eigenvalue greater than 1.0 (Field, 2005), a fact that resulted in defining three groups. The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test indicated the degree of susceptibility or adjustment of the data to the EFA and the result of 0.778 indicated that the data were suitable (Hair et al., 1998). The study proceeded with internal consistence reliability within the categories using Cronbach's Alpha (Cronbach, 1951). The Alpha's values were 0.784, 0.723 and 0.816, respectively, indicating a

satisfactory grouping of the questions. A value greater than 0.6 shows an adequate inter-item reliability and validate newly developed scales (Nunnally, 1978).

3.4.5 Case study

3.4.5.1 Selection and Data collection

The case study was conducted in a first tier global automotive supplier (Company ABC), which was chosen for the following reasons: (a) it is a Toyota supplier, which is recognized for making efforts to implement its production philosophy throughout its supply chain; (b) it has maintained a structure dedicated to implement LP since 2004; (c) it has corporate guidelines to apply LP in all its plants all over the world. ABC has two plants in Brazil and the plant visited had about 700 employees at the time of the study. The manufacturing processes involve forging, machining and assembling.

It is also worth noting that the authors maintain a close contact with the company and its employees for several years. There were many of company's employees that were undergraduate and graduate students of the research institution of the authors and in the last four years the authors have paid several visits to the plant.

The data sources used in the case study were semi-structured interviews, observations made on visits to the factory, official documents (e.g. power point presentations of the continuous improvement activities) and the development of three Value Stream Maps (VSM). The first VSM was done during a workshop for the company's employees in 2009 (coordinated by one of the authors) and the other two were Master degree courses from the author's institution that were held in the plant in 2011 and 2012. During those activities, the data necessary to the use of those tools was collected. The interviewees were chosen by taking in consideration different perspectives of the people involved in the LP implementation. Thus, respondents were a process analyst, whose position in the company was called lean specialist, a production supervisor and a plant manager. Each interview lasted for about two hours. The interviews were conducted with the support of a script with twenty-two questions, divided into two groups: (a) the process of implementing LP (e.g. planning, who were involved, the duration and practices applied); (b) the main risks encountered how they were managed and whether the respondents had already anticipated the risks before they appeared. The multiple sources of evidences permitted a data triangulation, suggested for stronger the evidences of the results in case-based research (Eisenhart, 1989). The plant observations were made in a

walk through the shop floor accompanied by one of the interviewees, when there was the opportunity to illustrate the use of LP practices and principles.

3.4.5.2 Lean implementation process

ABC's formal LP initiative started in 2004, motivated by the need to reduce costs and improve quality. Regarding quality, a recurring problem was the omission of some steps in the manufacturing process, which generally was only identified in the inspections at the end of the value stream. The functional layout, hitherto existing, contributed to these omissions due to the confusing flow, which induced wrong routings.

Thus, for two years, organizational changes were made and also in the shop-floor layout, with a view to creating manufacturing cells, which are widely recognized as having goals compatible with the lean principle of continuous flow (Saurin et al., 2011). According to the respondents, the team involved in these changes did not have adequate technical support or training, which greatly hindered progress. As a result, those involved confused implementing manufacturing cells with implementing LP throughout the company's business.

In 2006, with the change in the board of directors in Brazil, the support of top management became more assertive. For example, a group of 20 people was trained in some LP practices and some of these people were assigned to implementing them. VSM, quick setups, preventive maintenance, standardized work and poka-yokes are examples of practices applied. In this phase, some of the difficulties encountered were resistance from operators and supervisors to new duties created by LP practices as well as the emphasis on short-term indicators such as payback and ROI of each kaizen event. This emphasis resulted from top management lack of understanding of the LP system, in addition to the company simultaneously using other methods for improvements, such as six sigma. These methods prioritized actions by their direct financial return, and used complex statistical techniques, thus making it difficult for everyone to understand why certain changes were implemented and others not, in addition to which they hardly ever resulted in operational changes.

A former Toyota executive took up a top management position at the corporate level in 2008 and in the following year, LP acquired greater velocity. This executive coordinated the development of a production system, standardized and defined by the head office, which caused the application of LP practices in the manufacturing and administrative areas to become mandatory. Supervisors and production managers themselves become responsible for implementing and sustaining LP practices and no longer the engineering area, as it had been

between 2004 and 2006, or the continuous improvement area, as had been between 2006 and 2008. This change in responsibility was important because of the fact that, previously, supervisors and production managers saw implementing LP as a project of the support and engineering areas, i.e. they were tasks that were outside their routine and daily obligations. According to one interviewee, who worked as a process analyst during this period, for most production supervisors, "the lean system was something else to do besides my day-to-day work and not the way to carry out day-to-day activities". When the responsibility for applying LP practices was transferred to supervisors and production managers, these tasks became part of the daily routine of these people. At this stage, great advances were identified in using LP practices, a fact linked to this production system having been formulated and applied at the behest of top management.

3.5 Results

3.5.1 Characterization of the sample

Appendix 1 presents the data from the first group of questions that aimed to characterize the 57 respondents and their companies. The majority of the respondents are analysts and assistants and lower management, such as supervisors and coordinators. Almost 90% of the respondents had direct involvement in implementing LP practices and the respondent's average of experience in LP was 2.8 years.

There were mostly large companies on the sample, what made it irrelevant to test statistical difference regarding company size. As to the production sectors, the sample demonstrates to be scattered over different sectors. The larger group was the auto parts industry with 26%. In fact, the term LP itself originates from studies conducted on the automotive supply chain and its spreading occurred not only because of studies undertaken at Toyota, but also in other automakers. The average age of a formal LP implementation process in the company was 3 years.

3.5.2 Classification of risks in groups

Table 3.1 presents the Pearson direct correlation between all the risks individually. Table 3.2 is the groups resulting from EFA undertaken with Varimax rotation. The results of multiplying the impact and likelihood of each risk were used as the basis for EFA.

Table 3.1: Pearson correlations between risks

Risk	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
R1	1	0.309*	0.266*	0.445**	0.353**	0.246	0.207*	0.450**	0.17	0.225	0.411**	0.438**	0.226*	0.415**
R2	0.309*	1	0.268*	0.246	0.14	0.394**	0.372**	0.356**	0.307*	0.18	0.439**	0.415**	0.289*	0.462**
R3	0.266*	0.268*	1	0.088	0.215	0.455**	0.539**	0.297*	0.379**	0.469**	0.21	0.273*	0.239	0.233
R4	0.445**	0.246	0.088	1	0.343**	0.379**	0.312*	0.422**	0.293*	0.21	0.405**	0.485**	0.304*	0.387**
R5	0.353**	0.14	0.215	0.343**	1	0.296*	0.184	0.09	0.144	0.2	0.188	0.2	0.227	0.225
R6	0.246	0.394**	0.455**	0.379**	0.296*	1	0.789**	0.242	0.247	0.143	0.146	0.385**	0.331*	0.374**
R7	0.297*	0.372**	0.539**	0.312*	0.184	0.789**	1	0.367**	0.292*	0.272*	0.146	0.491**	0.411**	0.425**
R8	0.450**	0.356**	0.297*	0.422**	0.09	0.242	0.367**	1	0.373**	0.481*	0.366**	0.178	0.598**	
R9	0.17	0.307*	0.379**	0.293*	0.144	0.247	0.292*	0.311*	1	0.389**	0.447**	0.309*	0.264*	0.616**
R10	0.225	0.18	0.469**	0.21	0.2	0.143	0.272*	0.373**	0.389**	1	0.375**	0.273*	0.116	0.275*
R11	0.411**	0.439**	0.21	0.405**	0.188	0.146	0.481*	0.447**	0.375**	0.375**	1	0.444**	0.238	0.481**
R12	0.438**	0.415**	0.273*	0.485**	0.2	0.385**	0.491**	0.366**	0.309*	0.273*	0.444**	1	0.397**	0.434**
R13	0.226*	0.289*	0.239	0.304*	0.227	0.331*	0.411**	0.178	0.264*	0.116	0.238	0.397**	1	0.432**
R14	0.415**	0.462**	0.233	0.387**	0.225	0.374**	0.425**	0.598**	0.616**	0.275*	0.481**	0.434**	0.432**	1

*Correlation is significant at 0.05; ** Correlation is significant at 0.01

Table 3.2: Aggregation of the risks when implementing LP*

Risks \ Group (Cronbach's Alpha)	G 1 Process Management (0.784)	G 2 Managerial support (0.816)	G 3 Shop floor involvement (0.723)
R1	.604	.064	.378
R2 (Excluded)	.400	.287	.364
R3	-.082	.725	.396
R4	.719	.044	.269
R5	.624	.154	-.093
R6	.384	.803	.022
R7	.294	.848	.167
R8	.318	.093	.668
R9	.100	.241	.669
R10	-.139	.247	.728
R11	.393	-.111	.713
R12	.557	.285	.362
R13	.518	.348	.110
R14	.546	.205	.390

Risks R2 was the factor that had the loading value less than 0.5 and also similar relation with two factors. The sample size was not enough to proceed with a Confirmatory Factor Analysis to validate the aggregation and also decide with the inclusion or exclusion of the R2. So, the validations proceeded with the Crombach's Alfa for each factor and the R2 was excluded from the list. The groups' were named based on the nature of its components. In this case, the hierarchical level at which the risks manifest themselves seemed to be the element that distinguished one group from another (Table 3.3). The index given in the second column was the result of the square root of the multiplication between the probability and the impact of each risk individually.

Table 3.3: Classification of the risks when implementing LP

Group	Index	Risk
G1: Process Management – 3.44	3.44	R1: People seem not motivated after a few years from the continuous improvement activities begun
	3.09	R4: Lack of communication throughout the company about the continuous improvements activities in progress
	3.66	R5: Difficulties in seeing the financial benefits of the improvement activities
	3.19	R12: The top and middle management not having sufficient knowledge to guide the lean implementation process
	3.89	R13: Not sustaining the improvements in the medium and long term
	3.35	R14: Having difficulties to keep the pace of the ongoing continuous improvement activities
G2 – Managerial support – 3.25	3.30	R3: Lack of human / financial resources for continuous improvements
	3.31	R6: Middle management not giving enough support to the continuous improvement activities
	3.16	R7: Top management not giving enough support to the continuous improvement activities
G3 – Shop floor involvement - 2.96	3.31	R8: Lack of support on the shop floor
	3.17	R9: Insecurity of the operators in carrying out new attributions
	2.30	R10: The operators are afraid that there is going to be layoffs because of the manual labor gained by the improvements
	3.01	R11: The operators did not feel responsible for using LP practices and solving problems

3.6 Discussions

3.6.1 Risks associated with Process Management (G1)

This group was formed by risks associated with managing the LP implementation process project and presented the highest average index (3,46). The responsibility of planning, execution and sustaining the LP implementation activities are not clear on the literature and some authors prefer to identify as the change agents (e.g. Herron and Hicks 2008). On the case study, those activities were relied to the support areas (e.g. the lean or continuous improvement department) and after 2009 to the production supervisors themselves. The support areas surely play an essential role in training everyone in LP practices (Motwani,

2003), so they need to have technical (Emiliani and Stec, 2005) and managerial competences (Mathaisel, 2005). Even though, the active participation of the production managers is also essential of the LP practices implementation (Liker, 2004).

The R13 (not sustaining improvements in the medium and long term) had the highest index (3.89) among the 14 risks. Although hardly mentioned in the academic literature (one example is in the study of Turesky and Connell, 2010), this risk is commonly stressed in practical books (Mann, 2005; Liker and Houseus, 2008). R13 is manifested, of course, some years after the implementation process have initiated and literature shows a greater focus on the early stages of LP (Black, 2007; Motwani, 2003; Achanga et al., 2005; Pierce and Rich, 2009). The characteristics of the companies surveyed may explain the importance attributed to R13, since the average length of the formal LP processes was 3 years, long enough for the companies to become aware of the difficulty of maintaining the gains obtained in the early stages of implementation. Table 3.4 presents the descriptions of the risks that represented this category.

Table 3.4: G1 - descriptions of risks

<p>R1: People doesn't seem motivated after a few years from the continuous improvement activities begun Example: There seems to be a decrease of the interest in the lean implementation by the people involved after one or more years after the implementation process begun.</p>
<p>R4: Lack of communication throughout the company about the continuous improvements activities in progress Example: Not communicating to the employees about the continuous improvement results, the activities being undertaken, and the people that was part of the activities, the objectives and next steps.</p>
<p>R5: Difficulties in seeing the financial benefits of the improvement activities Example: Over emphasis in strictly financial and short time metrics as opposite to a lean continuous improvement features (people development, process control, systemic efficiency, long term and continuous improvements activities). Performance measure and objectives align with traditional (mass production) metrics that do not point up lean principles, such as customer service and the seven wastes (over-production, motion, transportation, inventory, waiting, over-processing and defects).</p>
<p>R12: The top and middle management not having sufficient knowledge to guide the lean implementation process Example: The top and middle management are having difficulties to establish the objectives and the goals for the implementation process. The top and middle management is not secure enough in guiding the lean implementation and the continuous improvement activities. There is not a clear statement about the future state of the lean implementation.</p>
<p>R13: Not sustaining the improvements in the medium and long term Example: improvements made in applying practices and/or problem solving which end up returning to their original state after a few months. There is neither checking of audits nor standardizing of the improvement activities and lean practices implementation. There is little checking about if the operators are doing the activities according to the standard operations and visual management controls.</p>
<p>R14: Having difficulties to keep the pace of the ongoing continuous improvement activities Examples: There are sporadic follow-ups of the ongoing continuous improvement activities. The schedule dates and objectives for the lean implementation activities are frequently postponed. The problem solving is frequently overcome by the daily fire fighting.</p>

It is worth noting the presence of R12 (the top and middle management not having sufficient knowledge to guide the lean implementation process) in a category called process

management, rather than the managerial support. A possible interpretation of this classification is that R12, in a practical sense, is that this risk features an operational level of the implementation process. It becomes responsibility of the people guiding the implementation process to train all level on the lean principles and practices. The G2 is formed with more strategic aspects of the LP implementation, such as, supporting and guaranteeing the availability of resources of the transformations occurs. Table 3.3 shows that the loading factor of this risk for G1 (0.557) was greater than twice the loading factor for G2 (0.285).

There were some relations in G1 that could be identified on the empirical study. For example, there were evidences of presence of R12, especially between 2004 and 2006. Director's and manager's lack of knowledge had led to unclear and vague objectives regarding performance indicators related to LP as well as it was not clear what principles and practices should be used. In addition, managers were unable to identify the technical and management training needs of the staff in charge of LP. Due to this absence of goals to guide the process (role of top management), those in charge (members of the support areas) felt insecure in carrying out the necessary improvements or in applying LP practices. Since 2006, investment in training the support areas and supervisors, although this has had little impact on R12, since managers and directors were not trained in an equivalent manner. Moreover, managers' and directors' lack of knowledge (R12) contributed to the difficulties of seeing the financial returns on the actions taken (R5). As a result of R5, targeting and prioritizing actions emphasized short-term financial indicators, and/ or were linked to mass production, for example, the volume of production and efficiency of equipment.

As a result of this context, on some occasions, middle managers demanded for actions contrary to LP principles. For example, a production supervisor reported that "more than once, management asked for increasing stocks and hiring temporary workers to meet a forecast of future demand (actions that generated wastes from over-production, inventory and transportation), instead of seeking to reduce the setup time, improve stability and productivity". These facts also had an impact on R14 (having difficulties to keep the pace of the ongoing continuous improvement activities), because projects with objectives linked to LP (e.g. increasing productivity, reducing stocks and improving the level of service) were often neglected in favor of other projects aimed at short-term goals.

The R13 was present in the case of ABC, especially between 2004 and 2008. For example, in that period, kaizens events to implement and improve practices like visual management and standardized work were conducted in the same cells over and over again,

because workers and supervisors did not manage to maintain those practices. After 2008, this risk was reduced considerably when the company's production system had been standardized. The formal production system clearly defined the lean practices that should be applied in the cells, the performance measures, the role of every hierarchical level on problem solution and audit procedures. The top manager executive that put the system in place personally visited the plants to make sure that the production system was being implemented properly. The development and implementation of the standardized production system reduced the effects of the risks on G1.

3.6.2 Risks associated with Managerial support (G2)

This category had an average of 3,25, slightly less than the G1. Table 3.5 presents the descriptions of the risks that represented this category.

Table 3.5: G2 - descriptions of risks

<p>R3: Lack of human resources for continuous improvements Example: Not allocating sufficient time for staff, management and operators to train, be trained, promote and be part of the continuous improvement activities.</p>
<p>R6: Middle management not giving enough support to the continuous improvement activities Examples: Middle management does not check the deadlines and results of the continuous improvements activities, does not spend time helping root cause solving problem activities and standardization or do not has confidence on lean implementation and in its results. Middle management spends little time on the shop floor.</p>
<p>R7: Top management not giving enough support to the continuous improvement activities Examples: Top management does not control and help the continuous improvements activities, not relate the activities to business targets and goals, and or give priority to other actions to the detriment of those that involve lean implementation. Top management spends little time on the shop floor</p>

The support of top and middle management is commonly identified as crucial in implementing LP (Emiliani and Stec, 2005), although these levels generally fail to communicate, support and guide the process (Sim and Rogers, 2008). In the case of ABC, R6 (middle management not giving enough support to the continuous improvement activities) had a strong relationship, especially during 2004 to 2008. The top management indicated interest in implementing LP as a way to gain competitiveness in the market. However, it did not control or aid the process, nor did it link LP to business goals. The board did not charge middle management with getting involved in LP, so they did not need to monitor, prioritize actions or assist in the process.

Nevertheless, R6 and R7 had no impact on R3 (lack of human resources for continuous improvements) in the ABC Company, because the process was always supported with financial and human resources. The availability of resources can be explained by the fact that

ABC is a large multinational company and it is part of the automotive industry, in which there is a natural encouragement to adopt LP. However, the impact of both R6 and R7 on R3 should always be considered as a real possibility, since lack of support from top and middle managers can, for example, restrict investments in training and they may not allocate the time necessary for employees to take part in the process.

3.6.3 Risks associated with Shop floor involvement (G3)

The risks related to the shop floor support had the lesser average (2,96). R10 (the operators are afraid that there is going to be layoffs because of the manual labor gained by the improvements) had the smallest impact and probability values. The low value of the impact of R10 suggests that most respondents have not experienced the outcome of such risk. This risk has often a high negative impact on the LP implementation and violates the fundamental lean principle of respect to the people (Sim and Rogers, 2008; Emiliani and Stec, 2005).

In the ABC Company, the dismissal of operators (R10) had a strong negative impact on LP and had a direct relationship with other risks. The impact of R10 on R8 (lack of support on the shop floor) was verifiable early in the process, from 2004 to 2006. From the beginning, operators were fearful of the changes that LP would bring in their work and this worsened because of a related event. In 2005, there was a layout change because of a process for creating a manufacturing cell and re-casting jobs. At that time, the area decreased from five to three people due to the reduction in walking times, transport, and fitting into the client's expected rhythm, the takt time. The two people who were surplus were transferred to another sector, from which, about a month later, they were dismissed. After this, R8 became evident because the operators did not want to take part in kaizen events, to discuss day-to-day problems or to suggest improvements. The company acknowledged the error and took a few years to regain the operator's support.

In 2006, with the change of company's board of directors in Brazil, the relationship between R11 (the operators do not feel responsible for using LP practices) and R9 (insecurity of operators in undertaking new duties) was evidenced. The members of the continuous improvement sector made the improvements and, at times, changes in procedures and layout were made without the operators participating in or being consulted. The lack of involvement of operators in applying LP practices (e.g. in creating standardized work) led to their not understanding the reason for using these practices and often to not feeling comfortable with the changes generated. These two risks, R9 and R11, besides being related to each other, also

caused an impact on R8, because the operators' lack of knowledge, training and involvement in applying LP practices had an even more adverse effect on their support.

In fact, during the period from 2006 to 2008, the operators did not incorporate LP into their routine and sometimes only regarded LP practices as bureaucratic procedures. For example, at times, there was no concern about completing the production analysis board (see Narusawa and Shook, 2009, p. 110) and thus the main problems were not being correctly measured and recorded as evidence. The solutions ended up having a great chance of not being effective or not being maintained due to the lack of information for prioritizing them and the lack of the operators' involvement, these are essential aspects for continuous improvement (Liker, 2004). Table 3.6 presents the descriptions of the risks that represented this category.

Table 3.6: G3 - descriptions of risks

<p>R8: Lack of support on the shop floor Example: Shop floor has little interest in applying or using lean practices and participating in continuous improvement activities. Lack of confidence of the operators and supervisors in making suggestions for improvements. Supervisors' fear of reaching the targets set with fewer resources (operators, stock or machines).</p>
<p>R9: Insecurity of the operators in carrying out new attributions Examples: Management and staff not supporting the operators in carrying out improvements, in team work, following the standard work, using the production board accompaniment, in the call from the chain and in halts in production. The supervisors not respecting ideas and suggestions for improvements coming from the operators. Not training the operators for these new attributions.</p>
<p>R10: The operators are afraid that there is going to be layoffs because of the manual labor gained by the improvements Example: There were operators that were dismissed as a result of an improvement (kaizen) activity. Operators are dismissed in accordance to demand variation.</p>
<p>R11: The operators did not feel responsible for using LP practices and solving problems Examples: Not involving the operators in carrying out improvements in the factory and in implementing LP. Lack of participation of the operators in the implementation process.</p>

3.6.4 Proposed model

The Figure 3.3 shows the proposed model. Each category suggests one major area of concern when implementing LP. The first one, the process management category, had the higher average score on the survey and also the higher number of risks. On the case study, this category had an important negative influence on the LP implementation. Thus, there were evidences that the success of the implementation process depends upon a series of responsibilities to assure the low (or none) impact of those risks. Those responsibilities could be summarized as planning, communication, linking to financial performance measures, employees training, follow-up of the improvements plan and sustaining the improvements in a long term. As such, as the knowledge of LP evolved, it became essential to understand the effects of strategy that are used to implement (e.g. how the tools/practices are going to be

implemented) rather than the set of tools/practices that needs to be applied. This second one seems to be already extensively studied in the literature. Thus, the risk management approach has demonstrated potential to improve the understanding of the risks that emerges from the implementation process.

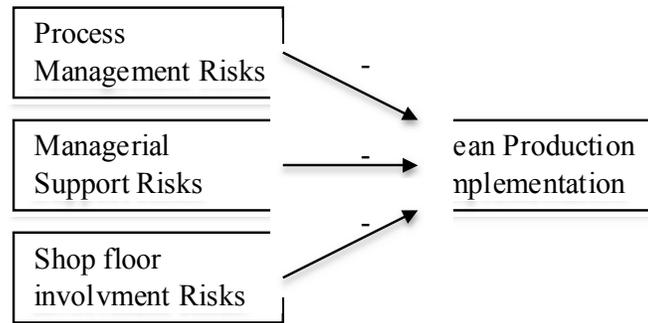


Figure 3.3: The proposed model of risk categories influence on the LP implementation

The literature had already pointed out the managerial support and the shop floor involvement as important roles of LP implementation. Even though, this research presents some additional findings that must be highlighted. The results showed evidences that the top and middle management, although highly correlated, represent two different features of the same category. In other words, this indicates what previous researches on management support fail to achieve (e.g. Boyer, 1996), that there is more than one level of managerial support and the top and middle management can be in misalignment with each other. It is also responsibility of the managerial support to guarantee the availability of financial and human resources to carry on the improvement activities.

The shop floor involvement is also critical to the LP implementation, but needs to be understood in its broader sense. The results suggested that it is not simple condition that represent if the shop floor to be supportive or not to the implementation. This category embraces some risks that could be direct related to how the company involves the shop floor in the implementation. For example, the category suggests that the involvement requires: a job security guarantee for the employees; shop floor employees to be trained to perform their tasks according to the LP practices; to give the shop floor the formal responsibilities to perform those new attributions. Then, the shop floor support could be achieved.

3.7 Conclusions

This paper had the objective of proposing a model to better explain the risks categories that impact on the LP implementation process and help to understand the relation between those risks. The research method had two distinctive characteristics: (a) the use of three different research strategies (i.e. literature review, case study and survey); (b) the use of the risk management perspective to support data collection and analysis. Concerning the literature review, the risk management perspective made it easier to identify, within a substantial body of knowledge on factors that have an impact on the LP implementation process, which factors could be regarded as risks (i.e. factors that were sources of uncertainty) and which factors should be interpreted simply as constraints, since they were very difficult to be changed, at least in the short-term, within the context of a specific sector (e.g. type of machinery). Thus, fourteen risks were identified based on the literature review.

The survey was conducted to analyze the probability and impact of each risk, based on questionnaires answered by 57 respondents representing 39 companies from Southern Brazil – one of these companies was the same in which the case study was carried out. The results of the questionnaire pointed out that the risks could be classified in three categories, which were referred to as risks associated with process management, managerial support and shop floor involvement. The case study worked into two different ways. First, as an opportunity to gain deeper insights on the risks pointed out by the literature review, in a company that has been formally committed with LP for more than eight years. That provided detailed examples of the fourteen risks. Second, to provide relevant insights about the relationship between risks and the importance of each category on the LP implementation process. The case study proved to be very useful for supporting the analysis of the results of the survey. For example, while the groups of risks detected by the survey indicated that the risks within each group had strong relationships, the survey, by itself, did not provide any insight on the nature of these relationships. The case study acted as a counter-measure for this drawback, since the investigation of the risks in a real context provided real and meaningful examples of interactions among risks. Thus, this possibility may be stressed as strength of the proposed method.

The drawbacks of the method should also be emphasized. Firstly, it does not deal with two major risk management stages: risk response and risk monitoring. Nevertheless, the results of this study establish a background for dealing with these stages. The identification of possible responses to risks should start with a literature review on the major theoretical and

practical issues underlying each of the fourteen selected risks. For example, the literature on lean accounting (Maskell and Baggaley, 2004) is likely to be insightful for responding to R5 (difficulties in seeing the financial benefits of the improvement activities). Risk monitoring is probably more straightforward than risk response, since it may start by designing metrics related to each risk. For example, on an individual company level, surveys could be undertaken on a regular basis to identify the extent to which the staff is supporting LP implementation, as well as the extent to which they are satisfied with this process.

Secondly, the prioritization of risks obtained from the survey may not be consistent with the real priorities in a specific company. Indeed, depending on the unique characteristics of LP implementation in each company, prioritization may be different than the one obtained in this study. Thus, the highest priority obtained by the risks related to the process management is interpreted only as a tendency within the sample of companies investigated.

The study also has some limitations due to the nature of the sample used in the survey. The fact that the respondents are mostly from companies located in the South of Brazil suggests that their answers are linked to regional issues, where the spread of LP may have come under local influences. In addition, it is worth pointing out that, as with any risk management process, it is impossible to identify all risks. Another limitation is that the research focuses only in internal risks, as not considering the consequences of external ones that could also have a negative influence in LP implementation.

The results of this pioneering research in using concepts of risk management on implementing LP open up room for future research merging the two themes. As regarding the proposed model, this research was devoted to theory building of finding causal relationships among variables and proposing how and why the variables should be related (Malhotra and Grover, 1998). The next step on the development of the proposed model is to subject it to theory testing and provide empirical evidences of the existing relations. In a particular, there is also a need to in-depth knowledge on the role of each of the categories on the LP implementation. Based on a clear definition of the role of the hierarchical levels in the LP implementation process, the tacit skills and knowledge of each one could be investigated and, thereafter, the methods of training and development investigated that are related to such skills. Another opportunity for future studies is the development of methods for managing risks when implementing LP, which take into account all risk management stages. Of course, such methods should be integrated with broader methods for implementing LP in the whole business.

References

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. and Nelder, G. (2006), "Critical success factors for lean implementation within SMEs", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 4, 460-471.
- Aloini D., Dulmin R. and Mininno, V. (2007), "Risk management in ERP project introduction: review of the literature", *Information & Management*, Vol. 44 No. 6, pp.547-567.
- Aloini, D., Dulmin, R. and Mininno, V. (2012), "Risk assessment in ERP projects", *Information Systems*, Vol 37, pp. 183-199.
- Angelis, J. and Conti, R. and Cooper, C. and Gill, C. (2011), "Building a high-commitment lean culture", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 5, pp. 569-86.
- Baker, P. (2002), "Why is lean so far off?", *Works Management*, October, pp. 1-4.
- Bannerman, P. L. (2008), "Risk and risk management in software projects: a reassessment", *The Journal of Systems and Software*, Vol. 81, pp. 2118-2133.
- Barki, H.; Rivard, S. and Talbot, J. (1993), "Toward an assessment of software development risk", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 10 No. 2, pp. 203–225.
- Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A. and Merino-Díaz-de-Cerio, J. (2008), "The role of organizational context and infrastructure practices in JIT implementation", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28 No. 11, pp. 1042-1066.
- Bhasin, S. and Burcher, P. (2006), "Lean viewed as a philosophy", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 1, pp. 56-72.
- Bhasin, S. (2012), "Prominent obstacles to Lean", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 61 No. 4, pp. 403-425.
- Black, J. (2007), "Design rules for implementing the Toyota Production System", *International Journal of Production Research*, Vol. 45 No. 16, pp. 3639-3664.
- Boehm, B., W. (1991), "Software Risk Management: Principles and Practices", *Journal IEEE Software*, Vol. 8, No. 1, pp. 32-41.
- Boehm, B.W. and Ross, R. (1989), "Theory-w software project management: principles and examples", *IEEE Transactions on Software Engineering* Vol. 15 No. 7, pp. 902–916.
- Boyer, K. K. (1996) "An assessment of managerial commitment to lean production", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, No. 9, p. 48-59.
- Boyle, T.A., Scherrer-Rathje, M.S. and Stuart, I. (2011), "Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 5, pp. 587–603.
- Charette, R.N. (2005), "Why software fails?", *IEEE Spectrum*, Vol. 42 No. 9, pp. 42–49.
- Cronbach, L. (1951), "Coefficient alpha and the internal structure of tests", *Psychiatrika*, Vol. 16 No. 3, pp. 297-334.
- Crute, V. and Ward, Y. and Graves, A. (2003), "Implementing Lean in aerospace: challenging the assumptions and understanding the challenges?", *Technovation*, Vol. 23, pp. 917–928.
- Eisenhardt, K. M. (1989), "Building theories from case study research", *Academy of Management Review*, Vol. 14 No. 4, pp. 532-550.

- Emiliani, M. Stec, D. (2005), "Leaders lost in transformation", *Leadership and Organization Development Journal*, Vol. 26 No. 5, pp. 370-387.
- Eroglu, C. and Hofer C. (2011), "Lean, leaner, too lean? The inventory performance link revisited", *Journal of Operations Management*, Vol. 29, pp. 356–369.
- Farris, J., Van Aken, E., Doolen, T. and Worley, J. (2009), "Critical success factors for a human resource outcomes in Kaizen events: An empirical study", *International Journal of Production Economics*, Vol. 117 No. 1, pp. 42-65.
- Field, A. (2005), *Discovering Statistics Using SPSS*, Second Edition. London: Sage Publications Ltd.
- Gélidias, R. (1999), "The Just-in-time implementation project", *International Journal of Project Management*, Vol. 17 No. 3, pp. 171-179.
- Hair, J. F., Black, B., Babin, B., Anderson, R. and Tathan, R. (1998), *Multivariate data analysis*, Fifth Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Herron, C. and Hicks, C. (2008), "The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 24, pp. 524–531.
- Hines, P., Holweg, M. and Rich, N. (2004), "Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 24 No. 10, 994-1011.
- Hinkin, T. R. (1998), "A brief tutorial on the development of measures for use in survey questionnaires", *Organizational Research Methods*, Vol. 1, pp. 104-121.
- Lian, Y. and Van Landeghem, H. (2007), "Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator", *International Journal of Production Research*, Vol. 45 No. 13, pp. 3037-3058.
- Liker, J. (2004), *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. and Hoseus, M. (2008). *Toyota Culture: the heart and soul of the Toyota way*. New York: McGraw-Hill.
- Malhotra, M. K. and Grover, V. (1998), "An assessment of survey research in POM: from constructs to theory", *Journal of Operations Management*, Vol. 16, No. 4, p. 407-425.
- Malhotra, N., (2004), *Marketing Research: An Applied Orientation*, 4th edition. Pearson/Prentice Hall.
- Mann, D. (2005), *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversion*, New York: Productivity Press.
- Maskell, B. and Baggaley, B. (2004), *Practical lean accounting: a proven system for measuring and managing the lean enterprise*, New York: Productivity Press.
- Mathaisel, D. (2005), "A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (MRO) enterprise", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 54 No. 8, pp. 623-644.
- Meredith, J. (1998), "Building operations management theory through case and field research", *Journal of Operations Management*, Vol. 16 No. 4, pp. 407-425.

- Meyers, L., Gamst, G., Guarino, A. (2006), *Applied Multivariate Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Mikkelsen, H. (1990), "Risk management in product development projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 217-221.
- Motwani, J. (2003), "A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study", *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 103 No.5, pp. 339-346.
- Narusawa, T. and Shook J. (2009), *Kaizen Express: fundamentals for your lean journey*, Cambridge: Lean Enterprise Institute.
- Nunnally, J. C. (1978), *Psychometric Theory*. McGraw-Hill: New York, 2 ed.
- Papadopoulou, T. and Ozbayrak, M. (2005), "Leanness experiences from the journey to date", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 16 No. 7, pp. 784-807.
- Pierce, N. and Rich, N. (2009), "Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service center". *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 29 No. 1, pp. 54-76.
- Raz, T., Shenhar, A. and Dvir, D. (2002), "Risk management, Project success and technological uncertainty", *Research and Development Management*, Vol. 32 No. 2, pp. 101-109.
- Ren, H. (1994), "Risk lifecycle and risk relationships on construction projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 12 No. 2, pp.68-74.
- Ritchie, B. and Brindley, C. (2007), "Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 27 No. 3, pp. 303-322.
- Rummel, R. J. (1970), *Applied factor analysis*, Evanston, IL: Northwestern University Press.
- Saurin, T. A., Marodin, G. A. and Ribeiro, J. L. D. (2011), "A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells", *International Journal of Production Research*, Vol. 49 No. 11, pp. 3211- 3230.
- Saurin, T., Ribeiro, J. and Marodin, G. (2010), "Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior", *Gestão e Produção*, Vol. 17 No. 4, pp. 829-841.
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. and Deflorin, P. (2009), "Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation", *Business Horizons*, Vol. 52 No. 1, pp. 79-88.
- Shah, R. and Ward, P. (2003), "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 21 No. 2, pp. 129-149.
- Shah, R. and Ward, P. (2007), "Defining and developing measures of lean production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25 No. 4, pp. 785-805.
- Silva, C. (2007), "Brasil é o país que atrai mais montadoras", *Jornal O Estado de São Paulo*, available at: <http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,brasil-e-o-pais-que-atrai-mais-montadoras-,81890,0.htm> (accessed 3 November 2007).
- Sim, K. and Rogers, J. (2008), "Implementing lean production systems: barriers to change", *Management Research News*, Vol. 32 No. 1, pp. 37-49.

- Simon, H. (1983), *Theories of bounded rationality, behavioral economics and business organization*, Cambridge: MIT Press, v. 1-2, pp. 160-176.
- Sriparavastu, L. and Gupta, T. (1997), "An empirical study of JIT and TQM principles implementation in manufacturing firms in the USA", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 No. 12, pp. 1215-1232.
- Summer, M. (2000), "Risk factors in enterprise-wide/ERP projects", *Journal of Information Technology*, Vol. 15, pp. 317-327.
- Tabachnick, B.G. and Fidell, L. S. (2001), *Using Multivariate Statistics*, New York: Pearson, 5th ed.
- Taj, S. and Morosan, C. (2011), "The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 2, pp.223-240.
- Turesky, E.F. and Connell, P. (2010), "Off the rails: understanding the derailment of a lean manufacturing initiative", *Organization Management Journal*, Vol. 7 No. 2, pp. 110-132.
- Umbach P.D. (2004), "Web surveys: Best practices". In Porter, S.R. (Ed), *Overcoming survey research problems: new directions for institutional research*, Jossey Bass, No. 121, New Jersey, pp. 23-38.
- Wallace, L., Keil, M. and Rai, A. (2004), "Understanding software project risk: a cluster analysis", *Information & Management*, Vol. 42, pp. 115-125.
- White, R., Pearson, J. and Wilson, J. (1999), "JIT manufacturing: a survey of implementations in small and large U.S. manufacturers", *Management Science*, Vol. 45 No. 1, 1999.
- White, R.E. and Prybutok, V. (2001), "The relationship between JIT practices and type of production system", *OMEGA: The International Journal of Management Science*, Vol. 28, pp. 113-124.
- Williams, R., Bertsh, B., Dale, B., Wiele, T., Iwaarden, J., Smith, M. and Visser, R. (2006), "Quality and risk management: what are the key issues?", *The TQM Magazine*, Vol. 18 No. 1, pp. 67-86.
- Wilson, R. and Crouch, E.A. (1987), "Risk assessment and comparisons: an introduction", *Science*, Vol. 236 No. 4799, pp. 267-270.
- Yin, R. (2003), *Case study research: design and methods*, 5 ed. Thousand Oaks: Sage.

4. ARTIGO 3: UMA SISTEMÁTICA PARA A GESTÃO DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA

Giuliano Marodin (PPGEP/UFRGS)

Tarcísio Abreu Saurin (PPGEP/UFRGS)

Abstract

The organizational and technical complexity of implementing the lean principles and practices can become an extensively time consuming journey with few benefits. We argue that risk management (RM) can aid on the understanding and management of the major difficulties on the Lean production implementation (LPI). Thus, this paper proposes a framework for managing risks on the LPI process. The literature review permitted to adapt the RM steps to the characteristics of the LPI and develop data collection and analysis procedures for each step. The Sociotechnical systems (STS) theory was brought in to improve the understanding of the context's characteristics on the proposed framework because it has a major influence on the LPI. The framework has five steps: (a) defining the unit of analysis; (b) describing the context; (c) risk assessment; (d) risk response; and (e) risk control.

Keywords: lean production; risk management;

4.1 Introdução

Empresas em todo o mundo têm atingido um melhor desempenho operacional com a implantação da Produção Enxuta (IPE), apesar de que os resultados são frequentemente aquém do esperado (Hines et al., 2004) e difíceis de sustentar em longo prazo (Marksberry et al., 2011). Algumas dificuldades são apontadas pela literatura como responsáveis por tais resultados insatisfatórios. Por exemplo, pode ser citada a resistência dos operadores (Sim e Rogers, 2008), a falta de envolvimento dos funcionários de todos os níveis na IPE (Scherrer-Rathje et al., 2009) e a ênfase em ações e objetivos de curto prazo (Papadopoulos et al., 2011).

De fato, os métodos de IPE deveriam auxiliar no gerenciamento de tais dificuldades, para tornar o processo mais rápido e eficaz. Entretanto, tais métodos geralmente se restringem a enfatizar a sequência adequada para implantar as práticas lean (ex. Black, 2007; Wan e

Chen, 2009; Al-Aomar, 2011; Hodge et al., 2011; Ramesh e Kodali, 2012; Saurin et al., 2011 e Vinodh et al., 2012), ao invés de proporcionarem ferramentas para gerenciar ou antecipar as principais dificuldades no processo. Os métodos de IPE também raramente levam em consideração a gestão dos fatores sociais e humanos decorrentes do processo, apontados como prioritários para alcançar o sucesso na IPE (Bhasin e Burcher, 2006). Por exemplo, a literatura indica que o apoio da gerência é fundamental na IPE (Turesky e Connell, 2010; Boyle et al., 2011), embora não há um conhecimento aprofundado de como identificar, avaliar e tomar ações para gerenciar o apoio da gerência.

Nesta pesquisa, as dificuldades na IPE são reinterpretadas e investigadas sob a perspectiva da Gestão de Riscos (GR), uma vez que isso induz à gestão sistemática dos mesmos sob a lógica PDCA (Planejar-Executar-Checar-Agir). Um risco é qualquer evento ou condição de incerteza que pode influenciar negativamente nos objetivos de um projeto (Mikkelsen, 1990; Boehm, 1991). A GR procura compreender e controlar os riscos que podem afetar um projeto com vista a aumentar as chances de resultados positivos do projeto (Ritchie e Brindley, 2007).

O fato de que nenhum processo, projeto ou prática gerencial ocorre no vácuo, faz com que exista um dinâmico processo de adaptação de tecnologias e das pessoas em um ambiente de trabalho (Yu e Zaheer, 2010). Assim, o contexto da empresa desempenha um papel importante tanto no GR (Aloini et al., 2012a) como na IPE (Shah e Ward, 2003). O contexto é representado pelas oportunidades e restrições situacionais que afetam o comportamento organizacional, assim como as relações funcionais entre as variáveis (Johns, 2006). A abordagem de Sistemas Sociotécnicos (STS) é uma alternativa para explorar as características do contexto. Essa abordagem permite melhorar a compreensão dos resultados de modificações técnicas (Clegg, 2000), facilitando a compreensão de como os fatores humanos, sociais e organizacionais interagem (Baxter e Sommerville, 2011). A abordagem dos STS tem sido utilizada para analisar as razões por trás do fato de que muitas vezes a reorganização do trabalho para o uso de uma nova tecnologia resulta em baixo desempenho e aceitabilidade (Mumford, 2006; Whitworth, 2006; Coeira, 2007), como tem acontecido na IPE.

Desta forma, o objetivo principal desta pesquisa foi desenvolver uma sistemática para gerenciar os riscos na IPE, que leve em conta a influência do contexto. Esta sistemática pode contribuir para ampliar o conhecimento dos riscos presentes na IPE, auxiliar na compreensão características do contexto que aumentam ou diminuem a intensidade dos riscos e identificar como as características do contexto e os riscos podem ser gerenciados de uma forma sistemática sob a lógica PDCA.

4.2. Referencial teórico

4.2.1 Implantação Lean

A literatura não apresenta uma definição amplamente aceita para a Produção Enxuta (Paez et al., 2004). Womack et al. (1990) popularizaram o termo *lean production* como uma forma superior de fabricar produtos que utiliza menos recursos para produzir maior valor aos clientes. As definições mais comumente enfatizar uma ou mais perspectivas *lean* são:

a) Foco nas práticas e ferramentas: "uma abordagem multidimensional que abrange uma ampla variedade de práticas de gestão, incluindo *JIT*, sistemas de qualidade, equipes de trabalho, manufatura celular, gestão de fornecedores, em um sistema integrado" (Shah e Ward, 2003, pg. 129).

b) Foco nos princípios: "*uma abordagem para a produção que visa à eliminação de desperdícios, enfatizando a necessidade de melhoria contínua*" (Papadopoulos e Ozbayrak, 2005, pg 784).

c) Foco no sistema de dois níveis: a PE tem uma orientação filosófica (princípios) e uma orientação operacional, (práticas / ferramentas), por exemplo, Hines et al., 2004; Shah e Ward, 2007; Pettersen, 2009).

d) Visão holística: "*um sistema sócio-técnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício e reduzir ou minimizar a variabilidade dos clientes, fornecedores e interna*" (Shah e Ward, 2007, pg. 791).

e) Foco em um sistema de manufatura: os sistemas de produção são o resultado de processos de fabricação interligados que usam trabalho mental e / ou físico para transformar matérias-primas (insumos) em produtos (saídas) de valor para os clientes (Black e Hunter, 2003; Katayama e Bennet, 1996). A IPE reduz o nível insumos através da eliminação dos desperdícios (menos materiais, pessoas, equipamentos, instalações e etc.) no sistema de produção (Lewis, 2000).

4.2.2 O contexto da empresa em um STS

A teoria sobre os STS surgiu no Instituto Tavistok em Londres nos anos 1950 e, desde então, vem sendo aperfeiçoada (Hyer et al., 1999). A teoria surgiu em estudos em minas de carvão, comparando o desempenho de diversas formas de organização do trabalho, desde situações artesanais até situações com alto grau de automação. Os melhores resultados foram obtidos nos

sistemas que ao mesmo tempo usavam automação e mantinham tarefas relevantes cognitivamente para os operadores, permitindo o trabalho em equipe (Ropohl, 1999).

De acordo com a teoria dos STS, a unidade de trabalho é constituída por um subsistema social e um subsistema técnico, ambos interagindo e sendo influenciados pelo ambiente externo (Trist et al., 1963; Cummings, 1978). É importante entender e gerenciar as interfaces entre estes subsistemas em oposição a tratar os mesmos separadamente (Ropohl, 1999). Os subsistemas de um STS são fortemente interdependentes e qualquer mudança em um deles deve levar em consideração as relações entre eles (Vecchio e Appelbaum, 1995).

Os quatro subsistemas de um STS são:

a) Subsistema social: representado fisicamente pelos indivíduos, mas sensível à cultura da organização, normas, comunicação, relações sociais e comportamentais (Harvey e Brown, 1992). A descrição desse subsistema deve incluir características demográficas da força de trabalho (por exemplo, idade) bem como o seu grau de educação formal e qualificação profissional (Hendrick e Kleiner, 2001);

b) Subsistema técnico: constituído dos equipamentos e tecnologias usados para transformar recursos (matérias-primas, tempo, energia) em produtos ou serviços (Cummings, 1978). Os equipamentos e ferramentas também podem ser definidos como artefatos técnicos, ou seja, objetos com uma função técnica e com uma estrutura física conscientemente projetado, produzido e usado pelos seres humanos para determinadas funções (Kroes et al., 2006). O nível de automação é outra característica importante na descrição do subsistema técnico;

c) Subsistema ambiente externo: aquilo que é considerado ambiente externo em um STS depende da definição dos limites do mesmo (Ropohl, 1999). Um STS é interpretado como um "sistema aberto", sendo assumido que ele faz parte de outros sistemas, com os quais á contínua troca de energia ou informação (Mumford, 2006). Por exemplo, se um departamento de uma empresa for à unidade de análise de um STS, como o departamento de produção, o ambiente externo inclui todos os demais departamentos da empresa (ex. vendas, administrativo, recursos humanos, planejamento e controle de produção, qualidade, engenharia e etc...) e tudo o que há fora das fronteiras funcionais da empresa, como, a comunidade, regras sociais, leis, fornecedores, clientes e concorrentes (Mumford, 2006). O ambiente externo influencia no funcionamento e no desempenho dos outros subsistemas do STS (Cummings, 1978; Appelbaum, 1997).

d) Subsistema de projeto da organização do trabalho: inclui as práticas organizacionais que regulam as relações entre os demais subsistemas (Hendrick e Kleiner, 2001). Os

procedimentos, as práticas de liderança, os sistemas de informação, os padrões de qualidade, a política de remuneração e as métricas de desempenho são exemplos de aspectos do subsistema de projeto da organização do trabalho (Hendrick e Kleiner, 2001; Baxter e Sommerville, 2011).

A interação entre os quatro subsistemas gera resultados para a organização, por meio de produtos ou serviços, e para o subsistema social, suprindo as necessidades psicológicas dos funcionários (Cherns, 1987; Clegg, 2000; Appelbaum, 1997; Davenport, 2009). Dentre as necessidades psicológicas estão o sentimento de fazer parte de um grupo, a motivação e a satisfação no trabalho (Cummings, 1978; Hackman e Oldham, 1980; Mumford, 2006). O STS tem um desempenho otimizado quando as necessidades sociais e técnicas são satisfeitas simultaneamente (Appelbaum, 1997), pois uma ênfase exclusiva em um dos resultados ou subsistemas gera uma queda no desempenho geral do STS (Clegg, 2000). No projeto de um STS, o uso eficiente da tecnologia e a melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores devem ter igual importância, sempre que possível (Mumford, 2006). A eficiência e as boas condições de trabalho não são contraditórias, mas fortemente influenciadas uma pela outra (Harvey e Brown, 1992; Ropohl, 1999).

4.2.3 Gestão de riscos

4.2.3.1 Definições de riscos e GR

O risco é o efeito da incerteza sobre o desempenho do projeto, representado, geralmente, pela possibilidade de ocorrência de um determinado evento ou situação de incerteza e seu potencial efeito negativo sobre os resultados do projeto (Mikkelsen, 1990; Boehm, 1991; Aloini et al., 2012a). A exposição ao risco é inerente a qualquer projeto e as ações realizadas no decorrer dos projetos podem criar ou reduzir riscos (Mikkelsen, 1990). Cada projeto tem diferentes tipos de riscos, graus de incertezas e efeitos potenciais sobre os resultados (Aloini et al., 2012a). Alguns autores também consideraram como riscos aqueles eventos que podem afetar positivamente o resultado do projeto, entretanto, a maior parte da literatura limita os riscos apenas àqueles com influência negativa (Bannerman, 2008; Hubbard, 2009). Uma vez que todos os riscos não podem ser completamente eliminados, se sugere ter mecanismos para a gestão daqueles mais importantes (Raz et al., 2002).

A GR é um conjunto de princípios e práticas que permite de identificar, analisar e responder os riscos no intuito de aumentar as chances de sucesso ou impedir o fracasso de um projeto (Simon, 1983; Boehm e Ross, 1989). Para Ritchie e Brindley (2007), a GR tem três

objetivos: (a) minimizar a probabilidade de ocorrência de um evento que impacte negativamente no projeto; (b) minimizar as consequências de um evento que impacte negativamente no projeto, uma vez que tenha ocorrido; e (c) compreender os fatores que levaram a tal evento.

4.2.3.2 Fases da Gestão de Riscos

A literatura demonstra consentimento das ideias centrais do processo de GR, embora haja discordância em sua abrangência e nomenclatura usada (Norrman and Jansson, 2004). Algumas atividades foram adicionadas às etapas originais, mostrando que o processo tem evoluído nos últimos anos (Figura 4.1). Vale notar que as etapas da GR seguem a mesma lógica de solução de problemas do conceito do Plan-Do-Check-Act (PDCA) de Deming (1986). O processo de GR descrito em Aloini et al. (2012a) reúne um número maior de atividades e foi influenciados também pela literatura atual voltada a aplicação prática, como o PMI (2008) e o AS/NZS ISO 31000 (2009). A Figura 4.1 também sugere que as etapas da GR são similares para a gestão da cadeia de suprimentos e projetos de desenvolvimento de softwares.

Breve descrição das atividades / autores	Deming (1986)	Cadeia de Suprimentos		Projeto de desenvolvimento de softwares		
		White (1995); Williams et al. (2006)	Hallikas et al. (2004)	Boehm (1991)	Bannerman (2008)	Aloini et al. (2012a)
1. Definir os limites e o processo de GR (as etapas, os resultados desejados, métodos, desempenho...)	Planejar (Plan)					Análise de contexto
2. Definir os parâmetros internos e externos do contexto onde o projeto será realizado					Estratégia de GR	
3. Levantar os principais riscos que podem surgir ao longo do projeto		Identificação	Identificação	Identificação	Identificação	Avaliação
4. Definir de modo qualitativo e/ou quantitativo o impacto e as probabilidades de ocorrência dos riscos		Análise	Análise	Análise e Priorização	Análise	
5. Identificar relações entre os riscos (diretas ou através de categorias ligadas a origem de cada um deles)						
6. Definir estratégias para resposta dos riscos		Fazer (Do)	Resposta e monitoramento	Resposta	Plano da gestão	Respostas
7. Colocar em prática as estratégias que serão usadas para a resposta aos riscos (eliminar, tratar, tolerar ou transferir)	Resolução					
8. Monitorar a situação de cada um dos riscos	Checar (Check)		Monitoramento	Monitoramento	Controle	Controle
9. Criar planos de contingência que poderão ser postos em prática à medida que um risco aumentar ou surgir	Atuar (Act)					
10. Comunicar a todos sobre a situação dos riscos						

Figura 4.1: Resumo dos processos de GR

4.2.3.3 Análise de contexto

A análise do contexto é o primeiro passo na GR, pois os riscos sofrem grande influência do ambiente que circunda o projeto (Barkley, 2004). A literatura (Barkley, 2004; Coso, 2004; Bannerman, 2008; Aloini et al., 2012a) destaca como objetivos principais desta etapa:

- a) Analisar o contexto a partir de parâmetros internos (recursos, objetivos e estratégias da organização, valores, cultura, processos, normas, padrões e estrutura organizacional) e externos (fatores culturais, sociais, políticos, legais e econômicos) ao projeto.
- b) Definir como será o processo de GR (etapas, objetivos, indicadores, métodos, ferramentas, responsabilidades, interação com outros projetos e recursos necessários).
- c) Definir critérios de avaliação dos risco (natureza e tipos de consequências, critérios para definição de probabilidade e impacto, níveis de importância e quais dados serão utilizados).

4.2.3.4 Avaliação de riscos

4.2.3.4.1 Identificação de riscos

A identificação dos riscos é o primeiro passo para a etapa de avaliação e tem como objetivo produzir uma lista de riscos que podem comprometer o sucesso do projeto (Boehm, 1991; Aloini et al., 2012a). Todos os principais riscos potenciais devem ser identificados antes do início do projeto para que as ações tomadas possam reduzir as chances de um projeto ter insucesso (Bannerman, 2008). A Tabela 4.1 mostra seis procedimentos usados pela literatura para esta etapa, que, segundo Bannerman (2008), na prática, é geralmente feita a partir da experiência do gerente do projeto.

Tabela 4.1: Procedimentos usados para identificar os riscos e referencias

Procedimentos usados para identificar os riscos	Referências
Revisão de literatura	Summer, 2000; Aloini et al., 2007; Aloini et al., 2012a
Estudo de caso (entrevistas com pessoas envolvidas no projeto)	Summer, 2000; Ren, 1994; Norrman; Jansson, 2004; Ritchie; Brindley, 2007;
Delphi com especialistas	Schmidt et al., 2001; Wallace <i>et al.</i> , 2004
<i>Surveys</i> com especialistas	Boehm, 1991; Barki et al., 1993; Ropponen; Lyytinen, 1995.
Entrevistas com especialistas	Moynihan, 1997; Wallace 1999.
Experiência própria	Chopra; Sodhi, 2004;

Apesar de diversos estudos terem identificado previamente os riscos para tipos específicos de projetos (ex. Boehm, 1991; Aloini *et al.*, 2007), o grau de generalização de tais listas para qualquer projeto de mesma natureza é questionável. Para Boehm (1991), um *checklist* com riscos pré-identificados ajudaria elucidar os principais riscos deste tipo de projeto. Entretanto, segundo Bannerman (2008), apesar do uso de um *checklist* ser uma maneira rápida, fácil e de baixo custo para identificar os riscos, é improvável que exista uma lista de riscos universalmente aplicáveis, mesmo considerando projetos de natureza semelhante. De fato, os riscos tendem a variar de caso a caso em função de cada projeto ser único e fortemente dependente do contexto (Lyytinen *et al.*, 1996). Deste modo, se sugere que uma lista de riscos previamente identificados seja um ponto de partida para a identificação de riscos, pois o conhecimento aprofundado dos atores do projeto deve ser utilizado para adaptá-la ao seu contexto (Bannerman, 2008).

4.2.3.4.2 Análise de riscos

O objetivo da análise de riscos é identificar e priorizar os riscos de acordo com a magnitude de cada um deles (Wilson e Crouch, 1987). A maior parte dos autores defende o uso de dois índices para a análise dos riscos, a probabilidade de ocorrência de um evento e o impacto do evento nos objetivos do projeto (Aloini *et al.*, 2012a). O resultado da multiplicação destes dois índices é chamado de exposição ao risco (Bannerman, 2008).

Já Boehm (1991) questiona a precisão de estimativas de impacto e probabilidade de ocorrência dos eventos. Se o objetivo da etapa é a priorização dos riscos, o resultado principal seria uma ordem de importância relativa entre os riscos (Chan e Kumar, 2008), não necessariamente uma análise de probabilidade de ocorrência e impacto.

A análise de risco pode ser feita de forma qualitativa e ou quantitativa. A análise qualitativa envolve geralmente uma escala nominal ou ordinal para medir o impacto e a probabilidade de ocorrência de cada risco (Aloini *et al.*, 2012a). Segundo Bannerman (2008), o número de níveis na escala pode variar, contudo a escala Likert de cinco pontos (ex. muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo) é a mais frequente (ex. Hallikas *et al.*, 2004 e Thun e Hoenig, 2009). Norrman e Jansson (2004) optam por usar uma escala de quatro níveis (altíssimo, alto, médio e baixo), pois defendem que a classificação de probabilidade ou impacto muito baixo não seriam levados em consideração pelo gerente do projeto no estudo de caso feito.

A matriz é comumente usada na análise qualitativa. Tal matriz apresenta dois eixos, um de probabilidade de ocorrência e outro de impacto do evento e quadrantes que classificam a intensidade dos riscos de acordo com a escala utilizada (ex. Norrman e Jansson, 2004; Hallikas et al., 2004; Kersten et al., 2006; Ahmed et al., 2007; Thun e Hoeing, 2009). Por exemplo, a análise de riscos através desta matriz pode indicar que os riscos de alto impacto e probabilidade serão os prioritários para a resposta, os de médio impacto e probabilidade serão apenas monitorados e os de baixo impacto e probabilidade serão ignorados (Bannerman, 2008).

Já a análise quantitativa envolve a monetarização do impacto potencial dos riscos (ex. R\$ 10.000,00) e de um percentual numérico de probabilidade (ex. 35%). Este tipo de análise é amplamente utilizado para riscos de instituições financeiros, de crédito e riscos operacionais (Williams, 1995; Moosa, 2007). Os dados para uma análise quantitativa pode ser facilmente obtida quando há um histórico confiável sobre a ocorrência dos eventos, porém tal quantidade de dados dificilmente existe para a maioria dos projetos (Ahmed et al., 2007). Em casos onde não há dados suficientes, as estimativas de especialistas pode ser usada (Williams et al., 2006). A análise quantitativa tem pouca utilidade em casos onde os impactos são qualitativos e de difícil monetarização (Norrman e Jansson, 2004). A falta de dados para a análise quantitativa torna a análise qualitativa à forma mais utilizada na prática (Ahmed et al., 2007; Bannerman, 2008).

Segundo Chapman (1998), os três procedimentos para a coleta de dados para a análise de riscos são: a) a opinião de um analista de risco; b) entrevistas feitas pelo analista de risco com pessoas que participarão do projeto; c) um grupo de trabalho liderado pelo analista de risco e composto por membros do projeto, especialistas e clientes do projeto. O c) seria o mais adequado, pois envolve múltiplas perspectivas dos grupos de atores ligados ao projeto (Chapman, 1998; Bannerman, 2008)

4.2.3.4.3 Modelos de relações entre os riscos

A etapa de avaliação de riscos envolve também a análise das inter-relações entre os riscos. Para Barki et al. (1993), a resposta aos riscos de modo individual pode ser improdutiva, pois existem relações causais e ambíguas entre eles, ou seja, as estratégias de resposta terão melhores resultados quando levarem em conta tais relações. Chapman e Ward (2003) afirmam que um dos problemas mais comuns na GR é a falta de uma análise de interdependência entre os riscos, pois esta leva a uma avaliação superficial e incompleta.

Os modelos para explicitar as relações entre os riscos são feitos de duas formas, categorizando os eventos de acordo com características comuns ligadas à origem dos riscos e na modelagem das relações de influência entre eles (Aloini et al., 2012a). As categorias são geralmente usadas para entender melhor o motivo das ocorrências delas (Aloini et al., 2012a). Segundo Bannerman, 2008, as medidas de resposta aos riscos são mais eficazes quando aplicadas a uma categoria de riscos, pois teria efeito em todos os riscos de mesma origem ao invés de responder a cada risco individualmente.

Diferentes procedimentos metodológicos foram usados para definir as categorias de riscos em projetos de desenvolvimento de softwares, como, por exemplo: a) Bannermann (2008) usou vinte e três entrevistas com especialistas para categorizar os riscos em dez construtos; b) Summer (2000) categorizou vinte riscos em seis construtos com base em seis estudos de caso; c) Barki et al. (1993) usaram a análise fatorial no resultado de uma *survey* para definir os cinco construtos; d) Wallace et al. (2004) categorizou 53 riscos em seis construtos de acordo com uma revisão de literatura e testou a validade destes construtos em uma *survey* com 507 gerentes de projeto; e e) Lyytinen et al. (1996) identifica os quatro subsistemas do STS para classificar os riscos e aplica este modelo em dois estudos de caso. Em um exemplo para riscos em projetos de construção civil, Ghosh e Jintanapakanont (2004) identificaram 59 riscos a partir da literatura e usaram a análise fatorial para definir os nove construtos.

Alguns autores defendem que exista uma relação de influência entre os riscos que pode ser explicitada através de modelos, ao invés da categorização. Para Ren (1994), a ocorrência e o impacto de um risco é também resultado da influência de outros riscos, não apenas das características individuais de cada um deles. Deste modo, riscos totalmente independentes raramente existiriam na prática, pois eles influenciariam ou dependeriam de outros. Para Aloini et al. (2012a), a complexidade do contexto de um projeto, usando o exemplo de projetos de desenvolvimento de softwares, faz com que os riscos sejam geralmente interdependentes. Uma vez que tal interdependência não exige proximidade temporal, o evento pode estar distante no decorrer do projeto e, mesmo assim, causar um efeito em outros riscos. O entendimento e modelagem das relações entre os riscos se tornam essenciais, pois permite uma análise precisa do impacto global de um risco em outros e no projeto como um todo (Ren, 1994; Aloini et al., 2012b).

O procedimento usado para desenvolver os modelos de relações entre os riscos mais frequente é o a Interpretative Structural Modeling (ISM). Aloini et al. (2012a) e Pfohl et al. (2011) usaram o ISM em estudos de caso, em projetos de desenvolvimento de softwares e na

gestão da cadeia de suprimentos, respectivamente. O ISM permite a construção de um desenho das interdependências entre os riscos e seus efeitos que pode ajudar os gestores a compreender as melhor as relações causais entre as variáveis selecionadas (Attri et al., 2013).

A Figura 4.2 ilustra as relações de influência entre os elementos em um exemplo de modelo usando o ISM. Neste caso, por exemplo, a ocorrência de (11) tem um efeito dominó em todos os elementos subsequentes no modelo, ou seja, em (1), (3), (2) e (14). Então, segundo Aloini, et al. (2012a), se tais elementos fossem riscos ao projeto de desenvolvimento de softwares, aqueles que não dependem de nenhum outro risco devem ser prioritários. As ações de resposta deveriam ser tomadas, em um primeiro momento, para evitar os riscos que precedem e influenciam diretamente em outros riscos, neste caso, o (8), (10), (11) e (12), para, então, se preocupar com os demais riscos ao projeto.

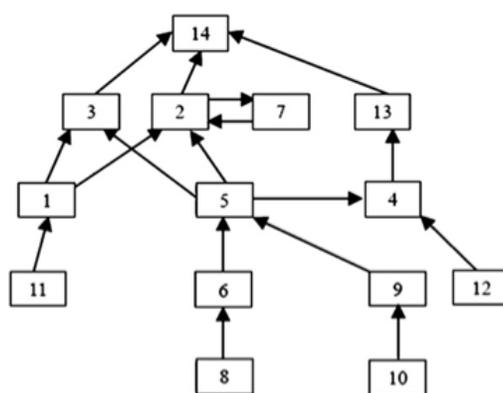


Figura 4.2: Exemplo do modelo do ISM (Aloini, et al., 2012a)

As sete fases da ISM são (Sage, 1977; Watson, 1978; Mandal e Deshmukh, 1993; Ravi e Shankar, 2005; Pfohl et al., 2011; Aloini *et al.*, 2012a; Attri et al., 2013):

1) Organizar o grupo de implantação do ISM: reunir experts de diferentes áreas para formar o grupo para aplicar o ISM. A heterogeneidade e a experiência prévia no tema aumentam a qualidade e validade aos resultados.

2) Identificar os elementos: esta fase é similar a identificação dos riscos, onde o grupo deve construir uma lista de elementos que vão formar o ISM. O método não foi desenvolvido exclusivamente para riscos e pode ser usado para quaisquer elementos de um sistema. Por exemplo, Mandal e Deshmukh (1993) usam o ISM para critérios de seleção de fornecedores, Ravi e Shankar (2005) para barreiras ao uso da logística reversa e Talib et al. (2011) para barreiras na implantação da Gestão da Qualidade Total.

3) Structural Self Identification Matrix (SSIM): esta fase consiste em definir qual a influência de cada elemento em todos os outros do sistema. Os elementos são colocados nas

linhas e nas colunas de uma matriz, de modo que cada célula represente a uma relação entre os elementos. O grupo preenche, para cada célula da matriz, “Sim” ou “Não” para a influência do elemento inserido na linha sobre o elemento da coluna correspondente. A matriz pode ser usada para desenhar um diagrama com todas estas relações nesta fase da ISM.

4) Matriz de Reachability: As palavras “Não” e “Sim” são substituídas por “0” e “1”, respectivamente, para transformar a SSIM na Reachability Matrix. A célula que representa a influência de um elemento nele mesmo é preenchida com o valor “1”.

5) Classificar dos elementos: Cada elemento é classificado de acordo com seu poder de influência (quantos elementos ele influencia) e dependência (quantos elementos influenciam nele). Uma matriz com estes dois eixos pode ser desenhada para explicitar graficamente as quatro classes que os elementos representam: Autônomos (baixa dependência e poder de influência), Independentes (baixa dependência e alto poder de influência), Dependentes (alta dependência e baixo poder de influência) e de União (alta dependência e alto poder de influência).

6) Particionamento dos níveis da ISM: A matriz de *Reachability* é também usada para separar os elementos em níveis do sistema. Uma tabela é criada com as seguintes colunas: (a) os nomes dos elementos; (b) os elementos que ele influencia (Reachability set); (c) os elementos que influenciam nele (Antecedent set); e (d) as relações de influência mútua na quarta coluna (Intersection set), conforme exemplo da Figura 4.3. Então, se inicia um processo para definição dos níveis através do desdobramento desta tabela. Os elementos que não influenciam em nenhum outro elemento, ou seja, tem apenas ele mesmo na coluna de Reachability set, serão considerados de Nível I (Iteration 1). A partir dos elementos do Nível I definidos (apenas a barreira 5 bi exemplo), eles são retirados de todas as partes da tabela para criar uma nova tabela (Iteration 2). Neste momento, o processo se inicia novamente identificando aqueles elementos que apresentam apenas ele mesmo na coluna de Reachability set para o Nível II (o elemento 11 na Figura 4.3). O processo deve ser repetido até que todos os elementos forem alocados em algum nível. A Figura 4.3 ilustra o particionamento dos três primeiros níveis de um ISM.

7) Desenho do modelo de ISM: esta fase usa o resultado dos níveis dos elementos na ISM para desenhar graficamente um modelo das relações entre os elementos. Os níveis são inseridos de cima para baixo no modelo, do primeiro ao último, conforme mostra a Figura 4.2. As relações de influência são representadas por setas com flechas entre os elementos. O modelo do ISM deve ser entendido de acordo com a propriedade da transitividade, ou seja, se o elemento “A” influencia em “B” e “B” influencia em “C”, “A” necessariamente influencia

em “C”. Se salienta sobre a necessidade de avaliar a consistência do modelo para identificar possíveis erros. O desenho do ISM (Figura 4.2) simplifica o diagrama de todas as relações entre elementos, pois apresenta geralmente apenas as relações entre um nível e os níveis imediatamente anteriores e posteriores. Em alguns casos, quando julgar necessário, se deve ajustar o modelo e desenhar também relações que não tenham sido representadas inicialmente no ISM, caso estas não tenham se tornadas claras através da transitividade. Por exemplo, Mandal e Deshmukh (1994) incorporaram uma relação entre os critérios de seleção de fornecedores de dois níveis de diferença que não estava na ISM final, porém, tal relação estava presente na inicialmente SSIM.

Iteration 1				
Barrier	Reachability set	Antecedent set	Intersection set	Level
1	1, 4, 5, 6, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	
2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11	2, 8, 9, 10	2	
3	1, 3, 4, 5, 6, 11	2, 3, 7, 8, 9, 10	3	
4	1, 4, 5, 6, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	
5	5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	5	I
6	1, 4, 5, 6, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	
7	1, 3, 4, 5, 6, 7, 11	7, 8, 9, 10	7	
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	8, 9	8	
9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	9	9	
10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11	8, 9, 10	10	
11	5, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11	11	

Iteration 2				
Barrier	Reachability set	Antecedent set	Intersection set	Level
1	1, 4, 6, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	
2	1, 2, 3, 4, 6, 11	2, 8, 9, 10	2	
3	1, 3, 4, 6, 11	2, 3, 7, 8, 9, 10	3	
4	1, 4, 6, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	
6	1, 4, 6, 11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6, 11	
7	1, 3, 4, 6, 7, 11	7, 8, 9, 10	7	
8	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11	8, 9	8	
9	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11	9	9	
10	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	8, 9, 10	10	
11	11	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11	11	II

Iteration 3				
Barrier	Reachability set	Antecedent set	Intersection set	Level
1	1, 4, 6	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	III
2	1, 2, 3, 4, 6	2, 8, 9, 10	2	
3	1, 3, 4, 6	2, 3, 7, 8, 9, 10	3	
4	1, 4, 6	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	III
6	1, 4, 6	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	1, 4, 6	III
7	1, 3, 4, 6, 7	7, 8, 9, 10	7	
8	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10	8, 9	8	
9	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	9	9	
10	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10	8, 9, 10	10	

Figura 4.3: Particionamento dos níveis I, II e III para barreiras a logística reversa (Ravi e Shankar, 2005)

Outros métodos também podem ser usados para explicitar as relações entre os riscos. Por exemplos, em um estudo de caso, Aloini et al. (2012b) usa uma matriz similar a matriz de *Reachability* para que os participantes dos projetos qualificassem o poder de influência de uns riscos em outro com uma *Likert* de 7 pontos. Os resultados foram discutidos em procedimento

de Delphi e um modelo quantitativo usando as Redes de Petri foi usado para representar as relações entre os riscos.

4.2.3.4 Resposta aos riscos

O objetivo desta etapa é o planejamento, execução e controle do andamento de ações para resposta aos riscos avaliados na etapa anterior. Tais ações são classificadas de quatro formas pela literatura (Boehm, 1991; Williams et al., 2006; Bannerman, 2008; Aloini et al., 2007; Aloini et al., 2012a):

a) Eliminar ou evitar: cessar o efeito que o evento teria no projeto ou eliminar a probabilidade de ocorrência deste evento;

b) Tratar: reduzir a probabilidade de ocorrência de um evento e ou o impacto do risco no caso do evento acontecer;

c) Tolerar: aceitar o risco como inerente ao processo, passível de ser monitorado. Isto acontece geralmente quando não é possível agir antes que os eventos ocorram. Neste caso, as ações de contingência devem ser planejadas e colocadas em prática apenas quando o evento ocorrer;

e) Transferir: alocado o impacto de ocorrência destes riscos para outras entidades, como agências seguradoras ou fornecedores.

As ações para a resposta dos riscos devem levar em consideração também como elas irão afetar no contexto do projeto e os recursos humanos e financeiros necessários para colocar em prática a resposta aos riscos (Boehm, 1991). Em relação a questões financeiras, Bannerman (2008) sugere avaliar se o custo do impacto do risco é realmente maior que o custo da própria ação de resposta, pois apenas se tornaria viável colocar em prática as ações que tenham um custo bem abaixo do custo do impacto do risco.

4.2.3.5 Controle dos riscos

Esta etapa tem como objetivo de controlar periodicamente os riscos para que o sucesso do projeto seja alcançado (Boehm, 1991). A etapa consiste em monitorar os riscos de forma a possibilitar que um aumento da probabilidade de ocorrência ou do impacto potencial seja detectado o mais rápido possível (Bannerman, 2008). Deste modo, as ações corretivas e preventivas de contingência possam ser tomadas assim que haja este aumento. O controle dos riscos deve ser feito de forma contínua e periódica durante toda a duração do projeto

(Williams, 1995). A etapa de controle também envolve a comunicar o andamento do projeto e da situação do processo de gestão de riscos para todos os envolvidos diretamente e indiretamente ao projeto (Aloini et al., 2012a).

Alguns autores sugerem procedimentos para esta etapa. Por exemplo, Aloini et al. (2012a) recomendam que, na fase de planejamento do projeto, sejam definidos marcos para monitorar os riscos durante a sua execução. Bannerman (2008) aconselha que o monitoramento deva ser feito mensalmente, onde se repita a etapa de análise dos riscos. Boehm (1991) propõe que o *checklist* com os dez principais riscos sirva para uma reavaliação periódica dos mesmos, pois é uma maneira eficiente de concentrar a atenção da gerência naqueles mais importantes ao projeto

4.3 A sistemática para GR na IPE

4.3.1 Visão geral

As cinco fases da sistemática de GR na IPE são: (a) definir a unidade de análise; (b) descrever as características do contexto; (c) avaliação dos riscos, com base nas evidências de como os riscos se manifestam, como se relacionam e como sofrem a influência do contexto; (d) resposta de riscos; e (e) controle dos riscos. Um conjunto de procedimentos e formulários foi desenvolvido para auxiliar na coleta e análise dos dados da sistemática.

A figura 4.4 ilustra como a sistemática atua no contexto no processo de IPE. A entrada do processo é representada pelo sistema de produção, inserido no ambiente externo e composto pelos subsistemas social, técnico e de projeto da organização do trabalho. A IPE é o processo de transformação deste sistema de produção através da implantação de práticas e princípios *lean* com o intuito de melhorar o desempenho operacional.

As mudanças ocorridas nos subsistemas de um STS como parte da implantação de práticas e princípios enxutos, podem desencadear riscos ao processo de IPE. Por sua vez, estes riscos podem ser geridos através das quatro etapas da GR representadas nas setas na região central da Figura 4.4. A resposta e controle aos riscos podem reduzir ou eliminar seus efeitos negativos, o que contribui para um melhor processo de IPE e, conseqüentemente, para alcançar as melhorias de desempenho de modo mais rápido e sustentável.

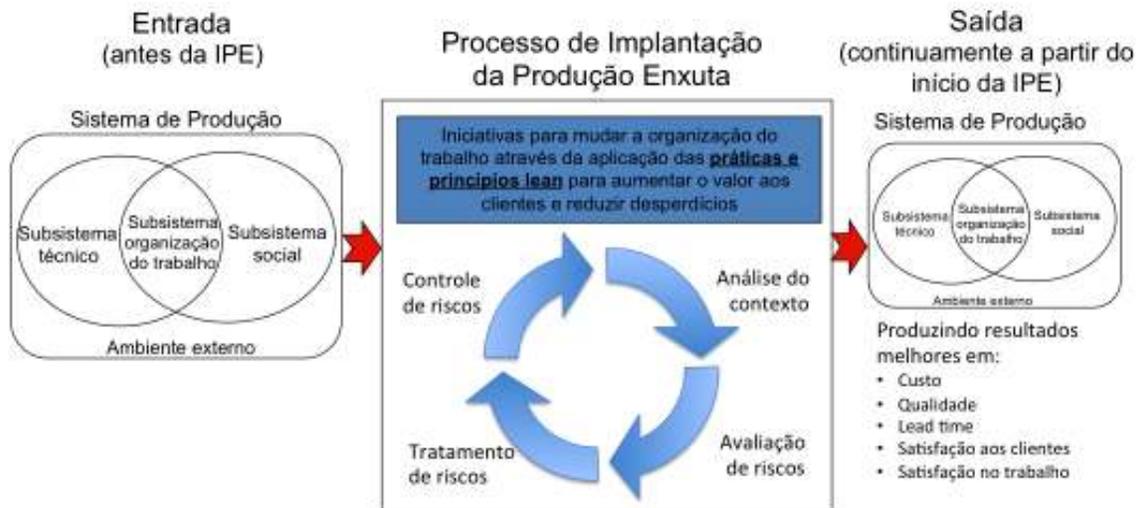


Figura 4.4: A sistemática de GR no contexto da IPE em um sistema de produção

4.3.2 Definir a unidade de análise

Os limites de um sistema devem ser definidos por razões práticas, que dependem do problema específico e propósito da pesquisa (Kroes et al., 2006). Essa delimitação é subjetiva, e cabe ao pesquisador definir um sistema que corresponda aos objetivos da investigação (Checkland, 1999). Os limites devem incluir as funções necessárias para atingir as metas do sistema, bem como as funções que podem ser controladas pelos agentes do sistema (Kroes et al., 2006). As funções que não podem ser controladas devem ser consideradas parte do ambiente externo. Uma função descreve o que as pessoas, individualmente ou coletivamente, devem fazer para alcançar o objetivo específico (Hollnagel, 2012).

O escopo da IPE pode abranger uma célula de manufatura, toda uma planta fabril ou até mesmo uma empresa global com múltiplas plantas e escritórios em países ao redor do mundo. A definição da unidade de análise também depende da estratégia que a empresa adotou para a IPE. Por isto, a unidade de análise da GR na IPE também pode variar nestas mesmas dimensões. Por exemplo, se a empresa decidiu iniciar a implantação pelas práticas lean no chão-de-fábrica, o sistema de manufatura seria a unidade de análise apropriada. No caso de a empresa decidir que as práticas lean serão implantadas também nos setores administrativos, como, por exemplo, vendas, recursos humanos, engenharia, o escopo da unidade de análise deveria abranger tais departamentos também.

4.3.3 Descrição do contexto

A descrição dos STS foi incluída nesta etapa da sistemática, pois a literatura sobre GR não apresenta uma estrutura robusta que permita o entendimento aprofundado do contexto da IPE. Vale salientar que diversos estudos apontam para a influência do contexto na IPE, como, por exemplo, a idade dos operadores (Sim e Rogers, 2008), o tamanho da empresa (Shah e Ward, 2003) ou a variedade de mix de produtos (Hodge et al., 2011). Assim, esta etapa deve permitir que tais fatores sejam explicitados, pois eles podem afetar nos riscos a IPE.

Esta etapa tem como objetivo descrever a unidade de análise (um STS), incluindo a evolução histórica da mesma, antes e durante o processo de IPE, caso a empresa já tenha iniciado esforços nesta direção. A principal fonte primária de dados desta etapa são entrevistas, pois tanto a caracterização do STS como a descrição da história da IPE raramente estão compiladas em relatórios. Contudo, é recomendado o uso concomitante de outras fontes de evidências para possibilitar a triangulação dos dados, como, por exemplo, observações e análise de documentos.

Alguns dos critérios para a escolha dos entrevistados são: a) pessoas que tenham maior experiência na IPE sejam em outras empresas ou na própria empresa, preferencialmente desde o início do processo; b) captar múltiplas e diferentes visões da IPE, pois a percepção sobre impacto da IPE pode ser diferente de acordo com os níveis hierárquicos dos funcionários (Hasle et al., 2012). Assim, devem ser entrevistados operadores, líderes, supervisores e gerentes de produção, engenheiros de processo, planejadores de produção e materiais e pessoas dedicadas à melhoria contínua. Vale salientar que geralmente um grande número de pessoas é envolvido na IPE, principalmente se a unidade de análise for uma planta ou uma empresa como um todo. Então, é necessário planejar cuidadosamente quais as pessoas que participarão desta etapa.

Dois formulários auxiliam na coleta de dados para descrever a unidade de análise. Os formulários foram desenvolvidos para abranger a unidade de análise de um sistema de manufatura, entretanto, podem ser adaptados a um escopo maior ou menor. Os formulários possuem questões fechadas e abertas para permitir ao entrevistador explorar áreas que apareçam durante o curso das entrevistas, conforme sugerido por McCutcheon and Meredith (1993).

O Formulário A (Anexo A) foi criado para auxiliar na coleta de dados sobre os quatro subsistemas do STS e tem cerca de 60 questões fechadas e abertas. As questões estão divididas entre tópicos para facilitar a coleta de dados e a numeração das perguntas especifica o subsistema do STS que a questão se refere (“T” para técnico, “S” para social, “W” para

organização do trabalho e “E” para ambiente externo). As colunas da direita sugerem as fontes de evidências que podem ser usadas para responder a cada questão. Os tópicos são: a) dados gerais da planta, como, por exemplo, localização, data de início das operações; b) recursos humanos, com questões sobre o número de funcionários, distribuição de idades, gênero e escolaridade, turnos de trabalho, indicadores de desempenho, organograma, política de bônus, disponibilidade e qualificação da mão-de-obra; c) logística e compras, com questões sobre número, tamanho e distância dos principais fornecedores, tipos de materiais comprados; d) vendas, com questões sobre número, tamanho e distância dos principais clientes e tipos de produtos fabricados; e) manutenção, com questões sobre o tipo de equipamento, grau de automação, indicadores de desempenho dos equipamentos, complexidade do processo e de manutenção; f) engenharia de produto, com questões sobre a complexidade dos modelos dos produtos, média de componentes por produtos, tipo de materiais usados nos produtos, número de modificações ao ano; g) qualidade e *lean*, que apresenta perguntas relacionadas aos procedimentos de trabalho, participação dos operadores em atividades de melhoria, programa de sugestões e o desempenho em indicadores de qualidade.

O Formulário B (Anexo B) deve ser usado apenas em casos onde a empresa já tenha iniciado a IPE, pois serve para coletar dados sobre o histórico deste processo. Este formulário serve para entrevistas apenas, têm cerca de 30 questões, que versam sobre: a) perfil do entrevistado, como, o seu histórico profissional, idade e formação acadêmica; b) informações sobre o início da IPE, como, por exemplo, o ano que começou, quais treinamentos foram realizados, pessoal envolvido, motivações para a implantação; c) informações sobre como está sendo desenvolvida a IPE no momento, como, por exemplo, o pessoal envolvido, as práticas *lean* implantadas nos últimos anos e no momento, os treinamentos realizados, as responsabilidades de cada um, e como são planejados os próximos passos.

4.3.4 Avaliação de riscos

4.3.4.1 Identificação de riscos

Existe uma ampla disponibilidade de estudos que tratam de barreiras, dificuldades ou fatores chave de sucesso na IPE, e esta pode ser usada como fonte para a identificação de riscos na IPE. Diversos procedimentos podem ser usados para a identificação dos riscos na IPE, como, por exemplo, a revisão de literatura, a opinião de especialistas ou de participantes do projeto. Vale salientar que o uma grande parcela de julgamento humano é necessário para

identificar os riscos em um projeto deste tipo (Boehm, 1991), então, se sugere que o grupo de pessoas que participem desta etapa já tenha participado da IPE na empresa ou em outras empresas.

A revisão da literatura também pode ser uma fonte eficiente de identificação dos riscos, entretanto, eles são normalmente apresentados como barreiras, fatores de sucesso ou dificuldades, o que impõem uma adaptação da descrição e linguagem para que estes sejam definidos como riscos. Marodin e Saurin (2013) se colocam como o único estudo que define riscos a IPE. A lista de quatorze riscos à IPE proposta por tal estudo através de uma revisão de literatura, um estudo de caso e testados em uma *survey* com 57 respondentes pode ser usada como ponto de partida para a criação de um *checklist* para esta etapa. Entretanto, possivelmente, outros riscos tendem a emergir à medida que o tema evolua e ou que outros contextos da IPE sejam explorados.

4.3.4.2 Análise dos riscos

Tendo a IPE como foco, a análise qualitativa de riscos é mais adequada, pelos seguintes motivos: a) não há um histórico ou registro que possa ser usado para extrair dados sobre as probabilidades de ocorrência dos riscos; e b) o impacto dos riscos na IPE tem um efeito de difícil monetarização, já que a PE tem impactos difusos em todas as áreas da empresa, e muitos destes impactos são de natureza social e organizacional, ao invés de técnico.

As entrevistas são recomendadas como fonte de evidências primárias nesta etapa, também podendo ser feita com um método Delphi ou em uma reunião com especialistas. Os critérios para a seleção dos entrevistados apresentados na sessão 3.3 são os mesmos para esta etapa. O formulário C (Anexo C) é um exemplo que pode ser usado nas entrevistas. Este formulário foi criado usando quatorze riscos a IPE de Marodin e Saurin (2013) e tem três perguntas para cada risco. A primeira é sobre a probabilidade de ocorrência do risco na IPE e a segunda sobre o impacto que teria na IPE se o risco ocorresse. Ambas as questões são fechadas e usam uma escala Likert de 5 pontos, de 1 (muito baixo) a 5 (muito alto). O resultado pode ser usado para desenhar uma matriz de impacto e probabilidade de ocorrência dos riscos através da média dos resultados das entrevistas, muito utilizada para a análise qualitativa de riscos. A terceira pergunta serve para aprofundar o conhecimento sobre os riscos, onde se questiona sobre exemplos de como estes riscos se manifestaria ou se manifestou no caso da empresa. Vale notar que este formulário pode ser usado no caso da empresa estar iniciando a IPE ou no caso da empresa já ter iniciado a IPE e esteja enfrentando

os riscos naquele momento. No segundo caso, a primeira pergunta, sobre probabilidade de ocorrência, se torna menos importante, pois o evento já teria ocorrido.

4.3.4.3 Categorização e relações entre os riscos

A definição das categorias de riscos pode ser feita por uma revisão da literatura, por especialistas ou através de uma *surveys*. Por exemplo, uma categorização de acordo com os quatro subsistemas do STS, como a de Lyytinen et al. (1996) para o desenvolvimento de softwares, estaria alinhada com o método. Entretanto, a falta de conhecimento aprofundado sobre a origem dos riscos a IPE faz com que uma categorização desta natureza seja mais difícil.

Em Marodin e Saurin (2013), os autores propõem três categorias de riscos na IPE através do uso da análise fatorial com uma amostra de diversas empresas da região sul do Brasil. Tais categorias são de riscos ligados a gestão do processo, a participação da gerência e ao envolvimento dos operadores. Os agrupamentos podem ser usados como referência para entender as relações entre os riscos ou suas origens.

Para desenhar as relações diretas entre os riscos, se sugere o uso da ISM. A SSIM pode ser preenchida em grupo ou individualmente pelos entrevistados e depois discutida em uma reunião até que se alcance um consenso. Se sugere que se aprofunde o entendimento sobre as relações entre os riscos e na identificação das características do STS que afetaram de forma negativa os riscos a IPE, pois isto pode gerar informações úteis para a etapa de resposta dos riscos.

4.3.5 Resposta aos riscos

Os dados levantados em etapas anteriores podem ser usados para as ações de resposta dos riscos as quais podem ser incorporadas ao plano de IPE. Dentre os quatro tipos de ações de resposta, os riscos podem ser tratados, retidos ou transferidos, já que a eliminar os riscos raramente é possíveis na IPE. Por exemplo, quando se perceber que operadores de um setor da fábrica apresentam uma elevada resistência à IPE, um dos riscos de Marodin e Saurin (2013), a IPE pode ter sua sequência alterada, enfatizando um setor onde este risco seja menor. Porém, dificilmente o risco dos operadores não apoiarem a IPE será totalmente extinto, como define uma ação de eliminação dos riscos.

A terceirização de uma atividade produtiva, como passar um processo de montagem ou tratamento térmico para um fornecedor, pode ser uma forma de transferir os riscos, já que a empresa não terá de IPE no setor ou processos que forem terceirizados. A terceirização é uma prática comum na cadeia automotiva, o berço da IPE, como forma de reduzir custos, pois passa ao fornecedor a necessidade de alcançar um melhor desempenho que aquele que a empresa estava tendo.

4.3.6 Controle dos riscos

Essa etapa é caracterizada pelo monitoramento dos riscos, das ações de resposta a eles e tomar ações corretivas e preventivas de contingência quando necessário. O monitoramento dos riscos pode ser feito a partir de uma repetição periódica (de 3 a 4 meses) da etapa de análise de riscos. Vale à pena notar que etapa também envolve a comunicar o andamento do processo de IPE e da situação do processo de gestão de riscos para todos os envolvidos direta e indiretamente no processo.

4.4 Discussões e Conclusões

O objetivo principal desta pesquisa foi desenvolver uma sistemática para GR na IPE. As cinco fases da sistemática de GR na IPE são: (a) definir a unidade de análise; (b) descrever as características do contexto e IPE; (c) avaliação dos riscos, com base nas evidências de como os riscos se manifestam, como se relacionam e como sofrem a influência do contexto; (d) resposta aos riscos; e (e) controle dos riscos. Um conjunto de procedimentos e formulários foi desenvolvido para auxiliar na coleta e análise dos dados da sistemática.

O uso da GR na IPE enfrenta algumas limitações, principalmente ligados a necessidade de conhecimento profundo sobre o tema e a subjetividade das respostas que a GR exige (Wilson e Crouch, 1987). Tais aspectos subjetivos da GR podem trazer algumas dificuldades quando aplicada na IPE, pois:

a) A definição de risco e de GR tende a não fazer parte do vocabulário das pessoas que atuam diretamente na IPE em empresas industriais, pois são, em sua maioria, ligadas à fábrica, como, por exemplo, líderes, supervisores e gerentes de produção ou áreas de apoio, como PCP, compras e manutenção. O conhecimento sobre a GR está aparentemente mais difundido em áreas como Tecnologia da Informação ou gestão de projetos. Ward e Chapman (1991) afirmam que esta falta de consciência sobre a GR é comum em alguns casos e pode

dificultar o processo, principalmente quando os participantes do projeto não estão familiarizados com as etapas das GR e o seu potencial de contribuição.

b) A pouca experiência que as pessoas podem ter ao iniciar a IPE em uma empresa. A IPE nas empresas é relativamente nova e pouco difundida se comparada com outras áreas onde a GR já está sendo usada há mais tempo. Por exemplo, em uma pesquisa com empresas do sul do Brasil, Marodin e Saurin (2013) concluíram que o tempo médio do início da IPE era de apenas 2,8 anos, em uma amostra de 39 empresas. A falta de experiência dos participantes do projeto pode prejudicar na identificação clara dos riscos, na mensuração do impacto e das probabilidades de ocorrência (Ward e Chapman, 1991; Bannermann, 2008), fato que possivelmente ocorra se tratando da IPE. Porém, em alguns casos, o entendimento, discussão e comunicação sobre os riscos entre os participantes do projeto são mais importante do que a simples decisão direta envolvida na resposta a estes (Wilson e Crouch, 1987), o que corrobora com a validade da sistemática apesar de tal limitação.

c) A IPE possui uma natureza de melhoria contínua, o que implica na ausência de um fim no processo de implantação, como geralmente ocorre em projetos (Hines et al., 2004; Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz, 2012). Tal natureza faz com que o curso de avanço do processo seja contínuo, ou seja, as situações futuras tendem a serem diferentes das situações enfrentadas anteriormente. O fato de que entender o tamanho e a essência dos riscos depende do uso do conhecimento dos erros do passado para as novas situações (Wilson e Crouch, 1987) faz com que se torne mais difícil estimar a probabilidade de riscos onde os eventos não tenham sido repetidos várias vezes e sob circunstâncias controladas (Bannermann, 2008). Deste modo, esta natureza da IPE pode dificultar a GR quando a empresa esteja enfrentando situações muito diferentes daquelas ocorridas anteriormente. Em um exemplo de projeto de implantação de um software ERP, Aloini et al. (2012) contaram com a participação de duas das pessoas para a avaliação dos riscos que já tinham participado de seis projetos semelhantes. Apesar disso, a sistemática também poderia ser usada para auxiliar na GR na IPE em outras empresas ou em outras plantas da mesma empresa que esteja passando por um processo similar. Desta forma, o aprendizado gerado pelas situações anteriores poderia servir como base para as decisões ou situações futuras na IPE.

Tais limitações indicam que empresas com uma longa experiência na IPE estão mais aptas a usar a sistemática proposta em um primeiro momento. A sistemática pode ser usada para entender os motivos e consequências do impacto dos riscos a IPE naquele momento, pois o processo estaria em andamento. De fato, faz sentido que as ações de resposta aos riscos

foquem, primeiramente, em reduzir o impacto dos riscos que estejam se manifestando no momento, para, a partir deste ponto, poder responder aos riscos em um horizonte futuro.

Vale salientar que a pesquisa apresenta limitações importantes, dentre elas o fato de que não foi validada com uma aplicação prática em um estudo de caso. Assim, não há resultados empíricos que sustentem o argumento de que tal sistemática pode auxiliar as empresas a melhorarem a IPE, seus resultados operacionais e aprofundar o conhecimento sobre os riscos existentes no processo.

Em estudos futuros, se sugere que a sistemática seja usada em múltiplos estudos de caso para verificar a sua validade prática para as empresas e o seu potencial de gerar proposições teóricas que aprimorem o entendimento dos riscos, das relações entre os eles e as características de contexto. Tais proposições podem ser posteriormente testadas com o uso amostras com um grande número de empresas.

Referências

Ahmed, A., Kayis, B. and Amornsawadwatana, S. (2007), “A review of techniques for risk management projects”, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 14 Iss. 1, pp. 22-36.

Al-Aomar, R. (2011),”Handling multi-lean measures with simulation and simulated annealing”, *Journal of the Franklin Institute*, vol. 348, pp. 1506-1522.

Aloini D., Dulmin R. and Mininno, V. (2007), “Risk management in ERP project introduction: review of the literature”, *Information & Management*, Vol. 44 No. 6, pp.547-567.

Aloini, D., Dulmin, R. and Mininno, V. (2012a), “Risk assessment in ERP projects”, *Information Systems*, Vol 37, pp. 183-199.

Aloini, D., Dulmin, R. and Mininno, V. (2012b), “Modelling and assessing ERP project risks: A Petri Net approach”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 220 pp. 484 – 495.

Appelbaum, S. (1997), “Socio-technical system theory: an intervention strategy for organizational development”, *Management Decision*, Vol. 35 Iss. 6, pp. 452-463.

AS/NZS ISO 31000, (2009), *International Standards for Risk Management*, Strathfield, Standards Association of Australia.

Attri, R., Dev, N. and Sharma, V. (2013), “Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: An Overview”, *Research Journal of Management Sciences*. Vol. 2 No. 2, pp. 3-8.

Bannerman, P.L. (2008), “Risk and risk management in software projects: a reassessment”, *The Journal of Systems and Software*, Vol. 81, pp. 2118-2133.

Barki, H.; Rivard, S. and Talbot, J. (1993), “Toward an assessment of software development risk”, *Journal of Management Information Systems*, Vol. 10 No. 2, pp. 203–225.

Barkley, B.T. (2004), *Project risk management*. New York: McGraw-Hill, 2004.

Baxter, G. and Sommerville, I. (2011), “Socio-technical systems: from design methods to

- systems engineering”, *Interacting with Computers*, Vol. 23, pp. 4-17.
- Bhasin, S. and Burcher, P. (2006), “Lean viewed as a philosophy”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 1, pp. 56-72.
- Black, J.T. (2007), “Design rules for implementing the Toyota Production System”, *International Journal of Production Research*, Vol. 45 No. 16, pp. 3639–3664.
- Black, J.T. and Hunter, S. L. (2003), *Lean manufacturing systems and cell design*. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 336 p.
- Boehm, B.W. (1991), “Software Risk Management: Principles and Practices”, *Journal IEEE Software*, Vol. 8, No. 1, pp. 32-41.
- Boehm, B.W. and Ross, R. (1989), “Theory-w software project management: principles and examples”, *IEEE Transactions on Software Engineering* Vol. 15 No. 7, pp. 902–916.
- Boyle, T.A., Scherrer-rathje, M. and Stuart, I. (2011), “Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 5, pp. 587-603.
- Chan F.T.S and Kumar, N. (2007), “Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach”, *Omega*, Vol. 35 No. 4, pp. 417–431.
- Chapman, C.B. (1990), “A risk engineering approach to project risk management”, *International Journal of Project Management*, Vol. 8, No. 1, pp. 5-16.
- Chapman, C.B. (1998), “The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques”, *International Journal of Project Management*, Vol. 16, No. 6, pp. 333-343.
- Chapman, C. and Ward, S. (2003), *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights*. John Wiley.
- Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice: A 30-year retrospective*. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Cherns, A. (1987), “Principles of sociotechnical design revised”, *Human Relations*, Vol. 40 No. 3, pp. 153-162.
- Chopra, S. and Sodhi, M. (2004), “Managing risk to avoid supply-chain breakdown”, *Sloan Management Review*, Vol. 46 No. 1, pp. 53-61.
- Clegg, C.W. (2000), “Sociotechnical principles for system design”, *Applied Ergonomics*, Vol. 31, pp. 463-477.
- Coeira, E. (2007), “Putting the technical back into socio-technical system research”, *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 76, pp. S98-S103.
- COSO - Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (2004), *Enterprise Risk Management, Integrated Framework*.
- Cummings, T.G. (1978), “Self-Regulating Work Groups: A Socio-Technical Synthesis”, *The Academy of Management Review*, Vol. 3 No. 3, pp. 625-634.
- Davenport, D. (2009), “The social requirements of technical systems”, in: Whitworth, B. and de Moor, A, *Handbook of research on socio–technical design and social networking systems*, Hershey, US: Information Science Reference.
- Deming, W. (1986), *Out of Crisis*. Center for Advanced Engineering Study, Massachusetts Institute of Technology 3ed, Cambridge, Massachusetts.

- Ghosh, S. and Jintanapakanont, J. (2004), "Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach", *International Journal of Project Management*, Vol. 22, No. 8, pp. 633–643
- Hackman, R.J. and Oldham, G.R. (1980), *Work Redesign*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V. M. and Tuominen, M. (2004), "Risk management process in supplier networks", *International Journal of Production Economics*, Vol. 90, pp. 47-58.
- Harvey, D.F. and Brown, R. (1992), *An Experiential Approach to Organization Development*, 4th ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Hasle, P., Bojesen, A., Jensen, P. L. and Bramming, P. (2012), "Lean and the working environment: a review of the literature", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32 Iss: 7 pp. 829–849.
- Hendrick, H. W. and Kleiner, B. M., (2001), *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 175 p.
- Hines, P., Holweg, M. and Rich, N. (2004). "Learning to evolve. A review of contemporary lean thinking", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24 No. 10, pp. 994-1011.
- Hodge, G.L., Ross, K.G., Jones, J.A. and Thoney, K. (2011), "Adapting lean manufacturing principles to the textile industry", *Production Planning & Control*, Vol. 22 No. 3, pp. 237–247.
- Hollnagel, E., (2012). *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modelling complex socio-technical systems*. Burlington: Ashgate.
- Hubbard, D.W. (2009), *The failure of risk management: why it's broken and how to fix it*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.
- Hyer, N.L., Brown, K.A. and Zimmerman, S. (1999), "A socio-technical system approach to cell design: case study and analysis", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, pp. 179-203.
- Johns, G. (2006), "The essential impact of context on organizational behaviour", *Academy of Management Review*, Vol 31 No 2, pp. 386-408.
- Katayama, H. and Bennet, D. (1996), "Lean production in a changing competitive world: a Japanese perspective", *International Journal of Production and Operations Management*, Vol. 16 No. 2, pp. 8-23.
- Kersten, W., Boger, M., Hohrath, P. and Spath, H. (2006), "Supply chain risk management: development of a theoretical and empirical framework", in Kersten, W; Becker, T. *Managing risk in supply chain*. Hubert e Co: Gottingen, Berlin.
- Kroes, P., Franssen, M., van de Poel, I., Ottens, M. (2006), "Treating socio-technical systems as engineering systems: some conceptual problems", *Systems Research and Behavioral Science*, Vol. 23, pp. 803-814.
- Lewis, M.A. (2000), "Lean production and sustainable competitive advantage", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 20 No. 8, pp. 959-978.
- Lyytinen, K., Mathiassen, L. and Ropponen, J. (1996), "A framework for software risk management", *Journal of Information Technology*, Vol. 11, pp. 275-285.

- Mandal, A. and Deshmukh, S.G. (1994), "Vendor selection using interpretive structural modeling (ISM)", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 14 □No. 6, pp. 52–59.
- Marksberry, P., Fazleena B. and Maginnis, M.A., (2011), "An investigation of Toyota's social-technical systems in production leveling." *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 5, pp. 604-620.
- Marodin G.A. and Saurin, T.A. (2013), "Towards a model to understand risk factors that affect the lean production implementation". *Proceedings of the 24th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS)*, Denver, Colorado.
- McCutcheon, D.M., Meredith, J.R. (1993), "Conducting case study research in operations management", *Journal of Operations Management*, Vol. 11 No. 3, pp. 239–256.
- Mikkelsen, H. (1990), "Risk management in product development projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 217-221.
- Moosa, I. A. (2007), "Operational risk: a survey", *Financial Markets, Institutions & Instruments*, Vol. 16 No. 4, pp. 167-200.
- Moyano-Fuentes, J and Sacristán-Díaz (2012), "Learning on lean: a review of thinking and research", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32 No. 5 pp. 551–582.
- Moynihan, T. (1997), "How experienced project managers assess risk", *IEEE Software*, Vol. 14, No. 3, pp. 35–41.
- Mumford, E. (2006), "The story of socio-technical design: reflections on its successes, failures and potential", *Information Systems Journal*, 16 (4) pp. 317–342.
- Norrman, A. and Jansson, U. (2004), "Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 34 No. 5 pp. 434-456.
- Paez, O., Dewees, J., Genaidy, A., Tuncel, S., Karwowski, W. and Zurada, J. (2004), "The lean manufacturing enterprise: an emerging sociotechnological system integration", *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 14 No. 3, pp. 285-306.
- Papadopoulos, T. and Radnor, Z. and Merali, Y. (2011), "The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 31 No. 2, pp. 167-191.
- Papadopoulou, T. C. and Ozbayrak, M. (2005), "Leanness: experiences from the journey to date", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 16 No. 7, pp. 784- 807.
- Pettersen, J. (2009), "Defining lean production: some conceptual and practical issues", *The TQM Journal*, Vol. 21 No. 2, pp. 127-142.
- Pfohl, H. C., Gallus, P. and Thomas, D. (2011), "Interpretive structural modeling of supply chain risks", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 41 No. 9, pp. 839 – 859.
- PMI. (2004), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. EUA: Project Management Institute, 3rd ed.
- Ramesh, V. and Kodali, R. (2012), "A decision framework for maximising lean manufacturing performance", *International Journal of Production Research*, Vol. 50 No. 12, pp. 2234-2251.

- Ravi, V. and Shankar, R. (2005), "Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 72, pp. 1011–1029.
- Raz, T., Shenhar, A. and Dvir, D. (2002), "Risk management, Project success and technological uncertainty", *Research and Development Management*, Vol. 32 No. 2, pp. 101-109.
- Ren, H. (1994), "Risk lifecycle and risk relationships on construction projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 12 No. 2, pp.68-74.
- Ritchie, B. and Brindley, C. (2007), "Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 27 No. 3, pp. 303-322.
- Ropohl, G. (1999), "Philosophy of socio-technical systems", *Techné: Journal of the Society for Philosophy and Technology*, Vol. 4 No. 3 pp 1-15.
- Ropponen, J. and Lyytinen, K. (1996), "Can software risk management improve systems development: an exploratory study", *European Journal of Information Systems*, Vol. 6, No. 6, pp. 41–50.
- Sage, A.P. (1977), *Interpretive Structural Modeling: Methodology for Large-Scale Systems*, McGraw-Hill: New York, NY, 164 p.
- Saurin, T.A. and Marodin, G.A. and Ribeiro, J.L.D. (2011), "A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells", *International Journal of Production Research*, Vol. 49 No. 11, pp. 3211- 3230.
- Scherrer-Rathje, M. and Boyle, T. A. and Deflorin, P. (2009), "Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation", *Business Horizons*, Vol. 52, pp. 79—88.
- Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M. and Cule, P. (2001), "Identifying software project risks: an international Delphi study", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 17 No. 4, pp. 5–36.
- Shah, R. and Ward, P.T. (2003), "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 21, pp. 129-149.
- Shah, R. and Ward, P. T. (2007), "Defining and developing measures of lean production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, pp. 785-805.
- Sim, K.L. and Rogers, J.W. (2008), "Implementing lean production systems: barriers to change", *Management Research News*, Vol. 32 No. 1, pp. 37-49.
- Simon, H. (1983), *Theories of bounded rationality, behavioral economics and business organization*. Cambridge: MIT Press, v. 1-2, p. 160-176.
- Summer, M. (2000), "Risk factors in enterprise-wide/ERP projects", *Journal of Information Technology*, Vol. 15, pp. 317–327.
- Talib, F., Rahman, Z. and Qureshi, M. N. (2011), "Analysis of interaction among the barriers to total quality management implementation using interpretive structural modeling approach", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 18 No. 4, pp. 563-587.
- Thun, J. and Hoenig, D. (2009), "An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry", *International Journal of Production Economics*, Vol. 131 No. 1, pp. 242-249.
- Trist, E., Higgin, B., Murray, J. and Pollack, A. (1963), *Organizational Choice*, Tavistock, London

- Turesky, E.F. and Connell, P. (2010), "Off the rails: understanding the derailment of a lean manufacturing initiative", *Organization Management Journal*, Vol. 7 No. 2, pp. 110-132.
- Vecchio, R.P. and Appelbaum, S.H. (1995), *Managing Organizational Behavior: A Canadian Perspective*, Dryden-Harcourt Brace, Toronto.
- Vinodh, S. and Shivraman, K. R. and Viswesh, S. (2012), "AHP-based lean concept selection in a manufacturing organization", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 23 No. 1, pp. 124-136.
- Wallace, L. (1999), *The development of an instrument to measure software project risk*. Doctoral Dissertation, Georgia State University.
- Wallace, L., Keil, M. and Rai, A. (2004), "Understanding software project risk: a cluster analysis", *Information & Management*, Vol. 42, pp. 115-125.
- Wan, H. and Chen, F., (2009), "Decision support for lean practitioners: A web-based adaptive assessment approach", *Computers in Industry*, Vol. 60, pp. 277-283.
- Ward, S. C. and Chapman, C. B. (1991) "Extending the use of risk analysis in project management", *International Journal of Project Management*, Vol. 9 No. 2, pp. 117-123.
- Watson, R. (1978), "Interpretive structural modelling: a useful tool for technology assessment", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 11, pp. 165-185.
- White, D. (1995), "Application of system thinking to risk management: a review of the literature", *Management Decision*, Vol. 33 No. 10, pp. 35-45.
- Whitworth, B., (2006), "Social-technical Systems", in Ghoui, Claude (Hrsg.): *Encyclopedia of Human Computer Interaction*. Hershey, NJ: Idea Group Reference, 2006, S. 533-541.
- Williams, R., Bertsh, B., Dale, B., Wiele, T., Iwaarden, J., Smith, M. and Visser, R. (2006), "Quality and risk management: what are the key issues?", *The TQM Magazine*, Vol. 18 No. 1, pp. 67-86.
- Williams, T. (1995), "A classified bibliography of recent research relating to project risk management", *European Journal of Operational Research*, Vol 85 No. 1, pp. 18-38.
- Wilson, R. and Crouch, E.A. (1987), "Risk assessment and comparisons: an introduction", *Science*, Vol. 236 No. 4799, pp. 267-270.
- Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D.T. (1990), *The Machine that Changed the World*, New York, NY: Scribner.
- Yu, J. and Zaheer, S. (2010), "Building a process model of location adaptation of practices: a study of Six Sigma implementation in Korean and US firms", *Journal of International Business Studies*, Vol. 41, pp. 475-499.

5 ARTIGO 4 – DESCRIÇÃO DO CONTEXTO E ANÁLISE DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA

Giuliano Marodin (PPGEP/UFRGS)

Tarcísio Abreu Saurin (PPGEP/UFRGS)

Abstract:

Implementing lean principles and practices can become an extensively time consuming journey with few benefits due to the organizational and technical complexity of the process. We argue that risk analysis can aid on the understanding of the major difficulties on the LPI. A case study in an American manufacturing plant was carried out in order to illustrate the contribution of risk analysis. Data collection involved semi-structured interviews, plant tours observations, participation in staff meetings and document analysis. The method allowed to: (a) an in-depth investigation and description of context and the risks; (b) to identify how the context influences on the risks; (c) to obtain insights on the opportunities and difficulties of using risk management on LPI.

Keywords: Lean Production, Risk analysis, Sociotechnical systems

5.1 Introdução

Um grande número de empresas de todo o mundo vem utilizando a Produção Enxuta para melhorar o seu desempenho (Herron e Hicks, 2008). No entanto, a implantação da Produção Enxuta (IPE) é frequentemente limitada a um conjunto de práticas operacionais e não a um sistema de gestão empresarial, o que contribui para que as melhorias no desempenho sejam aquém do esperado (Hines et al., 2004).

A literatura acadêmica apresenta vários artigos recentes sobre as dificuldades que as empresas estão enfrentando nas IPE (Turesky e Connell, 2010; Boyle et al., 2011; Losonci et al., 2011), porém ainda existem lacunas de conhecimento importantes (Bayo-Moriones et al., 2008). Por exemplo, Achange et al. (2006) identificaram fatores críticos de sucesso na IPE em dez pequenas e médias empresas, enquanto Sim e Rogers (2009) avaliaram as barreiras da IPE a partir de uma *survey* com funcionários de uma empresa. Em ambos os casos, não foi claramente definido o que seria um fator crítico de sucesso ou uma barreira, nem quais seriam suas causas e como gerenciá-las. Similarmente, embora alguns estudos tenham apontado o

apoio da alta direção como fundamental para a IPE (Crute et al., 2003; Boyle et al., 2011), ainda é limitado o conhecimento sobre o que faz com que alguns gestores sejam amplamente favoráveis à IPE, enquanto outros sejam resistentes, nem como o apoio ou sua falta se manifesta e pode ser mensurado. A compreensão das razões por trás do apoio gerencial poderia ajudar as empresas a gerenciarem melhor os seus processos de IPE.

Neste artigo, as barreiras, fatores chave de sucesso ou dificuldades encontradas na IPE foram reinterpretadas como riscos à IPE. Um risco é qualquer evento ou condição de incerteza que pode influenciar negativamente nos objetivos de um projeto (Mikkelsen, 1990; Boehm, 1991). A Gestão de Riscos (GR) procura compreender e controlar os riscos que podem afetar um projeto com vistas a aumentar as chances de resultados positivos (Ritchie e Brindley, 2007).

A GR fornece uma robusta base de conceitos e ferramentas que pode ser usada para a identificação e controle dos riscos presentes na IPE. Além disso, a GR permite entender as características de contexto que influenciam nos riscos (Aloini et al., 2012). O contexto é representado pelas oportunidades e restrições situacionais que afetam o comportamento organizacional, assim como as relações funcionais entre as variáveis (Johns, 2006).

Na IPE, muitos autores defendem que o contexto pode influenciar no processo, entretanto, há pouca concordância acerca de quais seriam tais características que facilitam ou dificultam a IPE. A GR também encoraja que sejam tomadas ações para gerenciar os riscos sob a lógica do PDCA. Tais ações poderiam contribuir para gerenciar as características do contexto, aumentando as chances de sucesso da IPE nas empresas. De fato, a GR tem potencial de auxiliar na IPE, pois ela vem sendo usada há décadas para melhorar os resultados de projetos complexos, como, por exemplo, a implantação de sistemas de Enterprise Resource Planning (Boehm, 1991; Aloini et al., 2012) e gestão da cadeia de suprimentos (Ritchie e Brindley, 2007).

Em particular, a questão de pesquisa tratada neste artigo pode ser enunciada do seguinte modo: como pode ser feita a descrição do contexto e a análise dos riscos na IPE? Essa questão é investigada empiricamente em um estudo de caso em uma fábrica localizada no estado de Ohio, nos EUA, que pertence a uma empresa global fabricante de componentes hidráulicos.

5.2 Método de pesquisa

5.2.1 Visão geral

O estudo de caso foi realizado em quatro etapas, sendo elas: a) definição da unidade de análise; b) coleta de dados sobre os riscos e o contexto; c) análise dos riscos; e d) a reunião de *feedback*. A empresa foi escolhida pelos seguintes motivos: a) adoção da PE como estratégia corporativa há mais de uma década, o que demonstrava um potencial de manifestação dos riscos ao processo IPE, b) a equipe de pesquisa teve acesso incomum aos dados necessários para a realização do estudo, porque a empresa era membro de um grupo de empresas que tem mantido uma colaboração duradoura com uma das instituições dos autores. A oportunidade de acesso à pesquisa incomum é um dos critérios sugeridos por Yin (2003) para a escolha de uma empresa para o estudo de caso.

A estratégia de pesquisa baseada em caso foi escolhida pela capacidade de gerar conhecimento em processos sociais complexos (Eisenhardt e Graebner, 2007), como a IPE. A investigação baseada em caso é amplamente usada para a construção e refinamento de teoria na área de gestão de operações (Voss et al., 2002), o que aponta para a adequação desta estratégia para este artigo.

5.2.2 Definição da unidade de análise

A abordagem de Sistemas Sociotécnicos (STS) foi usada para definir a unidade de análise e explorar as características do contexto. Essa abordagem permite melhorar a compreensão dos resultados de modificações em unidades de trabalho ou empresas (Clegg, 2000), facilitando a compreensão de como os fatores humanos, sociais e organizacionais interagem (Baxter e Sommerville, 2011).

Os quatro subsistemas do STS são: a) Subsistema social: representado fisicamente pelos indivíduos, mas sensível à cultura das organizações, normas, comunicação, relações sociais e comportamentais (Harvey e Brown, 1992); b) Subsistema técnico: constituído dos equipamentos e tecnologias usados para transformar recursos (matérias-primas, tempo, energia, e etc.) em produtos ou serviços (Cummins, 1978); c) Subsistema ambiente externo: apresenta limites que dependem da definição da unidade do STS analisado (Ropohl, 1999), mas que tipicamente inclui o ambiente político, cultural, econômico, social e legal da região em que a empresa está instalada; d) Subsistema de projeto da organização do trabalho: inclui as práticas organizacionais que regulam as relações entre os demais subsistemas, como, por exemplo, os procedimentos, as práticas de liderança, a forma como as tarefas são executadas (Hendrick e Kleiner, 2001; Baxter e Sommerville, 2011).

No conceito de "sistemas abertos" usado na perspectiva dos STS, todo o sistema delimitado faz também parte de outro sistema maior, pois os limites dependem da perspectiva (Mumford, 2006). Desta forma, os limites de um sistema devem ser previamente desenhados por razões práticas que dependem do problema específico e propósito da pesquisa (Kroes et al., 2006). Essa delimitação é subjetiva, e cabe ao pesquisador definir um sistema que corresponda aos objetivos da investigação (Checkland, 1999). Os limites devem incluir tudo o que é estritamente necessário para a realização das funções pretendidas pelo sistema, ao invés das fronteiras geográficas (Kroes et al., 2006). A função se refere às atividades, ou conjunto de atividades, que são necessários para produzir um determinado resultado. Uma função descreve o que as pessoas, individualmente ou coletivamente, têm de fazer a fim de alcançar um objetivo específico (Hollnagel, 2012).

A unidade de análise escolhida foi o sistema de manufatura de uma planta de uma empresa que produz sistemas e tecnologias de movimentação e controle. Deste modo, é de particular interesse para esse estudo, as funções típicas de um sistema de manufatura, tais como transformar, transportar, armazenar e inspecionar a qualidade de produtos finais e produtos intermediários. A planta foi escolhida em uma reunião com o diretor corporativo de lean da empresa onde o protocolo de pesquisa (segundo o modelo de Yin, 2003) foi apresentado. O principal motivo da escolha da planta foi à larga experiência em lean, em comparação a outras plantas da empresa.

5.2.3 Coleta de dados sobre os riscos e o contexto

Os dados foram coletados em oito dias de visitas à planta com base em múltiplas fontes de evidências. Todas as visitas ocorreram em agosto de 2012. Nas duas primeiras visitas, a coleta de dados teve ênfase na descrição do STS. As entrevistas com o gerente de lean da planta (GLP), também contribuíram para o entendimento da história da IPE. A Tabela 5.1 apresenta as respectivas fontes, duração de entrevistas e observações, bem como as formas utilizadas.

Quatro formulários foram usados nesta fase, sendo eles: (a) Formulário A, com cerca de 30 questões sobre informações do entrevistado e evolução histórica da IPE; (b) Formulário B, com questões sobre as características do contexto nos quatro subsistemas do STS e tem cerca de 60 questões fechadas e abertas nos tópicos de dados gerais da planta, clientes e fornecedores, recursos humanos, manutenção de equipamentos, engenharia e qualidade; (d) Formulário C, que apresenta uma questão fechada e uma aberta para cada um dos riscos a IPE de Marodin e Saurin (2013).

Tabela 5.1: Procedimentos e fontes de evidência da coleta de dados

Etapas	Duração	Fontes de evidência	Formulário
Análise de contexto	5 horas	Entrevista com o GLP	A, B, C e D
	1 hora	Entrevistas com o supervisor de vendas e de engenheiro de produto	C
	-	Documentos - Site da empresa na internet e relatórios	C
Avaliação de risco	1,5 a 2 horas cada	Entrevistas com GLP, gerente de produção, dois gerentes de fluxo de valor (GFV), especialista lean, engenheiro de manufatura e operador	A e D
	1 hora	Observação - participou de duas reuniões semanais com os membros de um dos fluxos de valor	A
	4 horas	Observação - visita a planta	B
	-	Documentos - materiais de treinamento	B
	-	Documentos - todos os relatórios e apresentações de eventos kaizen feitos na planta de 2001 a 2012 (cerca de 6 Gigabytes de documentos)	A

Na questão fechada do Formulário C, o entrevistado indica o grau de impacto de cada risco na IPE em uma escala *Likert* de 5 pontos (1 – muito baixo, 2 – baixo, 3 – médio, 4 – alto e 5 – muito alto). Tal lista de riscos foi utilizada, pois foi a única encontrada na literatura explicitamente voltada a riscos na IPE. Em seguida, se questionou ao entrevistado os motivos que levaram a sua resposta, na questão aberta. Os formulários apresentam questões fechadas e abertas para garantir a cobertura de tópicos chave e permitir que o entrevistador explore áreas que apareçam durante o curso das entrevistas, conforme sugerido por McCutcheon e Meredith (1993).

A principal fonte de evidência para a avaliação dos riscos foi às entrevistas, pois a maioria dos riscos não pode ser diretamente observada. As entrevistas foram gravadas e transcritas. As demais fontes de evidências, observações e documentos, serviram para a descrição do contexto e para triangulação de dados. Em relação aos documentos, os pesquisadores tiveram todo o acesso a um grande número de materiais associados à IPE, como todos os relatórios, apresentações e fotos dos eventos *kaizen* feitos de 2001 a 2012. A participação nas reuniões e visitas a fábrica auxiliaram os pesquisadores a entender como as práticas *lean* eram usadas na fábrica, como os problemas eram discutidos entre os funcionários e como as melhorias eram resolvidas e monitoradas.

5.2.4 Análise de riscos

O objetivo da análise de riscos foi priorizar os riscos de acordo com o impacto de cada um estava na IPE. Tal análise foi feita a partir da média das respostas dos entrevistados (GLP,

gerente de produção, dois GFVs, especialista lean, engenheiro de manufatura e operador) sobre o impacto de cada um dos riscos (Formulário D). Em seguida, os riscos foram categorizados em três níveis, sendo eles, alto, médio e baixo impacto. As diferenças entre as respostas dos entrevistados foram evidenciadas e discutidas nesta etapa.

5.2.5 Reunião de *feedback*

Uma reunião com a equipe gerencial da planta e o diretor corporativo de lean da empresa foi usada para discutir e aprimorar os resultados da pesquisa. A reunião teve quatro momentos diferentes e foi coordenada por um dos pesquisadores.

A reunião iniciou com uma breve apresentação da jornada lean da planta. Este primeiro momento permitiu verificar o entendimento dos fatos mais importantes que ocorreram na IPE na planta. O segundo momento foi à apresentação da análise de risco, onde era solicitado aos participantes que sugerissem os prováveis motivos que estariam para aumentando e diminuindo o impacto de cada risco. Depois de ouvir a opinião dos participantes, o pesquisador apresentava a sua interpretação dos motivos. A maioria dos motivos que os participantes sugeriram foi os mesmo identificados pelo pesquisador e, assim, tornando o consenso relativamente simples. O terceiro momento da reunião foi à apresentação das oportunidades de melhoria sugeridas pelo pesquisador. A reunião durou cerca de quatro horas e foi gravada e transcrita.

Uma semana após a reunião de *feedback*, a equipe gerencial da planta teve uma reunião para definir quais ações seriam tomadas para tratar e controlar os riscos. Apesar de nenhum dos pesquisadores estarem presente na reunião, os resultados foram passados por e-mail pela GLP. Durante um período de seis meses após a reunião de *feedback*, os pesquisadores receberam três e-mails com comentários sobre o status IPE pela GLP.

5.3 Resultados

5.3.1 Análise do contexto

5.3.1.1 Características da planta e da empresa

A empresa tinha cerca de duzentas plantas em quarenta e oito países, com uma receita de US\$ 13 bilhões em 2012. Ela produzia sistemas e tecnologias de movimentação e controle para uma ampla variedade de setores, como veículos pesados, industriais e aeroespaciais. A

planta de Válvulas iniciou as suas operações em 1983 e era localizada no estado de Ohio nos Estados Unidos. Esta era uma das três plantas da divisão de Válvulas Hidráulicas.

5.3.1.2 Subsistema ambiente externo

A planta está localizada na periferia de uma das maiores cidades do estado de Ohio, que abrange cerca de dois milhões de pessoas em sua região metropolitana. A cidade também abriga a sede corporativa da empresa. A região é bastante industrializada e conhecida como um polo de autopeças no país. Vale salientar que em Outubro de 2012, período no qual foi realizada a coleta de dados, os EUA estavam enfrentando uma crise que resultava em alto desemprego, baixa confiança dos consumidores, escalada da dívida federal, inflação e aumento do preço dos alimentos e do petróleo (Pethokoukis, 2012). Apesar desta alta no desemprego, a mão-de-obra qualificada estava escassa. O que havia em abundância era mão-de-obra pouco qualificada. Por exemplo, naquele momento, a planta tinha dificuldades de encontrar no mercado pessoas qualificadas para vários cargos operacionais, de escritório e gerenciais.

A planta era fornecedora de cerca de cem distribuidores, localizados em várias regiões do país. Apesar de alguns destes clientes serem grandes empresas, não havia uma concentração de volume de venda. A soma do volume de vendas para os dez maiores clientes não chegava a 7% do total do faturamento da planta. A maioria dos clientes estava interligada por software integrado e o tempo de entrega médio era de três semanas. A planta mantinha poucos itens em estoque de produtos acabados, cerca de apenas 5% do volume total de pedidos. Os outros 95% do volume era produzido sob encomenda.

A planta também abrigava os setores administrativos de vendas, cadeia de suprimentos, engenharia de produto, administrativo, contabilidade e recursos humanos. Tais setores representavam cerca de 50 funcionários.

5.3.1.3 Subsistema técnico

A planta produz válvulas hidráulicas e cada produto tem, em média, 20 a 30 componentes, entre peças metálicas, plásticas, vedações e elastômeros. Em média, eram produzidos cerca de 350 tipos diferentes de válvulas por mês. Os produtos passavam pelos processos de usinagem, furadeiras, brasagem, moagem, acabamento, CNCs, montagens e testes, além de alguns processos externos de tratamento térmico. O uso de um arranjo físico

por processo fazia com que existisse uma grande variedade de sequências de produção, o que agregava complexidade à gestão das operações e gerava desperdícios. Todo o ano era incorporado oito a dez novos modelos em média, além de vinte a trinta modificações nos modelos existentes.

As exigências de qualidade eram bastante rígidas para os produtos desta planta, pois eles seriam usados na indústria de alta periculosidade (ex. petróleo e aeroespacial), nas quais pequenos erros e defeitos podem ter consequências de grande impacto. Desta forma, a maior parte das tarefas havia baixa tolerância a erros, pois mínimas diferenças de dimensões poderiam afetar itens como as vedações.

O trabalho exigia uso intensivo de mão-de-obra, sendo que as máquinas mais complexas eram alguns poucos tornos, CNCs e furadeiras automáticas. A manutenção destes equipamentos não era simples, pois algumas máquinas eram antigas, como as furadeiras automáticas e não era fácil conseguir peças de reposição, bem como funcionários com o conhecimento técnico necessário para fazer as manutenções. A eficiência dos equipamentos era baixa, em torno de 65%. As paradas ocorriam principalmente por manutenção corretiva e setup nos equipamentos, sendo que esses demoravam até quatro horas nas máquinas de usinagem.

5.3.1.4 Subsistema social

A planta possuía cerca de 200 empregados e a idade média dos funcionários se situava entre 45 e 50 anos. A maioria tinha uma larga experiência na empresa, entre 25 e 30 anos, período que coincide com o início das operações da planta. Na fábrica, havia predominância de homens, principalmente nos processos de usinagem. Entre os operadores, cerca da metade havia concluído a High School e a outra metade tinha cursado apenas o ensino primário. Os operadores da planta estiveram vinculados a um sindicato até o início dos anos 90, sendo que desde então não existe vínculo dessa natureza. A predominância era de operadores de origem americana moradores da região.

Os operadores dos equipamentos de usinagem requeriam um treinamento mais extenso devido à complexidade das máquinas. Já os operadores das montagens não necessitavam de um longo período de treinamento.

5.3.1.5 Subsistema organização do trabalho

A fábrica operava em dois turnos de oito horas, com vinte minutos de intervalo para o almoço. Na estrutura organizacional, o gerente de produção era o gerente de produção da planta. Ele tinha três GFVs abaixo dele, cada um responsável por determinadas famílias de produtos. Os GFVs eram responsáveis por gerenciar todos os processos pelos quais passavam algumas famílias de produtos, ou seja, do primeiro ao último processo de cada família de produtos, não importando a natureza do processo. Os operadores, os engenheiros de manufatura, os compradores/planejadores de materiais eram subordinados aos GFVs. Os engenheiros de manufatura e os compradores/planejadores também exerciam uma função adicional, denominada “*coaching*”. Esses funcionários, além das atribuições associadas a sua função principal (por exemplo, comprar materiais), tinham o papel de gerenciar os problemas do dia-a-dia de um grupo de operadores, tais como programar a escala de férias, gerenciar a falta de operadores e ajustar a programação de produção.

Os principais indicadores adotados para avaliar o desempenho do sistema de manufatura eram associados à qualidade, custo, entrega no prazo, segurança e estoque. Havia dispositivos visuais, em locais de grande visibilidade, apresentando os resultados atualizados daqueles indicadores. Os bônus por desempenho eram atribuídos com base em avaliações individuais, havendo critérios diferentes para operadores e para os demais funcionários. Os operadores eram avaliados por meio de seis indicadores, e o bônus era em média de 9% do salário anual. Para os demais funcionários, a avaliação era por meio de dez ou mais indicadores e o bônus chegava a 18% do salário anual. Alguns indicadores eram iguais para ambos, como, por exemplo, o indicador de atendimento no prazo e o de produtividade, ambos para a planta toda.

A maioria das tarefas realizadas pelos operadores tinha procedimentos padronizados, mas não a sua totalidade. A planta mantinha uma certificação com base na norma ISO 9001, e não havia nenhum programa formal de sugestões de melhorias. Contudo, alguns operadores seniors participavam nas reuniões semanais com os GFVs para acompanhamento dos indicadores e das ações de melhorias.

5.3.1.6 Jornada de IPE

A IPE iniciou formalmente nesta planta em 2001, incentivada por uma vice-presidente corporativa com prévia experiência no setor automotivo e em lean. Um funcionário da planta foi designado como responsável pela IPE, em um cargo chamado de GLP. Esse funcionário ficou no cargo até 2003 e, durante este período, a principal manifestação visível da IPE foi à

realização de seis eventos *kaizens*. Em tais eventos, que duravam de três a cinco dias, o GLP coordenava um grupo formado por operadores e pessoas de áreas de apoio (ex. planejamento, manutenção, qualidade e engenharia). Nesta época, o escritório corporativo da empresa desenvolveu materiais para o treinamento dos funcionários em princípios e práticas da PE.

Ainda em 2003, a GLP também assumiu as responsabilidades de gerente de qualidade e esteve altamente envolvida em atuar em problemas de qualidade com os clientes. Ao final de 2003, o GLP foi promovido e outra pessoa assumiu esta função. Esta pessoa se manteve no cargo até o período no qual a pesquisa foi feita e foi o principal contato do pesquisador na empresa (ex. facilitando o acesso a documentos e pessoas, além de ter sido entrevistada). De 2003 a 2004, diversos eventos *kaizen* foram organizados para implantação de algumas práticas lean na fábrica e no escritório, como, por exemplo, trabalho padronizado, 5S e método de solução de problemas.

De 2005 a 2008, a planta teve apoio do consultor A e passou a usar o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) para analisar o estado atual e planejar as melhorias. Neste período, foram feitos quatorze eventos kaizen em temas como 5S, gestão visual por fluxo de valor (com indicadores de desempenho, atividades de melhoria, mapas de estados atuais e futuros), diminuição da variedade de produtos, produção puxada em alguns processos, colocação de estoque de produtos intermediários próximo ao ponto de uso e dedicação de pessoas para o abastecimento dos materiais nos pontos de uso para algumas partes da fábrica.

Em 2008, um novo gerente de produção assumiu a planta e determinou que a GLP se dedicasse 100% à IPE, deixando, deste modo, de ser responsável pela gerência da qualidade. Este gerente de produção também assumiu um papel mais participativo e presente em guiar a IPE na planta e contou com o auxílio do gerente lean da divisão de Válvulas Hidráulicas, um funcionário que prestava apoio a várias plantas da empresa. Os dois elaboravam, sem a colaboração de outros funcionários, os MFV da planta e passavam uma lista de atividades de melhoria para três equipes de trabalho, compostas pelos GFVs, o GLP, os engenheiros de manufatura e os planejadores de produção e compradores de materiais. Entre 2008 e 2010, as seguintes práticas *lean* foram implantadas: supermercado para todos os produtos intermediários em apenas um local da planta, ampliação do uso de abastecedores de materiais para o restante da planta, 5S, quadros de acompanhamento de produção hora a hora, SMED e células de montagem. Neste período, outro consultor (consultor B), começou a ajudar na IPE em outra planta da mesma divisão de Válvulas Hidráulicas.

A partir de 2011, novamente outra pessoa assumiu o cargo de gerente de produção. A partir desta mudança, o consultor B passou a fazer visitas mensais à fábrica. Uma visita típica

do consultor B transcorria da seguinte forma: a) ele fazia uma visita à fábrica e apontava algumas necessidades de melhorias para a GLP; b) as três equipes de trabalho apresentavam o que havia sido realizado, as dificuldades que tiveram e propunham ações para o próximo mês; c) o consultor B oferecia o seu parecer sobre os próximos passos; e d) a GLP consolidava no dia seguinte as ações sugeridas em um plano de tarefas a serem executadas até a próxima visita do consultor B. Havia uma diretriz corporativa que padronizava a apresentação visual dos dados de cada fluxo de valor. Tais quadros mostravam o MFV atual e futuro, as atividades de melhoria planejadas e os indicadores de desempenho principais (segurança, qualidade, serviço ao cliente, produtividades e estoque). Os GFV eram responsáveis pela execução das atividades de melhoria para alcançar os estados futuros. Dentre as práticas *lean* implantadas durante este período, se destacam as rotas de abastecimento de materiais nos pontos de uso, o indicador de OEE, o supermercado de produtos intermediários puxado por *kanban*, o nivelamento da produção das usinagens, as auditorias (*Kamishibay*) e uma célula de montagem em fluxo contínuo. Vale salientar que algumas práticas tinham sido implantadas anteriormente em algumas poucas áreas da fábrica até 2011 e a partir deste ano expandiu para outras áreas.

Vale notar que as mudanças no modo em que a IPE era conduzida ao longo do tempo não foram antecipadas em um plano de longo prazo. De fato, as mudanças decorriam de ajustes percebidos como necessários pelo gerente de produção que assumiram a gerência da planta durante o período. Desde 2001, havia uma diretriz corporativa que incentivava a IPE, entretanto, as plantas tinham certa autonomia para definir como gerenciar o processo.

5.3.2 Análise dos riscos

Esta etapa permitiu que os riscos fossem priorizados em três grupos, conforme o seu impacto na IPE (Tabela 5.2). Os riscos R6 e R7 foram unificados por dois motivos. Primeiro, os respondentes tiveram dúvidas em discernir entre a alta e a média gerência. De fato, os vários níveis hierárquicos entre os respondentes, de operador a um gerente de produção. Por exemplo, o gerente de produção enxergava como alta gerência o gerente da planta, que era o cargo acima do seu. Para o operador e o engenheiro de manufatura, a alta gerência era o próprio gerente de produção, pois eles não tinham contato com o gerente da planta. Além disto, as respostas para as duas questões foram muito similares, o que levou a uma união destes dois riscos para os efeitos da análise.

Tabela 5.2: Análise dos riscos a IPE na planta

Riscos	Valor médio	Desvio Padrão	Impacto
R3: Falta de recursos humanos ou financeiros para as atividades de melhoria	2,9	1,4	Alto
R11: Os operadores não se sentem responsáveis em usarem as práticas de lean e em solucionarem problemas	2,9	1,3	Alto
R9: Falta de apoio para os operadores usarem as práticas lean e participarem ativamente da solução de problemas	2,7	0,8	Alto
R13: Não sustentar as melhorias e práticas lean a médio e longo prazo	2,7	0,6	Alto
R8: Falta de apoio do nível operacional	2,6	1,0	Alto
R14: Dificuldade de manter o ritmo de implantação das práticas lean e de solucionar os problemas nas causas raízes	2,6	1,5	Alto
R2: As áreas de apoio a produção (engenharia, manutenção, logística, qualidade, PCP e RH) têm pouco conhecimento prático de lean	2,4	1,5	Médio
R1: As pessoas parecem estar pouco motivadas depois de alguns anos do início das atividades de melhorias	2,1	1,3	Médio
R4: Falta de clareza na comunicação sobre o andamento das atividades de melhoria ou esta não alcança todas as pessoas da empresa	2,1	1,1	Médio
R12: Pouco conhecimento e experiência prática sobre lean por parte da gerência	2	1,4	Médio
R5: Dificuldade de enxergar o retorno (benefícios) das ações de melhoria	1,8	1,1	Baixo
R6 / R7: Falta de apoio e participação da alta administração e média gerência	1,8	1,4	Baixo
R10: As pessoas temem que a mão-de-obra liberada pelas atividades de melhoria seja demitida	1,3	0,8	Baixo

A terceira coluna ilustra o desvio padrão encontrado nas respostas dos sete entrevistados. De fato, houve diferenças substanciais na percepção do impacto dos riscos por parte das pessoas de diferentes níveis hierárquicos e responsabilidades. Por exemplo, a percepção de um dos GFVs acerca do R3 (falta de recursos humanos ou financeiros para as atividades de melhoria) foi de um alto impacto na IPE, tendo este afirmado que: *“Se a gente quer algo financeiramente a gente consegue, o problema é a questão humana, falta de pessoas (para realizar as melhorias) nós trazemos linhas de produtos de outras plantas e não acrescentamos pessoas (...) não sobra tempo para fazer as melhorias”*. No caso do operador, para o mesmo R3, o impacto era muito baixo, o que ele justificou afirmando que: *“Os recursos estão aqui, nós temos todos os recursos que precisamos”*. No caso de R3, o operador não implantava as melhorias e ainda percebia que existiam diversas pessoas responsáveis por isto (engenheiros de manufatura, GLP, especialista em lean, GFVs). Para ele, esta estrutura estava garantindo que melhorias estivessem sendo implantadas na fábrica. Já o GFV gerenciava o dia-a-dia da fábrica e ainda era responsável por garantir o andamento das ações de melhoria em sua área. O gerente de produção cobrava o atendimento aos indicadores e aos planos de ação semanalmente e ainda havia os planos de ação das visitas do consultor B. Tais aspectos faziam com que o GFV percebesse que faltavam recursos humanos para colocar em prática todas as melhorias planejadas, sob sua responsabilidade.

Em contrapartida, os entrevistados convergiram na percepção acerca de alguns riscos, como o R13 (não sustentar as melhorias e práticas *lean* a médio e longo prazo). Tanto um dos GFVs quanto o operador perceberam um impacto médio deste risco. O operador afirmou: *“Isto é uma das minhas grandes coisas, (nós) colocamos algumas coisas aqui e deixamos de lado. A gente não volta lá e garante que está funcionando corretamente ou faz algum tipo de ajuste que precisa ser feito”*. A afirmação do GFV se mostra coerente com a do operador quando este diz: *“Se você não fica de olho, você perde (a prática). Esta é uma das partes mais difíceis, sustentar o que fazemos (...) nós colocamos algo em funcionamento e nos distanciamos daquilo. Dois meses depois, aquilo não está funcionando como deveria, porque a gente não auditou”*. No caso do R13, tanto os operadores quanto os gestores tinham pleno conhecimento de que existia uma deficiência em manter as práticas *lean* e soluções em funcionamento.

5.3.3 Descrição da presença dos riscos no caso

5.3.3.1 Pouco conhecimento e experiência prática suficiente sobre *lean* por parte da gerência – R12

O R12 foi classificado como de médio impacto. Apesar de tal classificação, foi possível observar um forte impacto deste risco na IPE. De fato, a equipe gerencial era o grupo que detinha o maior conhecimento sobre *lean* na planta e, quando questionada, se tornou difícil reconhecer a existência de tal limitação. Três evidências ilustram a presença deste risco. A primeira, no trecho da entrevista com um engenheiro de manufatura:

*“Nós vamos às reuniões (com o consultor B) e o gerente *lean* da divisão (de válvulas hidráulicas) tem tantas perguntas quanto eu. Nós criamos todos estes cargos em *lean* e ainda precisamos de um consultor. Isto faz sentido para você?”*

A segunda evidência partiu da análise dos MFV feitos nos últimos cinco anos, pois estes apresentavam diversos problemas técnicos, tais como: a) o que a equipe gerencial definia como uma família de produtos envolvia, segundo Rother e Shook (1999), 3 a 4 famílias diferentes, fazendo com que alguns mapas tivessem muitos fluxos diferentes e se tornassem confusos; b) em outros mapas, ocorria o problema oposto, pois foram construídos usando apenas um modelo de uma família de produtos e não todos os modelos de uma família de produtos, o que implica em ter estudos concentrados em certas partes apenas e impossibilitava o cálculo do takt time e a comparação com o tempo de ciclo; e c) os mapas

dos estados futuros eram quase idênticos aos mapas dos estados atuais, sem mudanças significativas no tempo de produção total de um mapa para outro. Apesar do tempo de produção (*lead-time*) ser um dos indicadores principais da empresa, não estava incluído ações nos MFV's que trariam benefícios neste indicador. A entrevista com a GLP corrobora com as análises feitas nos mapas:

“Se a gente usa os mapas, nós encontramos um grande lote em apenas um local, porque a linha está vazia por estarmos tentando ter um estoque baixo. Então, algumas vezes os mapas não tem significado, porque fica (nos estoques do fluxo de valor) nada, nada, nada e achei, está tudo aqui (...) É confuso. Você pega um produto de alto volume e mapeia (...) Eu gostaria que alguém me dissesse qual é a resposta certa”.

A terceira evidência da presença de R12 foi observada em uma das reuniões da equipe de um fluxo de valor. Na ocasião, o estoque havia aumentado em função da implantação de um supermercado de produtos intermediários e o comprador/planejador de materiais comentou que isto seria prejudicial para o indicador de estoque do mês. Os membros da equipe gerencial não souberam contra-argumentar e disseram apenas que o consultor B havia previsto que os estoques poderiam aumentar. No entanto, houve um silêncio e depois o grupo concordou que a produção puxada por meio de supermercados não estava reduzindo o estoque conforme o esperado, e que eles conseguiam manter estoques menores com o método antigo de produção empurrada. Como subterfúgio para alcançar a meta de inventário do mês, eles decidiram parar a produção e não respeitar o sistema puxado nos últimos três dias do mês. Esta situação foi discutida na reunião de *feedback*, na qual os pesquisadores sugeriram que aquele momento poderia ter sido usado pela equipe gerencial para explicar ao grupo que um supermercado pode aumentar o estoque em um primeiro momento, quando: a) o estoque está abaixo do necessário, o supermercado aumenta o nível do estoque para garantir a entrega; b) logo que se implanta um supermercado, o sistema puxado sugere a produção dos itens de alta frequência de consumo e aqueles de baixa frequência de consumo geralmente estão acima do estoque máximo, geralmente demorando a chegar ao nível planejado; c) os tempos de setup e de indisponibilidade dos processos que fornecem para o supermercado podem estar muito altos, fazendo com que o número de setups planejado no sistema puxado seja menor e os lotes muito maiores que na produção empurrada. Entretanto, o sistema puxado aumenta a necessidade de realizar melhorias (ex. redução no tempo de troca das ferramentas,

manutenção autônoma e preventiva) para que, com o tempo, os lotes sejam reduzidos e o estoque de produtos no supermercado seja gradativamente menor.

Em parte, o impacto do R12 decorria da falta de um suporte corporativo eficaz em termos de treinamento da equipe gerencial. Por exemplo, a GLP recebeu apenas um dia de treinamento teórico em sala de aula antes de assumir o cargo e, por iniciativa própria, assistiu a outro treinamento de dois dias, quatro anos depois. A matriz corporativa da empresa se limitou a fornecer para todas as plant as da empresa no mundo um material didático padrão com apresentações sobre várias práticas *lean*. Entretanto, não foi feito nenhum treinamento adicional para o GLP e a material continha poucos exemplos práticos.

5.3.3.2 Falta de apoio para os operadores usarem as práticas lean ou participarem ativamente da solução de problemas – R9

O fato de que o R9 teve um alto impacto na IPE não significava que os gestores não disponibilizavam de tempo para ajudar os operadores a usar as práticas *lean*, mas que este auxílio não estava sendo eficaz. Por exemplo, a equipe gerencial se envolveu diretamente durante muito tempo em ações no chão-de-fábrica para definir e organizar o local onde seria o supermercado central de produtos intermediários. Em outras práticas, a participação da equipe gerencial não se deu na mesma intensidade. No caso dos quadros de acompanhamento de produção, por exemplo, o treinamento foi dado aos *coaches* e não aos operadores que iriam preencher o quadro. Após o treinamento, persistiam muitas dúvidas sobre o funcionamento dos quadros, segundo o próprio relato de um dos *coaches*:

“A gente estava olhando ao redor e pensando: o que era isto? O que eu deveria fazer? Eu não sei se eles (equipe gerencial) pensavam que eu deveria fazer o treinamento ou quem deveria fazer, mas ele não foi feito naquela época e ainda não foi feito”.

O treinamento sobre os cartões *kanban* também foi deficiente e o fato destes serem movimentados por várias pessoas em diferentes locais da fábrica prejudicou ainda mais o seu funcionamento correto. A falta de material nos supermercados era frequente e não havia informação precisa sobre os motivos, como destacou a GLP: *“o supermercado intermediário que eu acabei de passar está vazio. Por que está vazio? Deveria estar cheio”.*

5.3.3.3 Os operadores não se sentem responsáveis em usarem as práticas de lean e em solucionarem problemas – R11

Este risco foi considerado como de alto impacto na IPE. Dentre os motivos pelos quais os operadores não se sentiam responsáveis pela implantação e uso das práticas *lean* estava o modo com que eles eram envolvidos na IPE. O consultor B e a equipe gerencial costumavam desenvolver as soluções e apresentá-las aos operadores das usinagens e *coaches* com o intuito de verificar a opinião destas pessoas sobre a proposta. A equipe gerencial considerava que estava envolvendo os operadores de forma adequada. Entretanto, os operadores e *coaches* não estavam participando da construção das soluções, ou seja, analisando os problemas e dando sugestões de modo a alcançar o consenso. Nos eventos *kaizen* realizados em anos anteriores, os operadores e *coaches* decidiam em conjunto como seriam feitas as melhorias, mas, recentemente, a planta não estava mais fazendo este tipo de evento. A partir de 2009, a planta não fez mais nenhum evento *kaizen* na fábrica. O diretor corporativo de *lean* assumiu parte da culpa por este fato durante a reunião de *feedback*, pois o corporativo começou, nesta época, a incentivar que o gerente de produção participasse mais ativamente da IPE e que usassem os MFV's. Apesar desta diretriz não ter expressado claramente que não se deveria se usar mais eventos *kaizens*, várias plantas, inclusive esta, entenderam que o evento *kaizen* não era mais necessário. Na prática, o resultado foi que os operadores e *coaches* não se sentiam à vontade para usar algumas das práticas *lean* implantadas, pela falta de participação direta e decisiva no processo de desenvolvimento da solução. Sobre a implantação de um supermercado de produtos intermediários, o operador afirmou:

“Eles (a equipe gerencial) não quiseram saber nada sobre o que eu pensava e o supermercado não funcionou direito por um ano. Eu disse há um ano (sobre o problema) e eles responderam que iriam fazer o supermercado funcionar daquele modo mesmo. De uma hora para outra eles perguntaram o que eu pensava sobre o assunto, um ano depois. Os lotes estavam muito grandes, eu sabia disto e avisei”.

Os *coaches*, que seriam a primeira linha gerencial acima dos operadores, demonstraram uma limitada participação na IPE. Por exemplo, o engenheiro de manufatura entrevistado não havia participado ativamente da elaboração de nenhum MFV, bem como não sabia como seria o estado futuro do seu setor. Os *coaches* se dedicavam a gerenciar os operadores em tempo parcial, pois todos mantinham atividades de escritório. Além disto, não

eram claras as responsabilidades do *coach*, o que dificultava os mesmos a apoiarem os operadores a usarem as práticas lean e solucionarem problemas. Segundo um dos *coaches* entrevistado:

“Os GFVs são os únicos que tem autoridade suficiente para dizer às pessoas o que elas devem fazer. Elas (as pessoas) sabem que se não fizerem, serão disciplinadas por isto. Se os GFVs disserem, a coisa acontece, se outra pessoa disser, não vai acontecer, pelo menos para algumas pessoas”.

5.3.3.4 Falta de recursos humanos ou financeiros – R3

O R3 foi considerado de alto impacto, principalmente pela equipe gerencial. O fato de que a planta reduziu o quadro de funcionários em virtude da crise econômica americana há quatro anos contribuiu para a presença deste risco. Os volumes de produção baixaram em torno de 20% a 30% em 2008 e 2009, mas voltaram a crescer em 2011 e 2012 e estavam atingindo patamares anteriores à crise. Entretanto, o número de funcionários, especialmente administrativos, não voltou à quantidade original. Por exemplo, a GLP estava assumindo durante o período da pesquisa as funções de um GFV. De fato, os GFVs costumavam trabalhar em jornadas de dez horas por dia e algumas vezes nos finais de semana. Porém, para auxiliar a GLP na IPE, uma pessoa foi contratada para o cargo denominado especialista lean, que não existia anteriormente ou em outras plantas da empresa.

O grande número de ações de melhoria planejadas, mas não implantadas pode ter influenciado a percepção dos gestores sobre a falta de recursos. As ações de melhoria eram geradas de três formas diferentes: a) das visitas do consultor B; b) dos MFV; e c) o gerente de produção solicitava um A3 de solução de problemas quando a meta de algum indicador de desempenho, associada ao quadro de indicadores dos GFVs, não fosse atingida. Entretanto, a equipe gerencial dava preferência para a lista de ações gerada pela visita mensal do consultor B, pois este retornaria novamente no próximo mês para cobrar a execução das ações. Já as ações provenientes dos MFV's e dos A3 eram frequentemente adiadas. De fato, várias ações dos MFVs estavam atrasadas no quadro de controle visual e não havia um controle da execução das ações nos A3 em andamento.

5.3.3.5 Falta de apoio do nível operacional – R8

Este risco foi considerado de alto impacto por todos os entrevistados. Um dos exemplos em que o R8 se manifestou foi na colocação dos quadros de acompanhamento de produção. Desde o primeiro momento os operadores não foram a favor da colocação dos quadros. Segundo o engenheiro de manufatura, os quadros deixam visível o resultado do trabalho de cada pessoa e isto foi desconfortável para os operadores em um primeiro momento. A insistência da gerência da época, através de visitas constantes a fábrica e questionando sobre os dados do quadro foram fundamental para que a prática fosse implantada. Entretanto, com a mudança na gerência, os quadros não foram mais tratados como uma prioridade e a prática começava a definhir. Por exemplo, em visitas à fábrica, os pesquisadores perceberam que alguns dos quadros de acompanhamento de produção estavam preenchidos com a produção real de todo o dia, mesmo que ainda fosse o início do dia. Em outros locais, os quadros não descreviam os motivos das paradas na produção. De fato, o engenheiro de manufatura afirmou que os operadores constantemente reclamavam do tempo demandado para o seu preenchimento.

Segundo um dos GFVs, ainda existia cerca de 20% de operadores que não se sentiam confortáveis para dar sua opinião ou ajudar nas atividades de melhoria. Em parte, o grande tempo de serviço na empresa dos operadores e dos *coaches*, com o consequente enraizamento de hábitos opostos à IPE, bem como o fato da estratégia de IPE ter mudado várias vezes nos últimos anos, podem ter contribuído para o alto impacto de R8.

Porém, o método usado para o envolvimento dos operadores na realização das melhorias (item 3.3.3) foi considerado como o maior motivo pelo qual os operadores não apoiavam algumas das práticas da IPE. O depoimento do operador comparando os eventos kaizen com o método usado recentemente para implantar as melhorias corrobora com tal percepção:

“(Nos kaizens) nós estávamos lá desde o princípio. Estávamos do início ao fim e éramos trazidos para decidir, todo o grupo chegava ao consenso de que nós vamos fazer desta forma. A solução estava decidida de uma vez. Isto era muito bem sucedido (...). Agora é frustrante, porque é assim, eles (equipe gerencial) dizem que nós vamos fazer assim e nós (operadores) questionamos e eles dizem: nós vamos fazer desta maneira. Espera um pouco, vamos conversar sobre isto! Nós nos distanciamos do (entendimento de que) o funcionário que faz o trabalho é o que melhor sabe sobre ele, em alguns casos pelo menos”.

5.3.3.6 Falta de sustentação das melhorias (R13) e dificuldade de manter o ritmo da IPE (R14)

O R13 risco foi classificado como de alto impacto e apontado por todos como uma grande dificuldade na IPE. Dentre os motivos para a existência deste risco, se salienta os seguintes: a) havia uma grande quantidade de práticas lean implantadas em toda a fábrica e no escritório, como resultado do relativamente longo (onze anos) que a empresa mantinha esforços de IPE; e b) apesar de ter sido alterada a estrutura organizacional e criado o cargo de GFV conforme sugerido por Rother e Shook (1999), o arranjo físico da fábrica continuava sendo por processo, ou seja, o fluxo de valor pelas quais estas pessoas eram responsáveis estava fisicamente em locais diferentes da planta, o que dificultava o controle e o gerenciamento do uso das práticas lean.

A realização de auditorias do uso das práticas *lean* (*Kamishibay*, no jargão lean) tinha como objetivo a sustentação de algumas melhorias. Após a reunião diária da equipe gerencial, cada um dos gestores pegava um cartão em um quadro e auditava uma área da fábrica. Os cartões continham informações necessárias para auditar práticas como, por exemplo, o *kanban*, o 5S, a rota de abastecimento e outros, e também o local da fábrica que seria auditado. Um trecho da entrevista com a GLP ilustra o reconhecimento dos problemas com as auditorias:

“o líder do processo deveria estar auditando também, entretanto, nós não fazemos muito isto (...) você não consegue sustentar (as práticas) sem consequências (por não cumprir) (...) o supermercado de estoque em processo está vazio agora e não sabemos o porquê”.

Na visão dos operadores do chão-de-fábrica, a IPE estava avançando em um ritmo constante, com várias práticas implantadas nos últimos meses. Entretanto, a percepção da equipe gerencial era de que o R14 (dificuldade de manter o ritmo da IPE) vinha se manifestando fortemente. De fato, a equipe gerencial não conseguia identificar quais ações de melhoria eram mais importantes no momento, devido ao grande número de ações propostas a partir dos três canais que originavam as mesmas, conforme anteriormente mencionado (item 3.3.4). Os planos de ação associados aos MFVs e aos A3 eram frequentemente adiados, pois a prioridade recaía sempre nas tarefas passadas pelo consultor B. De fato, muitas melhorias foram implantadas em um ano de visita do consultor B, como, por exemplo, o supermercado de produtos intermediários e acabados, a célula de fluxo contínuo, as rotas de abastecimento em toda a fábrica, o *Kamishibai* e a sequência padrão nivelada para os processos iniciais (ex. usinagens).

O fato de que o escritório corporativo da empresa era geograficamente próximo da planta também incentivava um ritmo acelerado na IPE. A planta era frequentemente visitada por executivos corporativos e funcionários da empresa de outros países, sendo que a expectativa era a observação de melhores práticas de IPE.

Dois aspectos também afetavam R13 e R14, de maneira simultânea:

a) A estratégia escolhida para a IPE naquele momento. Por exemplo, a IPE não estava sendo feita em uma família de um fluxo de valor, mas cada uma das práticas foi implantada ao mesmo tempo em diversos fluxos de valor em toda a fábrica de uma só vez (ex. rotas de abastecimento, supermercados, SMED, quadros de acompanhamento de produção e etc.). Quando a IPE é feita por fluxo de valor, se define uma família de produtos e se implanta um conjunto de práticas naquela pequena parte da planta. Deste modo, se adquire um entendimento maior sobre as dificuldades e a complexidade da implantação de cada prática, antes de partir para a expansão do uso das práticas lean em todo o restante da planta. O estudo, planejamento, uso e sustentação das práticas se tornam um processo mais rápido, pois é limitado a uma pequena parcela da planta. Os resultados tendem a aparecer quando o conjunto de práticas estiver funcionando em um fluxo de valor de porta a porta e os resultados serão potencializados pela interação entre as práticas lean naquele sistema. A escolha por implantar uma prática lean em toda a planta de uma só vez, como no caso das rotas de abastecimento, fez com que surgissem problemas que poderiam ser evitados caso a equipe gerencial tivesse maior experiência no uso da prática. Por exemplo, se pode constatar que as principais dificuldades que ocorreram no momento em que a rota foi colocada em prática poderiam ser evitadas se a equipe tivesse um melhor planejamento, como definir claramente o papel de cada uma das pessoas no processo. Um trecho da entrevista com a GLP ilustra esta afirmação: *“Os maiores problemas (quando a rota de abastecimento foi implantada) foram à falta de clareza das responsabilidades. Quem deveria pegar as peças? Quem deveria mover o material? Quem deveria controlar o tempo da rota? Quem deveria fazer a manutenção?”*

b) Nos processos iniciais (usinagens, furadeiras, brasagem, moagem, acabamento e CNCs) não havia trabalho em equipe e tampouco a figura do líder de equipe. O líder de equipe na IPE tem o papel fundamental de apoiar os operadores na solução de problemas, implantação e sustentação das melhorias e substituir operadores quando necessário (Liker, 2004). Na planta, cada operador era responsável por um conjunto de máquinas independentemente do trabalho dos demais operadores, com estoques antes e depois dos processos. Assim, os indicadores, a autonomia e a responsabilidade no ritmo de trabalho eram individuais para cada operador, que respondia para o *coach* e para o GFV, ambos com

limitações para desempenhar tal papel. Os *coaches* tinham de dividir seu tempo com tarefas de escritório, pois eram engenheiros de manufatura ou compradores/planejadores. Na prática, eles dificilmente conseguiam auxiliar na IPE na fábrica. Já os GFVs eram responsáveis por um grande grupo de operadores, de 30 a 50 pessoas. Além disto, também existia uma falta de clareza e mesmo ambiguidade nas responsabilidades no que competia ao papel do *coach* e do GFV.

5.4 Discussões e Conclusões

5.4.1 Método de análise de riscos

O método de avaliação de riscos usado neste estudo é composto por quatro etapas, sendo elas: a) definição da unidade de análise; b) coleta de dados sobre os riscos e o contexto; c) análise dos riscos; e d) a reunião de *feedback*.

A primeira etapa, a definição da unidade de análise, permite delimitar o contexto que tem impacto nos riscos, bem como orientar a coleta de dados nas etapas subsequentes. Tal etapa foi importante na medida em que a IPE pode abranger desde uma unidade de manufatura, como uma célula, até toda uma cadeia de suprimentos. Com base na definição da unidade de análise, a caracterização do contexto em que a mesma se insere foi feita segundo os quatro subsistemas de um STS. A STS serviu para identificar os limites do sistema que seria analisado no estudo de caso, para que o tempo dos pesquisadores não fosse usado para levantar dados sobre aspectos fora do escopo da pesquisa (ex. IPE nos escritórios ou outras plantas da empresa). Como exemplo da contribuição da análise do contexto, ela permitiu, no estudo de caso, a identificação de possíveis causas dos riscos, tais como a inexistência de líder da equipe e falta de clareza das responsabilidades do *coach*. Estas causas contribuíam para a existência do risco R9, R11, R3 e R8.

A etapa de coleta de dados sobre os riscos e o contexto seguiu dois critérios sugeridos por Yin (2003) para alcançar qualidade de estudos baseados em caso. Primeiro, a confiabilidade, através do desenvolvimento do protocolo de estudo de caso e a organização de uma base de dados. Segundo, o uso de múltiplas fontes de evidências na coleta de dados, como, os documentos, entrevistas e observações, que permitiram a triangulação dos dados e fortaleceram o embasamento dos resultados. Os formulários criados reforçam a replicabilidade dos procedimentos de coleta de dados do método.

As sete entrevistas com funcionários que atuavam diretamente na IPE e de diferentes níveis hierárquicos da planta foram à fonte primária para a etapa de análise de riscos. As

entrevistas permitiram que as opiniões divergentes e convergentes sobre os riscos pudessem ser evidenciadas. Por exemplo, houve divergência em relação ao nível de participação dos operadores na IPE. O operador entrevistado afirmou que a opinião dos operadores não estava sendo levada em consideração na IPE (item 3.3.5). Enquanto isto, a equipe gerencial tinha uma opinião contrária, já que estavam apresentando planos de melhorias para os operadores antes de implantá-las. Se evidenciou que tal forma de envolvimento dos operadores estava gerando um grau menor de participação e aceitação das melhorias por parte dos operadores, em comparação aos eventos *kaizen* realizados anteriormente.

A reunião de *feedback* foi importante para os pesquisadores e para a empresa. Para a empresa, o momento serviu para identificar as suas limitações e buscar soluções para melhorar o processo de IPE na planta. A forma de apresentação e discussão aberta dos resultados ajudou a equipe gerencial a esclarecer dúvidas, além de permitir que os pesquisadores exemplificassem como perceberam algumas características ou proposições levantadas. Aos pesquisadores, o momento foi uma oportunidade de validar os dados coletados, a interpretação e os resultados da pesquisa.

5.4.2 Construtos

A pesquisa também aprofundou o conhecimento sobre riscos à IPE, os quais podem ser interpretados como construtos. O estudo de caso tornou visível, através de exemplos, como os riscos se manifestaram, bem como características que propiciaram um maior impacto destes. Por exemplo, o apoio dos operadores é comumente apontado pela literatura como fundamental à IPE (Motwani, 2003; Black, 2007; Sim e Rogers, 2009) e a equipe gerencial percebia que a presença do R8 (falta de apoio do nível operacional) dificultava a IPE. Entretanto, os gerentes atribuíam tal presença ao fato dos operadores terem sido sindicalizados no passado e a pela alta senioridade dos mesmos. Contudo, os dados coletados evidenciaram através das observações de reuniões e trechos de entrevistas com dois funcionários do chão-de-fábrica, ambos sêniores, que uma parcela do alto impacto de R8 devia-se à maneira pela qual a própria equipe gerencial estava conduzindo a IPE.

5.4.2.2 R1 - As pessoas parecem estar pouco motivadas depois de alguns anos do início das atividades de melhorias

O fato de a IPE ser um processo contínuo e sem um fim definido pode acarretar em uma desmotivação ao longo dos anos. Os primeiros anos da IPE tendem a gerar grandes mudanças nos arranjos físicos, organização das áreas de trabalho e, conseqüentemente, resultados nos indicadores de desempenho. Contudo, ao passar do tempo, a melhoria contínua deve seguir aprimorando as práticas implantadas. Caso contrário, as pessoas envolvidas se tornam menos interessadas em participar das ações de melhorias, o risco R1. A ligação clara e direta entre os indicadores de desempenho, as ações de melhorias e os sistemas de bonificação ajudaram a empresa no estudo de caso a manter a motivação dos funcionários.

5.4.2.3 R2: As áreas de apoio a produção (engenharia, manutenção, logística, qualidade, PCP e RH) têm pouco conhecimento prático de lean

As práticas lean aplicadas em um fluxo de valor de uma planta extrapolam os limites da produção e exigem o entendimento e envolvimento das áreas de apoio. Por exemplo, a logística e o PCP têm papel fundamental na implantação de sistemas puxados internos e externos, assim como, a manutenção deve garantir que os equipamentos estejam funcionando e o setor de recursos humanos apoie o desenvolvimento de líderes alinhados com a melhoria contínua. Se estas áreas tiverem pouco conhecimento prático na IPE, as necessidades da produção para a redução de desperdícios podem não ser consideradas uma prioridade ou corretamente apoiadas, o que dificulta a implantação das práticas lean na fábrica. O caráter sistêmico das práticas lean corrobora com a importância deste risco para a IPE. No caso da empresa decidir expandir a IPE para a empresa como um todo, não apenas a fábrica, as áreas de apoio passam a ter a responsabilidade de IPE em seus próprios processos, tornando seu papel ainda mais importante.

5.4.2.4 R3: Falta de recursos humanos ou financeiros para as atividades de melhoria

Atividades de melhoria requerem recursos humanos, para atuar na solução de problemas, e recursos financeiros, para adquirir materiais ou contratar serviços para colocar em prática as melhorias. As melhorias são, geralmente, pequenas e incrementais, o que sugere um volume pequeno de recursos financeiros. Em contrapartida, os recursos humanos são extremamente importantes na IPE, já que o uso das práticas lean implica na análise de problemas, desenvolvimento e aplicação de planos de ação, de preferência feitos pelas pessoas que atuam nas atividades.

O R3 se refere à falta de recursos humanos e financeiros e pode fazer com que a IPE atrase ou tenha resultado aquém do esperado. Como as pessoas que atuam na IPE (supervisores, operadores, compradores, engenheiros,...) compartilham o seu dia-a-dia com atividades rotineiras, há uma escolha de alocação do tempo para estes dois tipos de atividades. Uma das estratégias usadas para combater este risco no início da IPE é planejar as primeiras atividades de melhoria para liberar pessoas de postos de trabalho operacionais, pois estas podem ser alocadas para ajudar em melhorias posteriores. A criação do cargo de líder da equipe é uma prática lean que também ajuda a combater este risco, pois este atua na solução de problemas de maneira mais próxima aos operadores.

5.4.2.5 R4: Falta de clareza na comunicação sobre o andamento das atividades de melhoria ou esta não alcança todas as pessoas da empresa

As iniciativas de IPE geralmente iniciam em um local da planta e depois se expandem para outras áreas. A disseminação das informações entre os funcionários por meios informais pode distorcer o entendimento sobre o propósito e teor da IPE e gerar desconfiança entre eles. Assim, esta comunicação é importante, pois a IPE pode facilmente ser interpretada como uma maneira de intensificar o trabalho e de causar demissões, o que seria prejudicial ao processo.

O controle este riscorequer o uso de meios de comunicação que abranjam todos os funcionários da empresa, enfatizando o histórico, objetivos e ações que estão sendo tomadas na IPE. O intuito é reduzir ao máximo os sentimentos de desconfiança e rejeição da iniciativa. Os meios de comunicação também podem ser usados para aumentar a motivação dos funcionários na IPE, como, por exemplo, destacando aqueles que participam ativamente na IPE e os resultados alcançados pelas melhorias.

5.4.2.6 R5: Dificuldade de enxergar o retorno (benefícios) das ações de melhoria

Algumas das melhorias da IPE podem não trazer benefícios diretos aos indicadores de desempenho que a empresa está usando, pois alguns podem estar desalinhados com o sistema lean. É comum que os indicadores tenham sido criados para avaliar os princípios da produção em massa, como, por exemplo, o uso de indicadores estritamente financeiros, de curto prazo ou com foco excessivo na eficiência de ativos.

A estratégia da IPE, de pequenas e contínuas melhorias sistêmicas, geralmente exige um médio ou longo prazo para surtir efeitos nos indicadores da empresa e, muitas vezes, os

ganhos são de difícil monetarização. Por exemplo, um conjunto de melhorias na redução da carga de trabalho de uma célula com vários operadores só surtirá efeito em indicadores de produtividade ou custo quando a demanda aumentar ou quando puder ser retirada uma pessoa da célula e colocada em um posto onde haveria uma contratação. Usar indicadores de desempenho alinhados com o sistema lean, como, por exemplo, de segurança, qualidade, produtividade, custo e entrega, e planos de longo prazo, como, no uso do MFV para implantar estados futuros, podem ajudar na resposta a este risco.

5.4.2.7 R6 / R7: Falta de apoio e participação da alta administração e média gerência

Como em outras mudanças pela implantação de novas tecnologias, o apoio de gerência é fundamental para que os demais funcionários percebam que a IPE é a estratégia escolhida pela empresa a partir daquele momento. No caso do sistema lean, a gerência não apenas deve garantir que as atividades estejam ocorrendo no prazo estipulado, cobrar andamento e resultados, mas também participar ativamente do processo. A participação ativa da gerência é caracterizada por esta dedicar tempo para atuar em atividades de melhorias e solução de problemas. Tal dedicação é necessária pelos seguintes motivos: a) pelo caráter sistêmico da IPE, que envolve outros setores além da produção, como vendas, logística e recursos humanos, o que necessita que a alta administração interfira para mediar a interação entre estes setores; b) garantir que as práticas estão sendo aplicadas na fábrica e cobrar pela aplicação destas através de visitas à fábrica; c) mostrar aos demais funcionários que a IPE implica em um diferente comportamento da gerência, pois esta deve incentivar o questionamento dos processos existentes por parte dos funcionários para alcançar melhores resultados. A gerência deve assegurar que a IPE está alinhada às metas e objetivos da empresa como um todo, assim enfatizando que este é caminho para a empresa alcançar tais objetivos estratégicos.

Vale salientar que a presença deste risco pode fazer com que os funcionários não encarem a IPE como uma prioridade. O apoio da gerência sem a sua participação ativa também indica a presença deste risco, pois sugere que a gerência não estaria engajada na mudança do seu papel no sistema lean. Assim, a presença deste risco pode fazer com que a IPE se transforme em um projeto que não traz benefícios reais para a empresa, mas serve, por exemplo, para aparentar que uma diretriz, corporativa ou exigida pelos clientes, está sendo preenchida.

5.4.2.8 R8: Falta de apoio do nível operacional

A IPE pode acarretar em mudanças consideráveis no arranjo físico da fábrica e na maneira com que os operadores desempenham as suas funções. Por exemplo, os operadores são exigidos a cumprir o trabalho padronizado, multifuncionalidade, controlar do ritmo de trabalho e expor publicamente dos resultados do seu trabalho. A IPE também pode alterar o papel do supervisor, como, por exemplo, na criação do cargo de líder de equipe, na necessidade de cobrança do trabalho padronizado e nas exigências por atuar em melhorias de desempenho.

Desta forma, qualquer grande mudança tem um risco inerente de gerar resistência, mas tal resistência pode estar intimamente ligada ao modo com que o nível operacional estava envolvido no processo (como no exemplo do estudo de caso). O treinamento e a participação ativa na solução de problemas reduziram o impacto deste risco no estudo de caso, o que indica que este risco pode ser tratado na medida em que se entendem as suas causas raízes. Porém, vale salientar também que algumas pessoas podem preferir uma participação menos ativa na solução de problemas. Os motivos por trás de tais escolhas merecem uma exploração aprofundada, mas, se pode sugerir que algumas pessoas encaram a IPE como uma crítica a maneira de fazer o trabalho, uma ameaça ao seu emprego ou posição na empresa, ou até históricos de demissões na empresa. Neste caso, o R8 se manifestaria através de pouco interesse destas pessoas em participar das atividades de melhoria ou usar as práticas lean.

5.4.2.9 R9: Falta de apoio para os operadores usarem as práticas lean e participarem ativamente da solução de problemas

As novas atribuições dos operadores não decorrem simplesmente da incorporação de novas atividades, mas também da mudança do seu papel na fábrica. Em um sistema fordista de produção massa, por exemplo, a expectativa é que os operadores apenas obedçam às ordens do supervisor. O sistema lean exige que os operadores façam mais do que isto, que eles também ajudem nas atividades de melhoria, usem e mantenham as práticas lean. Desta forma, é necessário desenvolver uma estrutura de suporte a este novo papel.

A presença deste risco é percebida através de falta de treinamento para os operadores sobre os princípios e ferramentas lean, bem como o envolvimento parcial ou nulo dos operadores na solução de problemas. Os operadores devem ser treinados e incentivados a participar ativamente das atividades de melhoria e solução de problemas, pois esta é à base da melhoria contínua.

5.4.2.10 R10: As pessoas temem que a mão-de-obra liberada pelas atividades de melhoria seja demitida

A IPE tem como objetivo a melhoria do desempenho da empresa, que normalmente incluem a produtividade da mão-de-obra. Este risco se refere ao fato de que as melhorias de produtividade podem acarretar em uma diminuição no número de operadores necessários para atingir um determinado volume de produção. Desta forma, a empresa deve ter estratégias para lidar com tais ganhos, como, por exemplo, direcionar os operadores para outras linhas de produtos, outros setores ou usá-los para a criação do cargo de líder de equipe, quando não houver.

A presença deste risco impacta fortemente na IPE, pois nenhum funcionário apoiaria participar de uma atividade onde o resultado pode causar a sua própria demissão. Em outros casos, mesmo se as demissões ocorrerem em função de oscilações de demanda, a imagem da IPE pode ser comprometida.

5.4.2.11 R11: Os operadores não se sentem responsáveis em usarem as práticas de lean e em solucionarem problemas

A participação dos operadores nas atividades de melhoria é fundamental. Desta forma, tal participação deve ser ativa, de modo a contribuir com argumentos, fatos e opiniões sobre os principais problemas, as causas raízes e as soluções propostas.

A presença deste risco é percebida quando os operadores participam passivamente nas reuniões, como, por exemplo, apenas acatando as orientações dos supervisores e sem discordar ou agregar as discussões. Muitas das práticas lean, como, por exemplo, os quadros de acompanhamento da produção, o 5S, o trabalho padronizado e os sistemas puxados correm o risco de não funcionarem corretamente caso os operadores não estejam ativamente engajados em mantê-los em operação. Isto ocorre, pois são os operadores que preenchem os quadros, mantêm o 5S, levam e produzem de acordo com os cartões.

5.4.2.12 R12: Pouco conhecimento e experiência prática sobre lean por parte da gerência

O sistema lean é composto por diversas práticas e princípios, o que forma um considerável arcabouço conceitual de definições sobre como cada um dos elementos deve ser

implantado, colocado em prática e se relacionar com os demais. A IPE ainda requer dois desafios simultâneos, a adaptação do sistema lean ao subsistema técnico e de ambiente externo específico da empresa, que pode ser extremamente diferente da Toyota, e do gerenciamento das dificuldades impostas pelo subsistema da organização do trabalho e social da empresa. Desta forma, o conhecimento teórico-prático da gerência na IPE se torna um aspecto relevante, pois a esta cabe a responsabilidade de conduzir o processo.

O pouco conhecimento da gerência pode levar os gestores a: a) terem dificuldades em estabelecer expectativas e objetivos, acompanhar e garantir a utilização dos princípios e práticas lean; b) implantarem práticas de maneira isolada, sem uma visão sistêmica integrada da aplicação conjunta do sistema lean; e c) falta de visão clara do estado futuro da IPE. A participação em projetos anteriores, a presença de consultores internos ou externos, e a participação em treinamentos são algumas das atividades que ajudam a reduzir este risco.

5.4.2.13 R13: Não sustentar as melhorias e práticas lean a médio e longo prazo

A IPE não tem um fim definido e algumas empresas já iniciaram este processo há mais de uma década, por exemplo. Nestes casos, se imagina que um grande número de práticas implantadas e problemas foram solucionados através de *kaizens* em diversos locais da fábrica. A tarefa de sustentar as práticas e soluções ao longo do tempo, em conjunto com as atividades diárias, exige um rigoroso controle, para que a empresa não retorne ao uso de práticas ou resultados de indicadores de desempenho em patamares anteriores às soluções implantadas.

O gerenciamento visual, a frequente permanência da gerência no chão-de-fábrica, o papel do líder de equipe e as práticas de auditorias são exemplos de práticas que ajudam a manter as soluções implantadas e as outras práticas lean. A presença deste risco é percebida quando as práticas presentes na fábrica não estão sendo usadas nas rotinas, como, por exemplo, com produtos se movendo sem os devidos cartões *kanban*, os indicadores de desempenho em níveis estáticos ao longo do tempo, o trabalho padronizado, quadros de acompanhamento de produção ou de indicadores não atualizados. Tais exemplos podem levar as práticas lean ao desuso.

5.4.2.14 R14: Dificuldade de manter o ritmo de implantação das práticas lean e de solucionar os problemas nas causas raízes

As melhoras nos indicadores de desempenho decorrentes da IPE são resultado de diversas atividades de solução de problemas ou *kaizens*. Em um primeiro momento, tais atividades se focam na implantação das práticas lean, já que estas não estariam sendo usadas pela empresa. Depois de implantar as práticas, como, por exemplo, trabalho padronizado e o sistema *kanban*, os *kaizens* devem aprimorar o seu funcionamento e solucionar problemas que ocorrem no dia-a-dia, visando, sempre, alcançar melhores resultados de desempenho. Por exemplo, depois de implantado um supermercado, seja de produto acabado, intermediário ou matéria prima, a empresa deve continuar fazendo *kaizens* para melhorar a entrega ao cliente e reduzir nível de estoque do supermercado e a falta de material. Desta forma, o *kaizen* segue ocorrendo continua e ininterruptamente.

A dificuldade de manter este ritmo constante de *kaizens* está no fato de que os funcionários também são responsáveis por outras atividades rotineiras. Quando estas atividades diárias alcançam prioridades sobre os *kaizens*, existe uma chance de que a IPE se torne mais demorada. De fato, a dedicação de recursos a IPE não significa que deve haver negligência com as responsabilidades básicas da empresa, como, por exemplo, entregar produtos aos clientes. Entretanto, deve existir um equilíbrio para que se alcance um melhor resultado da forma mais rápida possível, já que os *kaizens* também podem ser usados para diminuir a carga de trabalho. Um rigoroso acompanhamento e controle dos prazos e metas da IPE e dos indicadores, possivelmente usando as práticas de gestão visual, método de solução de problemas e o Processo A3, pode ajudar a reduzir este risco.

5.4.3 Implicações práticas

Em termos práticos, o método utilizado nesse artigo contribui para: (a) auxiliar empresas a identificar claramente os riscos que estão enfrentando ou que podem ocorrer na IPE; (b) auxiliar empresas a planejar ações para tratamento dos riscos, assim como ocorreu com a empresa estudada. Como exemplo dessas implicações práticas, a empresa investigada no estudo de caso adotou ações decorrentes da avaliação de riscos. As seguintes ações foram executadas em um período de quatro meses após a reunião de *feedback* e a Tabela 5.3 apresenta a relação entre as ações e os riscos tratados:

a) Trabalho em equipe: a equipe gerencial e três operadores seniores visitaram outra planta da empresa onde os operadores de processos de usinagens atuavam em grupos de três pessoas e operavam um conjunto de dez máquinas. Tal prática foi considerada pela equipe gerencial como o primeiro passo para alcançar o trabalho em equipe e, posteriormente, o

papel do líder de equipe. No estudo de caso, cada operador era responsável por três a quatro máquinas. Os operadores dependeriam do ritmo de cada um, teriam metas e indicadores comuns e deveriam se comunicar mais nos pequenos grupos.

b) Treinamento: a equipe gerencial fez reuniões quinzenais para discutir literatura técnica sobre *lean*, na tentativa de construir uma visão compartilhada e uniforme sobre o tema. Tais discussões teórico-práticas foram posteriormente expandidas às equipes que atuavam ao longo das etapas do fluxo de valor, tais como engenheiros de manufatura, operadores sêniores, planejadores e compradores. O objetivo era que a equipe gerencial entendesse melhor as razões e implicações das mudanças introduzidas pela IPE, ao invés de adotar cegamente as recomendações do consultor B. A GLP também participou de um curso de MFV à distância.

c) Definir as responsabilidades: uma reunião foi feita com os operadores, os *coaches* e os GFV para definir o trabalho padronizado e as responsabilidades de cada um dos papéis, inclusive na solução de problemas.

d) Envolvimento dos funcionários da fábrica: a GLP solicitou que o consultor B guiasse a realização de um MFV de uma das famílias de produtos. Este evento foi feito com a presença da equipe envolvida no fluxo de valor (engenheiros de manufatura, operadores seniores, planejadores e compradores). O objetivo foi ampliar o entendimento de todos sobre o sistema *lean* e sobre a importância de todas as práticas estarem em uso de forma integrada em um fluxo de valor. Vale salientar que, anteriormente, o consultor B não usava o MFV para sugerir as melhorias e a equipe gerencial não tinha conhecimento de como ele definia a sequência de práticas a serem implantadas.

Tabela 5.3: Relação entre ações executadas e riscos que se propunham a tratar

Ações sugeridas / Riscos que impacta	R3	R11	R9	R13	R8	R14	R2	R1	R4	R12
a) Trabalho em equipe	X	X		X	X					
b) Treinamento		X	X	X			X			X
c) Definir as responsabilidades		X	X	X		X				
d) Envolvimento dos funcionários da fábrica	X	X		X	X	X		X	X	

5.4.4 Limitações da pesquisa e estudos futuros

A realização de um único estudo de caso limita o método e os resultados quanto a generalização e validação externa (Meredith, 1998). Porém, nenhuma etapa do método pressupõe a existência de um contexto específico, o que leva a crer que a análise dos riscos pode ser feita em empresas de outros setores e países, independente do método de IPE que esteja sendo usado. Deste modo, a pesquisa abre caminho para que outros estudos de caso

sejam feitos para identificar novos riscos e desenvolver novas proposições de relações entre o contexto os riscos.

A pesquisa trouxe evidências da possibilidade e benefícios do uso da GR na IPE, porém, tais resultados foram limitados as primeiras etapas do processo de GR, de análise do contexto, identificação e análise de riscos. Os resultados possibilitaram o planejamento das ações de tratamento e controle dos riscos, porém a execução de tais etapas não foi acompanhada. Vale notar que, mesmo no estudo de caso, as sugestões de ações para tratamento e avaliação dos riscos têm um caráter pontual e momentâneo, ou seja, refletem a situação no momento em que a pesquisa foi feita. A avaliação dos riscos pode gerar resultados diferentes no futuro, na medida em que a empresa prossegue na IPE. Isto faz com que seja necessária a etapa de controle para avaliar se as ações estão contendo os riscos e identificar novos riscos. Executar a etapa de controle dos riscos é uma oportunidade de pesquisa futura para que se tenham evidências da eficácia da análise e GR na IPE.

O contexto da empresa levou a outra limitação importante, pois a avaliação foi feita com riscos que estavam impactando na IPE naquele momento, e não naqueles que teriam uma probabilidade de ocorrência e impacto futuro. De fato, a avaliação dos riscos idealmente deve iniciar na fase de planejamento do projeto e não com o projeto em andamento. Contudo, a empresa tinha características que impossibilitaram uma avaliação prévia dos riscos, pois a IPE: a) foi iniciada por pessoas com pouca experiência em *lean*, que provavelmente não teriam o conhecimento necessário para avaliar com antecedência os eventuais riscos ao processo; b) não houve, durante todos os mais de dez anos de IPE, um plano claro e de longo prazo que definisse quais seriam os passos tomados em um horizonte de mais de um ano, o que dificultava a previsão de riscos futuros; e c) já estava em andamento quando iniciou o estudo de caso e havia dificuldades em manter e avançar no processo. Assim, não fazia sentido, ao menos em um primeiro momento, planejar ações para tratar eventuais riscos futuros sem antes gerenciar aqueles que estavam impactando na IPE naquele momento. Segundo Bannermann (2008), os benefícios da avaliação dos riscos dependem da participação, discernimento, das habilidades, do julgamento e do profundo conhecimento do contexto por parte dos atores envolvidos, o que corrobora os motivos pelos quais a avaliação foi feita com riscos que já estavam impactando na IPE.

Por fim, o artigo mostrou que o uso da GR tem um potencial aprimorar os métodos de IPE nas empresas. Assim, como estudos futuros, os métodos de IPE poderiam incorporar a GR como uma de suas etapas. Por exemplo, a identificação e análise dos riscos podem ser uma etapa do MFV, feita junto com o plano de ação e para evidenciar os riscos eminentes a

implantação do estado futuro, que já seriam incorporados no plano. De fato, existem vários métodos de IPE na literatura, entretanto, eles se restringem a enfatizar a sequência adequada para implantar as práticas lean (ex. Black, 2007; Hodge et al., 2011; Ramesh e Kodali, 2012; Saurin et al., 2011 e Vinodh et al., 2012), ao invés de proporcionarem ferramentas para gerenciar ou antecipar os principais riscos ao processo. A GR pode ser usada como uma forma de unificar o conhecimento sobre os fatores que afetam a IPE aos métodos de IPE.

Referencias

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. and Nelder, G. (2006), "Critical success factors for lean implementation within SMEs", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 4, 460-471.
- Aloini, D., Dulmin, R. and Mininno, V. (2012), "Risk assessment in ERP projects", *Information Systems*, Vol 37, pp. 183-199.
- Baxter, G., Sommerville, I. (2011), "Socio-technical systems: from design methods to systems engineering", *Interacting with Computers*, Vol. 23, pp. 4-17.
- Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A. and Merino-Díaz-de-Cerio, J. (2008), "The role of organizational context and infrastructure practices in JIT implementation", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28 No. 11, pp. 1042-1066.
- Black, J. (2007), "Design rules for implementing the Toyota Production System", *International Journal of Production Research*, Vol. 45 No. 16, pp. 3639-3664.
- Boehm, B., W. (1991), "Software Risk Management: Principles and Practices", *Journal IEEE Software*, Vol. 8, No. 1, pp. 32-41.
- Boyle, T.A., Scherrer-Rathje, M.S. and Stuart, I. (2011), "Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 No. 5, pp. 587-603.
- Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice: A 30-year retrospective*. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Clegg, C., W. (2000), "Sociotechnical principles for system design", *Applied Ergonomics*, Vol. 31, pp. 463-477.
- Crute, V. and Ward, Y. and Graves, A. (2003), "Implementing Lean in aerospace: challenging the assumptions and understanding the challenges?", *Technovation*, Vol. 23, pp. 917-928.
- Cummings, T.G. (1978), "Self-Regulating Work Groups: A Socio-Technical Synthesis", *The Academy of Management Review*, Vol. 3 No. 3, pp. 625-634.
- Eisenhardt, K.M. and Graebner, M. E. (2007), "Theory building from cases: opportunities and challenges", *Academy of Management Journal*, Vol. 50, No. 1, pp. 25-32.
- Harvey, D.F. and Brown, R. (1992), *An Experiential Approach to Organization Development*, 4th ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Hendrick, H.W., Kleiner, B. M., (2001), *Macroergonomics: An Introduction to Work System Design*. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 175 p.

- Herron, C. and Hicks, C. (2008), “The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 24, pp. 524–531.
- Hines, P., Holweg, M. and Rich, N. (2004), “Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking”, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 24 No. 10, pp. 994-1011.
- Hodge, G.L., Ross, K.G., Jones, J.A. and Thoney, K. (2011), “Adapting lean manufacturing principles to the textile industry”, *Production Planning & Control*, Vol. 22 No. 3, pp. 237–247.
- Hollnagel, E. (2012), *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method – modelling complex socio-technical systems*. Burlington: Ashgate.
- Johns, G. (2006), “The essential impact of context on organizational behaviour”, *Academy of Management Review*, Vol 31 No 2, pp. 386-408.
- Kroes, P., Franssen, M., van de Poel, I., Ottens, M. (2006), “Treating socio-technical systems as engineering systems: some conceptual problems”, *Systems Research and Behavioral Science*, Vol. 23, pp. 803-814.
- Liker, J. (2004), *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Losonci, D., Demeter, K. and Jenei, I. (2011). “Factors influencing employee perceptions in lean transformations”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 131, pp. 30–43.
- Marodin G.A. and Saurin, T.A. (2013), “Towards a model to understand risk factors that affect the lean production implementation”. *Proceedings of the 24th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS)*, May 3-6 2013, Denver, Colorado.
- McCutcheon, D.M. and Meredith, J.R. (1993), “Conducting case study research in operations management”, *Journal of Operations Management*, Vol. 11 No. 3, pp. 239–256.
- Meredith, J. (1998), “Building operations management theory through case and field research”, Vol. 16, No. 4, pp. 441–454
- Mikkelsen, H. (1990), “Risk management in product development projects”, *International Journal of Project Management*, Vol. 8, No. 4., pp. 217-221.
- Motwani, J. (2003), “A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study”, *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 103 No.5, pp. 339-346.
- Mumford, E. (2006), “The story of socio-technical design: reflections on its successes, failures and potential”, *Information Systems Journal*, 16 (4), pp. 317–342.
- Pethokoukis, J. (2012), “Why You Can't Blame Bush For The Great Recession”, *Business Insider*, 24 October of 2012. (Available at <http://www.businessinsider.com/how-the-great-recession-really-happened-2012-10>)
- Ramesh, V. and Kodali, R. (2012), “A decision framework for maximising lean manufacturing performance”, *International Journal of Production Research*, Vol. 50 No. 12, pp. 2234-2251.
- Ritchie, B. and Brindley, C. (2007), “Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development”, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 27 No. 3, pp. 303-322.

- Ropohl, G. (1999), "Philosophy of socio-technical systems", *Techné: Journal of the Society for Philosophy and Technology*, Vol. 4 No. 3.
- Rother, M. and Shook, J. (1999), *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*, The Lean Enterprise Institute Inc., Massachusetts: Brookline.
- Saurin, T.A., Marodin, G.A. and Ribeiro, J.L.D. (2011), "A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells", *International Journal of Production Research*, Vol. 49 No. 11, pp. 3211- 3230.
- Sim, K. and Rogers, J. (2009), "Implementing lean production systems: barriers to change", *Management Research News*, Vol. 32 No. 1, pp. 37-49.
- Turesky, E.F. and Connell, P. (2010), "Off the rails: understanding the derailment of a lean manufacturing initiative", *Organization Management Journal*, Vol. 7 No. 2, pp. 110-132.
- Vinodh, S. and Shivraman, K. R. and Viswesh, S. (2012), "AHP-based lean concept selection in a manufacturing organization", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 23 No. 1, pp. 124-136.
- Voss, C., Tsikriktsis, N. and Frohlich, M. (2002), "Case research in operations management", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 195-219.
- Yin, R. (2003), *Case study research: design and methods*, 5 ed. Thousand Oaks: Sage.

6. ARTIGO 5 - MODELANDO AS RELAÇÕES DE INFLUÊNCIA ENTRE OS RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA ATRAVÉS DA ISM

Giuliano Marodin (PPGEP/UFRGS)

Tarcísio Abreu Saurin (PPGEP/UFRGS)

Abstract:

The risks that affect the Lean Production Implementation (LPI) have been identified by a number of recent studies. However, the relationships between those have not been investigated, which is a serious drawback given the well-known system nature of LPI. This study proposes the use of ISM to model the relationships between the risks of LPI. A case study of an American manufacturing plant illustrates the use of the method. Data collection involved semi-structured interviews, plant tours observations, participation in staff meetings and document analysis. The research method followed four steps: (a) collecting data for risk assessment and LPI on the plant; (b) risk analysis; (c) definition of risk categories and development of the model; (d) feedback meeting. The method allowed to: (a) develop a model that explicit the causal relationships between risks using the Interpretative Structural Modelling method; (b) describe the nature and details about the major relationships of the model; and (c) discuss the benefits and coherence of using the risk analysis and the ISM for risk assessment.

Keywords: Lean Production, Risk assessment, Interpretative Structural Modelling

6.1 Introdução

A literatura recente sobre implantação da produção enxuta (IPE) tem avançado em aprofundar o entendimento sobre as dificuldades que as empresas enfrentam em colocar em prática um sistema enxuto (ex. Shah e Ward, 2007; Bhasin, 2012). Tais dificuldades podem causar demora excessiva no processo (Lian e Van Landeghem, 2007), resultados aquém do esperado (Hines et al. 2004) ou até abandono das iniciativas de IPE (Scherrer-Rathje et al. 2009).

As dificuldades na IPE têm sido designadas por diferentes termos na literatura. Sim e Rogers (2009) usam a expressão "barreiras" à IPE, enquanto Achanga et al. (2006) se referem

a fatores chave e Marodin e Saurin (2013) tratam dos riscos a IPE. Diferentemente dos demais trabalhos, o uso da expressão riscos à IPE é associado a uma área do conhecimento específica, no caso a área de gestão de riscos (GR). De fato, o uso da perspectiva de GR ao processo de IPE implica no uso de uma robusta base de conceitos e ferramentas, que contribuem tanto para a identificação das dificuldades (ou barreiras) de IPE, quanto para a gestão das mesmas segundo a lógica PDCA. Tal possibilidade decorre da maturidade do tema GR em outros tipos de projetos, como, por exemplo, no desenvolvimento e implantação de softwares (ex. Boehm, 1991; Aloini et al., 2012) e na gestão da cadeia de suprimentos (ex. Ritchie e Brindley, 2007).

Contudo, os riscos à IPE vêm sendo identificados e discutidos de forma individual, sem que sejam evidenciadas as inter-relações entre eles. Por exemplo, Motwani (2003), em um estudo de caso em uma empresa automotiva, identifica alguns riscos a IPE (por exemplo, falta de apoio da gerência e falta de visão de longo prazo), porém não ficam claras as relações de dependência entre eles. O fato de que a IPE tem impactos em todas as áreas do negócio, permeando o sistema técnico, social e organizacional de uma empresa, aponta para a possível interligação entre os riscos à IPE. Segundo Shah e Ward (2007), o sistema lean é "*um sistema sócio-técnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício e reduzir ou minimizar a variabilidade dos clientes, fornecedores e interna*".

De acordo com Barki et al. (1993), existem relações causais entre os riscos em qualquer tipo de projeto, o que faz com que o gerenciamento individual dos riscos seja ineficaz. Segundo Chapman e Ward (2003), a análise dos riscos sem a avaliação das interdependências entre eles leva a um entendimento superficial e incompleto dos mesmos. As respostas mais eficazes no tratamento de alguns riscos podem estar em reduzir as probabilidades de ocorrências de riscos que o precedem (Aloini et al., 2012). Desta forma, há necessidade de investigação aprofundada para coletar evidências empíricas sobre as relações entre os riscos na IPE. A modelagem das relações entre os riscos tem sido usada para projetos de desenvolvimentos de softwares não só para o entendimento de tais relações, mas também para evidenciar os efeitos destes e os fatos que os originam (ex. Wallace et al., 2004; Aloini et al., 2007). Os projetos de desenvolvimento de softwares possuem uma natureza complexa, de longo prazo, envolvem um grande número de etapas e necessita da interação entre pessoas e tecnologias, algo próximo a uma IPE.

Este artigo busca responder a seguinte questão de pesquisa:

- Como modelar as relações entre os riscos na IPE?

O método de pesquisa foi baseado em um estudo de caso conduzido em uma fábrica localizada no estado de Ohio, nos EUA, que pertence a uma empresa global fabricante de

componentes hidráulicos. O modelo de relações entre os riscos foi construído a partir do uso da Interpretative Structural Modelling (ISM). A ISM permite identificar e explicitar as interdependências entre elementos através de um modelo de relações causais. Tal modelo também pode ajudar os gestores a compreenderem as influências diretas e indiretas das ações e o tratamento de riscos (Aloini *et al.*, 2012). A ISM foi usada recentemente em estudos de caso para riscos em projetos de desenvolvimento de softwares (Aloini *et al.*, 2012) e na gestão da cadeia de suprimentos (Faisal *et al.*, 2006; Pfohl *et al.*, 2011).

6.2 Método de pesquisa

6.2.1 Visão geral

A empresa escolhida para o estudo de caso tinha cerca de duzentas plantas em quarenta e oito países, com uma receita de U\$ 13 bilhões em 2012. Ela produzia sistemas e tecnologias de movimentação e controle para uma ampla variedade de setores, como veículos pesados, industriais e aeroespaciais. A planta de Válvulas iniciou as suas operações em 1983 e era localizada no estado de Ohio nos Estados Unidos. A escolha pela empresa foi feita, pois esta adota o sistema lean como estratégia corporativa há mais de uma década e a equipe de pesquisa teve fácil acesso aos dados necessários para a realização do estudo.

A estratégia de pesquisa baseada em caso foi escolhida pela capacidade de gerar conhecimento em processos sociais complexos, como é o caso da IPE (Eisenhardt e Graebner, 2007). Os resultados da pesquisa foram usados para estabelecer padrões de relações entre os elementos do modelo, neste caso o modelo de relações entre os riscos, bem como sugerir possíveis razões para tais relações.

A pesquisa foi realizada em cinco etapas, sendo elas: a) coleta de dados para avaliação dos riscos e sobre o processo de IPE na planta; b) análise dos riscos; c) categorização dos riscos e identificação das relações entre os mesmos; e d) a reunião de *feedback*.

6.2.2 Coleta de dados para a avaliação dos riscos e sobre a IPE na planta

Os dados foram coletados em oito dias de visitas à planta com base em múltiplas fontes de evidência. Todas as visitas ocorreram em agosto de 2012. Nas duas primeiras visitas, a coleta de dados teve ênfase na descrição da IPE na empresa. A Tabela 6.1 apresenta as fontes de dados, duração e exemplos de dados coletados.

Tabela 6.1: Procedimentos de coleta de dados

Fontes de evidências	Duração	Exemplos de quais dados foram coletados
Entrevista - GLP	5 horas	Início da IPE (o ano que começou treinamentos realizados, pessoal envolvido e motivações), como está sendo a IPE no momento (pessoal envolvido, práticas implantadas, treinamentos, responsabilidades e próximos passos).
Entrevistas - Supervisores de Vendas e Logística	30 minutos cada	Mercados e fornecedores (número, tamanho e distância dos principais clientes e fornecedores, tipos de produtos fabricados e materiais comprados)
Entrevista – Engenheiro de Produto	30 minutos	Complexidade dos modelos dos produtos (média de componentes, tipo de materiais e número de modificações ao ano)
Site da empresa na internet e relatórios	-	Mercados, produtos, histórico da empresa e da planta
Entrevistas - GLP, gerente de produção, dois gerentes de fluxo de valor (GFV), especialista lean, engenheiro de manufatura e operador	1,5 a 2 horas com cada um	Histórico da IPE na planta, análise e descrição dos riscos (Formulário A)
Observação – Participação de duas reuniões semanais com os membros de um dos fluxos de valor	1 hora	O modo que a fábrica reportava os problemas que ocorriam na produção, o andamento das ações de melhorias e o feedback da gerência sobre a IPE
Observação – Visita a planta	4 horas	Práticas lean em uso, maneira que estavam sendo usadas e os principais desperdícios (ociosidade e transporte)
Documentos - Materiais de treinamento	-	Métodos e material de treinamento
Documentos - Todos os relatórios e apresentações de eventos <i>kaizen</i> feitos na planta de 2001 a 2012	-	Melhorias realizadas, pessoas envolvidas nos <i>kaizens</i> , <i>kaizens</i> realizados, resultados alcançados.

Um formulário foi usado para coletar os dados necessários para a análise de riscos. Este apresenta uma questão fechada e uma aberta para cada um conjunto de riscos à IPE compilado por Marodin e Saurin (2013). Na questão fechada, o entrevistado indica o grau de impacto de cada risco na IPE em uma escala *Likert* de 5 pontos. Tal lista de riscos foi utilizada, pois foi a única encontrada na literatura explicitamente voltada a riscos na IPE. Em seguida, é sugerido que se questione ao entrevistado os motivos que levaram a sua resposta, na questão aberta. Os formulários apresentam questões fechadas e abertas para garantir a cobertura de tópicos chave e permitir que o entrevistador explore áreas que apareçam durante o curso das entrevistas, conforme sugerido por McCutcheon e Meredith (1993).

A principal fonte de evidência para a avaliação dos riscos foi às entrevistas, pois a maioria dos riscos não pode ser diretamente observada. As entrevistas foram gravadas e transcritas. As demais fontes de evidências, observações e documentos, serviram para a descrição do contexto e para triangulação de dados.

6.2.3 Análise de riscos

O objetivo da análise de riscos foi priorizar os riscos de acordo com o impacto de cada um estava na IPE. Tal análise foi feita a partir da média das respostas dos entrevistados (GLP, gerente de produção, dois GFVs, especialista lean, engenheiro de manufatura e operador) sobre o impacto de cada um dos riscos. Em seguida, os riscos foram categorizados em três níveis, sendo eles, alto, médio e baixo impacto.

6.2.4 Modelagem das relações entre riscos

O modelo de relações entre os riscos foi desenvolvido através do uso da ISM em quatro passos, de acordo com a literatura (Sage, 1977; Watson, 1978; Mandal e Deshmukh, 1993; Ravi e Shankar, 2005; Pfohl et al., 2011; Aloini *et al.*, 2012; Attri et al., 2013):

(a) A Reachability Matrix (Anexo D) foi criada com os riscos em suas colunas e em suas linhas. Com base na etapa anterior, os pesquisadores inseriram um valor “1” quando havia a influência do risco que estava posicionado na linha com aquele que estava posicionado na coluna, e o valor “0” para os demais espaços. Esta matriz deve ser avaliada de acordo com a propriedade da transitividade, ou seja, se o elemento “A” influencia em “B” e “B” influencia em “C”, “A” necessariamente influencia em “C”.

(b) O desenho do diagrama de todas as relações entre os riscos (Anexo E) foi feito com base naquelas células que apresentava o valor “1” na Reachability Matrix. Um desenho foi feito, onde se colocou primeiro os riscos e depois se desenhou com setas as relações entre eles. Ajustes no posicionamento dos riscos foram feitos para facilitar a visualização das setas e evitar os cruzamentos.

(c) A classificação dos riscos foi feita de acordo com seu poder de influência (quantos elementos ele influencia) e dependência (quantos elementos o influenciam). Um gráfico com estes dois eixos foi desenhado para posicionar os riscos de acordo com quatro classes: Autônomos (baixa dependência e poder de influência), Independentes (baixa dependência e alto poder de influência), Dependentes (alta dependência e baixo poder de influência) e de União (alta dependência e alto poder de influência).

(d) Uma tabela foi criada com base na Reachability Matrix para particionar os níveis do modelo. Tal tabela enumera os riscos na primeira coluna e, na segunda coluna, identifica quais são aqueles riscos influenciados por ele (Reachability set). Então, os riscos que não influenciavam em nenhum outro, foram considerados de nível I. Ao serem definidos os riscos do Nível I, estes foram retirados da tabela para formar uma nova tabela. O mesmo

procedimento se inicia novamente com esta nova tabela de riscos (sem os riscos do nível I). Aqueles que não influenciam em nenhum outro foram colocados no Nível II e assim por diante.

(e) O resultado da definição dos níveis serviu para desenhar as relações entre os riscos no modelo do ISM. Os níveis foram colocados de cima para baixo no modelo, do primeiro ao último. Após, foi feita a avaliação de consistência do modelo para identificar possíveis erros. Os erros podem ser cometidos quando todas as relações não forem demonstradas através da transitividade no modelo. Por exemplo, uma relação de um risco A (de nível III) com um risco C (de nível I), que exista na Reachability Matrix, deve ser representado através da influência de um A em um risco B (do nível II), e, por conseguinte, deste risco B em C. Se isto não ocorrer, o modelo da ISM deve incorporar uma seta de A para C, mesmo com dois níveis de diferença.

6.2.5 Reunião de *feedback*

Uma reunião com a equipe gerencial da planta e o diretor corporativo de lean da empresa foi realizada para discutir os resultados da pesquisa. A reunião teve quatro momentos diferentes e foi coordenada por um dos pesquisadores. A reunião iniciou com uma breve apresentação da jornada lean da planta. O segundo momento foi à apresentação da análise de riscos. O terceiro momento da reunião foi usado para discutir o modelo ISM entre riscos (Anexo E). Todas as relações de influência foram explicadas e discutidas com os participantes. A quarta parte do encontro foi à apresentação das oportunidades de melhoria sugeridas pelo pesquisador. A reunião durou cerca de cinco horas e foi gravada e transcrita.

6.3 Resultados

6.3.1 A planta e a IPE

A IPE iniciou formalmente nesta planta em 2001, incentivada por uma vice-presidente corporativa com prévia experiência no setor automotivo e em lean. Nos primeiros dois anos ocorreram seis eventos *kaizens* que duravam de três a cinco dias. O GLP coordenava um grupo formado por operadores e pessoas de áreas de apoio (ex. planejamento, manutenção, qualidade e engenharia). De 2003 a 2004, diversos eventos *kaizen* foram organizados para implantação de algumas práticas lean na fábrica e no escritório (ex. trabalho padronizado, 5S e método de solução de problemas). De 2005 a 2008, a planta teve apoio do consultor A e

passou a usar o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) para analisar o estado atual e planejar as melhorias. Neste período, foram feitos quatorze eventos *kaizen* em temas como, por exemplo, 5S, gestão visual por fluxo de valor, diminuição da variedade de produtos, produção puxada em alguns processos e colocação de estoques próximos no ponto de uso.

Em 2008, um novo gerente de produção assumiu a planta e determinou que a GLP se dedicasse 100% à IPE. Este gerente de produção também assumiu um papel mais participativo e presente em guiar a IPE na planta. A partir de 2011, novamente outra pessoa assumiu o cargo de gerente de produção. A partir desta mudança, o consultor B foi contratado e começou a fazer visitas mensais à fábrica. Uma visita típica do consultor B iniciava com uma caminhada pela fábrica, onde ele apontava algumas necessidades de melhorias. A seguir, as equipes de trabalho apresentavam as atividades concluídas e ações planejadas para os próximos meses, embasando o parecer do consultor B sobre os próximos passos. Havia uma diretriz corporativa para a apresentação visual dos dados de cada fluxo de valor. Tais quadros mostravam o MFV atual e futuro, as atividades de melhoria planejadas e os indicadores de desempenho principais (segurança, qualidade, serviço ao cliente, produtividades e estoque). Os GFV eram responsáveis pela execução das atividades de melhoria para alcançar os estados futuros. Dentre as práticas lean implantadas durante o período de 2008 a 2012, se destacam: as rotas de abastecimento de materiais, quadros de acompanhamento de produção hora a hora, SMED, o OEE, alguns sistemas puxados, o nivelamento da produção, as auditorias (*Kamishibay*) e células em fluxo contínuo.

6.3.2 Análise dos riscos

Esta etapa permitiu que os riscos fossem priorizados em três grupos, conforme a percepção dos entrevistados sobre o seu impacto na IPE (Tabela 6.2). Os riscos R6 e R7 foram considerados como um único risco, pelo fato de que os respondentes tiveram dúvidas em discernir entre a alta e a média gerência e houve respostas similares para as questões referentes aos mesmos, durante as entrevistas. Por exemplo, o gerente de produção considerava como alta gerência o gerente da planta, que era o cargo acima do seu. Já para o operador, a alta gerência era o próprio gerente de produção.

Tabela 6.2: Análise dos riscos a IPE na planta de Válvulas

Riscos	Valor médio	Impacto
R3: Falta de recursos humanos ou financeiros para as atividades de melhoria	2,9	Alto
R11: Os operadores não se sentem responsáveis em usarem as práticas de lean e em solucionarem problemas	2,9	Alto
R9: Falta de apoio para os operadores usarem as práticas lean e participarem ativamente da solução de problemas	2,7	Alto
R13: Não sustentar as melhorias e práticas lean a médio e longo prazo	2,7	Alto
R8: Falta de apoio do nível operacional	2,6	Alto
R14: Dificuldade de manter o ritmo de implantação das práticas lean e de solucionar os problemas nas causas raízes	2,6	Alto
R2: As áreas de apoio a produção (engenharia, manutenção, logística, qualidade, PCP e RH) têm pouco conhecimento prático de lean	2,4	Médio
R1: As pessoas parecem estar pouco motivadas depois de alguns anos do início das atividades de melhorias	2,1	Médio
R4: Falta de clareza na comunicação sobre o andamento das atividades de melhoria ou esta não alcança todas as pessoas da empresa	2,1	Médio
R12: Pouco conhecimento e experiência prática sobre lean por parte da gerência	2	Médio
R5: Dificuldade de enxergar o retorno (benefícios) das ações de melhoria	1,8	Baixo
R6 / R7: Falta de apoio e participação da alta administração e média gerência	1,8	Baixo
R10: As pessoas temem que a mão-de-obra liberada pelas atividades de melhoria seja demitida	1,3	Baixo

6.3.3 Relações entre os riscos através da ISM

6.3.3.1 Classificação dos riscos

Os riscos foram classificados nas quatro categorias da ISM:

- (a) Autônomos: R1 (as pessoas parecem estar pouco motivadas depois de alguns anos do início das atividades de melhorias), R2 (as áreas de apoio à produção têm pouco conhecimento prático de lean), R4 (falta de clareza na comunicação sobre o andamento das atividades de melhoria ou esta não alcança todas as pessoas da empresa), R5 (dificuldade de enxergar o retorno das ações de melhoria), R9 (falta de apoio para os operadores usarem as práticas lean e participarem ativamente da solução de problemas) e R10 (as pessoas temem que a mão-de-obra liberada pelas atividades de melhoria seja demitida) eram os riscos com baixo poder de influência e baixa dependência de outros riscos. Esta classe é denominada de riscos autônomos pelas fracas conexões que cada risco mantém com os demais, sejam eles os da própria classe ou de outras classes. Assim, as estratégias de tratamento e gerenciamento destes riscos podem ser feitas de modo individual.
- (b) Independentes: R6/7 (falta de apoio e participação da alta administração e média gerência), R11 (os operadores não se sentem responsáveis em usarem as práticas de lean e em solucionarem problemas) e R12 (pouco conhecimento e experiência prática

suficiente sobre lean por parte da gerência) foram classificados como de alto poder de influência e baixa dependência de outros riscos. A gestão destes riscos foi considerada prioritária pela ISM, mesmo que o impacto deles tenha sido considerado médio ou baixo. Isto ocorre porque o tratamento destes riscos acarreta em benefícios para todo o sistema, já que eles influenciam diversos outros riscos.

- (c) Dependentes: R3 (falta de recursos humanos ou financeiros para as atividades de melhoria), R8 (falta de apoio do nível operacional), R13 (não sustentar as melhorias e práticas lean a médio e longo prazo) e R14 (dificuldade de manter o ritmo de implantação da IPE) foram classificados como de alto grau de dependência e baixo poder de influência. Deste modo, as medidas para o tratamento destes riscos devem considerar as características do contexto que estão afetando diretamente os próprios riscos e aquelas que estão afetando os riscos que os precedem no sistema.
- (d) União: Estes riscos possuem um alto poder de influência e dependência. Nenhum dos riscos foi incluído nesta categoria, Os riscos considerados de União são geralmente considerados críticos por dois motivos. Primeiro, pela sua instabilidade, já que podem ser afetados por vários riscos (dependência). Segundo, pois a influência destes riscos se propaga para um grande número de elementos no sistema.

A Figura 6.1 aprofundou o entendimento do poder de influência e do grau de dependência entre os riscos, pois sugere que a sequência de tratamento destes ocorra de acordo com as classes. Os riscos Independentes devem ser priorizados em comparação aos Autônomos e aos Dependentes.

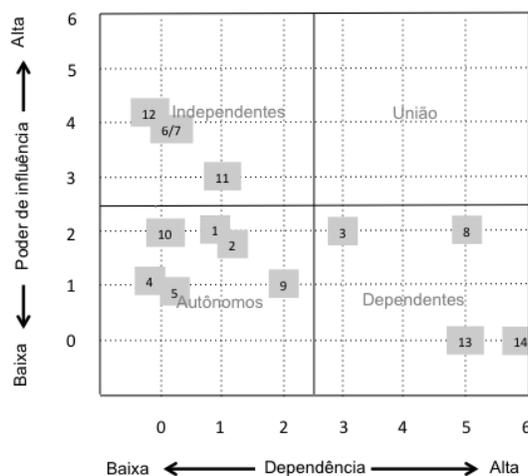


Figura 6.1: Diagrama de poder de influência e dependência dos riscos

O modelo da ISM na Figura 6.2 é uma simplificação do diagrama de todas as relações entre riscos (Anexo E), pois transforma algumas das relações diretas entre elementos por

relações indiretas, caracterizadas pelo efeito moderador do impacto ao longo de dois ou mais níveis de diferença. A sequência de influência direta e indireta dos riscos está representada de forma clara e objetiva, evitando redundâncias. Por exemplo, a Reachability Matrix aponta a influência de R11 em R3, R8 e R13. Entretanto, as setas no ISM de R11 (Nível III) indicam apenas a sua influência em R3 e R8, ou seja, um nível a menos. Por sua vez, o R3 e o R8 (Nível II) influenciam em R13 (Nível I), ou seja, a influência de R11 em R13 continua representada no modelo, mas de modo indireto através de R3 e R8. A estrutura causal do ISM faz com que não seja necessário demonstrar a influência dos riscos em dois ou mais níveis de diferença, exceto quando há inconsistência, como no caso de R6/7 e R3.

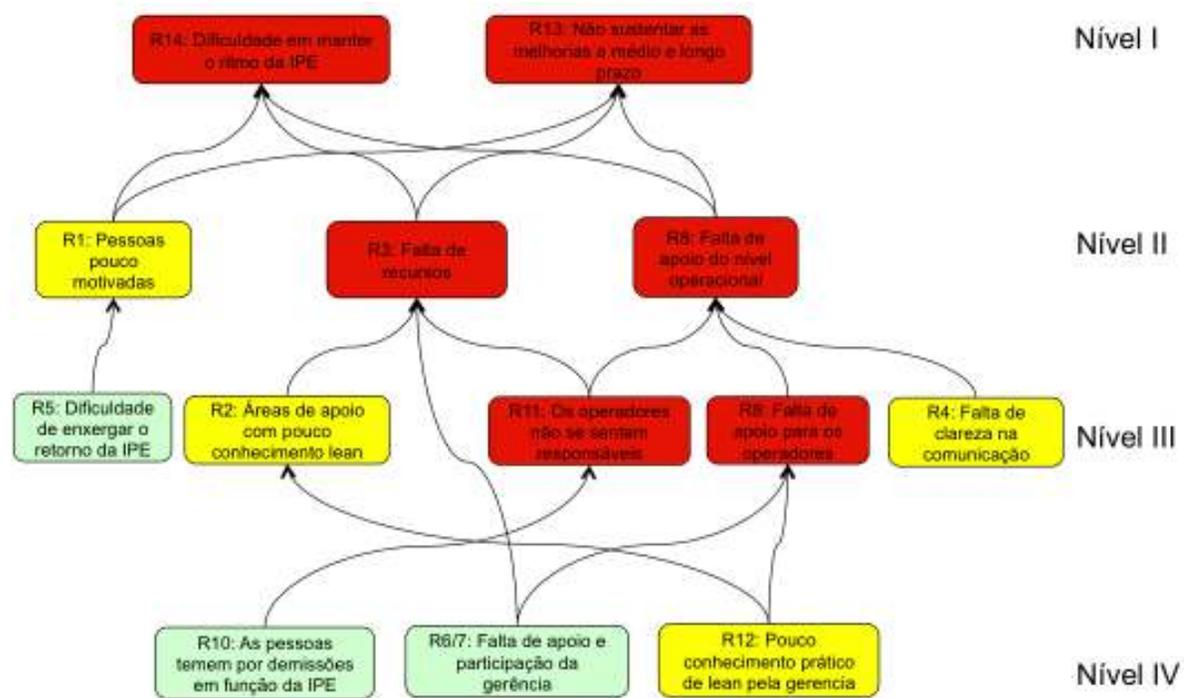


Figura 6.2: Modelo ISM representando as relações causais entre riscos*

*As cores significam o alto (vermelho), médio (amarelo) e baixo (verde) impacto dos riscos na IPE de acordo com a Tabela 6.2

Alguns exemplos das relações entre os riscos foram descritos no próximo item. Tais relações foram escolhidas por serem entre os riscos de alto impacto foram ou para poder permear todos os níveis da ISM.

6.3.3.2 Nível IV

O R12 (pouco conhecimento e pouca experiência prática sobre lean por parte da gerência) foi classificado como Independente, ou seja, com alto poder de influenciar outros riscos. A influência de R12 em outros riscos foi evidenciada, por exemplo, no modo como os GFVs e *coaches* apoiavam os operadores, um fator associado ao R9 (nível III). A gerência não tinha o pleno conhecimento sobre as práticas lean para poder explicar com detalhes, decidir sobre como estas deveriam ser implantadas, resolver os problemas que ocorriam nos primeiros momentos após a implantação e visualizar qual seria a melhor ordem de implantar as práticas *lean*. O relato do engenheiro de manufatura ilustra tal argumento:

“O treinamento (sobre OEE) não foi bom. Eu não acredito que as pessoas que deram o treinamento foram treinadas o suficiente para poderem treinar pessoas. Nós provavelmente sentamos aqui, várias vezes por cerca de 40 horas (após o treinamento) para chegar a um acordo sobre como (OEE) deveria funcionar e nunca chegamos ao acordo de como (o OEE) deveria funcionar”.

6.3.3.3 Nível III

O R9 (falta de apoio para os operadores usarem as práticas lean ou participarem ativamente da solução de problemas) foi considerado de alto impacto e autônomo, ou seja, de baixo poder de influência e baixa dependência no modelo. Contudo, o R9 teve influência na resistência dos operadores à IPE (R8). Por exemplo, em visitas à fábrica, os pesquisadores perceberam que alguns dos quadros de acompanhamento de produção estavam preenchidos com a produção real de todo o dia, mesmo que ainda fosse o início do dia. Em outros locais, os quadros não descreviam os motivos das paradas na produção. De fato, o engenheiro de manufatura afirmou que os operadores não entendiam o sentido dos quadros de acompanhamento de produção, principalmente porque os quadros demandavam tempo dos operadores para o seu preenchimento. Entretanto, a explicação para os operadores não apoiarem esta prática estava em R9, conforme trecho da entrevista com o engenheiro de manufatura:

“O quadro (de acompanhamento de produção) não está sendo usados (pela equipe gerencial), eles são mais do que uma coisa visual, (eles servem) para os gerentes ficarem de olho na fábrica, olharem para o quadro e se eles entendessem os quadros e o modo que eles devem ser preenchidos, eles poderiam parar ali e perguntar para o operador (coisas do tipo): porque você não conseguiu alcançar a produção? o que está acontecendo agora? ou (elogiar dizendo) parabéns, você

fez um bom trabalho. Infelizmente ninguém usa desta maneira, exceto o antigo gerente de produção, desde que ele saiu, a prioridade saiu com ele”.

Vale salientar que Liker (2004) identifica outros objetivos para o quadro de acompanhamento de produção, como coletar informações que possibilitem a identificação e priorização dos principais problemas para, posteriormente, agir para solucionar os problemas que mais afetam aquele processo. Isto também não estava sendo realizado pela equipe gerencial. Deste modo, se pode supor que a falta de apoio da gerência estava fazendo com que o nível operacional também não aderisse a esta prática.

O R11 (os operadores não se sentem responsáveis em usarem as práticas de lean e em solucionarem problemas) foi considerado um dos riscos mais importantes, tanto na análise de risco quando na ISM. De fato, o ISM mostra que este risco estava influenciando negativamente diversos outros.

Dentre os motivos pelos quais os operadores não se sentiam responsáveis pela implantação e uso das práticas lean estava o modo com que eles eram envolvidos na IPE. O consultor B e a equipe gerencial costumavam desenvolver as soluções e apresentá-las aos operadores das usinagens e *coaches* com o intuito de verificar a opinião destas pessoas sobre a proposta. A equipe gerencial, possivelmente em virtude do R12 (pouco conhecimento e experiência prática suficiente sobre lean por parte da gerência), considerava que estava envolvendo os operadores de forma adequada. Entretanto, os operadores e *coaches* não estavam participando da construção das soluções, ou seja, analisando os problemas e dando sugestões de modo a alcançar o consenso. Nos eventos *kaizen* realizados em anos anteriores, os operadores e *coaches* decidiam em conjunto como seriam feitas as melhorias, mas, recentemente, a planta não estava mais fazendo este tipo de evento. A partir de 2009, a planta não fez mais nenhum evento *kaizen* na fábrica.

O diretor corporativo de lean assumiu parte da culpa por este fato durante a reunião de *feedback*, pois o escritório corporativo começou, nesta época, a incentivar que o gerente de produção participasse mais ativamente da IPE e que usarem os MFV's. Apesar desta diretriz não ter expressado claramente que não era mais para realizar eventos *kaizens*, várias plantas, inclusive esta, entenderam equivocadamente que o evento *kaizen* não era mais necessário, pois as melhorias seriam agora feitas pela equipe gerencial. Na prática, o resultado foi que os operadores e *coaches* não se sentiam à vontade para usar algumas das práticas lean implantadas, pela falta de participação direta e decisiva no processo de desenvolvimento da solução.

O R11 mostrou afetar o R8 (falta de apoio do nível operacional), como, por exemplo, em uma ocasião presenciada por um dos entrevistados, o especialista lean. Segundo o relato obtido, há alguns meses, a equipe gerencial chamou um operador para uma reunião em que o consultor B apresentou as suas ideias de uma reorganização do layout para criar uma célula no setor de montagem. O operador pouco questionou a solução proposta. Entretanto, após esta reunião, ele se reuniu com alguns operadores na fábrica para dizer que a ideia de uma célula em fluxo contínuo não iria funcionar e que seria uma “estupidez” tentar daquela forma. Neste momento, alguns dos operadores que participavam não concordaram com o colega, fato que indica que alguns apoiavam a IPE. Neste exemplo, o operador foi chamado para uma reunião com a equipe gerencial e o consultor B quando a proposta de estado futuro já estava construída para o seu setor. O operador foi chamado quando a solução já estava pronta e a equipe contestaria os seus argumentos, pois desejava que a solução proposta fosse colocada em prática. Tal situação fez com que o operador não só tenha ficado pouco propenso a ajudar na solução, mas também tenha decidido a convencer os colegas a também se oporem a ela. O evento *kaizen* funcionava de uma forma totalmente diferente, pois todos tinham o mesmo papel, que era de entender o problema e desenvolver em conjunto a solução. Na visão do engenheiro de manufatura, no evento *kaizen*:

“Todos juntos decidindo o que seria feito. A idéia (do kaizen) era discutir e concordar antes que fosse implantado. Era um pequeno grupo e era por isto que funcionava (...) as pessoas que estavam diretamente envolvidas eram aquelas que participavam da reunião. Eu estava lá (no kaizen) com as pessoas de outras áreas que estavam relacionadas ao assunto. Antes, todos sabiam exatamente o que eles deveriam fazer e como deveriam fazer. O grupo ouvia e decidia: aqui está o problema, como iremos resolver? Isto não é a maneira que estamos fazendo agora”.

Em outra ocasião, na implantação dos sistemas puxados, a equipe gerencial também apresentou como funcionaria o sistema. Os operadores de chão-de-fábrica não apoiaram imediatamente o uso da prática, o que demandou muitas horas de discussão e ajustes antes e depois do início do uso do sistema puxado. Entretanto, segundo o operador entrevistado, a maior parte destes ajustes poderia ter sido feita no planejamento da implantação da prática, caso os operadores tivessem sido envolvidos de forma mais direta. Este tempo excessivo gasto pela equipe gerencial nos ajustes para colocar as práticas lean em funcionamento impactou diretamente em R3 (falta de recursos humanos ou financeiros). Ao invés de ser mais

um recurso para auxiliar no desenvolvimento de ações de melhoria, os operadores de chão-de-fábrica, em algumas ocasiões, eram vistos como uma fonte de empecilhos que fazia com que as melhorias demorassem mais tempo para serem colocadas em uso de modo adequado. Apesar disto, esta dificuldade, antes do presente estudo de caso, nunca havia gerado uma reflexão sobre os motivos que levavam os operadores a não apoiarem algumas práticas lean.

6.3.3.4 Nível II

O R3 (falta de recursos humanos ou financeiros) foi considerado de alto impacto, principalmente pela equipe gerencial e classificado como de alta dependência pela ISM. O grande número de ações de melhoria planejadas, mas não implantadas, pode ter influenciado a percepção dos gestores sobre a falta de recursos. As ações de melhoria eram geradas de três formas diferentes: a) das visitas do consultor B; b) dos MFV; e c) o gerente de produção solicitava um A3 de solução de problemas quando a meta de algum indicador de desempenho, associada ao quadro de indicadores dos GFVs, não fosse atingida. Estas três formas faziam com que várias ações fossem frequentemente adiadas, impactando em R14 (dificuldade de manter o ritmo de implantação da IPE). De fato, o quadro de controle visual dos planos de ação indicava que várias ações dos MFVs estavam atrasadas e não havia um controle da execução das ações nos A3 em andamento.

A falta de suporte dos operadores de chão-de-fábrica (R8) foi considerada de alto impacto por todos os entrevistados e classificada como dependente no ISM. Em parte, o fato da estratégia de IPE ter mudado várias vezes nos últimos anos, podem ter contribuído para o alto impacto de R8. Estas mudanças na estratégia levavam os operadores de chão-de-fábrica a questionar o conhecimento em lean da equipe gerencial (R12). Um trecho da entrevista com uma pessoa da fábrica ilustra esse este questionamento:

“A maioria das coisas que ele (consultor B) fala vão contra as coisas que nós estávamos fazendo nos últimos três anos (...) muitas coisas mudaram a respeito do que nos ensinaram, se você continua mudando as coisas assim, é mais difícil de manter as pessoas a bordo”.

Vale salientar que o trecho acima está relacionado às mudanças na estratégia de IPE e no que era considerado prioritário e importante a este processo. De fato, é normal que várias mudanças ocorram em decorrência da IPE, entretanto, tais mudanças devem seguir os

princípios do sistema lean, o que não faz com que elas sejam contrárias umas as outras, como relatado, mas sim evoluindo continuamente em direção aos princípios lean.

A falta de apoio de algumas pessoas do chão-de-fábrica (R8) dificultava a manutenção de um ritmo constante das melhorias (R14), pois gerava a necessidade de um tempo excessivo da equipe gerencial para implantar cada uma das práticas *lean*. Por exemplo, as rotas de abastecimento foram definidas pela equipe gerencial, sem nenhuma participação dos operadores. Quando os equipamentos estavam disponíveis para começar as rotas, tanto os abastecedores quanto os operadores da fábrica não eram a favor da implantação desta prática. Segundo a GLP, os abastecedores se negaram a dirigir o equipamento que foi adquirido, mesmo após o treinamento realizado. A equipe gerencial e o gerente geral da planta chegaram a se reunir para convencer os abastecedores que o equipamento era adequado.

Após todo este trabalho, a equipe gerencial convenceu os abastecedores a fazerem a rota. Na primeira vez que a rota foi percorrida pelo abastecedor, o operador de uma máquina colocou uma caixa de cavaco no caminho de forma a atrapalhar o abastecedor. O momento foi captado em uma filmagem feita pela GLP com uma câmera escondida. A câmera foi escondida por a GLP já esperava alguma reação dos operadores. O abastecedor, então, parou e esperou o operador tirar a caixa do caminho. Esta situação, somada ao fato de que inúmeras reclamações foram feitas pelos operadores nos dias que antecederam a implantação das rotas, fizeram com que a GLP e um trainee decidissem acompanhar todas as rotas e anotar todos os empecilhos levantados pelos operadores durante três semanas. Depois, uma equipe multifuncional tratou de solucionar os problemas levantados. A presença do R8 pode ser atribuída em parte à maneira com que a prática foi introduzida para os operadores, que fez com que eles a enxergassem como desnecessária e insegura. Seis meses após estes acontecimentos, no período em que esta pesquisa foi feita, os operadores entrevistados demonstravam satisfação com as rotas de abastecimento e, segundo eles, ela tinha solucionado grande parte dos problemas de falta de material no ponto de uso.

A resistência dos operadores do chão-de-fábrica na IPE também teve influência na sustentação de algumas melhorias (R13). Por exemplo, alguns operadores de máquinas de usinagem não apoiavam o uso de cartões *kanban* para o supermercado de produtos intermediários, abastecido por eles. O sistema puxado implantado tirava a autonomia dos operadores de usinagens de escolherem a sequência de produção que desejavam seguir, pois havia uma sequência padrão definida pelos cartões *kanbans* vinculados ao supermercado. O cálculo dos níveis de estoque do supermercado levou em consideração uma sequência padrão estabelecida. Desta forma, as mudanças os operadores faziam nesta sequência deixava o

supermercado mais propenso à falta de peças, pois se estava adiantando algum produto em detrimento de outro e os estoques não estavam calculados desta forma. Em repetidas situações, a montagem final não conseguiu abastecer o seu estoque de produtos acabados, pois o desrespeito às regras do *kanban* por parte da usinagem fez com que faltassem produtos no supermercado de produtos intermediários, que abastecia as montagens. Assim, a garantia do funcionamento e sustentação do recém implantado supermercado de produtos acabados dependia dos operadores seguirem as orientações dos cartões *kanbans* do supermercado de produtos intermediários.

6.3.3.5 Nível I

A falta de sustentação das melhorias (R13), classificada como um risco dependente pela ISM foi apontado por todos como uma grande dificuldade na IPE. A realização de auditorias do uso das práticas *lean* era feita diariamente pela equipe gerencial com o intuito de sustentar as melhorias. Entretanto, a presença do R3 (falta de recursos humanos) e R8 (falta de apoio do nível operacional) tornava as auditorias difíceis e demoradas. Durante as três semanas em que os dados para esta pesquisa foram coletados, as auditorias estiveram sempre com dois a três dias de atraso.

Na visão dos operadores do chão-de-fábrica, a IPE estava avançando em um ritmo constante, com várias práticas implantadas nos últimos meses. Entretanto, a percepção da equipe gerencial era de que o R14 (dificuldade de manter o ritmo da IPE) vinha se manifestando fortemente. O R3 e R8 também tornavam a execução dos planos de ações mais demorada, além do grande número de ações propostas a partir dos três canais que originavam as mesmas, conforme anteriormente mencionado (6.3.3.4). Contudo, muitas melhorias foram implantadas ao longo de um ano de visitas do consultor B, como, por exemplo, o supermercado de produtos intermediários e acabados, a célula de fluxo contínuo, as rotas de abastecimento em toda a fábrica, o *Kamishibai* e a sequência padrão nivelada para os processos iniciais (ex. usinagens).

6.4 Discussões e Conclusões

O método de avaliação de riscos usado neste estudo é composto por cinco etapas, sendo elas: a) coleta de dados para avaliação dos riscos e sobre o processo de IPE na planta; b) análise dos riscos; c) categorização dos riscos e identificação das relações entre os mesmos;

e d) a reunião de *feedback*. A etapa de coleta de dados sobre os riscos seguiu dois critérios sugeridos por Yin (2003) para alcançar qualidade de estudos baseados em caso. Primeiro, a confiabilidade, através do desenvolvimento do protocolo de estudo de caso e a organização de uma base de dados. Segundo, o uso de múltiplas fontes de evidências na coleta de dados, como, os documentos, entrevistas e observações, que permitiram a triangulação dos dados e fortaleceram o embasamento dos resultados. Os formulários criados facilitam a replicabilidade dos procedimentos de coleta de dados do método.

A etapa de categorização e identificação das relações entre os riscos atendeu outro critério de Yin (2003) para alcançar qualidade em estudos baseados em caso, a validade interna. Tal validade foi satisfeita através da formulação de relações causais diretas entre as evidências e o estabelecimento de proposições para as relações entre os elementos do ISM. O uso da ISM demonstrou ser importante, pois reforçou resultados de mútuos e agregou informações práticas a empresa sobre a avaliação dos riscos. Por exemplo, os riscos considerados de alto impacto na análise (R9, R11, R3, R8, R13 e R14) estavam posicionados de modo centralizado e nos níveis I e II do modelo. Isto indicou a existência de um efeito cascata de influência e alto impacto negativo entre os riscos, que iniciava no nível III e terminava no nível I. Já os riscos de baixo impacto (R5, R6/7, R10) estavam nos níveis III e IV do ISM, sem nenhuma influência de outros riscos.

As informações que foram agregadas através do uso da ISM permitiram aprimorar o plano de tratamento dos riscos. Por exemplo, antes da ISM, a análise de riscos sugeria que o tratamento dos riscos seguisse uma sequência de maior impacto, na ordem de R3, R11, R9, R13, R8 e R14. A ISM possibilitou que, além do impacto, a avaliação também considerasse a influência entre os riscos. Deste modo, o plano de tratamento deveria iniciar pelo R12, com uma melhor capacitação da equipe gerencial sobre os princípios e práticas lean. A redução do impacto deste risco terá um efeito direto em R9, no Nível III, pois a gerência entenderia melhor o papel dos operadores na solução de problemas e teria mais confiança e conhecimento sobre lean para passar para os operadores também.

Após, os planos de tratamento de R9, mudando a forma de envolvimento dos operadores, e R11, definindo o papel de todos os envolvidos para auxiliar na solução de problemas, começam a fazer sentido, já que a influência negativa de R12 teria sido sanada. Vale lembrar que as três classes de impacto provenientes da análise dos riscos foram fundamentais para alcançar tais conclusões.

A reunião de *feedback* foi importante para os pesquisadores e para a empresa. Para a empresa, o momento serviu para identificar as suas limitações e buscar soluções para

melhorar o processo de IPE na planta. A forma de apresentação e discussão aberta dos resultados ajudou a equipe gerencial a esclarecer dúvidas, além de permitir que os pesquisadores exemplificassem como perceberam algumas características e proposições levantadas. Aos pesquisadores, o momento foi uma oportunidade de validar os dados coletados, a interpretação e os resultados da pesquisa.

A pesquisa também aprofundou o conhecimento sobre riscos à IPE, os quais podem ser interpretados como construtos. O estudo de caso tornou visível, por exemplo, evidenciar a que o R8 não ocorria de forma isolada, pois o impacto negativo dele estava influenciando também em R13 e R14. O conhecimento aprofundado sobre tal risco tornou possível que a equipe gerencial planejasse ações de tratamento do R8.

Deste modo, além de aprofundar o conhecimento sobre os construtos, a pesquisa permitiu evidenciar as relações entre os mesmos através do modelo da ISM. Contudo, o fato de que o contexto é único em cada empresa e o estudo ser baseado em apenas um caso, faz com que não seja apropriado generalizar as causas e implicações de cada risco. O modelo da ISM tende a variar entre diferentes plantas, mas os riscos e parte das relações encontradas entre eles podem ocorrer em outros casos.

A realização de um único estudo de caso limita o método e os resultados quanto à generalização e validação externa (Meredith, 1998). Porém, nenhuma etapa do método pressupõe a existência de um contexto específico, o que leva a crer que o método pode ser usado em empresas de outros setores e países. Deste modo, a pesquisa abre caminho para que outros estudos de caso sejam feitos para identificar novos riscos, desenvolver novas proposições de relações entre eles ou validar as relações encontradas. O teste do grau de generalização do modelo da ISM proposto pode ser feito através de *surveys* com grandes amostras. Tais pesquisas podem validar as relações encontradas, propor novas relações e quantificar qual o percentual de influência que um risco tem sob outro.

Por fim, vale notar que, mesmo no estudo de caso, a avaliação dos riscos tem um caráter pontual e momentâneo, ou seja, ela reflete a situação no momento em que a pesquisa foi feita. A avaliação dos riscos pode gerar resultados diferentes no futuro, na medida em que a empresa prossegue na IPE. Isto faz com que seja necessária a etapa de controle para avaliar se as ações estão contendo os riscos, identificar novos riscos e novas relações na ISM. Executar a etapa de controle dos riscos é uma oportunidade de pesquisa futura para que se tenham evidências da eficácia da avaliação e GR na IPE.

Referencias

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. and Nelder, G. (2006), "Critical success factors for lean implementation within SMEs", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 4, 460-471.
- Aloini, D., Dulmin, R. and Mininno, V. (2012), "Risk assessment in ERP projects", *Information Systems*, Vol 37, pp. 183-199.
- Barki, H.; Rivard, S. and Talbot, J. (1993), "Toward an assessment of software development risk", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 10 No. 2, pp. 203–225.
- Bhasin, S. (2012), "Prominent obstacles to Lean", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 61 No. 4, pp. 403-425.
- Boehm, B., W. (1991), "Software Risk Management: Principles and Practices", *Journal IEEE Software*, Vol. 8, No. 1, pp. 32-41.
- Chapman, C. and Ward, S. (2003), *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights*. John Wiley.
- Eisenhardt, K. M. and Graebner, M. E. (2007), "Theory building from cases: opportunities and challenges", *Academy of Management Journal*, Vol. 50, No. 1, pp. 25-32.
- Faisal, M. N., Banwet, D. K. and Shankar, R. (2006), "Supply chain risk mitigation: modeling the enablers", *Business Process Management Journal*, Vol. 12 No. 4, pp. 535-552.
- Hines, P., Holweg, M. and Rich, N. (2004), "Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 24 No. 10, pp. 994-1011.
- Lian, Y. and Van Landeghem, H. (2007), "Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator", *International Journal of Production Research*, Vol. 45 No. 13, pp. 3037-3058.
- Liker, J. (2004), *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Marodin G.A. and Saurin, T.A. (2013), "Towards a model to understand risk factors that affect the lean production implementation". *Proceedings of the 24th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS)*, Denver, Colorado.
- McCutcheon, D.M. and Meredith, J.R. (1993), "Conducting case study research in operations management", *Journal of Operations Management*, Vol. 11 No. 3 pp. 239–256.
- Meredith, J. (1998), "Building operations management theory through case and field research", *Journal of Operations Management*, Vol. 16, No. 4, pp. 441–454
- Motwani, J. (2003), "A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study", *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 103 No.5, pp. 339-346.
- Pfohl, H. C., Gallus, P. and Thomas, D. (2011), "Interpretive structural modeling of supply chain risks", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 41 No. 9, pp. 839 – 859.
- Ritchie, B. and Brindley, C. (2007), "Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 27 No. 3, pp. 303-322.

- Sage, A.P. (1977), *Interpretive Structural Modeling: Methodology for Large-Scale Systems*, pp. 91–164, 1977 (McGraw-Hill: New York, NY).
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. and Deflorin, P. (2009), “Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation”, *Business Horizons*, Vol. 52 No. 1, pp. 79-88.
- Shah, R. and Ward, P. (2007), “Defining and developing measures of lean production”, *Journal of Operations Management*, Vol. 25 No. 4, pp. 785-805.
- Sim, K. and Rogers, J. (2009), “Implementing lean production systems: barriers to change”, *Management Research News*, Vol. 32 No. 1, pp. 37-49.
- Singh, M.D., Shankar, R., Narain, R. and Agarwal, A. (2003), "An interpretive structural modeling of knowledge management in engineering industries", *Journal of Advances in Management Research*, Vol. 1 Iss. 1, pp. 28-40
- Wallace, L., Keil, M. and Rai, A. (2004), “Understanding software project risk: a cluster analysis”, *Information & Management*, Vol. 42, pp. 115-125.
- Watson, R (1978), “Interpretive structural modelling: a useful tool for technology assessment”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 11, pp. 165–185.
- Yin, R. (2003), *Case study research: design and methods*, 5 ed. Thousand Oaks: Sage.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Conclusões

A presente tese teve como objetivo geral desenvolver um método para avaliação dos riscos na IPE. Os objetivos específicos foram: a) identificar e descrever os principais riscos na IPE; e b) desenvolver mecanismos para analisar e modelar as relações entre os riscos a IPE. A pesquisa foi realizada em cinco etapas, cada uma resultando em um dos artigos que compõem a tese.

Uma revisão sistemática da literatura foi feita no artigo 1, tendo em vista identificar linhas de pesquisa associadas à IPE e necessidades de novos estudos. Os resultados indicaram que o substancial aumento do número de publicações criou linhas de pesquisa fragmentadas e dissociadas. Deste modo, são necessários trabalhos que permeiem e integrem as diversas linhas de pesquisa. Neste sentido, os resultados desta tese podem contribuir para aperfeiçoamento de estudos em ao menos três das sete linhas de pesquisa identificadas. A linha de pesquisa "métodos para implantação da PE" pode beneficiar-se do maior conhecimento acerca dos riscos à IPE resultante da tese. De fato, aqueles métodos podem incluir passos e ferramentas explicitamente dedicadas a gerenciar os riscos à IPE. Similarmente, os métodos para avaliação do nível de uso da PE (outra linha de pesquisa) também poderiam contemplar avaliações da intensidade dos riscos, visto que esses possivelmente têm impacto no nível de uso.

Uma revisão bibliográfica possibilitou a proposição de uma lista de quatorze riscos que afetam a IPE, no artigo 2. A partir desta lista, uma *survey* foi feita com 57 respondentes de empresas da região Sul do Brasil e um estudo de caso em uma empresa global do primeiro nível da cadeia automotiva. Os resultados da *survey* e do estudo de caso indicaram a validade da lista de riscos desenvolvida a partir da literatura, bem como apontaram evidências de relações entre os riscos. O artigo 2 contribuiu para os dois objetivos específicos da tese. De um lado, ele permitiu identificar e validar a lista de riscos na IPE (contribuição para o primeiro objetivo específico). De outro lado, ele contribuiu para a identificação de relações entre os riscos, tema foco do segundo objetivo específico.

Uma extensa revisão bibliográfica foi o ponto de partida do artigo 3, que propôs uma sistemática para a GR em processos de IPE. Os procedimentos de coleta e análise de dados foram adaptados às peculiaridades da IPE. Por exemplo, a perspectiva dos STS foi usada para aprimorar o entendimento acerca do contexto onde os riscos ocorrem, pois o contexto tem uma grande influência na IPE. O artigo 3 contribuiu para o objetivo geral da tese por construir

o arcabouço teórico referente à GR na IPE, bem como para identificar as etapas para a avaliação de riscos, sendo elas a análise de contexto, identificação, análise e categorização das relações entre os riscos. A aplicação de tais etapas é relatada nos artigos subsequentes.

O artigo 4 apresenta a análise de riscos na IPE em um caso real de uma planta de uma empresa americana. O contexto foi descrito segundo os quatro subsistemas de um STS. Este artigo contribuiu para os objetivos da tese, pois: a) discutiu os resultados da aplicação empírica das etapas de descrição do contexto e análise de risco; b) propôs uma descrição generalizável e detalhada dos principais riscos presentes na IPE; e c) apresentou exemplos de como os riscos se manifestam na prática em caso real.

O artigo 5 abrange o último passo da avaliação de riscos, ou seja, a categorização e modelagem das relações entre eles. Um modelo de relações entre os riscos através do uso da ISM foi desenvolvido com base em um caso empírico. O artigo 5 contribuiu principalmente para o segundo objetivo específico da tese, através da aplicação de um método para explicitar as relações de influência entre os riscos.

O uso da perspectiva de GR na IPE ajudou a definir os riscos na IPE e evidenciar os motivos pelos quais os riscos ocorriam, bem como a identificação das relações entre eles e o papel do contexto da empresa, principalmente, a forma com que a IPE estava sendo conduzida. Vale salientar que a literatura já apresentava os riscos presentes na IPE, porém estes não eram claramente definidos, nem se discutia as relações entre eles ou os motivos que levavam a ocorrência de tais riscos. Para a empresa do segundo estudo de caso, a avaliação de riscos propiciou que ela pudesse ajustar os seus planos de IPE, para reduzir os riscos e aumentar as chances de sucesso.

O uso da perspectiva de GR na IPE trouxe os seguintes benefícios: a) permitiu organizar a literatura em uma definição comum para os fatores, barreiras e dificuldades na IPE; b) apresentou princípios e um processo robusto de gestão das dificuldades na IPE, por exemplo, pela importância de identificar, analisar, classificar e modelar as relações entre os riscos; e c) agregou um vocabulário e ferramentas que podem ser usadas para gerenciar os riscos na IPE, como, por exemplo, o nível de impacto, a ISM e a matriz de probabilidade e ocorrência.

Em relação ao entendimento de como os riscos na IPE podem ser avaliados e gerenciados, este trabalho contribuiu em desenvolver um método para a GR na IPE, que incorpora as etapas para a avaliação de riscos na IPE e testar a capacidade do método de avaliação de riscos em entender o contexto e os riscos presentes em um caso real.

7.2 Pesquisas Futuras

A presente tese abre espaço para as seguintes oportunidades de pesquisas futuras:

a) Aplicar integralmente a sistemática de GR na IPE em múltiplos estudos de casos longitudinais, o que incluiria as etapas de resposta e controle aos riscos. Além de avaliar a eficácia do método, os estudos longitudinais poderiam identificar quais são e como as estratégias de resposta aos riscos estão sendo usadas;

b) Aplicar o método de GR desde o início de um projeto de IPE e acompanhar o andamento deste de modo a integrar a GR às demais etapas do projeto de implantação. Isto permitiria avaliar a funcionalidade e resultado da avaliação de riscos quando feita na etapa de planejamento da IPE, bem como as respostas e controle dos riscos durante o projeto;

c) Testar o modelo de relações entre os riscos encontrados no artigo 5 através de múltiplos estudos de caso ou uma *survey* com um número significativo de empresas. O modelo também poderia ser aprimorado de forma a mostrar a influência dos riscos nos resultados da IPE. Uma *survey* permitiria validar estatisticamente as relações presentes no modelo e quantificar a influência de cada risco.

d) Aplicar o método de avaliação de riscos em múltiplos estudos de casos para aumentar o grau de generalização e validade externa dos riscos identificados e do método proposto;

e) Desenvolver um modelo genérico que explicita as relações de influência de características de contexto nos riscos a IPE. Múltiplos estudos de caso poderiam sugerir um conjunto de características de contexto que influenciam nos riscos a IPE e permitir a proposição de modelos que demonstrem tais relações, que podem ser testados com grandes amostras.

ANEXO A – FORMULÁRIO A – DADOS DO CONTEXTO

Questões	Fontes de evidência possíveis		
	Entrevista	Observação	Documentos
Informações Gerais:			
G1) Idade da planta:	X		X
G2) Histórico da planta (aquisições, reduções ou extensões):	X		X
E1) Localização da Planta:	X	X	X
Recursos Humanos:			
S1) Número de funcionários na planta:			X
S2) Distribuição de gênero: Homens e Mulheres (fábrica e escritório)	X	X	X
S3) Distribuição de idade (média):	X	X	X
S4) Distribuição de formação acadêmica: 2 Grau / Universitário / Pós (%)			X
S5) Média de experiência da força de trabalho:	X		
<u>S6) Indicadores de desempenho:</u>			
<u>S6.1) Absenteísmo</u>			X
<u>S6.2) Turn-over</u>			X
W1) Turnos de trabalho:			
W1.1) Número de turnos	X		
W1.2) Número de horas por turno:	X		
W.1.3) Almoço e intervalos:	X		
W2) Sistema de medição de desempenho:			
W2.1) Indicadores chave de medição de desempenho para os operadores	X		X
W2.2) Indicadores chave de medição de desempenho para os supervisores e gerentes	X		X
W3) Organograma	X		X
W4) Sistemas de remuneração: (Individual / Grupos / Departamentos)	X		X
W4.1) Sistema de bônus e avaliação periódica (Individual / Grupos / Departamentos) para operadores:	X		
W4.2) Sistema de bônus e avaliação periódica (Individual / Grupos / Departamentos para supervisores e gerentes:	X		X
E1) Disponibilidade da mão-de-obra e qualificação na região: de 1 a 5 e Porquê?	X		
E2) Planta sindicalizada?	X		X
E3) Particularidades culturais da região	X	X	
E5) Predominância de alguma cultura específica nos operadores	X	X	
Logística / Compras (Fornecedores):			
E4.1) Número de fornecedores que entregam frequentemente:	X		
E4.2) Tamanho dos fornecedores mais importantes (grandes ou PMEs):	X		
E4.3) Distância da planta dos fornecedores mais importantes:	X		
Vendas (Produtos e Mercados)			
E5.1) Número médio de códigos de produtos (modelos) vendidos por mês:	X		X
E5.2) Tipo de produtos:	X		X

E5.3) Localização dos clientes mais importantes:	X		
E5.4) Tamanho dos clientes mais importantes:	X		
E5.5) Número de clientes regulares:	X		
Manutenção:			
T1) Tipos de equipamentos:	X		
T2) Nível de automação: 1 a 5 - Porquê?	X		
T5) Complexidade do processo: 1 a 5 - Porquê	X		
T7) Complexidade para manutenção dos equipamentos: 1 a 5 - Porquê	X		
<u>T8) Indicadores de desempenho:</u>			
T8.1) Tempo média entre falhas (MTBF):			X
T8.2) Tempo média para concerto (MTTR):			X
T8.3) Tempo média de eficiência dos equipamentos:			X
Engenharia do Produto			
T4.1) Complexidade do produto: 1 a 5 - Porquê?	X		
T4.2) Média do número de componentes por modelo	X		
T3) Tipo de material e componentes usados:	X		
Qualidade / Lean			
W5) Existem procedimentos de trabalho padronizados?	X		X
W6) Complexidade dos procedimentos de trabalho: 1 a 5 - Porquê?	X		
W7) Nível de treinamento requerido para operar: 1 a 5 - Porquê?	X		
W8) Atividades de melhoria:			
W8.1) Os operadores participam de grupos de melhoria (kaizen) com que frequência	X		X
W8.2) Existe programa de sugestões? Como funciona?	X		X
<u>W9) Indicadores de desempenho</u>			
W9.1) A empresa é certificada em normas tipo ISO:			X
W9.2) Sugestões implantadas por funcionário:			X
W9.3) Qualidade na primeira vez:			X
W9.4) Qualidade externa:			X
W9.5) Retrabalho e refugo:			X

ANEXO B – FORMULÁRIO B – HISTÓRICO DA IPE

Questões	Fontes de evidência possíveis		
	Entrevista	Observação	Documentos
1) Perfil do Entrevistado			
Nome:	X		X
Cargo / setor:	X		X
Idade:	X		X
Histórico profissional:	X		
Educação Formal:	X		X
Idade como funcionário da empresa:	X		X
2) Início da jornada de IPE			
Quando esta planta iniciou a implantação <i>lean</i> ?	X		X
Quais foram as motivações para este início?	X		
Quais os treinamentos que foram realizados?	X		X
Quem foram as primeiras pessoas envolvidas?	X		X
Quais foram as primeiras atividades / modificações feitas?	X		X
Como foram conduzidas as primeiras atividades?	X		
Quais eram as responsabilidades de cada um na IPE?	X		
3) Andamento da IPE no momento			
Quais foram as atuais motivações para a IPE?	X		
Quais foram os treinamentos realizados recentemente?	X		X
Quem são as primeiras pessoas envolvidas?	X		X
Quais são as últimas atividades / modificações feitas?	X	X	X
Como estão sendo conduzidas as atividades de IPE?	X	X	X
Quais são os planos de IPE em médio e longo prazo?	X	X	X
Quais são as responsabilidades de cada um na IPE?	X		
4) Identificação dos riscos			
Quais foram as maiores riscos (dificuldades) que a empresa enfrentou ou está enfrentando na IPE?	X		
Poderia descrever com exemplos de tais riscos (dificuldades)?	X		
O que levou a um maior presença de tais riscos (dificuldades)?	X		
Foi tomada alguma atitude para tratar tais riscos (dificuldades)?	X		X

ANEXO C – FORMULÁRIO C – ANÁLISE DE RISCOS

1) As pessoas parecem estar pouco motivadas depois de alguns anos do início das atividades de melhorias

Exemplos: As pessoas demonstram estar desinteressadas em participar de atividades ligadas a melhoria contínua. As pessoas frequentemente faltam a atividades de melhoria, como Kaizens ou reuniões de acompanhamento de ações.

Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
Muito baixa				Muito alta

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
Muito baixo				Muito alto

Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?

2) As áreas de apoio a produção (Engenharia, Manutenção, Compras, Logística, ...) têm pouco conhecimento sobre o lean

Exemplos: Insegurança em ajudar e suportar a implantação de práticas lean na fábrica. Dificuldade em identificar quais as práticas necessárias e como elas devem ser implantadas nas áreas de apoio. As áreas de apoio tomam algumas decisões que afetam negativamente no uso das práticas lean na produção.

Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
Muito baixa				Muito alta

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
Muito baixo				Muito alto

Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?

3) Falta de recursos humanos e ou financeiros para as atividades de melhoria

Exemplos: A pessoa não tem tempo suficiente para realizarem atividades de treinamento e ou solução de problemas na cause raiz através da aplicação das práticas lean. Não destinar recursos financeiros suficientes para treinar os funcionários em lean e para colocar em prática os planos de ação das melhorias sugeridas.

Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
Muito baixa				Muito alta

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
Muito baixo				Muito alto

Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?

4) Falta de clareza na comunicação sobre o andamento das atividades de melhoria ou esta não alcança todas as pessoas da empresa

Exemplo: Não divulgar por meios oficiais os objetivos, os resultados alcançados, os setores afetados com as mudanças, as atividades realizadas, os participantes das atividades e os próximos passos.

Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
<u>Muito baixa</u>				<u>Muito alta</u>

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
<u>Muito baixo</u>				<u>Muito alto</u>

Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?

5) Dificuldade de enxergar o retorno (benefícios) das ações de melhoria

Exemplos: Ênfase em indicadores estritamente financeiros, de curto prazo ou com foco em melhoria da eficiência de ativos (equipamentos) em oposição a melhorias em aspectos ligados a princípios enxutos (ex. desenvolver pessoas, controle de processos, eficiência do sistema, produtividade dos operadores, ações de longo prazo,...). Indicadores de desempenho e objetivos alinhados com a produção em massa que não apontam resultados como atendimento ao cliente ou os sete desperdícios (superprodução, movimentação, transporte, estoque, espera de operadores, processamento desnecessário ou defeito e retrabalho)

Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
<u>Muito baixa</u>				<u>Muito alta</u>

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
<u>Muito baixo</u>				<u>Muito alto</u>

Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?

6) Falta de apoio e participação da média gerência

Exemplos: A média gerência não cobra prazos, o andamento e os resultados das atividades de melhoria. A gerência não disponibiliza tempo suficiente para auxiliar nas atividades de solução de problemas e padronização no chão de fábrica ou desconfia da aplicação das práticas de lean e de seus benefícios.

Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
<u>Muito baixa</u>				<u>Muito alta</u>

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?

1	2	3	4	5
<u>Muito baixo</u>				<u>Muito alto</u>

Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?				
1	2	3	4	5
<u>Muito baixo</u>			<u>Muito alto</u>	
Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?				

13) Não sustentar as melhorias a médio e longo prazo				
Exemplos: As melhorias realizadas na aplicação de práticas lean ou solução de problemas que acabam retornando ao estado original após alguns meses. Não há um acompanhamento de auditorias ou padronização das atividades de melhoria. Não há um controle rígido se os operadores estão realizando o trabalho padronizado e mantendo os controles de gerenciamento visual (ex. 5S,..)				
Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?				
1	2	3	4	5
<u>Muito baixa</u>			<u>Muito alta</u>	
Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?				
1	2	3	4	5
<u>Muito baixo</u>			<u>Muito alto</u>	
Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?				

14) Há dificuldade em manter o ritmo de implantação das práticas lean e de solucionar os problemas (na causa raiz)				
Exemplos: A solução de problemas na causa raiz e a implantação das práticas lean não são uma prioridade. As atividades de melhoria são frequentemente adiadas. Não há um rigoroso acompanhamento e controle dos prazos e metas das atividades de melhoria.				
Qual seria a probabilidade de ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?				
1	2	3	4	5
<u>Muito baixa</u>			<u>Muito alta</u>	
Qual seria o impacto da ocorrência deste risco na implantação lean em uma empresa?				
1	2	3	4	5
<u>Muito baixo</u>			<u>Muito alto</u>	
Poderia dar exemplos de como este risco se manifestaria (ou como se manifestou) no caso da empresa?				

ANEXO D – Reachability Matrix

The risk on the line affect the risk in the column	R1	R2	R3	R4	R5	R6/7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
R1: People seem demotivated after a few years from the continuous improvement activities begun	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
R2: The support area (Engineering, Logistics, Purchase, Maintenance and others) lack of technical knowledge of lean	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R3: Lack of resources (human or financial) for the improvements activities	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
R4: Lack of communication throughout the company about the continuous improvements activities in progress	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
R5: Difficulties in seeing the financial return on the improvement activities	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
R6 / R7: Top and Middle management lack of support	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
R8: Lack of support on the shop floor	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
R9: Lack of support and guidance for the operators to carry out their new attributions	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
R10: The dismissal of operators due to the manual labour gained because of improvement activities	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
R11: The operators did not feel responsible for using lean practices and solving problems	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
R12: The top and middle management not having sufficient knowledge of lean	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
R13: Not sustaining the improvements in the medium and long term	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
R14: Difficulties in keeping the pace of the on going continuous improvement activities	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ANEXO E – Diagrama de relações entre riscos

