

SATIE LEDOUX TAKEDA BERGER

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DA
CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA SOBRE O
DESEMPENHO OPERACIONAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Luz Tortorella

**FLORIANÓPOLIS
2018**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Berger, Satie Ledoux Takeda

Avaliação do impacto das práticas de gestão da cadeia de suprimentos enxuta sobre o desempenho operacional / Satie Ledoux Takeda Berger ; orientador, Guilherme Luz Tortorella, 2018.

166 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Práticas Enxutas. 3. Lean Supply Chain Management. 4. Desempenho operacional. 5. Simulação. I. Tortorella, Guilherme Luz. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

SATIE LEDOUX TAKEDA BERGER

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DA
CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA SOBRE O
DESEMPENHO OPERACIONAL**

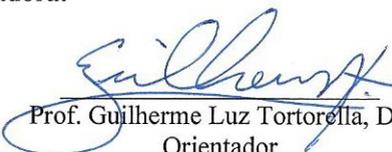
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 05 de fevereiro de 2018.

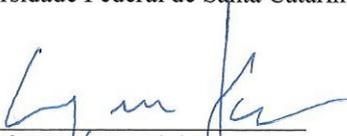


Prof.ª Lucila Maria de Souza Campos, Dr.ª
Coordenadora do Curso

Banca examinadora:



Prof. Guilherme Luz Tortorella, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Enzo Morosini Frazzon, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Marcelo Jasmin Meirinho, Dr.
Universidade Federal Fluminense (Videoconferência)

Dedico este trabalho ao meu esposo Felipe, por todo o seu amor, companheirismo e cumplicidade. Aos meus pais e minha irmã, pelo carinho, apoio incondicional e constante incentivo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente nesta caminhada, mostrando que é o maior Mestre que alguém pode conhecer.

Ao meu amado esposo Felipe, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me incentivando e me apoiando com paciência e companheirismo. Agradeço por todo o seu suporte, compreensão, alegria e amor.

Aos meus queridos pais, Gilson e Rosa, que de forma especial e carinhosa me dão força e coragem para sempre alcançar meus objetivos. Obrigada pela presença em todos os momentos da minha vida, sempre com muito amor e dedicação.

À minha irmã Tamie, por sempre me ajudar e ser meu ombro amigo nos momentos de alegrias e dificuldades. Obrigada pelas palavras de conforto e motivação.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Guilherme Luz Tortorella pela atenção, dedicação e paciência. Seus conhecimentos transmitidos e total disponibilidade foram fundamentais para minha formação e desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante essa caminhada, obrigada pelas risadas, pelas horas de estudo e incentivo, pela motivação e pelos momentos felizes.

Agradeço também a colaboração dos profissionais da empresa parceira, por permitir a realização deste estudo, disponibilizando abertura e informações, fundamentais para a pesquisa.

E a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, muito obrigada!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

Tradicionalmente a Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) tem sido um tema relevante de pesquisa junto à comunidade acadêmica e empresarial. Até o início da década de 90, estes estudos concentravam-se principalmente em como gerir uma cadeia de suprimentos sob os princípios tradicionais da produção em massa. Entretanto, a partir da disseminação do pensamento enxuto, novos conceitos e práticas começaram a ser difundidos, tanto a nível de manufatura quanto a nível de cadeia de suprimentos. A adaptação dos princípios e práticas enxutas para a cadeia de suprimentos recebeu a denominação de Gestão da Cadeia de Suprimentos Enxuta (*Lean Supply Chain Management*, LSCM). Apesar da vasta literatura sobre a aplicação de práticas enxutas na cadeia de suprimentos, ainda existe escassez de evidências de estudos que analisem o impacto de sua adoção. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o impacto das práticas de LSCM sobre o desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos. O método proposto compreende a identificação das principais práticas de LSCM e análise de seu impacto através de simulação computacional, permitindo a geração de cenários representativos que possibilitam a compreensão do desempenho da cadeia. Além do objetivo geral deste trabalho, três objetivos específicos são almejados: (a) identificação na literatura das principais práticas de LSCM, as barreiras inerentes à sua implementação e os fatores contextuais relevantes para sua implementação; (b) avaliação das principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM através da análise do grau de risco e priorização das principais práticas de LSCM; e (c) identificação da melhor estratégia de implementação da produção puxada para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos a partir de análise de simulação computacional. A aplicação e verificação deste método ocorreu na cadeia de suprimentos de uma empresa nacional de grande porte do segmento metal-mecânico. Do ponto de vista acadêmico, este trabalho contribui através da consolidação teórica das práticas, barreiras e fatores contextuais referente ao LSCM, ampliando o horizonte de pesquisas neste tema abordado, bem como incorpora as práticas e as barreiras em uma análise do grau de risco, de modo a mensurar seu relacionamento. Do ponto de vista prático, o método proposto apresenta-se como uma ferramenta que pode ser utilizada na forma de um direcionamento, fornecendo suporte à tomada de decisão aos gestores, os quais buscam melhorar a adoção das práticas de LSCM e antecipar possíveis dificuldades na sua adoção.

Palavras-chave: Práticas Enxutas. Lean Supply Chain Management. Desempenho Operacional.

ABSTRACT

Traditionally Supply Chain Management (SCM) has been a relevant research topic within the academic and business community. Until the early 1990s, these studies focused primarily on how to manage a supply chain under the traditional principles of mass production. However, with the spread of lean thinking, new concepts and practices began to be diffused, both at the manufacturing level and at the supply chain level. The adaptation of lean principles and practices to the supply chain was called Lean Supply Chain Management (LSCM). Despite the vast literature on the application of lean practices in the supply chain, there is still a shortage of evidence from studies that analyze the impact of its adoption. In this context, the present work aims to evaluate the impact of LSCM practices on the operational performance of a supply chain. The proposed method comprises identifying the main LSCM practices and analyzing their impact through computational simulation, allowing the generation of representative scenarios that allow the understanding of chain performance. In addition to the general objective of this work, three specific objectives are sought: (a) identification in the literature of the main LSCM practices, the inherent barriers to its implementation and the contextual factors relevant to its implementation; (b) evaluation of the main barriers to the implementation of LSCM practices by analyzing the degree of risk and prioritization of the main LSCM practices; and (c) identification of the best implementation strategy of pull production to enable greater operational performance in the supply chain from computational simulation analysis. The application and verification of this method occurred in the supply chain of a large national company of the metal-mechanic segment. From the academic point of view, this work contributes through the theoretical consolidation of practices, barriers and contextual factors related to LSCM, broadening the research horizon in this topic, as well as incorporating the practices and the barriers in an analysis of the degree of risk, of to measure their relationship. From a practical point of view, the proposed method presents itself as a tool that can be used in the form of a guidance, providing decision support to managers, who seek to improve the adoption of LSCM practices and anticipate possible difficulties in their adoption.

Keywords: Lean Practices. Lean Supply Chain Management. Operational Performance.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Níveis de hierarquia da análise multicritério | 95 |
| Figura 2 - Sistema puxado de reabastecimento com supermercado único (supermercado no fornecedor)..... | 134 |
| Figura 3 - Sistema puxado de reabastecimento com supermercado único (supermercado no cliente) | 135 |
| Figura 4 - Sistema puxado de reabastecimento com supermercado duplo (supermercado no cliente e no fornecedor) | 136 |
| Figura 5 - Representatividade de cada família de clientes | 139 |
| Figura 6 - Cenário 1 - Nível de serviço | 140 |
| Figura 7 - Cenário 1 - Nível de estoque nos clientes..... | 140 |
| Figura 8 - Cenário 1 - <i>Lead time</i> “Construção Civil” | 141 |
| Figura 9 - Cenário 1 - <i>Lead time</i> “Indústria”..... | 141 |
| Figura 10 - Cenário 1 - <i>Lead time</i> “Atacado e Varejo” | 142 |
| Figura 11 - Cenário 1 - Nível de supermercado no fornecedor | 143 |
| Figura 12 - Cenário 2 - Nível de supermercado nos clientes..... | 144 |
| Figura 13 - Cenário 2 - <i>Lead time</i> “Construção Civil” | 145 |
| Figura 14 - Cenário 2 - <i>Lead time</i> “Indústria” | 145 |
| Figura 15 - Cenário 2 - <i>Lead time</i> “Atacado e Varejo” | 146 |
| Figura 16 - Cenário 2 - Nível de estoque de produto acabado no fornecedor | 146 |
| Figura 17 - Cenário 3 - <i>Lead time</i> “Construção Civil” | 147 |
| Figura 18 - Cenário 3 - <i>Lead time</i> “Indústria” | 148 |
| Figura 19 - Cenário 3 - <i>Lead time</i> “Atacado e Varejo” | 148 |
| Figura 20 - Cenário 3 - Nível de supermercado nos clientes..... | 149 |
| Figura 21 - Cenário 3 - Nível de supermercado no fornecedor | 149 |
| Figura 22 - Cenário 2 - Nível de supermercado nos clientes (Simulação 2) | 151 |
| Figura 23 - Cenário 2 - Nível de estoque de produto acabado no fornecedor (Simulação 2)..... | 152 |
| Figura 24 - <i>Framework</i> conceitual para avaliação do impacto das práticas de LSCM..... | 163 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Estrutura do trabalho segundo os objetivos específicos..... | 33 |
| Quadro 2 - Descrição geral sobre o processo de revisão sistemática da literatura | 44 |
| Quadro 3 - Estratégias do sistema puxado de reabastecimento..... | 128 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Levantamento bibliográfico da pesquisa e seleção dos artigos | 46 |
| Tabela 2 - Práticas de LSCM e sua frequência de citação na literatura | 51 |
| Tabela 3 - Barreiras de LSCM e sua frequência de citação na literatura | 61 |
| Tabela 4 - Fatores Contextuais do LSCM e sua frequência de citação na literatura | 67 |
| Tabela 5 - Frequência de citação das práticas de LSCM..... | 84 |
| Tabela 6 - Frequência de citação das barreiras de LSCM | 86 |
| Tabela 7 - Classificação dos riscos para as barreiras..... | 90 |
| Tabela 8 - Características dos líderes da empresa | 91 |
| Tabela 9 - Escala fundamental entre pares de objetivos i e j | 93 |
| Tabela 10 - Valores de RI | 94 |
| Tabela 11 - FMEA para identificar o grau de risco das principais barreiras | 96 |
| Tabela 12 - Principais práticas de LSCM para o contexto da empresa | 100 |
| Tabela 13 - Vetor prioridade das práticas de LSCM..... | 102 |
| Tabela 14 - Parâmetros utilizados na simulação | 137 |
| Tabela 15 - Cenário 1 - <i>Lead time</i> | 142 |
| Tabela 16 - Cenário 2 - <i>Lead time</i> | 144 |
| Tabela 17 - Cenário 3 - <i>Lead time</i> | 147 |
| Tabela 18 - Parâmetros otimizados de supermercados utilizados na simulação 2..... | 150 |
| Tabela 19 - Cenário 2 - Comparação dos níveis de supermercados nos clientes..... | 151 |
| Tabela 20 - Cenário 2 - Comparação dos <i>lead times</i> nos clientes | 152 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| AHP | <i>Analytic Hierarchy Process</i> |
| B | Barreiras |
| CAPES | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| CD | Centro de Distribuição |
| CI | <i>Consistency Index</i> |
| CONWIP | <i>Constant Work In Process</i> |
| CR | <i>Consistency Ratio</i> |
| CRM | <i>Customer Relationship Management</i> |
| EDI | <i>Enterprise Data Integration</i> |
| ERP | <i>Enterprise Resource Planning</i> |
| FC | Fatores Contextuais |
| FIFO | <i>First In First Out</i> |
| FMEA | <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> |
| JIT | <i>Just-in-time</i> |
| LSCM | <i>Lean Supply Chain Management</i> |
| MFV | Mapeamento do Fluxo de Valor |
| OTIF | <i>On Time In Full</i> |
| P | Práticas |
| PCP | Planejamento e Controle da Produção |
| RFID | <i>Radio-Frequency Identification</i> |
| RI | <i>Random Index</i> |
| RPN | <i>Risk Priory Number</i> |
| SCM | <i>Supply Chain Management</i> |
| SPE | Sistema de Produção Enxuta |
| S&OP | <i>Sales and Operation Planning</i> |
| TIC | Tecnologia de Informação e Comunicação |
| WMS | <i>Warehouse Management System</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 25 |
| 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO | 25 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA | 27 |
| 1.3 OBJETIVOS | 30 |
| 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 30 |
| 1.4.1 Classificação da pesquisa | 30 |
| 1.4.2 Estrutura do trabalho | 32 |
| 1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO | 34 |
| 1.6 REFERÊNCIAS | 34 |
| 2. ARTIGO 1 – <i>LEAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i>: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DAS PRINCIPAIS PRÁTICAS, BARREIRAS E FATORES CONTEXTUAIS INERENTES À SUA IMPLEMENTAÇÃO | 41 |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 41 |
| 2.2 MÉTODO DE PESQUISA | 44 |
| 2.3 PRÁTICAS DE LSCM | 47 |
| 2.4 BARREIRAS E FATORES CRÍTICOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO LSCM | 57 |
| 2.5 VARIÁVEIS CONTEXTUAIS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO LSCM | 65 |
| 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DIRECIONAMENTO DE PESQUISA | 68 |
| 2.7 REFERÊNCIAS | 70 |
| 3. ARTIGO 2 – ANÁLISE DO RELACIONAMENTO ENTRE BARREIRAS E PRÁTICAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA | 79 |
| 3.1 INTRODUÇÃO | 80 |
| 3.2 REVISÃO DA LITERATURA | 81 |
| 3.3 MÉTODO PROPOSTO | 88 |
| 3.4 RESULTADOS | 95 |
| 3.4.1 Descrição da empresa | 95 |
| 3.4.2 Classificação das principais barreiras através da análise de grau de risco | 96 |
| 3.4.3 Seleção das práticas de LSCM | 99 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 3.4.4 | Ranqueamento e priorização das principais práticas de LSCM..... | 101 |
| 3.5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E DIRECIONAMENTO DE PESQUISA | 104 |
| 3.6 | REFERÊNCIAS..... | 106 |
| | APÊNDICE A – RESULTADOS DA FERRAMENTA AHP | 118 |
| 4. | ARTIGO 3 – ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO PUXADA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL. 121 | |
| 4.1 | INTRODUÇÃO | 122 |
| 4.2 | REVISÃO DA LITERATURA | 124 |
| 4.2.1 | A produção puxada na cadeia de suprimentos..... | 124 |
| 4.2.2 | Simulação na cadeia de suprimentos..... | 126 |
| 4.3 | MÉTODO PROPOSTO | 127 |
| 4.4 | RESULTADOS..... | 131 |
| 4.4.1 | Descrição da cadeia de suprimentos e cenário atual..... | 131 |
| 4.4.2 | Cenários das estratégias do sistema puxado de reabastecimento | 132 |
| 4.4.3 | Parâmetros da simulação | 137 |
| 4.4.4 | Resultados da simulação e discussão..... | 139 |
| 4.5 | CONCLUSÃO | 153 |
| 4.6 | REFERÊNCIAS..... | 154 |
| 5. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 161 |
| 5.1 | CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS | 164 |
| 5.2 | CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS | 164 |
| 5.3 | OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS | 165 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Durante os últimos 30 anos, muitas organizações de manufatura têm estudado e aplicado diversos aspectos relativos ao Sistema de Produção Enxuta (SPE) (SHAH; WARD, 2003). O SPE busca o melhoramento contínuo dos processos e eliminação de desperdícios através da inserção de práticas e princípios enxutos na gestão, as quais acarretam em redução dos custos, melhoria da qualidade, redução de estoque, entre outros (WOMACK *et al.*, 1990). O SPE, inicialmente entendido como um conjunto de técnicas e práticas de produção exclusivamente, teve sua compreensão expandida a partir de meados da década de 90, ampliando gradualmente para os processos de distribuição e suprimentos (HINES *et al.*, 2004; PEREZ *et al.*, 2010). Nesse sentido, as altas lideranças das empresas perceberam que para obter resultados ainda mais significativos, as atividades de melhoria contínua deveriam ser estendidas ao longo da cadeia de suprimentos (UGOCHUKWU *et al.*, 2012).

Jasti e Kodali (2015) comentam que muitos pesquisadores têm abordado a aplicação de princípios e práticas enxutas para melhorar a Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM, *Supply Chain Management*). A adaptação dos princípios e práticas de um SPE voltados para a aplicação em toda a cadeia de suprimentos, recebeu a denominação de Gestão da Cadeia de Suprimentos Enxuta (LSCM, *Lean Supply Chain Management*) (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). No LSCM, todo o fluxo desde a matéria-prima até o consumidor final é considerado integrado (RIVERA *et al.*, 2007). As interfaces entre os agentes – fornecedores e clientes – são vistas como artificiais, ou seja, não são formadas naturalmente ao longo do fluxo de valor; são o resultado do arranjo econômico das relações entre as empresas regidas por fatores como: competências laborais, configurações adequadas de tecnologia, localização geográfica da matéria-prima, entre outros (LAMMING, 1996). As práticas enxutas na SCM impactam não somente o desempenho global da organização, mas também a sua vantagem competitiva, através de preço/custo, qualidade, confiabilidade de entrega, tempo para comercialização do produto e inovação de produtos (LI *et al.*, 2006).

Apesar da vasta evidência de estudos abordando a aplicação de práticas enxutas na cadeia de suprimentos (p. ex.: LAMMING, 1996; GOLDSBY *et al.*, 2006; WEE; WU, 2009; PEREZ *et al.*, 2010; SCHERER; RIBEIRO, 2013; PETRA; MAREK, 2015;

THEAGARAJAN; MANOHAR, 2015), poucos estudos descrevem empiricamente o impacto que a adoção de tais práticas gera na SCM (GREEN *et al.*, 2008). Grunfleh e Tarafdar (2013) comentam que a estratégia da cadeia de suprimentos deve estar diretamente alinhada às práticas enxutas, as quais representam um conjunto de atividades que realizam tarefas essenciais de apoio para o alcance de maior desempenho e otimização dos recursos. Algumas práticas enxutas destacam-se como sendo as mais frequentemente adotadas na SCM, tais como relacionamento de parceria com fornecedores, *just-in-time* (JIT), fornecedores envolvidos no desenvolvimento do produto (GOVINDAN *et al.*, 2014). Porém, a lacuna na literatura referente à quantificação do nível de influência de cada prática enxuta pode ser considerada uma das principais razões para as falhas da implementação do LSCM (GURUMURTHY; KODALI, 2011; SOUZA; CARPINETTI, 2014).

A extensão dos princípios e práticas enxutas para as operações da cadeia de suprimentos são desafiadoras, uma vez que os agentes tomadores de decisão têm mais dificuldade em enxergar através da complexidade e incerteza envolvidas ao longo de toda a cadeia de suprimentos (LIU *et al.*, 2013). Para alcançar a plena implementação do LSCM pode-se levar um longo tempo, dado o número de variáveis envolvidas (SUSILAWATI *et al.*, 2015). Assim, de modo a agilizar e dar suporte ao processo decisório envolvendo a adoção do LSCM, a modelagem computacional vem se tornando uma ferramenta muito útil na representação de diversos sistemas, e sua aplicação na cadeia de suprimentos tem apoiado na retratação das complexas ligações das cadeias (SANDHU *et al.*, 2013). A simulação computacional é uma ferramenta utilizada para projetos, avaliação de novos sistemas, reconfiguração física ou mudanças no controle e/ou regras de operação, sendo que cada etapa durante a construção de seu modelo, é constituída de parâmetros compreensíveis e ajustáveis, permitindo aos tomadores de decisão conhecer sobre a estrutura do sistema e a contribuição de elementos individuais no comportamento total do mesmo (DISNEY *et al.*, 1997; SAKURADA; MIYAKE, 2009). O objetivo da simulação é determinar quais estratégias/cenários são as mais eficazes na atenuação das variações no padrão de procura. Especificamente no contexto da cadeia de suprimentos, é possível identificar quais medidas de desempenho são usadas para determinar a eficiência e/ou eficácia de um sistema já existente, ou para comparar sistemas alternativos existentes, sendo que essas medidas visam proporcionar o nível mais desejado de desempenho (BEAMON, 1998; FRAZZON *et al.*, 2014). A combinação dessas abordagens configura um grande potencial para auxiliar os agentes

tomadores de decisão em cadeias de suprimentos de modo que as suas escolhas sejam bem-sucedidas.

Neste sentido, ao longo desta pesquisa explorou-se a seguinte questão: “*Qual o impacto que as práticas de LSCM promovem no desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos?*?”. Para responder essa pergunta, este trabalho tem por tema a avaliação do impacto das práticas de LSCM de modo a proporcionar direcionamentos de melhoria em sua implementação. Tal avaliação compreende a identificação das principais práticas enxutas voltadas ao LSCM e posterior análise do impacto dessas práticas através da simulação computacional, permitindo a geração de cenários representativos, os quais possibilitam a compreensão do desempenho da cadeia, e propondo, dessa forma, uma melhor alternativa.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA

O SCM vem se destacando como uma promissora fronteira para as organizações que buscam estratégias competitivas, estimulando às empresas (sejam fornecedoras ou clientes) a estabelecerem suas estratégias para a busca de um posicionamento no qual fazem parte (POZO, 2004). Com o aumento da concorrência global de negócios, muitas organizações buscam maneiras para ganhar vantagem competitiva e, conseqüentemente, observa-se que a ênfase de competição mudou de uma perspectiva exclusivamente voltada à empresa para uma perspectiva orientada à cadeia de suprimentos. Assim, um processo de implementação de melhorias que aborde a cadeia de suprimentos torna-se fundamental para garantir a sustentabilidade do negócio (VONDEREMBSE *et al.*, 2006). Segundo Alves Filho *et al.* (2004), a implementação de práticas enxutas na cadeia de suprimentos pode torná-la mais eficiente e eficaz, uma vez que esta possibilita melhorar a capacidade de resposta frente a flutuações de demanda e reduzir os custos operacionais e logísticos da cadeia como um todo (JASTI; KODALI, 2015).

Muitos estudos que abordam o LSCM trazem análises de desempenho relacionadas a uma determinada cadeia de suprimentos, como pode ser observado nos trabalhos de Lamming (1996), Li *et al.* (2006), Wee e Wu (2009), Perez *et al.* (2010), Arif-Uz-Zaman e Ahsan (2014), Afonso e Cabrita (2015) e Theagarajan e Manohar (2015). Além disso, o desenvolvimento e incorporação de métricas para avaliar e acompanhar tais desempenhos têm sido objeto de pesquisa na área (WAN; CHEN, 2008). O desempenho operacional é um dos pilares da eficiência de uma organização (VENKATRAMAN; RAMANUJAM,

1986). Tal eficiência considera o desempenho de atividades ou uma cadeia de valores inteira. A avaliação do desempenho operacional auxilia no monitoramento da cadeia de suprimentos, exibindo os comportamentos organizacionais, ajudando-as a alcançar seu potencial sucesso e suas metas estratégicas (KACHITVICHYANUKUL *et al.*, 2015). No entanto, a mensuração do desempenho requer identificação de indicadores. Tais indicadores traduzem atividades, situações ou comportamentos e fornecem informações em termos quantitativos e também qualitativos.

Cabe destacar ainda, que existe uma escassez de estudos que avaliem o impacto das práticas de LSCM de um modo holístico independente do segmento e tipo de cadeia. Nesse sentido, Jasti e Kodali (2015) comentam que o LSCM ainda é uma das áreas de pesquisa emergente e o desenvolvimento de pesquisas voltadas a esse tema auxilia na construção de um conjunto coerente de definições e conceitos.

A pesquisa realizada por Vasconcelos *et al.* (2005), a qual avaliou 46 organizações brasileiras, apontou que tais empresas percebem a cadeia de suprimentos como fluxos de produtos e serviços, cujos valores gerados pouco dependem do relacionamento estabelecido entre seus componentes. Além disso, as empresas afirmaram que seus relacionamentos com os principais fornecedores se concentravam em obter os melhores preços, qualidade e condições de fornecimento. Tal forma de relacionamento pode levar ao estabelecimento de barreiras para implementação do LSCM, tais como a falta de confiança para o compartilhamento de informações (MANZOURI *et al.*, 2013). Além disso, a adaptação dos princípios e práticas da manufatura enxuta para os processos da cadeia de suprimentos não é tão simples devido às seguintes razões: o intenso envolvimento do fluxo de materiais, informação e recursos; desperdícios difíceis de identificar e quantificar devido aos fluxos de informação intangíveis; e a dependência não somente da alta administração e dos funcionários, mas também de outros agentes envolvidos, tais como fornecedores, distribuidores e varejistas (ANAND; KODALI, 2008).

Adicionalmente a esses obstáculos, outros fatores externos tais como as condições macroeconômicas, o excesso de fornecedores e as incertezas no comportamento do consumidor agravam ainda mais o desempenho de toda a cadeia de suprimentos, instigando as empresas a buscarem alternativas para melhorarem a eficiência da cadeia de suprimentos (BANKS *et al.*, 2002). Nesse contexto, a iniciativa de adoção das práticas de LSCM, pode proporcionar melhor desempenho ao longo de toda a cadeia de suprimentos, tais como: redução de riscos de negócios,

diminuição dos estoques, mais assertividade na previsão de vendas devido ao compartilhamento de informações, melhor qualidade e conhecimento do produto e preços mais estáveis resultantes das parcerias de longo prazo (SO; SUN, 2010). As estratégias de LSCM combinadas com recursos específicos baseados em parcerias pode permitir o compartilhamento de informações valiosas, atividades de melhoria conjunta e integração, levando a uma maior capacidade de resposta da cadeia de suprimentos (QRUNFLEH; TARAFDAR, 2013).

Frente a essas circunstâncias, a simulação computacional tem obtido grande sucesso na avaliação de desempenho de sistemas complexos, auxiliando na comparação de seu desempenho sob várias políticas de operações (BANKS, 2001). Aplicações com simulação podem fornecer suporte aos gestores na tomada de decisão em problemas complexos, tal como a implementação de práticas de LSCM, possibilitando um melhor conhecimento dos impactos dos processos estudados (SAKURADA; MIYAKE, 2009). Os modelos de simulação podem, portanto, auxiliar na representação das relações complexas dentro de uma cadeia de suprimentos ajudando a compreender o seu desempenho, que é dependente da coordenação das atividades realizadas pelos diferentes agentes, bem como comportamentos estocásticos e o meio em que está inserida (SETIJONO *et al.*, 2010; ZHAN, 2011). Banks *et al.* (2002) sugerem diversas oportunidades para o uso da simulação em cadeias de suprimentos, sendo estas: realizar simulação e análise de cenários para validar as cadeias de suprimento existente para identificar as deficiências e oportunidades de redesenho; investigar o impacto da mudança das estratégias operacionais dentro de uma cadeia de suprimentos devido a grandes mudanças nos produtos, processos, localização e uso de instalações; investigar o impacto do inventário e outras métricas da cadeia de suprimentos; e investigar as relações entre fornecedores e outros componentes críticos de uma cadeia de suprimentos racionalizando o número e o tamanho dos pontos de suprimento com base nos custos totais, qualidade, flexibilidade e capacidade de resposta.

Na literatura, são encontrados diversos trabalhos utilizando a metodologia de simulação para diferentes aplicações na cadeia de suprimentos (CHAN; ZHANG, 2011; CARVALHO *et al.*, 2012; TAKO; ROBINSON, 2012; CIGOLINI *et al.*, 2014; COSTANTINO *et al.*, 2014). Contudo, evidências que reportem a aplicação de simulação abordando o impacto das práticas de LSCM são escassas. Assim, dentro desse contexto, o presente trabalho busca preencher essa lacuna a partir da avaliação do impacto das práticas de LSCM por meio da simulação de

cenários, de modo a possibilitar o aumento do desempenho da cadeia de suprimentos estudada.

Neste estudo, o desempenho operacional avaliado está relacionado com as atividades envolvidas na dinâmica do relacionamento entre empresa-fornecedora e empresa-cliente. Tal desempenho será avaliado por meio dos indicadores de nível de serviço (entrega) e *lead time*. Portanto, ao constatar os benefícios advindos das aplicações das práticas de LSCM na gestão da cadeia de suprimentos, espera-se que a proposta desse trabalho contribua tanto em termos práticos/gerenciais, proporcionando cenários para a tomada de decisão diante das condições estabelecidas; quanto em termos acadêmicos/teóricos, visando ampliar o horizonte de pesquisas no tema abordado.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é avaliar o impacto das práticas de LSCM sobre o desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos.

Mediante ao objetivo geral, desdobram-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar na literatura as principais práticas de LSCM, bem como as barreiras inerentes à sua implementação e os fatores contextuais relevantes para sua implementação;
- Analisar os modos de falha e seus efeitos (FMEA) das barreiras relativos à implementação do LSCM permitindo a priorização de suas principais práticas;
- Identificar a melhor estratégia de implementação da produção puxada para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos por meio da simulação computacional.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.4.1 Classificação da pesquisa

Neste trabalho, a pesquisa é classificada segundo alguns critérios, tais quais: natureza da pesquisa, objetivos, abordagem, procedimentos técnicos e métodos adotados. Conforme as formas de classificação apresentadas por Silva e Menezes (2005), este trabalho utilizou uma pesquisa que se classifica, do ponto de vista de sua natureza, como uma pesquisa aplicada, uma vez que esta teve como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática para a solução de problemas

específicos, através da avaliação das práticas de LSCM sobre o desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos.

Quanto aos objetivos, inicialmente a pesquisa teve caráter exploratório, uma vez que no Artigo 1 foram investigadas as lacunas que direcionaram a pesquisa por meio da identificação das principais práticas de LSCM, das barreiras para tal implementação e dos fatores contextuais que a influenciam. Conforme Andrade (2001), a pesquisa exploratória visa proporcionar maiores informações sobre o assunto em estudo, facilitando a delimitação do tema a ser trabalhado e direcionando a pesquisa que se deseja desenvolver. Em um segundo momento, a pesquisa passou a ter um caráter descritivo, pois no Artigo 2 foi feita a identificação da intensidade da influência das principais barreiras inerentes à implementação das práticas de LSCM, além de classificar tais práticas. Para Gil (2010) a pesquisa descritiva é aquela que busca verificar se existe relações entre variáveis. Por fim, a pesquisa é também explicativa, já que identificou e explicitou no Artigo 3 a melhor estratégia de implementação da produção puxada no contexto da cadeia de suprimentos estudada. As pesquisas explicativas buscam reconhecer quais elementos ocasionam o fenômeno analisado (GIL, 2010).

Com relação a abordagem, essa pesquisa classifica-se como qualitativa e quantitativa. A pesquisa qualitativa desenvolve a descrição e interpretação dos fenômenos estudados e a análise dos dados indutivamente. Independentemente se a amostra é pequena ou grande, seu principal objetivo é ser capaz de produzir novas informações (MORESI, 2003). Já a pesquisa quantitativa centra-se na objetividade, ou seja, busca traduzir tudo aquilo que pode ser quantificável por meio da mensuração de variáveis predeterminadas as quais deseja-se verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis (APPOLINÁRIO, 2006). Nesse contexto, o Artigo 1 teve uma abordagem qualitativa, visto que lidou com informações oriundas da revisão de literatura. O Artigo 2 também compreendeu abordagem qualitativa, porém interpretou-se os dados provenientes do estudo de caso de forma indutiva mediante a adoção de ferramentas. Por fim, o Artigo 3, assumiu características de pesquisa quantitativa ao trabalhar com dados numéricos os quais foram analisados por meio da simulação computacional.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos adotados, esta pesquisa explorou (SILVA; MENEZES, 2005): (i) pesquisa bibliográfica; (ii) pesquisa documental e (iii) pesquisa de campo. O procedimento (i) foi utilizado predominantemente no Artigo 1. Os procedimentos (ii) e (iii) foram adotados nos Artigos 2 e 3, os quais utilizaram dados de documentos provenientes da empresa estudada além da realização de

visitas e entrevistas semiestruturadas, para obter maior conhecimento da cadeia de suprimentos a qual a empresa está inserida. Por fim, conforme definido por Nakano (2012) os métodos adotados neste trabalho foram: teórico/conceitual no Artigo 1, estudo de caso no Artigo 2 e simulação no Artigo 3.

1.4.2 Estrutura do trabalho

Quanto à estrutura, esta dissertação foi desenvolvida por meio da composição de três artigos, os quais consistem na solução do problema de pesquisa. Nesse sentido, a parte introdutória compreendeu a contextualização, justificativa da pesquisa e definição do problema, de modo a suportar o desenvolvimento dos demais capítulos do estudo. Posteriormente, os Capítulos 2, 3 e 4 apresentam os artigos centrais, sendo que o objetivo de cada artigo está alinhado com os objetivos específicos da pesquisa, conforme Quadro 1.

O Artigo 1 por meio de uma revisão sistemática da literatura identificou as principais práticas de LSCM e também as barreiras e fatores contextuais inerentes à sua implementação, do modo a retratar a compreensão desses fatores e as lacunas de pesquisa. Com as oportunidades identificadas, a Artigo 2 propôs classificar as principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM e a priorização de tais práticas. Para isso, foram utilizadas as ferramentas FMEA e AHP. Por fim, o Artigo 3 buscou identificar a melhor estratégia de implementação da prática “produção puxada” por meio da avaliação de seu impacto no desempenho da cadeia de suprimento. Para esse fim, foram prospectados cenários utilizando a simulação computacional. O Capítulo 5, último desta pesquisa, é dedicado a apresentação das conclusões da pesquisa, as contribuições científicas e as sugestões para futuros trabalhos.

Quadro 1 - Estrutura do trabalho segundo os objetivos específicos

| | OBJETIVOS | QUESTÃO DE PESQUISA | REVISÃO TEÓRICA | MÉTODO DE PESQUISA |
|-----------------|--|--|---|--|
| ARTIGO 1 | <ul style="list-style-type: none"> - Identificar na literatura as principais práticas de LSCM - Elencar as barreiras inerentes à sua implementação <ul style="list-style-type: none"> - Descrever os fatores contextuais relevantes para a implementação do LSCM | <p>(i) Quais as principais práticas de LSCM?</p> <p>(ii) Quais as barreiras inerentes à sua implementação?</p> <p>(iii) Quais os fatores contextuais relevantes para a implementação do LSCM?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Práticas de LSCM 2. Barreiras inerentes à implementação do LSCM 3. Fatores contextuais que influenciam a implementação do LSCM | <p>Pesquisa Teórica Qualitativa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisão Sistemática da Literatura |
| ARTIGO 2 | <p>Classificar as principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM através da análise do grau de risco e priorizar as principais práticas de LSCM</p> | <p>(i) Qual a intensidade da influência das principais barreiras para a implementação das práticas de LSCM?</p> <p>(ii) Como priorizar a implementação das práticas de LSCM para mitigar os riscos na cadeia de suprimentos?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Grau de risco das barreiras relativo à implementação das práticas de LSCM 2. Conceito e aplicação da ferramenta FMEA 3. Conceito e aplicação da ferramenta AHP | <p>Estudo de Caso Qualitativo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entrevistas estruturadas 2. Grupos focais 3. Ferramenta FMEA 4. Ferramenta AHP |
| ARTIGO 3 | <p>Identificar a melhor estratégia de implementação da produção puxada para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos</p> | <p>Como adaptar a prática de produção puxada para obter um desempenho operacional em uma cadeia de suprimentos?</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. LSCM 2. Modelos de simulação computacional | <p>Modelagem e Simulação Quantitativo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelos de simulação 2. Prospecção de cenários |

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Para que se possa avaliar o alcance dos objetivos propostos, torna-se necessária uma delimitação do problema, de modo que se conheça a amplitude do mesmo em seus aspectos fundamentais, estabelecendo a partir daí os limites para a sua elucidação.

Inicialmente é importante salientar que, os resultados e conclusões desta pesquisa não podem ser aplicados criticamente em outras cadeias de suprimentos por se tratar de um estudo com foco em uma determinada cadeia do segmento metal-mecânico. Logo, esta pesquisa não pode ser diretamente generalizável. Um fato importante a ser mencionado é que a pesquisa não se propõe a implementar e avaliar todas as práticas enxutas na cadeia de suprimentos encontradas na revisão da literatura. Deste modo, aprofundou-se a avaliação do impacto de uma prática no desempenho operacional da cadeia de suprimentos, investigada como uma das principais práticas de LSCM.

Cabe destacar ainda que o estudo se limitou a avaliar apenas um nível de interação da cadeia (interface entre nível 1 e 2), ou seja, uma relação direta entre empresa-cliente e empresa-fornecedora e também a análise de um produto específico. Esta restrição sucedeu devido a cadeia de suprimentos em estudo possuir uma grande quantidade de clientes e uma extensa gama de produtos, o que tornaria imprecisa e ampla a análise da pesquisa.

Por fim, como o trabalho possui pesquisa documental, pode-se citar que este também torna-se um fator limitante, visto que é solicitado por parte da empresa a postura ética do condutor da pesquisa, sendo necessário manter a perspectiva sigilosa ao longo do trabalho desenvolvido.

1.6 REFERÊNCIAS

AFONSO, H.; CABRITA, M. do R. Developing a lean supply chain performance framework in a SME: a perspective based on the balanced scorecard. **Procedia Engineering**, v. 131, p. 270-279, 2015.

ALVES FILHO, A. G.; CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; SACOMANO NETO, M.; BONADIO, P. V. G. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. **Revista Gestão e Produção**, v. 11, n. 3, p. 275-288, 2004.

ANAND, G.; R. KODALI. A conceptual framework for lean supply chain and its implementation. **International Journal of Value Chain Management**, v. 2, n. 3, p. 313–357, 2008.

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

ARIF-UZ-ZAMAN, K.; AHSAN, A. M. M. N. Lean supply chain performance measurement. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 5, p. 588-612, 2014.

BANKS, J. Panel session: the future of simulation. In Simulation Conference. **Proceedings of the Winter, IEEE**, v. 2, p. 1453-1460, 2001.

BANKS, J.; JAIN, S.; BUCKLEY, S.; LENDERMANN, P.; MANIVANNAN, M. Supply chain opportunities: panel session: opportunities for simulation in supply chain management. In: **Proceedings of the 34th conference on Winter simulation: exploring new frontiers**. Winter Simulation Conference, 2002. p. 1652-1658.

BEAMON, B. M. Supply chain design and analysis: models and methods. **International Journal of Production Economics**, v. 55, n. 3, p. 281-294, 1998.

CARVALHO, H.; BARROSO, A. P.; MACHADO, V. H.; AZEVEDO, S.; CRUZ-MACHADO, V. Supply chain redesign for resilience using simulation. **Computers & Industrial Engineering**, v. 62, n. 1, p. 329-341, 2012.

CHAN, F. T. S.; ZHANG, T. The impact of collaborative transportation management on supply chain performance: a simulation approach. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 3, p. 2319-2329, 2011.

CIGOLINI, R.; PERO, M.; ROSSI, T.; SIANESI, A. Linking supply chain configuration to supply chain performance: A discrete event simulation model. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 40, p. 1-11, 2014.

COSTANTINO, F.; DI GRAVIO, G.; SHABAN, A.; TRONCI, M. Replenishment policy based on information sharing to mitigate the severity of supply chain disruption. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 18, n. 1, p. 3-23, 2014.

DISNEY, S. M.; NAIM, M. M.; TOWILL, D. R. Dynamic simulation modelling for lean logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 27, n. 3/4, p. 174-196, 1997.

FRAZZON, E. M.; ISRAEL, E.; ALBRECHT, A.; PEREIRA, C. E.; HELLINGRATH, B. Spare parts supply chains' operational planning using technical condition information from intelligent maintenance systems. **Annual Reviews in Control**, v. 38, n. 1, p. 147-154, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDSBY, T. J.; GRIFFIS, S. E.; ROATH, A. S. Modeling lean, agile, and leagile supply chain strategies. **Journal of Business Logistics**, v. 27, n. 1, p. 57-80, 2006.

GOVINDAN, K.; KALIYAN, M.; KANNAN, D.; HAQ, A. N. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p. 555-568, 2014.

GREEN, K.; WHITTEN, W.; INMAN, R. The impact of logistics performance on organizational performance in a supply chain context. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 13, n. 4, p. 317-327, 2008.

GURUMURTHY, A.; KODALI, R. Design of lean manufacturing systems using value stream mapping simulation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p. 444-473, 2011.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International journal of operations & production management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. A critical review of lean supply chain management frameworks: proposed framework. **Production Planning & Control**, v. 26, p. 1051-1068, 2015.

KACHITVICHYANUKUL, V.; SETHANAN, K.; GOLINSKA-DAWSON, P. **Toward Sustainable Operations of Supply Chain and Logistics Systems**. Springer, 2015.

LAMMING, R. Squaring lean supply with supply chain management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 183-196, 1996.

LI, S.; RAGU-NATHAN, B.; RAGU-NATHAN, T. S.; RAO, S. S. The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. **The International Journal of Management Science (Omega)**, v. 34, n. 2, p. 107-124, 2006.

LIU, Hu-Chen; LIU, L.; LIU, N. Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. **Expert systems with applications**, v. 40, n. 2, p. 828-838, 2013.

MANZOURI, M.; NIZAM AB RAHMAN, M.; SAIBANI, N.; ROSMAWATI CHE MOHD ZAIN, C. Lean supply chain practices in the Halal food. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 4, p. 389-408, 2013.

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 134-150, 2014.

MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa**. Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Gestão do Conhecimento e Tecnologia de Informação. UCB. Brasília, 2003.

NAKANO, D. Métodos de pesquisa adotados na engenharia de produção e gestão de operações. In: CAUCHICK, M. P. A. et al. (organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

PEREZ, C.; DE CASTRO, R.; SIMONS, D.; GIMENEZ, G. Development of lean supply chains: a case study of the Catalan pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 1, p. 55-68, 2010.

PETRA, N.; MAREK, V. Lean supply chain in engineering, metallurgy and key principles of their management. **International Conference on Metallurgy and Materials Metal**. 2015.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**: Uma abordagem logística. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2004. 204 p.

QRUNFLEH, S.; TARAFDAR, M. Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 6, p. 571-582, 2013.

RIVERA, L.; CHEN, F. F.; LEE, W. M. **Beyond partnerships**: the power of lean supply chains. In: Trends in supply chain design and management. Springer London, 2007. p. 241-268.

SANDHU, M. A.; HELO, P.; KRISTIANTO, Y. Steel supply chain management by simulation modelling. **Benchmarking: An International Journal**, v. 20, n. 1, p. 45-61, 2013.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços. **Gestão & Produção**, v. 16, n.1, p. 25-43, 2009.

SCHERER, J. O. S. O.; RIBEIRO, J. L. D. Proposição de um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia lean. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 3, p. 537-553, 2013.

SETIJONO, D.; NARAGHI, A.; RAVIPATI, U. Decision support system and the adoption of lean in a Swedish emergency ward: balancing supply and demand towards improved value stream. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 234-248, 2010.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SO, S.; SUN, H. Supplier integration strategy for lean manufacturing adoption in electronic-enabled supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 6, p. 474-487, 2010.

SOUZA, R. V. B.; CARPINETTI, L. C. R. A FMEA-based approach to prioritize waste reduction in lean implementation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 31, n. 4, p. 346 – 366, 2014.

SUSILAWATI, A.; TAN, J.; BELL, D.; SARWAR, M. Fuzzy logic based method to measure degree of lean activity in manufacturing industry. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 34, p. 1-11, 2015.

TAKO, A. A.; ROBINSON, S. The application of discrete event simulation and system dynamics in the logistics and supply chain context. **Decision Support Systems**, v. 52, n. 4, p. 802-815, 2012.

THEAGARAJAN, S. S.; MANOHAR, H. L. Lean management practices to improve supply chain performance of leather footwear industry. In: **Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)**, 2015 International Conference on. IEEE, 2015. p. 1-5.

UGOCHUKWU, P.; ENGSTRÖM, J.; LANGSTRAND, J. Lean in the supply chain: a literature review. **Management and Production Engineering Review**, v. 3, n. 4, p. 87-96, 2012.

VASCONCELOS, M. C. R. L.; MILAGRES, R.; NASCIMENTO, E. do. Estratégia de relacionamento entre os membros da cadeia produtiva no Brasil: reflexões sobre o tema. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p. 393-404, 2005.

VENKATRAMAN, N.; RAMANUJAM, V. Measurement of business performance in strategy research: a comparison of approaches. **Academy of Management Review**, v. 11, n. 4, p. 801-814, 1986.

VONDEREMBESE, M. A.; UPPAL, M.; HUANG S. H.; DISMUKES J. P. Designing supply chains: towards theory development. **International Journal of Production Economics**, v. 100, n. 2, p. 223-238, 2006.

WAN, H.D.; CHEN, F.F A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of Lean initiatives. **International Journal of Production Research**, v. 46, p. 6567-84, 2008.

WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor company. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 5, p. 335-341, 2009.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D. **The machine that changed the world**. Harper Perennial, New York, 1990.

ZHAN, W. Reducing simulation time using design of experiments. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 75-92, 2011.

2. ARTIGO 1 – *LEAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DAS PRINCIPAIS PRÁTICAS, BARREIRAS E FATORES CONTEXTUAIS INERENTES À SUA IMPLEMENTAÇÃO

Satie Ledoux Takeda Berger
Guilherme Luz Tortorella

Uma versão traduzida para a língua inglesa deste artigo foi submetida ao *International Journal of Logistics Management* em julho de 2017.

Resumo

Com a intensa competição de negócios, muitas empresas têm buscado soluções para realizar suas atividades de forma mais eficiente em comparação com seus concorrentes. Se no passado a competição era entre empresas, hoje este paradigma ocorre entre a cadeia de suprimentos da empresa e a cadeia de suprimentos de seus concorrentes. Nesse contexto, a aplicação dos princípios da produção enxuta difundiu-se a diversos segmentos e organizações, estendendo-se também para a cadeia de suprimentos, onde recebeu a denominação de *Lean Supply Chain Management* (LSCM ou Gestão da Cadeia de Suprimentos Enxuta). O objetivo deste artigo é realizar uma análise sistemática da literatura para identificar as principais práticas de LSCM, as barreiras para tal implementação e os fatores contextuais que a influenciam. Através de uma extensa revisão sistemática da literatura, foram analisados 60 artigos e encontrada a presença de 18 práticas, 12 barreiras e 8 fatores contextuais inerentes a implementação do LSCM. Este artigo busca contribuir para o campo de construção da teoria do LSCM, proporcionando um maior conhecimento da literatura existente, bem como evidenciar lacunas de pesquisas para fomentar estudos futuros.

Palavras-chave: LSCM, práticas enxutas, barreiras, fatores contextuais.

2.1 INTRODUÇÃO

A cadeia de suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de produtos iniciando desde a matéria-prima

até o usuário final, contemplando os fluxos de materiais e informações que fluem tanto para baixo quanto para cima na cadeia de suprimentos (BALLOU, 2006). Segundo Ugochukwu *et al.* (2012) e Christopher e Towill (2001), o adequado Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (SCM, *Supply Chain Management*) é um fator chave para as empresas e influencia no desempenho das atividades de manufatura trazendo benefícios amplamente reconhecidos, como: baixo estoque, satisfação do cliente, eficiência otimizada, alta qualidade, redução de custo e melhoria no tempo de entrega e nas especificações de quantidade e qualidade e alta flexibilidade. Alves Filho *et al.* (2004) enfatizam a crescente quantidade de evidências de pesquisas que analisam as situações e as práticas implementadas para a gestão de cadeias de suprimentos, com abordagens diversificadas abrangendo ambos os fluxos de material e informação.

Jasti e Kodali (2015b) enfatizam que para qualquer organização sobreviver é preciso produzir os produtos certos, com qualidade e quantidade, no preço e tempo certos, para o cliente certo. Dentro desse cenário, devido os benefícios proporcionados aos ambientes manufatureiros, a incorporação dos princípios e práticas enxutas na SCM vem culminando em resultados diferenciados ao longo da cadeia de suprimentos, superando aqueles já atingidos individualmente pelas organizações (ARIF-UZ-ZAMAN; AHSAN, 2014; AFONSO; CABRITA, 2015). Nesse sentido, a frequente extensão da aplicação dos princípios e práticas enxutas às cadeias de suprimentos recebeu a denominação de *Lean Supply Chain Management* (LSCM, ou Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos Enxuta) (ANAND; KODALI, 2008). Vitasek *et al.* (2005) definem LSCM como sendo um conjunto de organizações ligadas diretamente por fluxos à montante e à jusante de produtos, serviços, finanças e informação que trabalham de forma colaborativa visando a redução de custos e desperdícios, evidenciando de modo eficiente o que é necessário para atender as necessidades individuais do cliente. Para Shah e Ward (2007), o LSCM enfatiza o uso das práticas enxutas de maneira sinérgica, de modo a criar um sistema produtivo de alta qualidade, que produz conforme a demanda do cliente com pouco ou nenhum desperdício.

Muitos estudos podem ser encontrados abordando princípios e práticas enxutas na cadeia de suprimentos (LEVY, 1997; SRIDHARAN *et al.*, 2005; TAYLOR, 2006; LI *et al.*, 2006; BOONSTHONSATIT; JUNGTHAWAN, 2015), porém, a maioria dessas pesquisas restringe-se a aplicação de práticas em determinados segmentos de indústrias; ou abordam isoladamente algumas práticas enxutas, negligenciando a perspectiva holística da aplicação de tais práticas na SCM. Nesse

contexto, Jasti e Kodali (2015b) comentam a inexistência de uma teoria estável e unidirecional relativa aos conceitos do LSCM, visto que muitos estudos incidem apenas sobre aspectos individuais do LSCM, e poucos possuem foco em ambas as atividades a montante e a jusante do sistema da organização.

Para Anand e Kodali (2008) diversas modificações devem ser realizadas para adaptar os princípios e práticas enxutas para o LSCM. Enquanto a manufatura envolve predominantemente o fluxo de materiais juntamente com uma quantidade reduzida de informação dentro dos limites da organização; a cadeia de suprimentos compreende o fluxo de materiais, informação e recursos para além dos limites da organização. Assim, tanto os benefícios quanto as barreiras enfrentadas para implementação do LSCM podem divergir daqueles já conhecidos na manufatura (MANZOURI; RAHMAN, 2013). Soma-se a isso o fato de que os fatores contextuais que influenciam a implementação do LSCM (p. ex.: setor e tamanho da cadeia, nível em que a empresa se encontra na cadeia, entre outros) ainda são pouco evidenciados na literatura, se comparados aos estudos em ambientes de manufatura (LI *et al.*, 2006).

De um modo geral, verifica-se a incipiência da literatura com relação ao tema abordado e, conseqüentemente, três questões de pesquisa são propostas: (i) *Quais as principais práticas de LSCM?*; (ii) *Quais as barreiras inerentes à sua implementação?*; e (iii) *Quais os fatores contextuais relevantes para a implementação do LSCM?*. Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma análise sistemática da literatura para identificar as principais práticas de LSCM, as barreiras para tal implementação e os fatores contextuais que a influenciam. Logo, por meio dessa revisão sistemática da literatura, espera-se identificar as principais práticas de LSCM e as barreiras e fatores contextuais inerentes à sua implementação presentes na literatura, discutir a respeito da relevância de pesquisas nesse tema e apresentar as lacunas e direcionamentos para pesquisas futuras, os quais visam complementar o corpo de conhecimento acerca do tema.

Para melhor compreensão da pesquisa, este artigo está estruturado da seguinte maneira: na seção 2.2 é apresentado o método de pesquisa proposto, em que são detalhados os procedimentos adotados; na seção 2.3 são apresentadas as práticas de LSCM; a seção 2.4 traz as barreiras para implementação do LSCM; a seção 2.5 consolida as variáveis contextuais que influenciam a implementação do LSCM; e finalmente, na seção 2.6 são expostas as considerações finais e direcionamentos para pesquisa futuras.

2.2 MÉTODO DE PESQUISA

A revisão da literatura é um método bastante utilizado para examinar de forma abrangente diferentes abordagens sobre o tema a ser estudado, além de reforçar o problema de pesquisa proposto e justificar o diferencial da proposta a partir da reorganização do conhecimento existente e da identificação de lacunas sobre o tema (PARÉ *et al.*, 2015). Para a realização deste trabalho adotou-se a revisão sistemática de literatura. Esta utiliza a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, síntese da informação selecionada, e integra as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinado assunto (SAMPAIO; MANCINI, 2007; PARÉ *et al.*, 2015). As etapas do método adotado, estão descritas no Quadro 2 e serão detalhadas a seguir.

Quadro 2 - Descrição geral sobre o processo de revisão sistemática da literatura

| Etapas | Descrição |
|--------|---|
| 1 | Definir a questão de pesquisa, abordando o tema de interesse |
| 2 | Identificar as bases de dados a serem consultadas; definir palavras-chave e estratégias de busca |
| 3 | Estabelecer critérios para a seleção dos artigos a partir da busca |
| 4 | Conduzir busca nas bases de dados escolhidas e com base na(s) estratégia(s) definida(s) |
| 5 | Definir o portfólio inicial de artigos |
| 6 | Aplicar os critérios na seleção dos artigos e justificar possíveis exclusões |
| 7 | Analisar criticamente e avaliar todos os estudos na revisão |
| 8 | Preparar um resumo crítico, sintetizando as informações disponibilizadas pelos artigos selecionados |
| 9 | Apresentar uma conclusão, informando a evidência sobre os efeitos da intervenção |

Fonte: Adaptado de Sampaio e Mancini (2007)

Na primeira etapa é definida a questão de pesquisa, a qual o trabalho buscará responder e servirá de norte para o início da revisão sistemática da literatura. Este estudo é composto por três questões já apresentadas na sua seção introdutória. Em seguida, na segunda etapa, foram definidas as bases de dados que foram utilizadas para a busca dos artigos. As bases foram escolhidas conforme a disponibilidade no Portal Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), utilizando os filtros de bases que fossem da área de

conhecimento das Engenharias e subárea Engenharia de Produção. As estratégias definidas para a escolha das bases de dados foram delimitadas segundo Lancaster (2004), o qual alega que uma base de dados bibliográficos deve ser avaliada pela sua utilidade ao responder as seguintes necessidades de informação: (a) cobertura, o quão completo é o conteúdo da base de dados em relação a um assunto; (b) recuperabilidade, quantos documentos sobre o assunto podem ser encontrados na base utilizando-se uma estratégia de busca não muito complexa; (c) previsibilidade, o pesquisador consegue verificar com eficiência a relevância dos documentos a partir das informações contidas na base de dados; e (d) atualidade, a base de dados possui uma boa frequência na inclusão de novas publicações. Desta forma, definiu-se três bases para a consulta: *Emerald*, *Scopus* e *Web of Science*. Ainda nesta etapa, para a busca dos artigos nas bases estabelecidas foram definidas as combinações de palavras-chave, conforme Tabela 1.

Na terceira etapa, foram estabelecidos alguns critérios para a seleção dos artigos encontrados, sendo eles: (a) somente pesquisas do tipo artigo científico; (b) títulos dos artigos alinhados ao tema de pesquisa; (c) resumos alinhados ao tema de pesquisa; (d) texto integral dos artigos alinhados com o tema da pesquisa; e (e) sem delimitação temporal das publicações. Na etapa quatro, com base nas palavra-chave selecionadas, foi realizada uma busca nas bases de dados escolhidas de acordo com as estratégias definidas anteriormente. Na etapa cinco, foi definido o portfólio inicial de análise, o qual totalizou 1.384 referências. Além disso, efetuou-se a exportação dessas referências para a ferramenta de gerenciamento *EndNote X7®* de modo a auxiliar na sua organização. Posteriormente, na etapa seis, os critérios definidos na etapa três foram aplicados na seleção de artigos, de modo a excluir aqueles que não estavam alinhados com os objetivos. Nesta etapa obteve-se a exclusão de 867 artigos duplicados ou de natureza não científica, além de 457 artigos sem relação com o tema, através da análise dos títulos, resumos ou texto integral. Ao total, foram removidos 1323 trabalhos, restando apenas 60. Em sequência, na etapa sete, foi realizada uma leitura crítica e avaliação do portfólio final de artigos definido; para em seguida, na etapa oito, desenvolver um resumo crítico composto pelas principais informações relevantes disponibilizadas pelos artigos incluídos na revisão e, então, apresentar as considerações e contribuições desse estudo que foi realizado (etapa 9). Cabe salientar que todas essas etapas para a realização da revisão sistemática sucederam-se no período de dezembro de 2016 a março de 2017. Assim, uma vez definidas as etapas de 1 a 3, esta revisão sistemática de literatura pode ser realizada novamente, partindo somente

da etapa 4, com os mesmos critérios de busca, a fim de identificar novas contribuições para a área pesquisada, bem como verificar a existência de modificações no panorama.

Tabela 1 - Levantamento bibliográfico da pesquisa e seleção dos artigos

| Palavras-chave | Quantitativo das bases de dados | | |
|--|---------------------------------|---------------|-----------------------|
| | <i>Emerald</i> | <i>Scopus</i> | <i>Web of Science</i> |
| “lean supply” E “practices” OU “implement” | 234 | 58 | 25 |
| “lean supply” E “failures” OU “challenges” OU “barriers” | 175 | 40 | 8 |
| “lean supply” E “contextual factors” | 189 | 8 | 18 |
| “lean supply” | 282 | 236 | 111 |
| Total de cada base | 880 | 342 | 162 |
| Total geral (Portfólio Inicial) | 1.384 | | |
| Artigos duplicados ou não científicos | 867 | | |
| Artigos sem relação com os objetivos do trabalho (título e resumo) | 401 | | |
| Artigos sem relação com os objetivos do trabalho (texto integral) | 56 | | |
| Total de artigos selecionados (Portfólio Final) | 60 | | |

De uma forma geral, as pesquisas consolidadas no portfólio final sobre LSCM evidenciam estudos em diferentes cadeias de suprimentos, tais como do ramo alimentício (VLACHOS, 2015), de brinquedos (WONG *et al.*, 2005), eletrônicos (MCIVOR, 2001), automotiva (ADAMIDES *et al.*, 2008; WEE; WU, 2009; BOONSTHONSATIT; JUNGTHAWAN, 2015), agroindústria (TAYLOR, 2006; PEREZ *et al.*, 2010), entre outras. Por outro lado, de acordo com CUDNEY e ELROD (2011), algumas cadeias de suprimentos ainda apresentam escassez de estudos, tais como informática, construção civil, *design*, engenharia, governo e militar. Quanto ao aspecto temporal, Ugochukwu *et al.* (2012) comentam que a filosofia enxuta tornou-se popular em 1990, mas a implementação enxuta na cadeia de suprimentos só ganhou mais atenção alguns anos depois. Segundo os autores, esta transição pode ser atribuída

à publicação do livro *Lean Thinking* por Womack e Jones (1996), no qual promove a implementação enxuta em toda a extensão da cadeia de suprimentos. Hines *et al.* (2004) indicam que o entendimento quanto aos princípios e práticas enxutas vem passando por uma evolução ao longo dos anos, partindo justamente da abordagem focada em ferramentas de chão de fábrica para uma perspectiva contingencial ao longo da cadeia de valor. Tal fato é observado no portfólio selecionado, uma vez que o primeiro artigo relacionado ao tema foi publicado em 1996 por Lamming, havendo um aumento discreto das publicações nos anos seguintes. Contudo, a partir de 2011, tem-se um crescimento significativo da quantidade de artigos publicados nessa temática, sendo o maior número de artigos publicados em 2015 com 8 artigos.

Com relação ao método de pesquisa abordado nos artigos analisados, verificou-se a predominância de pesquisas aplicadas com 70% dos artigos e 30% de pesquisas teóricas. Para Vilaça (2010) a pesquisa aplicada é composta por artigos que utilizam a pesquisa de campo, cujo objetivo é resolver questões de ordem prática. Já a pesquisa teórica tem como essência a pesquisa bibliográfica, a qual propicia a realização de análises ou discussões acerca de um tema. Dentre os 42 artigos de pesquisa aplicada encontrados, 15 correspondem a estudos em países em desenvolvimento no continente asiático, enquanto 14 são estudos em países desenvolvidos do continente europeu.

2.3 PRÁTICAS DE LSCM

As práticas enxutas podem ser aplicadas em toda a extensão da cadeia de suprimentos, desde a colocação do pedido com os fornecedores até a distribuição e entrega do produto ao cliente final. Estudos anteriores (WEE, WU, 2009; PEREZ *et al.*, 2010; MANZOURI, 2012; VLACHOS, 2015; HARTONO *et al.*, 2015; BOONSTHONSATIT; JUNGTHAWAN, 2015) associam a implementação das práticas de LSCM com melhorias no desempenho operacional da cadeia, independentemente do contexto em estudo. Erridge e Murray (1998), por exemplo, evidenciam que, através da aplicação das práticas de LSCM, benefícios similares aos da indústria de transformação podem ser obtidos na cadeia de suprimentos da Câmara Municipal de Belfast, principal cidade da Irlanda do Norte, tais como redução de estoque, aumento de qualidade nos serviços, redução de custos e melhor relacionamento com fornecedores e clientes.

No entanto, estudos que tratem da aplicação das práticas de LSCM ainda são menos frequentemente evidenciados na literatura, visto que a expansão do pensamento enxuto para o contexto da cadeia de

suprimentos mostra-se mais complexo (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). Parte do desafio deve-se ao fato de que a aplicação das práticas de LSCM requer adaptação a diferentes contextos de produção (ANAND; KODALI, 2008; MANZOURI *et al.*, 2014), afetando sistemas sócio-técnicos inerentes à organização. Assim, as práticas de LSCM podem ser definidas como a execução de atividades enxutas com o propósito de adquirir melhor desempenho na gestão da cadeia de suprimentos. Tais práticas são norteadas por princípios semelhantes aos que orientam as práticas da manufatura enxuta (ANAND; KODALI, 2008; BEHROUZI; WONG, 2011; DROHOMERETSKI *et al.*, 2012).

Nesse sentido, a maioria dos estudos que abordam práticas de LSCM, há a indicação da necessidade de reestruturação da liderança e infraestrutura de suporte (WONG *et al.*, 2005; ADAMIDES *et al.*, 2008; BEHROUZI; WONG, 2011; VLACHOS, 2015). Além disso, cabe destacar a existência de segmentos pouco explorados quanto ao avanço da implementação do LSCM, nos quais podem emergir desafios e benefícios diferentes daqueles já esperados (CUDNEY; ELROD, 2011).

Alguns estudos fazem a conexão das práticas de LSCM com os princípios enxutos (TAYLOR, 2006; ANAND; KODALI, 2008; VLACHOS, 2015). Perez *et al.* (2010), por exemplo, avalia o relacionamento das características contextuais e desempenho de uma cadeia de suprimentos com as práticas de LSCM. Assim, os autores propõem uma estrutura com sete dimensões de práticas de LSCM classificadas em relação aos cinco princípios enxutos: (i) definição de valor, (ii) identificação do fluxo de valor, (iii) fazer o valor fluir, (iv) puxar o valor a partir da demanda do cliente e (v) buscar a perfeição. As sete dimensões propostas são: (i) gerenciamento da demanda; (ii) especificação do valor; (iii) padronização de processos e produtos; (iv) eficiência da cadeia de valor; (v) indicadores chave do processo; (vi) estabelecimento de alianças com os membros da cadeia; e (vii) mudança cultural.

Outro aspecto importante diz respeito à carência de abordagens holísticas para a implementação das práticas de LSCM. Muitos estudos tratam apenas de aspectos individuais do LSCM, apresentando uma perspectiva estreita ou isolada das atividades à montante e jusante do fluxo de valor (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). Dentre os artigos revisados, apenas dois estudos propuseram estruturas conceituais amplas referentes à implementação das práticas de LSCM. Anand e Kodali (2008), complementado posteriormente por Jasti e Kodali (2015b), sugerem oito pilares para a implementação do LSCM

(constituídos por oitenta e duas práticas), sendo eles: (i) gestão da tecnologia da informação; (ii) gestão de fornecedores; (iii) eliminação de desperdícios; (iv) produção *just-in-time* (JIT); (v) gestão de relacionamento com o cliente; (vi) gestão de logística; (vii) comprometimento da alta gestão; (viii) melhoria contínua. No entanto, a estrutura conceitual proposta não foi empiricamente validada, caracterizando uma lacuna de pesquisa.

A Tabela 2 consolida as práticas (P) de LSCM mais citadas na literatura de acordo com 55 estudos elencados a partir da revisão sistemática da literatura, havendo uma variação significativa na frequência de citação de cada P. As práticas P₁ (Produção puxada ou *Kanban*) e P₂ (Relacionamento estreito e de longo prazo entre fornecedores, clientes e demais partes envolvidas) aparecem como as mais frequentemente citadas nos estudos de LSCM, sendo 38 e 32 vezes respectivamente. Essas altas frequências de citações podem ser explicadas devido ao fato dessas P serem incluídas nos estudos precursores de LSCM, dado que impactam tanto o processo fabril quanto o desempenho da cadeia de suprimentos (LAMMING, 1996). Na verdade, estas P foram consistentemente associadas aos estudos de LSCM ao longo do tempo, acarretando em um alto número de evidências que reportem seu uso. Especificamente para a P₁, McIvor (2001) comenta seu impacto sobre a obtenção de menores níveis de estoque e maior visibilidade de problemas de qualidade. Além disso, tal P é comumente associada a entregas JIT (WIENGARTEN *et al.*, 2013; DÜES *et al.*, 2013), nas quais o material certo é entregue no momento, lugar e quantidade esperados (QRUNFLEH; TARAFDAR, 2013). Consequentemente, a adoção de P₁ implica no estreitamento dos fluxos de informação e material entre fornecedores e clientes, reforçando a colaboração entre ambos (P₂) (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). Nesse sentido, é razoável esperar-se que ambos P₁ e P₂ apresentem alta recorrência de citações ao longo do tempo, uma vez que estão intimamente relacionadas (BHAMU; SANGWAN, 2014).

Por outro lado, a P₁₈ (Formação de centros de distribuição) mostrou-se como a menos referida na literatura, apresentando somente 3 citações dentre os 55 estudos. A implementação de centros de distribuição geralmente é motivada devido potenciais impactos sobre os custos de transporte e processamento de pedidos (BAKER, 2004). Apesar dos primeiros estudos sobre a prática de formação de centros de distribuição datarem da década de 70 (LA LONDE *et al.*, 1971), sua associação e posterior inserção na abordagem do LSCM é relativamente mais recente. De fato, Taylor (2006) tangencia a incorporação dessa prática no contexto

de implementação do LSCM. Contudo, somente em Sharma *et al.* (2015) e Jasti e Kodali (2015b) que esta foi explicitamente incluída no conjunto de práticas de LSCM. Assim, a partir da maior compreensão e expansão do pensamento enxuto para as cadeias de suprimentos, o qual proporcionou um enfoque muito mais abrangente quanto a implementação do LSCM, a P₁₈ ganhou considerável atenção e começou a ser tratada como uma prática de LSCM.

De um modo geral, as 18 P contempladas na Tabela 2 emergem de uma extensa revisão da literatura e fornecem uma visão representativa das principais práticas adotadas no LSCM. A abordagem de analisar o impacto da implementação enxuta com base na avaliação do nível de adoção de práticas pré-definidas tem sido amplamente utilizada em estudos anteriores (QI; CHU, 2009; RAHMAN *et al.*, 2010; MANZOURI *et al.*, 2013; SHARMA *et al.*, 2015) e parece ser bastante eficaz para compreender a maturidade das empresas quanto ao LSCM.

Tabela 2 - Práticas de LSCM e sua frequência de citação na literatura

| Práticas/Autores | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P ₁ Produção puxada ou <i>kamban</i> | x | x | | x | | | x | | x | | | x | x | x | x | | x | x | x | x |
| P ₂ Relacionamento estreito e de longo prazo entre fornecedores, clientes e demais partes envolvidas | x | x | | x | x | x | | | x | | | x | x | x | x | x | | | x | x |
| P ₃ Utilização de tecnologia da informação para compartilhamento e integração do fluxo de informação ao longo da cadeia de suprimentos (p.ex.: EDI - <i>Enterprise Data Integration</i> , RFID - <i>Radio-Frequency Identification</i> , ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i> , entre outras.) | x | | | x | x | x | x | x | x | | | x | x | x | x | x | | x | | x |
| P ₄ Reabastecimento contínuo | x | | | | | | x | | x | | | | x | | | | x | x | | x |
| P ₅ Melhoria contínua | | x | | | x | | | | | | | x | | x | x | | x | x | | x |
| P ₆ Mapeamento do Fluxo de Valor | | | | | | | | | x | x | | | x | x | x | | x | | | |
| P ₇ <i>Keiretsu</i> (relacionamento baseado na confiança, cooperação e apoio educacional com os fornecedores, desempenhando um papel estratégico importante na organização) | x | x | | | | | | x | x | | | x | x | x | x | x | | x | | x |
| P ₈ Estoque gerenciado pelo fornecedor (consignado) | x | | | | x | | | | x | | | | x | x | | x | | | | x |
| P ₉ Logísticas de distribuição | x | | | x | | | | | | | | | x | x | x | x | | | | |
| P ₁₀ Padronização de processos e produtos para garantia da qualidade | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | | | | | x |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|---|---|--|---|---|---|---|---|
| P ₁₀ | Padronização de processos e produtos para garantia da qualidade | x | | | | x | x | x | x |
| P ₁₁ | Participação frequente desde o início do projeto e processo de desenvolvimento de novos produtos | x | | | | | x | | |
| P ₁₂ | <i>Hoshin Kanri</i> (desdobramento das estratégias e comprometimento e suporte da alta gestão) | | x | | | | | x | |
| P ₁₃ | Desenvolvimento de KPIs da cadeia de suprimentos | | x | | | x | | | |
| P ₁₄ | Nivelamento da produção ou <i>Heijunka</i> | | x | | | | | | x |
| P ₁₅ | <i>Kyoryoku Kai</i> (associação de fornecedores que trabalham juntos para desenvolver métodos mais eficientes de trabalho reduzindo os desperdícios) | | | | x | | | | |
| P ₁₆ | Solução de problemas (<i>feedback</i> frequente trabalhando em conjunto para soluções compartilhadas) | | | | | | | x | |
| P ₁₇ | Gerenciamento da cadeia de valor | | | | | | | | |
| P ₁₈ | Formação de centros de distribuição | | | | | | | | |

Autores: (21) Rahman *et al.* (2010); (22) Parveen *et al.* (2011); (23) Gueimonde-Canto *et al.* (2011); (24) Cudney e Elrod (2011); (25) Carvalho *et al.* (2011); (26) Manzouri (2012); (27) Al-Aomar (2012); (28) Azevedo *et al.* (2012); (29) Drohometski *et al.* (2012); (30) Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); (31) Camacho-Miñano *et al.* (2013); (32) Manzouri e Rahman (2013); (33) Qrunfleh e Tarafdar (2013); (34) Wientgarten *et al.* (2013); (35) Dües *et al.* (2013); (36) Martinez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); (37) Hadid e Mansouri (2014); (38) Bhamu e Sangwan (2014); (39) Arif-Uz-Zaman e Ahsan (2014); (40) Manzouri *et al.* (2014).

Tabela 2 – Práticas de LSCM e sua frequência de citação na literatura (Final)

| Práticas/Autores | (41) | (42) | (43) | (44) | (45) | (46) | (47) | (48) | (49) | (50) | (51) | (52) | (53) | (54) | (55) | Frequência de citação |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| P ₁ Produção puxada ou <i>kanban</i> | x | | x | x | x | x | x | x | | x | | x | | | | 38 |
| P ₂ Relacionamento estreito e de longo prazo entre fornecedores, clientes e demais partes envolvidas | x | | x | x | x | x | | | x | | | | | x | | 32 |
| P ₃ Utilização de tecnologia da informação para compartilhamento e integração do fluxo de informação ao longo da cadeia de suprimentos (p.ex.: EDI - <i>Enterprise Data Integration</i> , RFID - <i>Radio-Frequency Identification</i> , ERP - <i>Enterprise Resource Planning</i> , entre outras.) | | | x | x | x | x | x | x | | x | | | | x | | 26 |
| P ₄ Reabastecimento contínuo | x | | | x | x | x | | | | x | | x | | | | 25 |
| P ₅ Melhoria contínua | x | | | x | x | x | x | x | | x | x | | | x | | 24 |
| P ₆ Mapeamento do Fluxo de Valor | x | x | | x | x | x | x | x | | x | | | | x | | 23 |
| P ₇ <i>Keiretsu</i> (relacionamento baseado na confiança, cooperação e apoio educacional com os fornecedores, desempenhando um papel estratégico importante na organização) | | | x | x | x | x | | | x | | | | | | | 21 |
| P ₈ Estoque gerenciado pelo fornecedor (consignado) | | | x | x | x | x | | x | | | | | | x | | 20 |
| P ₉ Logísticas de distribuição | | | x | x | x | x | | x | | | x | | | x | | 18 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| P ₁₀ | Padronização de processos e produtos para garantia da qualidade | x | x | x | x | x | x | x | x | 17 |
| P ₁₁ | Participação frequente desde o início do projeto e processo de desenvolvimento de novos produtos | x | x | x | x | x | x | x | x | 13 |
| P ₁₂ | <i>Hoshin Kanri</i> (desdobramento das estratégias e comprometimento e suporte da alta gestão) | x | x | x | x | x | x | x | x | 12 |
| P ₁₃ | Desenvolvimento de KPIs da cadeia de suprimentos | x | x | x | x | x | x | x | x | 12 |
| P ₁₄ | Nivelamento da produção ou <i>Heijunka</i> | x | x | x | x | x | x | x | x | 10 |
| P ₁₅ | <i>Kyoryoku Kai</i> (associação de fornecedores que trabalham juntos para desenvolver métodos mais eficientes de trabalho reduzindo os desperdícios) | x | x | x | x | x | x | x | x | 8 |
| P ₁₆ | Solução de problemas (<i>Jeedback</i> frequente trabalhando em conjunto para soluções compartilhadas) | x | x | x | x | x | x | x | x | 7 |
| P ₁₇ | Gerenciamento da cadeia de valor | x | x | x | x | x | x | x | x | 7 |
| P ₁₈ | Formação de centros de distribuição | x | x | x | x | x | x | x | x | 3 |

Autores: (41) Jasti e Kodali (2015a); (42) Boonthonsatit e Jungthawan (2015); (43) Hartono *et al.* (2015); (44) Jasti e Kodali (2015b); (45) Olesen *et al.* (2015); (46) Sharma *et al.* (2015); (47) Vlachos (2015); (48) Adebajo *et al.* (2016); (49) Jajja *et al.* (2016); (50) Dora *et al.* (2016); (51) Soni e Kodali (2016); (52) Marodin *et al.* (2016); (53) Carvalho *et al.* (2017); (54) Duarte e Cruz-Machado (2017); (55) Bevilacqua *et al.* (2017).

2.4 BARREIRAS E FATORES CRÍTICOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO LSCM

Uma barreira é um obstáculo que impede ou restringe o progresso tornando difícil alcançar algo (KUMAR *et al.*, 2016). Para se ter sucesso em qualquer mudança em uma organização, as forças de resistência ou barreiras precisam ser identificadas e compreendidas (JADHAV *et al.*, 2014). Acredita-se que a implementação de uma estratégia enxuta, como qualquer outra iniciativa de melhoria, acarreta enormes dificuldades (RAHMAN *et al.*, 2010). O conceito de LSCM tem sido aplicado a diversos segmentos nas últimas décadas. Porém, a razão pela qual permanece uma questão aberta é porque todo o sistema de cadeia de suprimentos é muito complexo e apresenta resultados em longo prazo, tornando um desafio realizar melhorias em toda a extensão da cadeia (ADEBANJO *et al.*, 2016). Os estudos sobre as práticas de LSCM em diferentes segmentos permitem distinguir as particularidades das práticas aplicadas e também as barreiras enfrentadas para sua adoção (WONG *et al.*, 2005).

A partir dos 60 artigos revisados, apenas 34 abordaram algum tipo de barreira inerente à implementação do LSCM. Destes, apenas 4 artigos apresentaram explicitamente como tema principal as barreiras e desafios do LSCM (p. ex.: MCIVOR, 2001; JADHAV *et al.*, 2014; DORA *et al.*, 2016; MANZOURI *et al.*, 2013). Os demais artigos analisados, abordaram algumas barreiras de forma tangencial decorrente da aplicação das práticas de LSCM (p. ex.: ARKADER, 2001; ANAND; KODALI, 2008; PEREZ *et al.*, 2010; ADEBANJO *et al.*, 2016). Vlachos (2015) descreve a implementação das práticas de LSCM em uma empresa de chá do Reino Unido, salientando as dificuldades encontradas. Dentre elas, o autor relata a falta de envolvimento da alta gerência no projeto, resultando em uma implementação limitada e fracassada. Jadhav *et al.* (2014) comentam que a única maneira de criar uma verdadeira transformação enxuta é com uma forte liderança no topo de uma organização, incluindo o diretor executivo. Para isto, seu real envolvimento é fundamental de modo que a alta gerência forneça apoio para sustentação das melhorias (WONG *et al.*, 2005). Nesse sentido, a falta de comprometimento pode levar a uma série de questões, tais como o acesso limitado aos recursos, processos de tomada de decisão prolongados e falhas de comunicação (PEREZ *et al.*, 2010).

Outro aspecto importante a ser levado em consideração diz respeito ao desenvolvimento de equipe especializada. Esta equipe tem como foco o desenvolvimento de treinamentos sobre princípios e práticas

enxutas, capacitando os colaboradores com os conhecimentos e habilidades requeridas (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013). Uma vez que este processo esteja razoavelmente consolidado com a fábrica, a maior parte das empresas estende a capacitação e treinamento para os membros da cadeia de suprimentos, com especial enfoque nos fornecedores e as práticas de LSCM correspondentes (p. ex.: CUDNEY; ELROD, 2011; BEVILACQUA *et al.*, 2017). Assim, a existência de equipes especializadas para treinamento e capacitação nos princípios e práticas de LSCM tende a viabilizar uma maior proximidade com os membros da cadeia, estabelecendo um processo de desenvolvimento além das tradicionais questões voltadas para preço e entrega (DÜES *et al.*, 2013; WIENGARTEN *et al.*, 2013; MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). Nesse sentido, alguns estudos relatam que não é possível implementar as práticas de LSCM sem que os fornecedores também adotem tais práticas (TAYLOR, 2006; MCIVOR, 2011; JAJA *et al.*, 2016).

Além disso, os estudos encontrados reportam diversos benefícios para a melhoria da cadeia a partir do estreitamento das relações com fornecedores e clientes. Consequentemente, a ausência ou pouca ênfase nestas relações pode acarretar em uma barreira para implementação do LSCM (VLACHOS, 2015). Para Qrunfleh e Tarafdar (2013), é imperativo que os gestores desenvolvam relações estratégicas baseadas em confiança com os fornecedores e clientes. A desconfiança e a hostilidade entre os membros da cadeia podem desencorajar os esforços voltados à implementação das práticas de LSCM, implicando no fracasso da melhoria contínua (TAYLOR, 2006). Na pesquisa de Manzouri *et al.* (2013) os autores identificaram as principais barreiras referentes ao LSCM, e relatam que a falta de confiança entre os parceiros da cadeia de suprimentos é uma barreira importante a ser sobreposta, já que dificulta o compartilhamento de informações.

Taylor (2006) comenta que existe uma dificuldade em se afastar das atuais estratégias de negociação, fazendo com que as organizações visem somente maximizar seus lucros no curto prazo e não busquem superar a tradicional falta de confiança e hostilidade para uma parceria de longo prazo com outros membros da cadeia. A necessidade de mitigar os relacionamentos baseados no poder é uma questão importante a ser considerada (PEREZ *et al.*, 2010). Embora haja diferentes níveis de poder de barganha entre os membros da cadeia de suprimentos, a obtenção de vantagem sobre os demais envolvidos não é coerente para a implementação do LSCM, visto que prejudica no desenvolvimento de benefícios compartilhados (LAMMING, 1996). Assim, aumentar a

relação de confiança entre os membros da cadeia de suprimentos torna o compartilhamento de informações, riscos e recompensas benéficos para todas as partes. Logo, entende-se que estes membros dependem uns dos outros para obtenção de maiores níveis de desempenho operacional (MANZOURI *et al.*, 2014).

Na Tabela 3 foram sintetizadas as barreiras (B) inerentes à implementação do LSCM de acordo com o portfólio de artigos selecionados. Percebe-se que existe um grau variável de frequência de citação relacionado a cada uma das barreiras nos estudos revisados. A barreira B₁ (Dificuldades para mudanças culturais) apareceu como uma das mais frequentemente enfrentadas durante à implementação do LSCM.

As principais dificuldades enfrentadas na implementação dos princípios e práticas enxutas estão relacionadas a questões humanas, culturais e organizacionais (JADHAV *et al.*, 2014). A mudança de cultura subjacente à implementação do LSCM representa alterações nas normas e comportamentos coletivos que englobam a confiança, hierarquia, ambiente de trabalho, comunicação e sentimento de companheirismo (DORA *et al.*, 2016). Um obstáculo recorrente que dificulta a aplicação com sucesso das práticas de LSCM é a resistência das pessoas que são solicitadas a adotar suas práticas e princípios (PEREZ *et al.*, 2010). Neste contexto, justifica-se a alta frequência (76%) de citação da B₁ no portfólio final. Lamming (1996) comenta que a implementação do LSCM exige uma mudança da cultura existente, introduzindo novas visões culturais de colaboração e gestão dos recursos humanos. A mudança cultural é um dos maiores desafios para a sustentação das práticas enxutas, seja na organização ou na cadeia de suprimentos; por consequência, o envolvimento dos colaboradores é de extrema importância, pois são considerados uma valiosa fonte de ideias para as melhorias (PEREZ *et al.*, 2010; BEHROUZI; WONG, 2011). Portanto, a cultura da empresa revela-se como um determinante para o êxito da implementação do LSCM, suportando o atingimento de objetivos de longo e curto prazos através do encorajamento dos colaboradores (KUMAR *et al.*, 2016; DORA *et al.*, 2016).

Em contrapartida, a barreira menos citada foi B₁₂ (Baixa compreensão dos conceitos e princípios relacionados à implementação do LSCM), com apenas 9% das citações. Curiosamente, a baixa frequência de citação de tal barreira é contrária ao esperado, já que é essencial a compreensão dos conceitos e princípios do LSCM para realizar a sua implementação (MANZOURI, 2012; MANZOURI *et al.*, 2013). Anand e Kodali (2008) afirmam que os conceitos relacionados ao LSCM ainda não estão totalmente desenvolvidos, em especial, quanto aos seguintes

aspectos: base teórica para o LSCM, elementos que a compõe e o modo de implementação do LSCM. Contudo, justamente devido à falta de estudos que aprofundem tais aspectos do LSCM, o nível de entendimento e percepção quanto à implementação do LSCM ainda é muito raso (MANZOURI *et al.*, 2013), justificando o desconhecimento e consequentemente baixa citação dessa barreira.

De um modo geral, as 12 barreiras encontradas emergem da extensa revisão da literatura realizada e fornecem uma visão representativa das principais barreiras inerentes à implementação das práticas de LSCM. Assim, a identificação destas barreiras pode ser um guia para a tomada de medidas apropriadas para enfrentar as dificuldades inerentes à implementação do LSCM (JADHAV *et al.*, 2014).

Tabela 3 - Barreiras de LSCM e sua frequência de citação na literatura

| Barreiras/Autores | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B ₁ Dificuldades para mudanças culturais | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| B ₂ Falta de comprometimento da alta gestão | x | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| B ₃ Falta de desenvolvimento de equipe especializada | | | | | | | | x | | x | | | x | | | x | x | x | x | x |
| B ₄ Falta de confiança para parcerias na cadeia de suprimentos | x | | x | x | x | x | x | x | | | | x | | | | x | | | | x |
| B ₅ Alta oscilação da demanda | | | | | x | x | x | x | x | | | | | x | | x | | | | |
| B ₆ Baixo compartilhamento de informação | | | x | | x | | x | x | | | | | | | | | x | | | |
| B ₇ Falta de colaboração e envolvimento de toda a cadeia de suprimentos | | | x | x | x | x | x | x | x | | | x | x | | | | | | | x |
| B ₈ Falta de disponibilidade de recursos | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | | x |
| B ₉ Ausência de infraestrutura de TIC (Tecnologia de Informação e | | | | | | x | x | | | | | x | x | | | | | | | x |

Tabela 3 – Barreiras de LSCM e sua frequência de citação na literatura (Final)

| Barreiras/Autores | (21) | (22) | (23) | (24) | (25) | (26) | (27) | (28) | (29) | (30) | (31) | (32) | (33) | (34) | Frequência de citação |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|
| B ₁ Dificuldades para mudanças culturais | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 26 |
| B ₂ Falta de comprometimento da alta gestão | | x | x | x | x | x | x | | x | x | | x | x | | 22 |
| B ₃ Falta de desenvolvimento de equipe especializada | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 21 |
| B ₄ Falta de confiança para parcerias na cadeia de suprimentos | | x | | x | | x | | | | | x | | | | 14 |
| B ₅ Alta oscilação da demanda | x | | | | x | | | | | | | | | x | 11 |
| B ₆ Baixo compartilhamento de informação | | | x | x | | | x | | | x | | x | | x | 11 |
| B ₇ Falta de colaboração e envolvimento de toda a cadeia de suprimentos | | | x | x | | | | | | | | | | | 10 |
| B ₈ Falta de disponibilidade de recursos | x | x | | x | | | x | | | x | | x | | x | 10 |

B₉ Ausência de infraestrutura de TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) para integração

x x x x x x

x

x

x

x

x

10

B₁₀ Resistência para aderir estratégias de longo prazo

6

B₁₁ Complexidade da cadeia de suprimentos

6

x

B₁₂ Baixa compreensão dos conceitos e princípios relacionados à implementação do LSCM

3

x

Autores: (21) Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); (22) Manzouri *et al.* (2013); (23) Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); (24) Jadhav *et al.* (2014); (25) Hadid e Mansouri (2014); (26) Bhamu e Sangwan (2014); (27) Manzouri *et al.* (2014); (28) Tortorella *et al.* (2015); (29) Vlachos (2015); (30) Adebajo *et al.* (2016); (31) Jajja *et al.* (2016); (32) Dora *et al.* (2016); (33) Kumar *et al.* (2016); (34) Bevilacqua *et al.* (2017).

2.5 VARIÁVEIS CONTEXTUAIS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO LSCM

Fatores contextuais são aspectos ou elementos que significam que o desempenho de um sistema de gestão é condicionado pelas características específicas de uma empresa ou seu ambiente, tais como número de funcionários, volumes de vendas, setor, tempo em que um sistema de gestão é implementado e assim por diante. As variáveis contextuais representam características situacionais geralmente exógenas à organização focal ou gestora (TORTORELLA *et al.*, 2015). Uma série de fatores contextuais são inerentes à cada cadeia de suprimentos e afetam a relação entre a cooperação de seus membros e seu desempenho (GUEIMONDE-CANTO *et al.*, 2011). Contudo, a modificação dessas variáveis tende a ser limitada e somente possível com um esforço a longo prazo (MANZOURI *et al.*, 2013). Assim, levar em consideração a influência desses fatores é de vital importância para uma melhor compreensão da implementação do LSCM (CAMACHO-MIÑANO *et al.*, 2013).

Segundo Karim e Arif-Uz-Zaman (2013), a adequada seleção das práticas de LSCM depende da realidade de cada empresa, levando em consideração suas variáveis contextuais e restrições. Portanto, a estratégia para a transição de um modelo de cadeia de suprimentos tradicional para uma LSCM não pode ser indiscriminadamente generalizada, visto que as diferentes variáveis contextuais são determinantes para essa estratégia (RAHMAN *et al.*, 2010).

Na Tabela 4 foram compilados os fatores contextuais (FC) inerentes à implementação do LSCM de acordo com o portfólio final de artigos. A partir dos 60 artigos revisados, apenas 30 abordaram explicitamente algum FC. Observa-se que, além de existir um grau variável de frequência referente a cada um dos FC, a frequência total de citações e a quantidade de artigos que abordaram sobre o assunto foi significativamente inferior àqueles que trataram sobre as práticas e barreiras. O fator contextual FC₁ (Tamanho da empresa), mostrou-se como o fator mais citado quanto sua influência sobre a implementação do LSCM, com 63% de citações. Hadid e Mansouri (2014) comentam que organizações de grande porte podem ter maiores níveis de adoção de práticas de LSCM, uma vez que normalmente possuem redes de cadeias de suprimentos mais complexas e necessitam maior eficiência na sua gestão. Manzouri (2012) também afirma que o tamanho das empresas efeito positivo sobre a implementação do LSCM.

Em contrapartida, o fator contextual FC₈ (Volume de produção) foi o menos citado dentro da literatura analisada, com apenas 7% de citações. Esse fato pode ser decorrente da incipiência de estudos que abordem os FC no contexto das cadeias de suprimentos. Dora *et al.* (2016) comentam que muitos estudos adotam uma abordagem fragmentada da implementação das práticas de LSCM, ignorando a sua execução de forma sistêmica e resultando em seu fracasso. Além disso, altos volumes de produção implicam, geralmente, um maior destaque da empresa dentro de sua cadeia de suprimentos. Tal importância pode afetar o modo como os relacionamentos entre a empresa e seus clientes e fornecedores são estabelecidos, dado o maior poder de barganha implícito (LAMMING, 1996). Contudo, estudos que abordem mais diretamente a influência do volume de produção para a implementação das práticas de LSCM ainda são escassos (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013), o que denota oportunidades de desenvolvimentos de pesquisas futuras.

Assim, os 8 FC encontrados a partir da revisão da literatura realizada fornecem uma visão representativa para a implementação do LSCM. A identificação desses FC, bem como seu efeito sobre a implementação do LSCM é essencial para a adequação e customização das estratégias de melhoria adotadas. Logo, o desenvolvimento de metodologias para a implementação do LSCM deve levar em consideração esses FC, de modo a possibilitar maior aderência das práticas adotadas aos contextos em que as empresas estão inseridas (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013; DORA *et al.*, 2016).

Tabela 4 - Fatores Contextuais do LSCM e sua frequência de citação na literatura

| Fatores Contextuais/Autores | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| FC ₁ Tamanho da empresa | | | x | | | x | | x | x | x | x | | x | | x |
| FC ₂ Equipe multifuncional treinada | | x | | x | | x | | | | x | | x | x | | x |
| FC ₃ Localização geográfica | x | | x | | x | | x | | | | | x | x | x | x |
| FC ₄ Segmento da cadeia | | | | | | | | x | | | | x | | x | x |
| FC ₅ Fatores econômicos do país | x | | x | | | | x | | | | | | | | x |
| FC ₆ Nivel educacional | x | | x | | | | | | | x | | | | | |
| FC ₇ Idade da planta | | | | | | | | | | | | | | | |
| FC ₈ Volume de produção | | | | | | | | | | | | | | | |

Autores: (1) Arkader (2001); (2) Huang *et al.* (2002); (3) Taylor (2006); (4) Machado e Pereira (2008); (5) Adamides *et al.* (2008); (6) Anand e Kodali (2008); (7) Found *et al.* (2008); (8) Qi e Chu (2009); (9) Wee e Wu (2009); (10) Perez *et al.* (2010); (11) Rahman *et al.* (2010); (12) Gueimonde-Canto *et al.* (2011); (13) Cudney e Elrod (2011); (14) Manzouri (2012); (15) Azevedo *et al.* (2012).

Tabela 4 - Fatores Contextuais do LSCM e sua frequência de citação na literatura (Final)

| Fatores Contextuais/Autores | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (21) | (22) | (23) | (24) | (25) | (26) | (27) | (28) | (29) | (30) | Frequência de citação |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| FC ₁ Tamanho da empresa | x | x | x | | | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | 19 |
| FC ₂ Equipe multifuncional treinada | x | | | | | | x | | x | | x | x | | x | | 11 |
| FC ₃ Localização geográfica | | | | | x | | | | | x | x | | | | | 10 |
| FC ₄ Segmento da cadeia | | x | x | | | | | | x | | | | | | | 8 |
| FC ₅ Fatores econômicos do país | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | | | 8 |
| FC ₆ Nivel educacional | | | | | | | | | x | | | | | | | 6 |
| FC ₇ Idade da planta | | | | | | | x | | x | | | | | | | 3 |
| FC ₈ Volume de produção | x | | | | | | | | | | x | | | | | 2 |

Autores: (16) Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); (17) Camacho-Miñano *et al.* (2013); (18) Manzouri *et al.* (2013); (19) Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); (20) Jadhav *et al.* (2014); (21) Hadid e Mansouri (2014); (22) Bhamu e Sangwan (2014); (23) Manzouri *et al.* (2014); (24) Tortorella *et al.* (2015); (25) Adebajo *et al.* (2016); (26) Jajja *et al.* (2016); (27) Dora *et al.* (2016); (28) Miarodin *et al.* (2016); (29) Duarte e Cruz-Machado (2017); (30) Bevilacqua *et al.* (2017).

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DIRECIONAMENTO DE PESQUISA

Grande parte dos trabalhos publicados até hoje sobre LSCM concentrou-se em delinear práticas enxutas e seus potenciais benefícios, inferindo que uma vez que as empresas as adotem, a implementação enxuta estaria automaticamente iniciada. Porém, na realidade, tal implementação em toda a extensão da cadeia de suprimentos é extremamente difícil e desafiadora.

O presente estudo procurou identificar as principais práticas, barreiras e fatores contextuais inerentes à implementação do LSCM. Para atingir o objetivo, foi feito um levantamento sistemático da literatura identificando-se um portfólio com 60 artigos, de modo a apresentar um panorama do tema. Cabe destacar que a maioria das pesquisas abordam os três tópicos (práticas, barreiras e fatores contextuais) de modo isolado, não correlacionando-os. Assim, este estudo contribui para o fortalecimento do corpo de conhecimento sobre LSCM, identificando 18 práticas, 12 barreiras e 8 fatores contextuais inerentes a sua implementação, e os enumerando de forma a proporcionar uma análise conjunta.

Desse modo, algumas sugestões para trabalhos futuros são propostas a partir de lacunas de pesquisa identificadas, sendo elas:

- Há ainda um certo nível de superficialidade referente ao entendimento das práticas específicas de LSCM, visto que muitas destas se confundem com práticas voltadas à manufatura e não sofrem as adaptações necessárias para suportar a complexidade da cadeia de suprimentos. Jasti e Kodali (2015b) comentam que os diferentes pontos de vista dos pesquisadores sobre LSCM resulta em um acúmulo de vários elementos incoerentes, o que revela uma deficiência na padronização dos elementos utilizados para desenvolver estruturas de LSCM. Isso indica que ainda é instável a teoria relacionada ao LSCM. O estudo apontou que poucas pesquisas abordaram uma visão holística das práticas de LSCM. Muitos pesquisadores se concentraram em analisar aspectos das práticas de LSCM a montante da cadeia de suprimentos, enquanto poucos trabalhos analisaram tais práticas a jusante (p. e.x.: MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). Logo, propõe-se o desenvolvimento de estudos que identifiquem, classifiquem e validem empiricamente as principais práticas de LSCM, de modo a direcionar a construção de um conceito consolidado. Sugere-se

também estudos para analisar o impacto que tais práticas podem gerar no desempenho da cadeia de suprimento quando implementadas.

- O estudo consolidou as principais barreiras inerentes à implementação das práticas de LSCM. Contudo, por meio da revisão sistemática da literatura destacou-se o fato de que implementar práticas de LSCM não é uma tarefa fácil. Existe uma lacuna entre a teoria e a prática, levantando a questão de como diminuir tal distanciamento para se obter sucesso na implementação enxuta na cadeia de suprimentos. A dificuldade para mudar comportamentos e a falta de comprometimento da alta gestão foram as duas barreiras mais citadas no portfólio bibliográfico examinado. Além disso, a ausência de uma cultura organizacional apropriada e a falta de confiança entre as empresas são fatores vitais para a adoção enxuta (JADHAV *et al.*, 2014). Evidenciou-se também a baixa compreensão dos conceitos e princípios relacionados ao LSCM, cujo efeito apresenta implicações diretas na sua implementação. Dada a escassez de pesquisas de natureza aplicada, especialmente relacionadas às barreiras para implementação do LSCM (MANZOURI *et al.*, 2013), torna-se importante examinar como o efeito dessas barreiras está associado aos fatores contextuais da cadeia de suprimentos. A partir dessa identificação, possibilita-se adotar medidas preventivas de modo a mitigar as barreiras para implementação do LSCM típicas do contexto no qual a cadeia de suprimentos está inserida. Assim, investigar o efeito moderador das variáveis contextuais da cadeia de suprimentos sobre o relacionamento entre as barreiras e as práticas de LSCM caracteriza uma oportunidade para estudos futuros na área.
- Por fim, destaca-se a incipiência dos estudos relacionados aos métodos de avaliação de maturidade das cadeias de suprimentos quanto ao nível de implementação LSCM. As poucas pesquisas voltadas à avaliação da maturidade na implementação de LSCM sugerem métodos direcionados apenas ao fluxo de fornecimento (*upstream*), negligenciando a potencial implementação a jusante do fluxo de valor (*downstream*). Além disso, estes métodos propõem a avaliação da cadeia de suprimentos a partir da perspectiva da empresa que está sendo estudada, acarretando em possíveis distorções sobre o fluxo como um todo. Assim, a definição de metodologias que forneçam subsídio para avaliar de

uma forma abrangente a cadeia produtiva envolvendo todos os seus agentes apresenta-se como uma oportunidade de pesquisa. Cabe salientar que tal lacuna pode ainda ser ampliada se incluída as oportunidades de avaliação de LSCM no fluxo reverso da cadeia.

2.7 REFERÊNCIAS

ADAMIDES, E. D.; KARACAPILIDIS, N.; PYLARINOU, H.; KOUMANAKOS, D. Supporting collaboration in the development and management of lean supply networks. **Production Planning & Control**, v. 19, n. 1, p. 35-52, 2008.

ADEBANJO, D.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SAMARANAYAKE, P. Prioritizing lean supply chain management initiatives in healthcare service operations: a fuzzy AHP approach. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 12, p. 953-966, 2016.

AFONSO, H.; CABRITA, M. do R. Developing a lean supply chain performance framework in a SME: a perspective based on the balanced scorecard. **Procedia Engineering**, v. 131, p. 270-279, 2015.

AL-AOMAR, R. A lean construction framework with Six Sigma rating. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n. 4, p. 299-314, 2012.

ALVES FILHO, A. G.; CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; SACOMANO NETO, M.; BONADIO, P. V. G. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. **Revista Gestão e Produção**, v. 11, n.3, p. 275-288, 2004.

ANAND, G.; R. KODALI. A conceptual framework for lean supply chain and its implementation. **International Journal of Value Chain Management**, v. 2, n. 3, p. 313-357, 2008.

ARIF-UZ-ZAMAN, K.; AHSAN, A. M. M. N. Lean supply chain performance measurement. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 5, p. 588-612, 2014.

ARKADER, R. The perspective of suppliers on lean supply in a developing country context. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 12, n. 2, p. 87-93, 2001.

AZEVEDO, S. G.; CARVALHO, H.; DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Influence of green and lean upstream supply chain management practices on business sustainability. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 59, n. 4, p. 753-765, 2012.

BAKER, P. Aligning distribution center operations to supply chain strategy. **The International Journal of Logistics Management**, v. 15, n. 1, p. 111-123, 2004.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 616 p.

BARLA, S. B. A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model. **Logistics Information Management**, v. 16, n. 6, p. 451-459, 2003.

BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F. E.; DE SANCTIS, I. Relationships between Italian companies' operational characteristics and business growth in high and low lean performers. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 2, p. 250-274, 2017.

BEHROUZI, F.; WONG, K. Y. An investigation and identification of lean supply chain performance measures in the automotive SMEs. **Scientific Research and Essays**, v. 6, n. 24, p. 5239-5252, 2011.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BOONSTHONSATIT, K.; JUNGTHAWAN, S. Lean supply chain management-based value stream mapping in a case of Thailand automotive industry. **IEEE International Conference on Advanced logistics and Transport**, p. 65-69, 2015.

CAMACHO-MIÑANO, M. D. M.; MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTAN-DIAZ, M. What can we learn from the evolution of research on lean management assessment?. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 4, p. 1098-1116, 2013.

CARVALHO, H.; DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 2, p. 151-179, 2011.

CARVALHO, H.; GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S. G.; CRUZ-MACHADO, V. Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 75-87, 2017.

CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D. An integrated model for the design of agile supply chains. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 31, n. 4, p. 235-246, 2001.

CUDNEY, E.; ELROD, C. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2011.

DORA, M.; KUMAR, M.; GELLYNCK, X. Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs—a multiple case analysis. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 1, p. 1-23, 2016.

DROHOMERETSKI, E.; DA COSTA, S. E. G.; DE LIMA, E. P.; WACHHOLTZ, H. Lean supply chain management: practices and performance measures. In: IIE Annual Conference. Proceedings. **Institute of Industrial and Systems Engineers**, 2012. p. 1.

DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Green and lean implementation: an assessment in the automotive industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 1, p. 65-88, 2017.

DÜES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M. Green as the new lean: how to use lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 93-100, 2013.

EISLER, M.; HORBAL, R.; KOCH, T. Cooperation of lean enterprises: techniques used for lean supply chain. In: **Advances in Production Management Systems**, Springer US, 2007. p. 363-370.

ERRIDGE, A.; MURRAY, J. G. The application of lean supply in local government: the Belfast experiments. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 4, n. 4, p. 207-221, 1998.

FOUND, P.; HINES, P.; GRIFFITHS, G.; HARRISON, R. Creating a sustainable lean business system within a multi-national group company. In: **IIE Annual Conference. Proceedings**. Institute of Industrial Engineers-Publisher, 2008. p. 302.

GUEIMONDE-CANTO, A.; GONZÁLEZ-BENITO, J.; GARCÍA-VÁZQUEZ, J. M. Competitive effects of co-operation with suppliers and buyers in the sawmill industry. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 26, n. 1, p. 58-69, 2011.

HADID, W; MANSOURI, S. A. The lean-performance relationship in services: a theoretical model. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 6, p. 750-785, 2014.

HARTONO, Y.; ASTANTI, R. D.; AI, T. J. Enabler to Successful Implementation of Lean Supply Chain in a Book Publisher. **Procedia Manufacturing**, v. 4, p. 192-199, 2015.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

HUANG, S. H.; UPPAL, M.; SHI, J. A product driven approach to manufacturing supply chain selection. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 7, n. 4, p. 189-199, 2002.

JADHAV, J. R.; MANTHA, S. S.; RANE, S. B. Exploring barriers in lean implementation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 2, p. 122-148, 2014.

JAJJA, M. S. S.; KANNAN, V. R.; BRAH, S. A.; HASSAN, S. Z. Supply chain strategy and the role of suppliers: evidence from the Indian sub-continent. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 7, p. 1658-1676, 2016.

JAKLIC, J.; TRKMAN, P.; GROYNIK, A.; STEMBERGER, M. Enhancing lean supply chain maturity with business process management. **Journal of Information and Organizational Sciences**, v. 30, n. 2, p. 205-223, 2006.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. Lean production: literature review and trends. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 3, p. 867-885, 2015a.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. A critical review of lean supply chain management frameworks: proposed framework. **Production Planning & Control**, v. 26, p. 1051-1068, 2015b.

KARIM, A.; ARIF-UZ-ZAMAN, K. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. **Business Process Management Journal**, v. 19, n. 1, p. 169-196, 2013.

KUMAR, S.; LUTHRA, S.; GOVINDAN, K.; KUMAR, N.; HALEEM, A. Barriers in green lean six sigma product development process: an ISM approach. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 7-8, p. 604-620, 2016.

LA LONDE, B. J.; GRABNER, J. R.; ROBESON, J. F. Integrated distribution systems: a management perspective. **International Journal of Physical Distribution**, v. 1, n. 1, p. 43-49, 1971.

LAMMING, R. Squaring lean supply with supply chain management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 183-196, 1996.

LANCASTER, F. W. **Indexação e resumos: teoria e prática**. Tradução de Antônio Agenor Briquet de Lemos. rev. atual. 2004.

LEVY, D. L. Lean production in an international supply chain. **Sloan management review**, v. 38, n. 2, p. 94, 1997.

LI, S.; RAGU-NATHAN, B.; RAGU-NATHAN, T. S.; RAO, S. S. The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. **The International Journal of Management Science (Omega)**, v. 34, n. 2, p. 107-124, 2006.

MACHADO, V. C.; PEREIRA, A. Modelling lean performance. In: Management of innovation and technology, 2008. ICMIT 2008. **4th IEEE international conference on. IEEE**, 2008. p. 1308-1312.

MANZOURI, M. How lean supply chain implementation affect halal food companies. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 6, n. 8, p. 1485-1490, 2012.

MANZOURI, M.; RAHMAN, M. N. Ab. Adaptation of theories of supply chain management to the lean supply chain management. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 14, n. 1, p. 38-54, 2013.

MANZOURI, M.; NIZAM AB RAHMAN, M.; SAIBANI, N.; ROSMAWATI CHE MOHD ZAIN, C. Lean supply chain practices in the Halal food. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 4, p. 389-408, 2013.

MANZOURI, M.; NIZAM AB RAHMAN, M.; ROSMAWATI CHE MOHD ZAIN, C; JAMSARI, E. A. Increasing production and eliminating waste through lean tools and techniques for halal food companies. **Sustainability**, v. 6, n. 12, p. 9179-9204, 2014.

MARODIN, G. A.; FRANK, A. G.; TORTORELLA, G. L.; SAURIN, T. A. Contextual factors and lean production implementation in the Brazilian automotive supply chain. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 417-432, 2016.

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 134-150, 2014.

MCIVOR, R. Lean supply: the design and cost reduction dimensions. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, n. 4, p. 227-242, 2001.

MORGAN, C. Supply network performance measurement: future challenges?. **The International Journal of Logistics Management**, v. 18, n. 2, p. 255-273, 2007.

OLESEN, P.; POWELL, D.; HVOLBY, H. H.; FRASER, K. Using lean principles to drive operational improvements in intermodal container facilities: A conceptual framework. **Journal of Facilities Management**, v. 13, n. 3, p. 266-281, 2015.

PARÉ, G.; TRUDEL, M. C.; JAANA, M.; KITSIOU, S. Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. **Information & Management**, v. 52, n. 2, p. 183-199, 2015.

PARVEEN, C. M.; RAO, T. V. V. L. N. An integrated approach to design and analysis of lean manufacturing system: a perspective of lean supply chain. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 5, n. 2, p. 175-208, 2009.

PARVEEN, C. M.; KUMAR, A. R. P.; NARASIMHA RAO, T. V. V. L. Integration of lean and green supply chain: Impact on manufacturing firms in improving environmental efficiencies. In: Green Technology and Environmental Conservation (GTEC 2011). **International Conference on. IEEE**, 2011. p. 143-147.

PEREZ, C.; DE CASTRO, R.; SIMONS, D.; GIMENEZ, G. Development of lean supply chains: a case study of the Catalan pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 1, p. 55-68, 2010.

QI, Yi-nan; CHU, Zhao-fang. The impact of supply chain strategies on supply chain integration. In: Management Science and Engineering (ICMSE 2009). **International Conference on. IEEE**, 2009. p. 534-540.

QRUNFLEH, S.; TARAFDAR, M. Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 6, p. 571-582, 2013.

RAHMAN, S.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SOHAL, A. S. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 7, p. 839-852, 2010.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, 2007.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SHARMA, V.; DIXIT, A. R.; QADRI, M. A. Impact of lean practices on performance measures in context to Indian machine tool industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 8, p. 1218-1242, 2015.

SONI, G.; KODALI, R. Interpretive structural modeling and path analysis for proposed framework of lean supply chain in Indian manufacturing industry. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 8, p. 501-515, 2016.

SRIDHARAN, U. V.; ROYCE CAINES, W.; PATTERSON, C. C. Implementation of supply chain management and its impact on the value of firms. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 10, n. 4, p. 313-318, 2005.

STAVRULAKI, E.; DAVIS, M. Aligning products with supply chain processes and strategy. **The International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 127-151, 2010.

TAYLOR, D. H. Strategic considerations in the development of lean agri-food supply chains: a case study of the UK pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 11, n. 3, p. 271-280, 2006.

TORTORELLA, G. L.; MARODIN, G. A.; MIORANDO, R.; SEIDEL, A. The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 78, n. 9-12, p. 1879-1892, 2015.

UGOCHUKWU, P.; ENGSTRÖM, J.; LANGSTRAND, J. Lean in the supply chain: a literature review. **Management and Production Engineering Review**, v. 3, n. 4, p. 87-96, 2012.

VILAÇA, M. L. C. Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. **Revista e-escrita: Revista do Curso de Letras da UNIABEU**, v. 1, n. 2, p. 59-74, 2010.

VLACHOS, I. Applying lean thinking in the food supply chains: a case study. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 16, p. 1351-1367, 2015.

VITASEK, K. L.; MANRODT, K. B.; ABBOTT, J. What makes a lean supply chain?. **Supply chain management review**, v. 9, no. 7 (Oct. 2005), p. 39-45: ill, 2005.

WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor company. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 5, p. 335-341, 2009.

WIENGARTEN, F.; FYNES, B; ONOFREI, G. Exploring synergetic effects between investments in environmental and quality/lean practices in supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 2, p. 148-160, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organisation**. Simon and Shuster, New York, NY, v. 397, 1996.

WONG, C.; ARLBJØRN, J. S.; JOHANSEN, J. Supply chain management practices in toy supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 10, n. 5, p. 367-378, 2005.

3. ARTIGO 2 – ANÁLISE DO RELACIONAMENTO ENTRE BARREIRAS E PRÁTICAS NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA

Satie Ledoux Takeda Berger
Guilherme Luz Tortorella

Uma versão resumida deste artigo foi submetida a Revista de Administração de Empresas em janeiro de 2018.

Resumo

A aplicação das práticas enxutas vem sendo estudadas ao longo das últimas três décadas com o intuito de ajudar as empresas a gerir seu negócio de modo competitivo, auxiliando na diminuição da variabilidade e na redução dos desperdícios. Mais recentemente, adaptações das práticas enxutas começaram a ser foco de estudos com a finalidade de suas implementações ao longo de toda a cadeia de suprimentos, denominando-se *Lean Supply Chain Management* (LSCM ou Gestão da cadeia de suprimentos enxuta). Neste contexto, este artigo tem por objetivo classificar as principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM através da análise do grau de risco e priorizar as principais práticas de LSCM. Para tal, foi proposto um método que integrasse a análise de modo de falha e efeito (FMEA) com a ferramenta de suporte à decisão multicritério, o processo hierárquico analítico (AHP). Este método foi ilustrado através de um estudo de caso realizado em uma empresa do setor metal-mecânico a qual está em implementação enxuta. Como resultado do FMEA, 5 barreiras obtiveram um alto grau de risco, ou seja, foram consideradas como críticas para a implementação do LSCM. Relacionadas à essas barreiras críticas, 3 práticas foram apontadas através do AHP como as principais práticas de LSCM. Assim, foi possível por meio deste estudo, obter valores para a intensidade de relacionamento entre as práticas e barreiras de LSCM permitindo direcionar os esforços de melhoria contínua na cadeia de suprimentos de modo a mitigar ou até mesmo antecipar dificuldades em sua implementação. Ainda, este estudo permite que a metodologia proposta possa ser replicada sob o contexto de diferentes cadeias de suprimentos, a fim de verificar resultados similares e comparáveis aos aqui obtidos.

Palavras-chave: LSCM, práticas enxutas, barreiras, FMEA, AHP.

3.1 INTRODUÇÃO

As práticas e princípios oriundos da Produção Enxuta vem ganhando destaque e aumentando o reconhecimento de seus benefícios em diferentes contextos de aplicação (SOUZA; CARPINETTI, 2014). No entanto, estudos demonstraram que os resultados obtidos exclusivamente a partir de sua implementação no chão de fábrica de empresas manufatureiras não são suficientes para garantir vantagens competitivas. A adaptação e extensão de sua implementação para a cadeia de suprimentos, por exemplo, pode proporcionar ganhos de outra natureza, corroborando para o fortalecimento do negócio. A integração das práticas e princípios enxutos à cadeia de suprimentos denomina-se Gestão da Cadeia de Suprimentos Enxuta ou *Lean Supply Chain Management* (LSCM) (DROHOMERETSKI *et al.*, 2012). O modelo da cadeia de suprimentos tradicional concentra-se em atividades que levam matérias-primas e subconjuntos para a operação de fabricação e, finalmente, entregam produtos para o usuário final de forma fluída e econômica. Já o LSCM enfatiza a entrega de valor ao cliente, reduzindo os desperdícios de forma sistemática e colaborativa ao longo da cadeia de suprimentos (BEHROUZI; WONG, 2011).

No entanto, cabe destacar que a adoção das práticas e princípios do LSCM pode enfrentar dificuldades diversas, tais como a falta de compreensão dos conceitos subjacentes a sua implementação, além de aspectos culturais divergentes aos necessários para sustentá-la (MANZOURI, 2012). Assim, embora existam evidências de que a implementação das práticas de LSCM proporcione inúmeros benefícios (LAMMING, 1996; TAYLOR, 2006; CUDNEY; ELROD, 2011; MANZOURI; RAHMAN, 2013; SHARMA *et al.*, 2015), ainda há poucos estudos que comprovem empiricamente tal associação (DROHOMERETSKI *et al.*, 2012; JASTI; KODALI, 2015). Além disso, as pesquisas voltadas às práticas de LSCM abordam aplicações isoladas, desconsiderando a integração sistêmica necessária para atingimento da plenitude dos benefícios esperados (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014).

Nesse sentido, aumentar a compreensão de como as barreiras existentes podem afetar a implementação do LSCM torna-se essencial para possibilitar a antecipação às eventuais dificuldades (JADHAV *et al.*, 2014). Além disso, a verificação de interdependência entre as barreiras e as práticas de LSCM pode ajudar a enfrentar os riscos oriundos da implementação enxuta na cadeia de suprimentos (KUMAR *et al.*, 2016), aumentando suas chances de sucesso e alinhando expectativas. Contudo,

a influência de cada barreira pode estar associada às características contextuais da cadeia em estudo (ADAMIDES *et al.*, 2008), apresentando, conseqüentemente, intensidades diferentes sobre uma implementação bem-sucedida. Assim, a partir dos argumentos apresentados, pode-se elaborar duas questões de pesquisa: (i) *qual a intensidade da influência das principais barreiras para a implementação das práticas de LSCM?*; e (ii) *como priorizar a implementação das práticas de LSCM para mitigar os riscos na cadeia de suprimentos?*.

Este artigo tem por objetivo classificar as principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM através da análise do grau de risco e priorizar as principais práticas de LSCM. Para tal, propõe-se um método que integre a análise de modo de falha e efeito (FMEA, *Failure Mode and Effect Analysis*) com ferramentas de suporte à decisão multicritério, tal como o processo hierárquico analítico (AHP, *Analytic Hierarchy Process*). Este método será ilustrado em um estudo de caso realizado em uma empresa do setor metal-mecânico a qual está em implementação enxuta. Esta categorização permite o estabelecimento de um direcionamento para adoção das práticas de LSCM, uma vez que elenca as práticas consideradas mais importantes para a implementação de uma cadeia de suprimentos enxuta a partir das barreiras mais críticas para a empresa em questão. Além de contribuir para o aumento do corpo de conhecimento sobre LSCM, o artigo apresenta implicações práticas à medida que provê meios para suportar a implementação do LSCM, evidenciando quais as práticas mais importantes perante as barreiras existentes na empresa. Assim, possibilita-se à alta gerência um direcionamento prévio para uma implementação mais assertiva ao contexto da empresa.

A estrutura deste artigo está subdividida como segue. A seção 3.2 fornece uma revisão da literatura sobre LSCM, destacando suas práticas e barreiras inerentes à implementação. A seção 3.3 descreve o método proposto, cujos resultados são expostos na seção 3.4. Por fim, a seção 3.5 discorre sobre as conclusões e oportunidades para futuros trabalhos.

3.2 REVISÃO DA LITERATURA

Inicialmente o entendimento relacionado à adoção da produção enxuta restringia-se em um simples conjunto de técnicas de produção aplicadas em ambientes manufatureiros; porém, a partir da década de 90, sua compreensão foi sendo gradualmente ampliada para os processos de distribuição e suprimentos (PEREZ *et al.*, 2010). A adaptação e aplicação dos princípios e práticas enxutas ao longo da cadeia de suprimentos

culminou na denominação de LSCM, proporcionando novas oportunidades para melhorias (BEHROUZI; WONG, 2011). Segundo Liu *et al.* (2013), o LSCM provê meios para executar da melhor forma a agregação de valor para o cliente pelo menor custo através de colaboração, sincronização em tempo real da transferência de produtos/serviços, prioridades de demanda, informação vital sobre mercado e capacidades logísticas de entrega. Assim, a obtenção do produto certo, pelo preço certo, no momento certo não é apenas o pivô para o sucesso competitivo, mas também a chave para a sobrevivência do negócio. A satisfação do cliente e compreensão de mercado são elementos cruciais para o estabelecimento de uma nova estratégia de cadeia de suprimentos (CHRISTOPHER; TOWILL, 2001).

A partir de uma análise da literatura sobre LSCM, foram elencadas as práticas de LSCM mais citadas na literatura, como mostra o Tabela 5. Dentre estas, a prática LSCM₁ (Produção puxada ou *kanban*) apareceu em dezessete dos 24 artigos analisados, o que representa um percentual de 71%. Segundo Berger e Tortorella (2016) este elevado número de citações pode ser explicado devido esta prática ter sido consistentemente associada aos estudos de LSCM ao longo do tempo, promovendo assim evidências de seu uso. Lamming (1996) comenta que esta prática vem sendo abordada desde o início dos estudos sobre LSCM, já que impacta tanto o processo da manufatura quanto o desempenho da cadeia de suprimentos. Em contrapartida, a prática LSCM₁₈ (Formação de centros de distribuição) apresentou menor frequência de evidências na literatura de LSCM com apenas duas citações. Apesar de existirem relatos sobre a prática de formação de centros de distribuição desde a década de 70 (LA LONDE *et al.*, 1971), de certo modo este resultado é convergente ao estudo de Jasti e Kodali (2015). Os autores afirmam haver uma carência de pesquisas definindo explicitamente o conjunto de práticas que podem ser associadas ao LSCM, corroborando para a incipiência com que a prática LSCM₁₈ pode ser evidenciada no contexto da cadeia de suprimentos enxuta.

As práticas enxutas podem ser aplicadas em qualquer cadeia de suprimentos que busca melhorar seu desempenho através da redução dos desperdícios (ADEBANJO *et al.*, 2016). Embora a implementação das práticas de LSCM proporcione muitos benefícios (CUDNEY; ELROD, 2011), sua implementação consome tempo e recursos. Muitas práticas enxutas foram adotadas com sucesso nos setores manufatureiros (DHANDAPANI *et al.*, 2004; BONAVALIA; MARIN, 2006; DAS *et al.*, 2014; HELLENO *et al.*, 2017). Contudo, ao tratar-se do contexto da cadeia de suprimentos, há barreiras diferentes a serem superadas para uma

implementação do LSCM bem-sucedida (VLACHOS, 2015). Nesse sentido, com base em uma análise na literatura, foram encontradas doze principais barreiras inerentes à implementação das práticas de LSCM, conforme mostra o Tabela 6.

As barreiras B_1 (Dificuldades para mudanças culturais) e B_2 (Falta de comprometimento da alta gestão) foram as mais citadas, aparecendo em dezenove dos 24 artigos analisados. Perez *et al.* (2010) comentam que a mudança cultural (B_1) é uma barreira evidenciada tanto dentro da organização como na cadeia de suprimentos, podendo acarretar na falha da aplicação das práticas de LSCM. Assim, torna-se extremamente importante envolver os colaboradores e orientá-los na adoção das práticas enxutas, já que auxiliam no atingimento dos objetivos e no êxito da implementação do LSCM (BEHROUZI; WONG, 2011; DORA *et al.*, 2016). Já para a falta de comprometimento da alta gestão (B_2), o apoio da liderança é usualmente citado como fundamental para sustentar a transformação enxuta da cadeia de suprimentos (ADAMIDES *et al.*, 2008; JADHAV *et al.*, 2014; ADEBANJO *et al.*, 2016). Tal comprometimento refere-se a aspectos como suporte financeiro consistente, encorajamento da equipe, envolvimento ativo e supervisão da implementação das práticas enxutas (VLACHOS, 2014; DORA *et al.*, 2016). Por outro lado, a barreira menos citada foi a B_{12} (Baixa compreensão dos conceitos e princípios relacionados à implementação do LSCM), sendo apontada em apenas três dos artigos analisados. Esta baixa incidência pode ser explicada devido ao fato de que os estudos que abordam os conceitos de LSCM ainda não foram largamente explorados (ANAND; KODALI, 2008). Logo, este fato corrobora para a falta de compreensão a respeito da implementação do LSCM, tanto em termos teóricos quanto práticos (MANZOURI, 2012).

Tabela 5 - Frequência de citação das práticas de LSCM

| | Práticas de LSCM | Autores | Frequência de citação |
|-------------------|---|---|-----------------------|
| LSCM ₁ | Produção puxada ou <i>Kanban</i> | Lamming (1996); Arkader (2001); Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Wee e Wu (2009); Parveen e Rao (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Carvalho <i>et al.</i> (2011); Drohomeretski <i>et al.</i> (2012); Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); Manzouri e Rahman (2013); Wiengarten <i>et al.</i> (2013); Arif-Uz-Zaman e Ahsan, (2014); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Carvalho <i>et al.</i> (2017). | 17 |
| LSCM ₂ | Relacionamento estreito entre partes envolvidas | Lamming (1996); Arkader (2001); Barla (2003); Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Perez <i>et al.</i> (2010); Manzouri (2012); Drohomeretski <i>et al.</i> (2012); Manzouri e Rahman (2013); Wiengarten <i>et al.</i> (2013); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015). | 13 |
| LSCM ₃ | Uso de tecnologia da informação (p. ex.: EDI, RFID, ERP, etc.) | Arkader (2001); Barla (2003); Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Parveen e Rao (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Manzouri (2012); Drohomeretski <i>et al.</i> (2012); Wiengarten <i>et al.</i> (2013); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015); Adebajo <i>et al.</i> (2016). | 12 |
| LSCM ₄ | <i>Keiretsu</i> (relacionamento baseado na confiança, cooperação e apoio educacional com os fornecedores, desempenhando um papel estratégico importante na organização) | Lamming (1996); Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Parveen e Rao (2009); Carvalho <i>et al.</i> (2011); Manzouri (2012); Manzouri e Rahman (2013); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015); Somi e Kodali (2016). | 11 |
| LSCM ₅ | Reabastecimento contínuo | Lamming (1996); Taylor (2006); Wee e Wu (2009); Parveen e Rao (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Carvalho <i>et al.</i> (2011); Drohomeretski <i>et al.</i> (2012); Wiengarten <i>et al.</i> (2013); Jasti e Kodali (2015); Carvalho <i>et al.</i> (2017). | 10 |
| LSCM ₆ | Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | Taylor (2006); Eisler <i>et al.</i> (2007); Anand e Kodali (2008); Wee e Wu (2009); Drohomeretski <i>et al.</i> (2012); Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); Arif-Uz-Zaman e Ahsan (2014); Boonthonsattit e Jungthawan, (2015); Jasti e Kodali (2015); Adebajo <i>et al.</i> (2016). | 10 |
| LSCM ₇ | Estoque gerenciado pelo fornecedor | Lamming (1996); Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Carvalho <i>et al.</i> (2011); Manzouri (2012); Manzouri e Rahman (2013); Arif-Uz-Zaman e Ahsan (2014); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015); Adebajo <i>et al.</i> (2016). | 10 |

| | | | |
|--------------------|--|---|----|
| LSCM ₈ | Logísticas de distribuição | Lamming (1996); Arkader (2001); Anand e Kodali (2008); Manzouri (2012); Drohometski <i>et al.</i> (2012); Manzouri e Rahman (2013); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015); Adebanjo <i>et al.</i> (2016); Soni e Kodali (2016). | 10 |
| LSCM ₉ | Melhoria contínua | Anand e Kodali (2008); Wee e Wu (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Drohometski <i>et al.</i> (2012); Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); Manzouri e Rahman (2013); Jasti e Kodali (2015); Adebanjo <i>et al.</i> (2016); Soni e Kodali (2016). | 9 |
| LSCM ₁₀ | <i>Hoshin Kanri</i> (desdobramento das estratégias e comprometimento e suporte da alta gestão) | Lamming (1996); Taylor (2006); Eisler <i>et al.</i> (2007); Perez <i>et al.</i> (2010); Manzouri (2012); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jasti e Kodali (2015); Soni e Kodali (2016). | 8 |
| LSCM ₁₁ | Padronização de processos e produtos para garantia da qualidade | Anand e Kodali (2008); Wee e Wu (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Arif-Uz-Zaman e Ahsan (2014); Hartono <i>et al.</i> (2015); Jasti e Kodali (2015); Soni e Kodali (2016). | 7 |
| LSCM ₁₂ | Participação frequente desde o início do projeto e processo de desenvolvimento de novos produtos | Melvior (2001); Arkader (2001); Barla (2003); Perez <i>et al.</i> (2010); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jasti e Kodali (2015); Soni e Kodali (2016). | 7 |
| LSCM ₁₃ | <i>Kyoryoku Kai</i> (associação de fornecedores que trabalham juntos para desenvolver métodos mais eficientes de trabalho reduzindo os desperdícios) | Lamming (1996); Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Perez <i>et al.</i> (2010); Jasti e Kodali (2015); Adebanjo <i>et al.</i> (2016); Carvalho <i>et al.</i> (2017). | 7 |
| LSCM ₁₄ | Desenvolvimento de KPIs da cadeia de suprimentos | Taylor (2006); Perez <i>et al.</i> (2010); Carvalho <i>et al.</i> (2011); Karim e Arif-Uz-Zaman (2013); Jasti e Kodali (2015); Soni e Kodali (2016). | 6 |
| LSCM ₁₅ | Gerenciamento da cadeia de valor | Taylor (2006); Anand e Kodali (2008); Perez <i>et al.</i> (2010); Jasti e Kodali (2015). | 4 |
| LSCM ₁₆ | Nivelamento da produção ou <i>Heijunka</i> | Lamming (1996); Wee e Wu (2009); Jasti e Kodali (2015). | 3 |
| LSCM ₁₇ | Metodologias para solução de problemas | Arkader (2001); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jasti e Kodali (2015). | 3 |
| LSCM ₁₈ | Formação de centros de distribuição | Taylor (2006); Jasti e Kodali (2015). | 2 |

Tabela 6 - Frequência de citação das barreiras de LSCM

| Barreiras de LSCM | Autores | Frequência de citação |
|--|---|-----------------------|
| B ₁ Dificuldades para mudanças culturais | Lamming (1996); Melvor (2001); Huang <i>et al.</i> (2002); Wong <i>et al.</i> (2005); Taylor (2006); Morgan (2007); Anand e Kodali (2008); Wee e Wu (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Cudney e Elrod (2011); Behrouzi e Wong (2011); Manzouri <i>et al.</i> (2013); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jadhav <i>et al.</i> (2014); Bhamu e Sangwan (2014); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Jajja <i>et al.</i> (2016); Dora <i>et al.</i> (2016); Bevilacqua <i>et al.</i> (2017). | 19 |
| B ₂ Falta de comprometimento da alta gestão | Lamming (1996); Huang <i>et al.</i> (2002); Wong <i>et al.</i> (2005); Taylor (2006); Morgan (2007); Adamides <i>et al.</i> (2008); Anand e Kodali (2008); Perez <i>et al.</i> (2010); Cudney e Elrod (2011); Behrouzi e Wong (2011); Manzouri (2012); Manzouri <i>et al.</i> (2013); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jadhav <i>et al.</i> (2014); Bhamu e Sangwan (2014); Manzouri <i>et al.</i> (2014); Vlachos (2015); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Dora <i>et al.</i> (2016). | 19 |
| B ₃ Falta de desenvolvimento de equipe especializada | Taylor (2006); Morgan (2007); Anand e Kodali (2008); Perez <i>et al.</i> (2010); Cudney e Elrod (2011); Behrouzi e Wong (2011); Manzouri (2012); Manzouri <i>et al.</i> (2013); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jadhav <i>et al.</i> (2014); Bhamu e Sangwan (2014); Manzouri <i>et al.</i> (2014); Vlachos (2015); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Jajja <i>et al.</i> (2016); Dora <i>et al.</i> (2016); Bevilacqua <i>et al.</i> (2017). | 17 |
| B ₄ Falta de confiança para parcerias na cadeia de suprimentos | Lamming (1996); Melvor (2001); Huang <i>et al.</i> (2002); Jaklic <i>et al.</i> (2006); Taylor (2006); Adamides <i>et al.</i> (2008); Perez <i>et al.</i> (2010); Behrouzi e Wong (2011); Manzouri <i>et al.</i> (2013); Jadhav <i>et al.</i> (2014); Bhamu e Sangwan (2014); Manzouri <i>et al.</i> (2014); Sangwan (2014); Jajja <i>et al.</i> (2016). | 13 |

| | | | |
|-----------------|--|--|----|
| B ₅ | Baixo compartilhamento de informação | McIvor (2001); Huang <i>et al.</i> (2002); Jaklic <i>et al.</i> (2006); Taylor (2006); Cudney e Elrod (2011); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jadhav <i>et al.</i> (2014); Manzouri <i>et al.</i> (2014); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Dora <i>et al.</i> (2016); Bevilacqua <i>et al.</i> (2017). | 11 |
| B ₆ | Alta oscilação da demanda | Huang <i>et al.</i> (2002); Wong <i>et al.</i> (2005); Jaklic <i>et al.</i> (2006); Taylor (2006); Morgan (2007); Wee e Wu (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Bhamu e Sangwan (2014); Bevilacqua <i>et al.</i> (2017). | 9 |
| B ₇ | Ausência de infraestrutura de TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) para integração | Wong <i>et al.</i> (2005); Jaklic <i>et al.</i> (2006); Adamides <i>et al.</i> (2008); Anand e Kodali (2008); Behrouzi e Wong (2011); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Manzouri <i>et al.</i> (2014); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Dora <i>et al.</i> (2016). | 9 |
| B ₈ | Falta de disponibilidade de recursos | Taylor (2006); Manzouri (2012); Manzouri <i>et al.</i> (2013); Jadhav <i>et al.</i> (2014); Manzouri <i>et al.</i> (2014); Adebajo <i>et al.</i> (2016); Dora <i>et al.</i> (2016); Bevilacqua <i>et al.</i> (2017). | 8 |
| B ₉ | Falta de colaboração e envolvimento de toda a cadeia de suprimentos | Wong <i>et al.</i> (2005); Jaklic <i>et al.</i> (2006); Taylor (2006); Adamides <i>et al.</i> (2008); Anand e Kodali (2008); Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014); Jadhav <i>et al.</i> (2014). | 7 |
| B ₁₀ | Resistência para aderir estratégias de longo prazo | McIvor (2001); Wee e Wu (2009); Perez <i>et al.</i> (2010); Cudney e Elrod (2011); Behrouzi e Wong (2011). | 5 |
| B ₁₁ | Complexidade da cadeia de suprimentos | Lammings (1996); Jaklic <i>et al.</i> (2006); Wee e Wu (2009); Manzouri <i>et al.</i> (2013). | 4 |
| B ₁₂ | Baixa compreensão dos conceitos e princípios relacionados à implementação do LSCM | Anand e Kodali (2008); Manzouri (2012); Manzouri <i>et al.</i> (2013). | 3 |

De um modo geral, a implementação do LSCM pode demandar um longo período de tempo, sendo que cada processo e decisão nos negócios são propensos a incertezas (SUSILAWATI *et al.*, 2015). Essas incertezas podem ser traduzidas como riscos, os quais precisam ser monitorados e gerenciados continuamente. Avaliações erradas ou tardias desses riscos podem ter severas consequências de difícil solução (GURUMURTHY; KODALI, 2011). A exposição a riscos é inerente a qualquer projeto de implementação e as ações realizadas no decorrer do projeto podem amplificar ou reduzir os riscos. Assim, como os riscos não podem ser completamente eliminados, a adoção do LSCM deve incluir formas de mitigar tais riscos, favorecendo uma implementação bem-sucedida (MARODIN; SAURIN, 2015). Nesse sentido, alguns pesquisadores (p. ex.: THUN; HOENIG, 2011; CHEN *et al.*, 2013; LAVASTRE *et al.*, 2014; MOHAMMADDUST *et al.*, 2015; WIENGARTEN *et al.*, 2016) vêm dedicando-se a avaliar os riscos existentes em cadeias de suprimentos. A adoção de medidas para identificar e mensurar os riscos permite às empresas desenvolver planos adequados para sua mitigação. As abordagens existentes podem ser divididas em: (i) qualitativas, (ii) quantitativas e (iii) híbridas (AQLAN; LAM, 2015).

As abordagens qualitativas são utilizadas principalmente para a identificação e análise dos riscos. Dentre os métodos mais comumente encontrados, têm-se o FMEA (CHEN; WU, 2013) e análise empírica utilizando teste de hipóteses (THUN; HOENIG, 2011). Já as abordagens quantitativas incluem modelos analíticos (SAWIK, 2011; HAHN; KUHN, 2012) e de simulação (TUNCEL; ALPAN, 2010; FINKE *et al.*, 2010; VILKO; HALLIKAS, 2012). Por último, os métodos híbridos são formados pela combinação de métodos qualitativos e quantitativos, sendo utilizados para suportar a análise de risco, e avaliação e desenvolvimento de estratégias para sua mitigação (GAUDENZI; BORGHESI, 2006; KULL; TALLURI, 2008; GANGULY; GUIN, 2013; AQLAN; LAM, 2015; MANGLA *et al.*, 2015).

3.3 MÉTODO PROPOSTO

A metodologia proposta neste trabalho é composta de três etapas principais: (i) classificação das principais barreiras através da análise de grau de risco, (ii) seleção das práticas de LSCM adequadas ao contexto da empresa e (iii) ranqueamento e priorização das principais práticas de LSCM relacionadas às barreiras para a implementação enxuta.

A primeira etapa consistiu em classificar as principais barreiras para implementação do LSCM, as quais foram consolidadas a partir de um levantamento bibliográfico e mostradas na Tabela 6. Nesse sentido, utilizou-se o método FMEA, o qual tem sido amplamente adotado em estudos voltados a avaliação de riscos na cadeia de suprimentos (TENG *et al.*, 2006; CHAPMAN *et al.*, 2011; CHEN; WU, 2013; GIANNAKIS; PAPADOPOULOS, 2016) e implementação enxuta (SAWHNEY *et al.*, 2010; SOUZA; CARPINETTI, 2014). O método FMEA destina-se a identificar problemas potenciais, suas causas e efeitos, assegurando a padronização do procedimento de análise e a criação de um histórico que servirá de base para a futura tomada de decisões (LIU *et al.*, 2013). É utilizado para a análise de possíveis falhas em produtos, processos, projetos e serviços (WANG *et al.*, 2009) em uma ampla gama de indústrias como a aeroespacial, nuclear, química e manufatura em geral (CHIN *et al.*, 2009).

Cada uma das doze barreiras identificadas foi considerada um elemento de risco, definindo-se, assim, o número de prioridade de risco (RPN, *Risk Priority Number*) para cada uma delas. O RPN é calculado baseado no produto de três índices resultantes da avaliação de: (i) frequência de ocorrência (O) dos modos de falha; (ii) severidade (S) dos efeitos existentes dos modos de falha; e (iii) complexidade de detecção (D) das causas da falha ou o modo de falha (CHUANG, 2010). Cada um dos três índices é avaliado de acordo com uma escala categórica que varia de 1 a 10 (ver Tabela 7), a qual pode ser genericamente descrita como sendo o valor 1 atribuído para condições menos críticas e 10 mais críticas para O, S e D. Já para o RPN, os valores resultantes podem variar de 1 a 1.000, sendo 1 risco baixo e 1.000 risco muito alto. De acordo com Stamatis (2014), índices de RPN acima de 100 denotam riscos críticos para o processo em análise.

Tabela 7 - Classificação dos riscos para as barreiras

| Índice | Classificação | Peso |
|-------------------|--|-------------|
| Ocorrência (O) | Remota: a barreira é improvável | 1 a 2 |
| | Baixa: a barreira ocorre de modo esporádico | 3 a 5 |
| | Moderada: a barreira ocorre com frequência | 6 a 7 |
| | Alta: a barreira ocorre sempre | 8 a 9 |
| | Muito alta: a barreira é inevitável | 10 |
| Severidade (S) | Apenas perceptível: pouca ou nenhuma interferência no processo | 1 a 2 |
| | Baixa: pouca interferência no processo | 3 a 5 |
| | Moderada: interferência perceptível no processo | 6 a 7 |
| | Grave: interferência alta no processo | 8 a 9 |
| | Extremamente grave: interferência que compromete gravemente o processo | 10 |
| Detecção (D) | Alta: a barreira é detectada facilmente | 1 a 2 |
| | Moderada: a barreira é moderadamente detectada | 3 a 5 |
| | Baixa: baixa detecção da barreira | 6 a 7 |
| | Muito baixa: muita pouca chance de detectar essa barreira | 8 a 9 |
| | Improvável: possibilidade muito remota de detectar essa barreira | 10 |
| RPN | Baixa | 1 a 50 |
| | Média | 50 a 100 |
| | Alta | 100 a 200 |
| | Muito alto | 200 a 1.000 |

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009)

Para a determinação dos índices de O, S e D de cada barreira, foram realizados grupos focados com líderes de uma empresa do segmento metal-mecânico que se encontra em implementação enxuta. Grupos focados é uma técnica que visa reunir pequenos grupos de pessoas selecionadas para discutir e comentar sobre um determinado tema, objeto da pesquisa (OBREGON *et al.*, 2016). Segundo Gatti (2005) esta técnica tem sido cada vez mais popular no contexto das abordagens qualitativas, já que este método permite a geração de ideias e impressões que se tem sobre o assunto em questão. O moderador apresenta um papel importante na pesquisa, devendo estar preparado para sua condução, utilizando roteiros semiestruturados previamente planejados, com a finalidade de gerar discussão entre os grupos, da qual são retiradas as informações necessárias, adicionando suas anotações e reflexões (BEYEA; NICOLL, 2000). No entanto, por ser uma técnica de coleta de dados que é produzida pela dinâmica interativa de um grupo de pessoas e um moderador, Ribeiro (2003) ressalta a importância do seguimento de três etapas para se obter sucesso na realização desta técnica, sendo estas: (i) planejamento de toda a pesquisa, (ii) condução das reuniões e (iii) análise dos dados.

A realização da atividade de grupos focados conduzida na empresa ocorreu no mês de julho de 2017 e teve duração de 3 horas e

contou com a presença de 6 líderes, atendendo as recomendações de Gatti (2005). Além disso, a experiência mínima desses líderes é de 10 anos e seus cargos que variam conforme mostra a Tabela 8. Nesse sentido, o encontro foi facilitado com objetivo de capturar os comentários e atribuir os valores de risco para cada uma das doze barreiras sob o contexto da empresa. As decisões do grau de risco das barreiras foram consensuadas pelo grupo, implicando em longas discussões prévias e não atribuição de responsabilidade a uma única pessoa, conforme sugerido por Chin *et al.* (2009). As avaliações de cada barreira foram realizadas sob ambas as perspectivas de relacionamento com fornecedores e clientes. Assim, possibilitou-se estabelecer quais as barreiras críticas (RPN>100) para a cadeia de suprimentos dessa empresa segundo a percepção desses líderes.

Tabela 8 - Características dos líderes da empresa

| Cargo | Setor/Departamento | Anos de experiência |
|--------------|---|----------------------------|
| Coordenador | Engenharia, Manutenção e Inovação | 13 |
| | <i>Lean Thinking</i> | 12 |
| | Manufatura | 30 |
| | Gestão da Qualidade | 20 |
| | Logística de Distribuição e Armazenagem | 19 |
| | Planejamento e Controle da Produção | 19 |

A etapa (ii) da metodologia consistiu na realização de entrevista semiestruturada para definir a seleção das práticas de LSCM adequadas ao contexto da empresa. Segundo Martins (2012) a abordagem qualitativa por meio da entrevista semiestruturada consegue capturar os diversos pontos de vista dos indivíduos da organização. Assim, tem-se que a construção dos objetivos da pesquisa ocorre pela perspectiva do pesquisador, fundamentada na revisão bibliográfica, e pela realidade subjetiva dos indivíduos capturada através de diversas evidências no ambiente natural do estudo. Três entrevistas de aproximadamente 60 minutos cada foram realizadas com três lideranças da empresa em estudo no mês de julho de 2017. Estas lideranças apresentavam uma experiência mínima de 10 anos e tempo de empresa mínimo de 3 anos; além disso, todos ocupavam cargos relacionados à gestão de suprimentos e vendas da empresa. Com base na lista de práticas de LSCM mais citadas da literatura (ver Tabela 5), os líderes forneceram respostas para a seguinte questão: “quais práticas de LSCM podem ser potencialmente adotadas dado o contexto da cadeia de suprimentos no qual a empresa em estudo está

inserida?”. As intensidades das respostas foram expressas usando uma escala de Likert de cinco pontos, variando de 1 (prática absolutamente sem aplicação na cadeia de suprimentos da empresa) a 5 (prática absolutamente aplicável na cadeia de suprimentos da empresa). Como valor limítrofe de decisão, as práticas cujo valor médio das respostas foi igual ou superior a 3 foram consideradas como práticas latentes de adoção na cadeia de suprimentos da empresa.

A etapa (iii) consistiu em estabelecer o ranqueamento e priorização das práticas potencialmente aplicáveis de LSCM, resultantes da etapa (ii), em relação às barreiras críticas para a implementação enxuta definidas em (i). Para tal, uma ferramenta de apoio à decisão multicritério foi aplicada com objetivo de mitigar os riscos na cadeia de suprimentos. De acordo com Morais e Almeida (2002), ferramentas de apoio à tomada de decisão multicritério podem auxiliar na análise do processo de escolha, ordenação ou classificação das ações potenciais, buscando incorporar os múltiplos aspectos envolvidos. Nesse sentido, utilizou-se o AHP (*Analytic Hierarchy Process* ou Processo Hierárquico Analítico), desenvolvido por Saaty (1980), visto que apresenta algumas vantagens perante outros métodos de análise multicritério, tais como a possibilidade de consolidar critérios qualitativos e quantitativos em uma mesma análise, gerando escores entre as alternativas de acordo com os critérios estabelecidos (BORADE *et al.*, 2013; AMINBAKSHI *et al.*, 2013). Esse método baseia-se em uma estrutura matemática composta de matrizes associadas a um vetor que gera o peso para cada par de elementos avaliados, priorizando assim a importância relativa de n elementos de tomada de decisão em relação a um objetivo (GOVINDAN *et al.*, 2014). Além disso, o uso do AHP tem sido amplamente evidenciado em estudos voltados à implementação enxuta (p.ex.: AGARWAL *et al.*, 2006; VINODH *et al.*, 2011; THANKI *et al.*, 2016; TORTORELLA *et al.*, 2018).

Tortorella e Fogliatto (2008) comentam que a aplicação da ferramenta AHP pode ser estruturada em três etapas: (i) organização do problema em uma estrutura hierárquica que reflita as relações existentes entre os critérios de decisão (barreiras para implementação do LSCM) e as alternativas candidatas (práticas de LSCM); (ii) comparação pareada entre elementos posicionados em um nível hierárquico com relação a elementos no nível superior adjacente; e (iii) análise das matrizes de comparações geradas em (ii) através do cálculo de autovetores e autovalores máximos, e de indicadores de desempenho deles derivados, tais como os índices de consistência das avaliações. Após estruturado os critérios de decisão através da hierarquia de objetivos, pesos são

atribuídos aos critérios, subcritérios e alternativas em uma matriz $n \times n$ onde são comparadas as importâncias relativas, segundo a escala apresentada na Tabela 9. Na metodologia do AHP, são utilizadas comparações para cada par de alternativas i e j em relação ao nível imediatamente acima. Logo, são necessárias $n(n - 1)$ avaliações, uma para cada par de elementos da matriz, uma vez que as recíprocas são designadas automaticamente.

Tabela 9 - Escala fundamental entre pares de objetivos i e j

| Intensidade de importância | Definição |
|----------------------------|--|
| 1 | Objetivos i e j tem igual importância |
| 3 | Objetivo i é moderadamente mais importante que j |
| 5 | Experiência indica que o objetivo i é mais importante que j |
| 7 | Objetivo i é fortemente mais importante que j |
| 9 | Objetivo i é absolutamente mais importante que j |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermediários - por exemplo, um valor de 8 significa que o objetivo i é entre forte e absolutamente mais importante que j |

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2000)

Com a matriz de julgamento estabelecida, é calculado o vetor de prioridade a fim de determinar os pesos dos elementos. Este vetor é o autovetor normalizado da matriz de julgamento. Após isso, é calculado o índice de consistência (CI, *Consistency Index*) e a taxa de consistência (CR, *Consistency Ratio*) através das equações (1) e (2). Se $CR \leq 0,1$, então a consistência das avaliações é adequada. Caso contrário, a matriz $n \times n$ deve ser refeita e todos os cálculos repetidos.

$$CI = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Onde,

$\lambda_{m\acute{a}x}$ = máximo autovalor da matriz de julgamento;

RI (*Random Index*) = valor aleatório médio correspondente ao CI para uma matriz $n \times n$ com valores conforme Tabela 10.

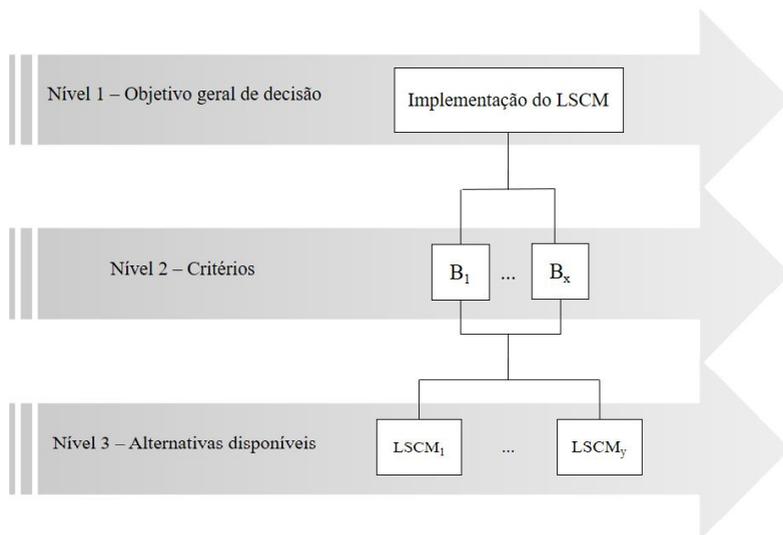
Tabela 10 - Valores de RI

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Random Consistency Index (RI) | 0 | 0 | 0,52 | 0,89 | 1,11 | 1,25 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2000)

Cinco entrevistas de aproximadamente 60 minutos cada foram realizadas com cinco especialistas da academia no mês de agosto de 2017. Os especialistas escolhidos apresentavam vivência prática de no mínimo 10 anos e estão envolvidos em pesquisas relacionadas à cadeia de suprimentos. A escolha por especialistas da academia para esta terceira etapa, sucedeu de forma a obter diferentes opiniões além das adquiridas com os líderes da cadeia em estudo. Tal fato justifica-se pela importância de se escolher diferentes especialistas para estudos qualitativos de modo a aumentar sua relevância e confiabilidade quanto aos dados analisados (GAMMELGAARD, 2017). Além disso, o método proposto não restringi-se a ser aplicado somente na cadeia de suprimentos em estudo, assim, torna-se essencial a coleta de informações advindas de fontes diversificadas. Durante as entrevistas, cada especialista preencheu as matrizes que foram geradas entre os relacionamentos dos níveis 2 e 3 da hierarquia (Figura 1), ponderando-as conforme os pesos definidos (ver Tabela 9). O objetivo geral da decisão, implementação do LSCM, é representado pelo nível 1 da hierarquia; já o nível 2 é representado pelas barreiras B_x ($x=1, \dots, 12$) remanescentes da análise de grupos focados; e o nível 3 é composto pelas práticas $LSCM_y$ ($y=1, \dots, 18$) resultantes das entrevistas individuais com as lideranças da empresa. Especificamente para a matriz das barreiras, utilizou-se os valores de grau de risco (RPN) normalizados obtidos na aplicação da FMEA com os grupos focados. Logo, essa foi a única matriz em que os especialistas não tiveram que ponderar, pois seu preenchimento ocorreu conforme a visão das lideranças da empresa. Dessa forma, tem-se de fato o contexto da cadeia de suprimentos da empresa levado em consideração ao analisar as práticas de LSCM. Por fim, na etapa (iii), tem-se o vetor prioridade gerado e um *ranking* com as principais práticas de LSCM a serem implementadas na empresa.

Figura 1 - Níveis de hierarquia da análise multicritério



3.4 RESULTADOS

3.4.1 Descrição da empresa

A cadeia de suprimentos em estudo é uma cadeia do setor metal-mecânico liderada por uma empresa nacional que atua no mercado desde 1959. Para a realização de suas operações a empresa focal conta com um processamento discreto, o qual inicia pelo suprimento da matéria-prima, passando pelas operações fabris e finalizando em um centro para distribuição. Além disso, apresenta uma cadeia de fornecedores bastante limitada, uma vez que há apenas 3 fornecedores nacionais. A empresa possui alguns processos produtivos terceirizados, tal como o tratamento superficial que conta com 14 diferentes empresas para realizar esta atividade. A empresa é considerada de grande porte e possui capacidade produtiva de 6 mil toneladas por mês de fixadores metálicos, sendo estes distribuídos em mais de quinze mil *part numbers*. Já com relação ao atendimento ao mercado, a empresa atende cerca de vinte mil clientes em mais de 20 países. Estes são divididos em três grandes famílias representadas pelo seu percentual de faturamento: indústria (30%), atacado e varejo (60%), e construção civil (10%).

3.4.2 Classificação das principais barreiras através da análise de grau de risco

Para a classificação das principais barreiras através da análise de grau de risco, utilizou-se o método FMEA como forma de avaliar o grau de risco existente para a cadeia de suprimentos da empresa. A Tabela 11 apresenta os resultados de S, O, D e RPN para cada barreira, conforme resultados dos grupos focados. A partir dos resultados obtidos, observa-se que das doze barreiras mapeadas na literatura, cinco delas obtiveram um alto grau de risco, logo, conforme o índice de criticidade proposto por Stamatis (2014), as barreiras que alcançaram índices de RPN acima de 100 foram selecionadas como críticas para a implementação do LSCM.

Tabela 11 - FMEA para identificar o grau de risco das principais barreiras

| | Modo de falha (Barreiras inerentes à implementação das práticas enxutas na Cadeia de Suprimentos) | Severidade (S) | Ocorrência (O) | Deteção (D) | RPN |
|-----------------|--|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| B ₃ | Falta de desenvolvimento de equipe especializada | 6 | 5 | 6 | 180 |
| B ₁ | Dificuldades para mudanças culturais | 6 | 7 | 4 | 168 |
| B ₅ | Baixo compartilhamento de informação | 9 | 7 | 2 | 126 |
| B ₆ | Alta oscilação da demanda | 9 | 7 | 2 | 126 |
| B ₄ | Falta de confiança para parcerias na cadeia de suprimentos | 8 | 7 | 2 | 112 |
| B ₂ | Falta de comprometimento da alta gestão | 8 | 3 | 4 | 96 |
| B ₁₁ | Complexidade da cadeia de suprimentos | 9 | 10 | 1 | 90 |
| B ₁₂ | Baixa compreensão dos conceitos e princípios relacionados à implementação do LSCM | 9 | 9 | 1 | 81 |
| B ₈ | Falta de disponibilidade de recursos | 8 | 6 | 1 | 48 |
| B ₉ | Falta de colaboração e envolvimento de toda a cadeia de suprimentos | 6 | 6 | 1 | 36 |
| B ₁₀ | Resistência para aderir estratégias de longo prazo | 6 | 6 | 1 | 36 |
| B ₇ | Ausência de infraestrutura de TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) para integração | 3 | 3 | 1 | 9 |

* Células em cinza representam RPN > 100

Com relação à barreira de maior criticidade B₃ (Falta de desenvolvimento de equipe especializada), observou-se que a empresa focal ainda está iniciando a formação de times especializados para agir em resoluções de problemas. Além disso, a equipe de melhoria contínua existente está voltada exclusivamente aos problemas internos da manufatura, com pouca ou inexistente atuação na cadeia de suprimentos. Tal fato acarreta na dificuldade em desenvolver ações de treinamento e qualificação sobre a adoção das práticas de LSCM entre os agentes da cadeia de suprimentos, prejudicando sua plena adoção. Cudney e Elrod (2011) comentam que ao iniciar a implementação enxuta, a maioria das empresas têm adotado a estratégia de formação de uma equipe especializada nas práticas e princípios enxutos. Essas equipes especializadas atuam como um facilitador para promover a aprendizagem contínua através do desafio da implementação das práticas enxutas (JADHAV *et al.*, 2014; TORTORELLA *et al.*, 2015). Deste modo, mitigar o risco inerente a essa barreira torna-se fundamental para que a implementação das práticas de LSCM sejam bem-sucedidas no contexto da empresa, corroborando com as indicações dos estudos anteriores.

A segunda barreira que apresentou alto grau de criticidade foi a B₁ (Dificuldades para mudanças culturais). A partir dos encontros de grupos focados e comentários das lideranças envolvidas, constatou-se haver significativa resistência a mudanças culturais na empresa, dada a predominância de uma abordagem mais conservadora de gestão. Tal ocorrência pode ser justificada pelo fato da empresa ser ainda de gestão familiar, apesar do porte do negócio e de estar há mais de 50 anos no mercado. Medeiros (2010) comenta que a gestão familiar é um desafio para a adoção de novas estratégias de tomada de decisão, para a modernização dos produtos e adoção de novas tendências de mercado. Esse tipo de gestão muitas vezes envolve a falta de comunicação, de definição de estratégias e resistência a mudanças, prevalecendo as decisões baseadas na experiência dos donos e não necessariamente nas indicações do mercado.

A B₅ (Baixo compartilhamento de informação) e B₆ (Alta oscilação da demanda) também foram selecionadas como barreiras críticas e apresentaram o mesmo grau de risco. A B₅ mostrou-se como crítica devida a evidência de falta de uma estrutura para compartilhamento de informação ao longo da cadeia. As formas de compartilhamento da informação na empresa são diversificadas, variando desde ferramentas como *e-mail*, telefone, módulo do SAP para planejamento e programação da produção até a utilização de *softwares* desenvolvidos internamente para relacionamento com clientes e

fornecedores e portais do cliente para coleta de informações de demanda. Tal variedade de ferramentas faz com que o percurso da informação seja ambíguo e suscetível a falhas, podendo causar distorções nas informações. Wong *et al.* (2005) comentam que a relação entre a empresa, seus clientes e fornecedores é normalmente complexa, envolvendo parâmetros técnicos, funcionais, empresariais e humanos. Assim, uma das principais causas do insucesso da implementação enxuta é a inconsistência e a falta de clareza no compartilhamento de informações entre os envolvidos na cadeia de suprimentos (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2014). Assim, este resultado converge para tal indicação da literatura.

Com relação a B₆, observa-se a dificuldade de negociação da empresa frente às diferentes políticas adotadas para cada família de clientes, prejudicando as parcerias e impactando diretamente na oscilação da demanda. Devido a esta grande quantidade de clientes e itens, os produtos apresentam três tipos de estratégias de inventário: (i) estocáveis, (ii) não-estocáveis e (iii) especiais. Além disso, o horizonte de planejamento da produção é mensal, com revisão da programação semanal, implicando em um planejamento de curto prazo. Christopher e Towill (2000) enfatizam que a abordagem enxuta tem sido considerada de melhor desempenho quando a demanda é relativamente estável e a variedade de produtos é baixa. Assim, alguns artigos relatam que o LSCM apresenta melhor desempenho em cenários com alto volume, baixa variedade e uma demanda previsível (HUANG *et al.*, 2002; STAVRULAKI; DAVIS, 2010; BEVILACQUA *et al.*, 2017). Tais estudos sugerem que para enfrentar essa barreira relações estreitas com fornecedores e clientes podem permitir o compartilhamento de informações entre os membros da cadeia, reduzindo os custos e neutralizando o efeito das oscilações da demanda (DORA *et al.* 2016).

Por fim, a última barreira considerada de alto risco foi a B₄ (Falta de confiança para parcerias na cadeia de suprimentos). Percebe-se que no contexto o qual a empresa está inserida, ainda existe uma grande dificuldade dos agentes da cadeia de suprimentos em se afastarem das estratégias de negociação as quais visam somente maximizar lucros no curto prazo; ao invés de buscar superar a tradicional falta de confiança e hostilidade para uma parceria de longo prazo com outros agentes da cadeia. Abaixo segue um comentário de um dos líderes durante a aplicação do método FMEA.

“(...) O mercado nos últimos anos não tem mais fidelidade. O preço, principalmente, não é nem mais a qualidade, é o preço.

Então, não se tem mais confiança nem para o lado do cliente, nem para o lado do fornecedor.”

Hartono *et al.* (2015) comentam que manter uma relação forte, confiável e saudável entre os parceiros da cadeia é um princípio fundamental do LSCM. O LSCM promove um relacionamento baseado na confiança e colaboração, fomentando parcerias de longo prazo entre os envolvidos na cadeia de modo que todas as partes sejam beneficiadas (QRUNFLEH, TARAFDAR; 2013). Assim, torna-se necessário reduzir os riscos oriundos dessa barreira, visto que um relacionamento de confiança entre os membros da cadeia de suprimentos torna o compartilhamento de informações benéficos para todas as partes, melhorando o desempenho operacional dos envolvidos.

3.4.3 Seleção das práticas de LSCM

Na etapa (ii) da metodologia, foram selecionadas as práticas de LSCM com maior potencial de adoção dado o contexto da cadeia de suprimentos da empresa em estudo. A Tabela 12 apresenta os valores médios das respostas dos líderes entrevistados para cada prática de LSCM. Das dezoito práticas encontradas na literatura, sete delas obtiveram média acima de 3, ou seja, têm sua potencial adoção considerada importante para o contexto da cadeia de suprimentos da empresa.

As práticas LSCM₁ (Produção puxada ou *Kanban*) e LSCM₂ (Relacionamento estreito entre partes envolvidas) apresentaram maiores médias entre as respostas dos entrevistados. Ambas as práticas, geralmente, estão intimamente relacionadas, já que impactam tanto no processo fabril quanto no desempenho da cadeia de suprimentos. Especificamente para a LSCM₁, a empresa acredita que sua adoção pode impactar positivamente na obtenção de menores níveis de estoque e maior visibilidade de problemas de qualidade. Isto é notório nos problemas evidenciados diariamente no Centro de Distribuição (CD) da empresa, o qual armazena aproximadamente 63 dias de estoque e enfrenta problemas de misturas de itens. Já a LSCM₂ pode auxiliar no estreitamento dos fluxos de informação e material entre fornecedores e clientes, reforçando a colaboração entre ambos e fomentando a solução de problemas que acarretam nas dificuldades observadas no CD.

Tabela 12 - Principais práticas de LSCM para o contexto da empresa

| Práticas de LSCM | | Média das respostas |
|--------------------|---|---------------------|
| LSCM ₁ | Produção puxada ou <i>Kanban</i> | 3,7 |
| LSCM ₂ | Relacionamento estreito entre partes envolvidas | 3,7 |
| LSCM ₃ | Uso de tecnologia da informação (p. ex.: EDI, RFID, ERP, etc.) | 3,3 |
| LSCM ₁₁ | Padronização de processos e produtos para garantia da qualidade | 3,3 |
| LSCM ₆ | Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) | 3,3 |
| LSCM ₈ | Logísticas de distribuição | 3,0 |
| LSCM ₁₀ | <i>Hoshin Kanri</i> (desdobramento das estratégias e comprometimento e suporte da alta gestão) | 3,0 |
| LSCM ₁₇ | Metodologias para solução de problemas | 2,7 |
| LSCM ₅ | Reabastecimento contínuo | 2,3 |
| LSCM ₁₆ | Nivelamento da produção ou <i>Heijunka</i> | 2,3 |
| LSCM ₄ | <i>Keiretsu</i> (relacionamento baseado na confiança, cooperação e apoio educacional com os fornecedores, desempenhando um papel estratégico importante na organização) | 2,0 |
| LSCM ₉ | Melhoria contínua | 2,0 |
| LSCM ₁₅ | Gerenciamento da cadeia de valor | 2,0 |
| LSCM ₁₈ | Formação de centros de distribuição | 2,0 |
| LSCM ₁₂ | Participação frequente desde o início do projeto e processo de desenvolvimento de novos produtos | 1,7 |
| LSCM ₁₄ | Desenvolvimento de KPIs da cadeia de suprimentos | 1,7 |
| LSCM ₇ | Estoque gerenciado pelo fornecedor | 1,0 |
| LSCM ₁₃ | <i>Kyoryoku Kai</i> (associação de fornecedores que trabalham juntos para desenvolver métodos mais eficientes de trabalho reduzindo os desperdícios) | 1,0 |

* Células em cinza representam média ≥ 3

Por outro lado, as práticas LSCM₇ (Estoque gerenciado pelo fornecedor) e LSCM₁₃ (*Kyoryoku Kai*) apresentaram menores médias entre as respostas, ou seja, são práticas que dificilmente seriam aplicadas levando em consideração o contexto dos fornecedores da empresa. Este resultado pode ser justificado pelo fato de a empresa possuir poucos

fornecedores (oligopólio de grandes siderúrgicas) devido a matéria-prima de seus produtos ser uma *commodity*. Logo, promover a associação de seus fornecedores (*Kyoryoku Kai*) torna-se de difícil adoção, a empresa acredita que nesse nicho de mercado a competitividade entre os fornecedores é muito alta, dificultando a associação e o trabalho em conjunto. Em contrapartida, as práticas LSCM₇ e LSCM₁₃ podem ser implementadas junto aos clientes da empresa focal. Neste cenário, a empresa passaria a gerenciar os estoques de seus clientes e apresentaria um planejamento de produção colaborativo, promovendo boa visibilidade e controle do estoque, além de impactar positivamente o fluxo de materiais e distribuição. Especificamente para a LSCM₁₃, a empresa passaria a trabalhar em conjunto com outros fornecedores de seus clientes. Por meio desta associação, seria possível desenvolver métodos de suprimentos mais eficientes visando reduzir desperdícios e custos de produção. Em sua essência, o *Kyoryoku Kai* facilita que os membros trabalhem com base na cooperação e na confiança, criando uma cadeia de suprimentos mais estável e garantindo segurança e menor volatilidade.

3.4.4 Ranqueamento e priorização das principais práticas de LSCM

Na terceira e última etapa da metodologia, o objetivo foi estabelecer o ranqueamento e priorização das práticas potencialmente aplicáveis de LSCM, resultantes da etapa (ii), em relação às barreiras críticas para a implementação enxuta definidas em (i).

Com base nas entrevistas com os acadêmicos, os valores medianos das respostas foram inseridos nas matrizes de comparação pareadas. Ao total 6 matrizes foram avaliadas para a hierarquia proposta, cujos valores resultantes estão ilustrados no Apêndice A. O vetor final com o ranqueamento das principais práticas de LSCM relacionadas às barreiras inerentes à implementação enxuta pode ser visto na Tabela 13. Conforme mostrado nos resultados, verifica-se que a prática LSCM₂ – *Relacionamento estreito entre partes envolvidas* apresenta maior valor de prioridade (0,2153) seguida pela LSCM₁₀ – *Hoshin kanri* (0,2022) e LSCM₁ – *Produção puxada ou kanban* (0,1917). Já a prática LSCM₁₁ – *Padronização de processos e produtos para garantia da qualidade* teve seu valor dentre os mais baixos (0,0613), resultando em baixa prioridade para o contexto da cadeia de suprimentos da empresa.

Tabela 13 - Vetor prioridade das práticas de LSCM

| Prática de LSCM | Vetor prioridade |
|------------------------|-------------------------|
| LSCM ₂ | 0,2153 |
| LSCM ₁₀ | 0,2022 |
| LSCM ₁ | 0,1917 |
| LSCM ₃ | 0,1692 |
| LSCM ₆ | 0,0732 |
| LSCM ₈ | 0,0614 |
| LSCM ₁₁ | 0,0613 |

O resultado apontando a prática LSCM₂ como prioritária é de certa forma condizente com o contexto da cadeia de suprimentos da empresa e as evidências da literatura. Em termos do contexto da cadeia da empresa, evidencia-se iniciativas já estabelecidas para estreitar o relacionamento com alguns clientes chave, em especial aqueles com alta demanda que estão categorizados na família “indústria”. Tais iniciativas contemplam o firmamento de contratos e acordos, além da utilização de portais de acesso para acompanhamento dos pedidos. Para alguns outros clientes, a empresa utiliza um *software* de CRM (*Customer Relationship Management* ou Gestão do Relacionamento com Cliente) para gerir os pedidos e suas respectivas entregas.

No que se refere aos fornecedores, a empresa mantém um relacionamento com poucos fornecedores que são grandes siderúrgicas, já que a matéria-prima de seus produtos é considerada uma *commodity*. Os pedidos de aquisição da matéria-prima são realizados a cada três meses sendo a empresa responsável por emitir sua necessidade, ou seja, os fornecedores não são incumbidos pela manutenção dos níveis de estoques de matéria-prima da empresa. Contudo, cabe ressaltar que, com a extensa quantidade de clientes atendidos, cerca de vinte mil, a empresa não possui uma estratégia para estabelecer a gestão desses relacionamentos, uma vez que os pedidos podem ocorrer por variados meios, tais como vendedores em campo, telefonemas, *fax*, *e-mail* ou pelo *software* de CRM já citado anteriormente. Assim, para aprimorar o relacionamento da empresa com sua ampla gama de clientes, seria interessante fomentar meios para viabilizar e padronizar os pedidos de produção e desenvolvimento de produtos com a empresa. Quanto ao relacionamento com seus fornecedores, o desenvolvimento de parcerias

pode fomentar a confiança de forma que, utilizando uma ferramenta integrada, os fornecedores tornam-se responsáveis pela gestão do ressurgimento da matéria-prima conforme a necessidade da empresa, entregando as quantidades certas no momento certo. De fato, relacionamentos baseados na confiança e colaboração resultam em vantagens competitivas importantes, tais como relações de longo prazo, qualidade consistente, economia de recursos, custos mais baixos (LAMMING, 1996; BARLA, 2003; QI; CHU, 2009; HARTONO *et al.*, 2015). Entretanto, barreiras como B₄, B₅ e B₆ impactam negativamente na concretização de tais benefícios, justificando a necessidade de despende esforços na extensa implementação da prática LSCM₂.

A prática LSCM₁₀ foi classificada como a segunda mais importante. No contexto da cadeia de suprimentos da empresa, esta prática apresenta-se pouco difundida e a alta gestão da empresa tende a estabelecer suas estratégias e objetivos de forma independente dos outros agentes da cadeia (clientes e fornecedores). Cabe destacar que, conforme previamente mencionado, a gestão da empresa ainda é familiar e tipicamente conservadora em seu perfil de decisões, demonstrando certa aversão a riscos. Tal fato pode contribuir para um desdobramento de estratégias centrado exclusivamente nas questões internas da empresa e negligenciando necessidades estratégicas da cadeia. Além disso, estudos prévios (p.ex.: ARKADER, 2001; JAJA *et al.*, 2016; TORTORELLA *et al.*, 2017) indicam que tal prática de LSCM tende a ser pouco adotada em cadeias localizadas em países emergentes, tais como o Brasil, devido ao fato de boa parte dessas empresas não possuírem posição de liderança em sua cadeia. Em outras palavras, as empresas de destaque e, conseqüentemente maior poder de influência na cadeia, geralmente são multinacionais cujas estratégias são originadas nas empresas-matriz e posteriormente difundidas para suas filiais sem um envolvimento adequado dos agentes da cadeia de suprimentos.

Em relação à prática LSCM₁, a programação da produção na empresa foco do estudo é realizada a partir da classificação dos itens, já anteriormente citada, sendo (i) estocáveis, (ii) não-estocáveis e (iii) especiais. A estratégia da empresa visa possuir itens estocados de forma a atender entregas imediatas aos clientes. Assim, cerca de 85% da produção são de itens estocáveis, ou seja, os itens possuem uma programação mensal sendo produzidos para serem estocados, através de um sistema de produção empurrada. O departamento de gestão de vendas e demanda realiza mensalmente reunião de S&OP (*Sales and Operation Planning* ou Planejamento de Vendas e Operações) reunindo cinco coordenadores e três gerentes regionais, os quais atualizam a previsão de

demanda com base no histórico de seis meses de vendas. Porém, não adotam nenhum método formal de suporte para sequenciamento e planejamento da produção, nem para a extrapolação dos dados históricos de demanda. Por meio desta reunião e com base no histórico, uma previsão de demanda é ajustada com base em premissas qualitativas para os próximos três meses e encaminhada para o departamento de planejamento e controle da produção (PCP). Cabe destacar ainda que a empresa está enfrentando atualmente a falta de determinados produtos para entrega aos clientes e, apesar disso, os níveis de estoques mantêm-se elevados no CD. Assim, a adoção da prática LSCM₁₁, pode fomentar a necessidade de uma maior integração entre os departamentos, proporcionando benefícios no controle e dimensionamento dos estoques e também eliminando as rupturas no serviço de entrega aos clientes. Na revisão da literatura, esta prática foi a mais frequentemente citada, já que no contexto da cadeia de suprimentos, esta prática pode auxiliar na redução dos altos níveis de estoque os quais escondem as causas de um baixo desempenho da cadeia de suprimentos e geram obsolescência de materiais (CARVALHO *et al.*, 2011).

A prática LSCM₁₁ ficou em último lugar no *ranking* das práticas de LSCM para mitigar as barreiras na cadeia de suprimentos da empresa. Este baixo valor no vetor prioridade pode ter ocorrido devido ao fato de que o tipo de item produzido pela empresa possui baixo valor agregado e consequentemente os processos e produtos já apresentam alto nível de padronização. Uma das principais razões para a aplicação da padronização, de acordo com a literatura e achados empíricos, é reduzir a variabilidade nos processos para garantir consistência nos seus métodos de trabalho (OLESEN *et al.*, 2015). Ohno (1988) e Manzouri *et al.* (2014) comentam que sem o estabelecimento prévio de padrões de trabalho torna-se muito difícil promover a melhoria contínua destes. A padronização de processos e produtos na cadeia de suprimentos auxilia as empresas a compreender quais atividades de fato são relevantes sob a perspectiva dos clientes e remover quaisquer desperdícios que não agregam valor (VITASEK *et al.*, 2005).

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DIRECIONAMENTO DE PESQUISA

Implementar as práticas enxutas ao longo da cadeia de suprimentos permite explorar o potencial de melhorias existente além dos limites da empresa, trazendo benefícios que complementam àqueles exclusivamente obtidos no chão de fábrica. O objetivo do LSCM é

aumentar a produtividade através da aplicação de práticas enxutas em toda a extensão da cadeia, a fim de eliminar o desperdício e torná-la eficaz e eficiente para satisfazer os clientes. Nesse contexto, analisar a influência das barreiras inerentes à implementação enxuta torna-se fundamental, proporcionando meios para mitigar tais dificuldades.

Este artigo propôs avaliar as principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM através da análise do grau de risco e priorizar as principais práticas de LSCM. Os resultados obtidos apresentam duas grandes contribuições. Primeiramente, em termos teóricos, a obtenção de valores para a intensidade de relacionamento entre as práticas e barreiras de LSCM permite direcionar os esforços de melhoria contínua na cadeia de suprimentos de modo a mitigar ou até mesmo antecipar dificuldades em sua implementação. Tal evidência aumenta o corpo de conhecimento sobre LSCM, à medida que estudos anteriores apenas indicaram tais associações sem de fato mensurá-las. Além disso, a maioria dos estudos de LSCM abordam suas práticas e barreiras de forma isolada, sem estabelecer uma clara relação entre ambos. Assim, este estudo possibilita compreender mais amplamente os diferentes aspectos da implementação de LSCM, de modo a propiciar sua sustentabilidade no longo prazo.

Segundo, em termos práticos, a metodologia proposta apresenta fácil aplicação e entendimento, possibilitando que gerentes e praticantes possam replicá-la sob o contexto de sua cadeia de suprimentos e verificar resultados similares e comparáveis aos aqui obtidos. Além disso, a priorização da implementação das práticas de LSCM permite às empresas maior clareza quanto ao processo de melhoria contínua, em especial, em sua cadeia de suprimentos. Tal implementação ainda apresenta indícios de dissociação com as abordagens internas de melhoria das empresas. Assim, este estudo fornece meios para integrar as estratégias de melhoria contínua tanto em termos de processos internos e chão de fábrica quanto ao nível de fornecedores e clientes.

Quanto às limitações deste estudo, cabe destacar alguns pontos significativos. Primeiro, a definição da intensidade de relacionamento entre as práticas e barreiras de LSCM foi obtida a partir de uma pequena amostra de especialistas. Estudos futuros poderiam verificar a partir de questionários com empresas de diversos segmentos estes relacionamentos, de modo a validar mais amplamente tais intensidades. Além disso, levou-se em consideração apenas o relacionamento entre algumas práticas e barreiras pertinentes ao contexto da empresa em estudo. Logo, sugere-se que pesquisas futuras apresentem uma verificação mais abrangente das práticas e barreiras de LSCM, bem como

avaliar o efeito moderador de variáveis contextuais da cadeia de suprimentos, tais como nível da cadeia, setor, nível de verticalização, entre outros, sobre estes relacionamentos. Adicionalmente, a análise realizada neste estudo foi feita sob uma perspectiva linear do problema estudado, isto é, não foram considerados efeitos concorrentes ou inter-relacionados tanto das barreiras quanto das práticas de LSCM. Estudos que abordem o problema da implementação de LSCM sob a lógica de sistemas complexos podem prover novos *insights* ou evidenciar diferentes oportunidades para a cadeia de suprimentos em questão, possibilitando uma análise mais sistêmica da mesma. Nesse sentido, a incorporação de modelos de simulação computacional pode proporcionar uma análise quantitativa complementar para a análise do impacto da implementação das práticas de LSCM sobre o desempenho operacional. Dentre as principais práticas resultantes do ranqueamento realizado neste estudo, a “produção puxada” é a mais citada na literatura pesquisada, possuindo amplas evidências de implementação, cujos benefícios são tangíveis e replicáveis através de modelos de simulação computacional.

3.6 REFERÊNCIAS

ADAMIDES, E. D.; KARACAPILIDIS, N.; PYLARINOU, H.; KOUMANAKOS, D. Supporting collaboration in the development and management of lean supply networks. **Production Planning & Control**, v. 19, n. 1, p. 35-52, 2008.

ADEBANJO, D.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SAMARANAYAKE, P. Prioritizing lean supply chain management initiatives in healthcare service operations: a fuzzy AHP approach. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 12, p. 953-966, 2016.

AGARWAL, A.; SHANKAR, R.; TIWARI, M. K. Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. **European Journal of Operational Research**, v. 173, n. 1, p. 211-225, 2006.

AMINBAKSHI, S.; GUNDUZ, M.; SONMEZ, R. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. **Journal of safety research**, v. 46, p. 99-105, 2013.

ANAND, G.; R. KODALI. A conceptual framework for lean supply chain and its implementation. **International Journal of Value Chain Management**, v. 2, n. 3, p. 313–357, 2008.

AQLAN, F.; LAM, S. S. A fuzzy-based integrated framework for supply chain risk assessment. **International Journal of Production Economics**, v. 161, p. 54-63, 2015.

ARKADER, R. The perspective of suppliers on lean supply in a developing country context. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 12, n. 2, p. 87-93, 2001.

ARIF-UZ-ZAMAN, K.; AHSAN, A. M. M. N. Lean supply chain performance measurement. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 5, p. 588-612, 2014.

BARLA, S. B. A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model. **Logistics Information Management**, v. 16, n. 6, p. 451-459, 2003.

BEHROUZI, F.; WONG, K. Y. An investigation and identification of lean supply chain performance measures in the automotive SMEs. **Scientific Research and Essays**, v. 6, n. 24, p. 5239-5252, 2011.

BERGER, S. L. T.; TORTORELLA, G. L. Análise de riscos na implementação de projetos de lean supply chain management: uma revisão e classificação da literatura das principais práticas e barreiras. In: **VII Congresso Ibero Americano de Engenharia de Projetos**, 2016.

BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F. E.; DE SANCTIS, I. Relationships between Italian companies' operational characteristics and business growth in high and low lean performers. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 2, p. 250-274, 2017.

BEYEA, S.; NICOLL, L. H. Learn more using focus group. **Association of Operating Room Nurses Journal**, Denver, v. 71, n. 4, p. 897-980, 2000.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BONAVIA, T.; MARIN, J. A. An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 5, p. 505-531, 2006.

BOONSTHONSATIT, K.; JUNGTHAWAN, S. Lean supply chain management-based value stream mapping in a case of Thailand automotive industry. **IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport**, p. 65-69, 2015.

BORADE, A. B.; KANNAN, G.; BANSOD, S. V. Analytical hierarchy process-based framework for VMI adoption. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 4, p. 963-978, 2013.

CARVALHO, H.; DUARTE, S.; CRUZ-MACHADO, V. Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 2, p. 151-179, 2011.

CARVALHO, H.; GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S. G.; CRUZ-MACHADO, V. Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 75-87, 2017.

CHAPMAN, P.; BERNON, M.; HAGGETT, P. Applying selected quality management techniques to diagnose delivery time variability. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 28, n. 9, p. 1019-1040, 2011.

CHEN, Ping-Shun; WU, Ming-Tsung. A modified failure mode and effects analysis method for supplier selection problems in the supply chain risk environment: A case study. **Computers & Industrial Engineering**, v. 66, n. 4, p. 634-642, 2013.

CHEN, J.; SOHAL, A. S.; PRAJOGO, D. I. Supply chain operational risk mitigation: a collaborative approach. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 7, p. 2186-2199, 2013.

CHIN, K. S.; WANG, Y. M.; POON, G. K. K.; YANG, J. B. Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis. **Decision Support Systems**, v. 48, n. 1, p. 246-256, 2009.

CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D. Supply chain migration from lean and functional to agile and customized. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 5, n. 4, p. 206-213, 2000.

CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D. An integrated model for the design of agile supply chains. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 31, n. 4, p. 235-246, 2001.

CHUANG, Pao-Tiao. Incorporating disservice analysis to enhance perceived service quality. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 3, p. 368-391, 2010.

CUDNEY, E.; ELROD, C. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2011.

DAS, B.; VENKATADRI, U.; PANDEY, P. Applying lean manufacturing system to improving productivity of air conditioning coil manufacturing. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 71, 2014.

DHANDAPANI, V.; POTTER, A.; NAIM, M. Applying lean thinking: a case study of an Indian steel plant. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 7, n. 3, p. 239-250, 2004.

DORA, M.; KUMAR, M.; GELLYNCK, X. Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs—a multiple case analysis. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 1, p. 1-23, 2016.

DROHOMERETSKI, E.; DA COSTA, S. E. G.; DE LIMA, E. P.; WACHHOLTZ, H. Lean supply chain management: practices and performance measures. In: IIE Annual Conference. Proceedings. **Institute of Industrial and Systems Engineers**, 2012. p. 1.

EISLER, M.; HORBAL, R.; KOCH, T. Cooperation of lean enterprises: techniques used for lean supply chain. In: **Advances in Production Management Systems**, Springer US, 2007. p. 363-370.

FINKE, G. R.; SCHMITT, A. J.; SINGH, M. Modeling and simulating supply chain schedule risk. In: **Simulation Conference (WSC)**, Proceedings of the 2010 Winter. IEEE, 2010. p. 3472-3481.

GAMMELGAARD, B. Editorial: the qualitative case study. **The International Journal of Logistics Management**, v. 28, n. 4, p. 910-913, 2017.

GANGULY, K. K.; GUIN, K. K. A fuzzy AHP approach for inbound supply risk assessment. **Benchmarking: An International Journal**, v. 20, n. 1, p. 129-146, 2013.

GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. In: Série pesquisa em educação. Líber Livro, 2005.

GAUDENZI, B; BORGHESI, A. Managing risks in the supply chain using the AHP method. **The International Journal of Logistics Management**, v. 17, n. 1, p. 114-136, 2006.

GIANNAKIS, M.; PAPAPOPOULOS, T. Supply chain sustainability: A risk management approach. **International Journal of Production Economics**, v. 171, p. 455-470, 2016.

GOVINDAN, K.; KALIYAN, M.; KANNAN, D.; HAQ, A. N. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p. 555-568, 2014.

GURUMURTHY, A.; KODALI, R. Design of lean manufacturing systems using value stream mapping simulation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p. 444-473, 2011.

HAHN, G. J.; KUHN, H. Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach. **International Journal of Production Economics**, v. 139, n. 1, p. 135-144, 2012.

HARTONO, Y.; ASTANTI, R. D.; AI, T. J. Enabler to Successful Implementation of Lean Supply Chain in a Book Publisher. **Procedia Manufacturing**, v. 4, p. 192-199, 2015.

HELLENO, A. L.; DE MORAES, A. J. I.; SIMON, A. T. Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: application case studies in Brazilian industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 153, p. 405-416, 2017.

HUANG, S. H.; UPPAL, M.; SHI, J. A product driven approach to manufacturing supply chain selection. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 7, n. 4, p. 189-199, 2002.

JADHAV, J. R.; MANTHA, S. S.; RANE, S. B. Exploring barriers in lean implementation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 2, p. 122-148, 2014.

JAJJA, M. S. S.; KANNAN, V. R.; BRAH, S. A.; HASSAN, S. Z. Supply chain strategy and the role of suppliers: evidence from the Indian sub-continent. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 7, p. 1658-1676, 2016.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. A critical review of lean supply chain management frameworks: proposed framework. **Production Planning & Control**, v. 26, p. 1051-1068, 2015.

JAKLIC, J.; TRKMAN, P.; GROJNIK, A.; STEMBERGER, M. Enhancing lean supply chain maturity with business process management. **Journal of Information and Organizational Sciences**, v. 30, n. 2, p. 205-223, 2006.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro. Qualitymark: Petrobras, 2009.

KARIM, A; ARIF-UZ-ZAMAN, K. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. **Business Process Management Journal**, v. 19, n. 1, p. 169-196, 2013.

KULL, T. J.; TALLURI, S. A supply risk reduction model using integrated multicriteria decision making. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 3, p. 409-419, 2008.

KUMAR, S.; LUTHRA, S.; GOVINDAN, K.; KUMAR, N.; HALEEM, A. Barriers in green lean six sigma product development process: an ISM

approach. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 7-8, p. 604-620, 2016.

LAMMING, R. Squaring lean supply with supply chain management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 183-196, 1996.

LA LONDE, B. J.; GRABNER, J. R.; ROBESON, J. F. Integrated distribution systems: a management perspective. **International Journal of Physical Distribution**, v. 1, n. 1, p. 43-49, 1971.

LAVASTRE, O.; GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Effect of firm characteristics, supplier relationships and techniques used on supply chain risk management (SCRM): an empirical investigation on French industrial firms. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 11, p. 3381-3403, 2014.

LIU, Hu-Chen; LIU, L.; LIU, N. Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. **Expert systems with applications**, v. 40, n. 2, p. 828-838, 2013.

MANGLA, S. K.; KUMAR, P.; BARUA, M. K. Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: a case study. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 104, p. 375-390, 2015.

MANZOURI, M. How lean supply chain implementation affect halal food companies. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 6, n. 8, p. 1485-1490, 2012.

MANZOURI, M.; RAHMAN, M. N. A. Adaptation of theories of supply chain management to the lean supply chain management. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 14, n. 1, p. 38-54, 2013.

MANZOURI, M.; RAHMAN, M. N. A.; SAIBANI, N.; CHE, R. C. M. Z. Lean supply chain practices in the Halal food. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 4, p. 389-408, 2013.

MANZOURI, M.; RAHMAN, M. N. A.; CHE, R. C. M. Z.; JAMSARI, E. A. Increasing production and eliminating waste through lean tools and

techniques for halal food companies. **Sustainability**, v. 6, n. 12, p. 9179-9204, 2014.

MARODIN, G. A.; SAURIN, T. A. Classification and relationships between risks that affect lean production implementation: a study in Southern Brazil. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 1, p. 57-79, 2015.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa. *In*: CAUCHICK, M. P. A. et al. (organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 134-150, 2014.

MCIVOR, R. Lean supply: the design and cost reduction dimensions. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, n. 4, p. 227-242, 2001.

MEDEIROS, A. P. **Aplicação de iniciativas lean no desenvolvimento de produtos da indústria de móveis**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial e Gestão). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

MOHAMMADDUST, F.; REZAPOUR, S.; FARAHANI, R. Z.; MOFIDFAR, M.; HILL, A. Developing lean and responsive supply chains: a robust model for alternative risk mitigation strategies in supply chain designs. **International Journal of Production Economics**, 2015.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. D. Avaliação multicritério para adequação de sistemas de redução de perdas de água. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 22, p. 8, 2002.

MORGAN, C. Supply network performance measurement: future challenges?. **The International Journal of Logistics Management**, v. 18, n. 2, p. 255-273, 2007.

OBREGON, R. de F. A.; VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R. Focal Group Technique: Overcoming Normality Standards While Comprehending Inclusive Learning. **Creative Education**, v. 7, n. 03, p. 520, 2016.

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Productivity Press, New York, NY. 1988.

OLESEN, P.; POWELL, D.; HVOLBY, H. H.; FRASER, K. Using lean principles to drive operational improvements in intermodal container facilities: A conceptual framework. **Journal of Facilities Management**, v. 13, n. 3, p. 266-281, 2015.

PARVEEN, C. M.; RAO, T. V. V. L. N. An integrated approach to design and analysis of lean manufacturing system: a perspective of lean supply chain. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 5, n. 2, p. 175-208, 2009.

PEREZ, C.; DE CASTRO, R.; SIMONS, D.; GIMENEZ, G. Development of lean supply chains: a case study of the Catalan pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 1, p. 55-68, 2010.

QI, Yi-nan; CHU, Zhao-fang. The impact of supply chain strategies on supply chain integration. In: **Management Science and Engineering (ICMSE 2009)**. International Conference on. IEEE, 2009. p. 534-540.

QRUNFLEH, S.; TARAFDAR, M. Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 6, p. 571-582, 2013.

RIBEIRO, J. **Grupos focados: teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEENG, 2003.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: Mc-Graw-Hill, 1980.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.

SAWHNEY, R.; SUBBURAMAN, K. SONNTAG, C.; RAO, P. R. V.; CAPIZZI, C. A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 7, p. 832-855, 2010.

SAWIK, T. Selection of supply portfolio under disruption risks. **Omega**, v. 39, n. 2, p. 194-208, 2011.

SHARMA, V.; DIXIT, A. R.; QADRI, M. A. Impact of lean practices on performance measures in context to Indian machine tool industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 8, p. 1218-1242, 2015.

SONI, G.; KODALI, R. Interpretive structural modeling and path analysis for proposed framework of lean supply chain in Indian manufacturing industry. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 8, p. 501-515, 2016.

SOUZA, R. V. B.; CARPINETTI, L. C. R. A FMEA-based approach to prioritize waste reduction in lean implementation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 31, n. 4, p. 346 – 366, 2014.

STAMATIS, D. H. **The ASQ Pocket Guide to Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**. New York: ASQC Quality Press, 2014.

STAVRULAKI, E.; DAVIS, M. Aligning products with supply chain processes and strategy. **The International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 127-151, 2010.

SUSILAWATI, A.; TAN, J.; BELL, D.; SARWAR, M. Fuzzy logic based method to measure degree of lean activity in manufacturing industry. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 34, p. 1-11, 2015.

TENG, S. G.; HO, S. M.; SHUMAR, D.; LIU, P. C. Implementing FMEA in a collaborative supply chain environment. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 23, n. 2, p. 179-196, 2006.

THANKI, S.; GOVINDAN, K.; THAKKAR, J. An investigation on lean-green implementation practices in Indian SMEs using analytical hierarchy process (AHP) approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 284-298, 2016.

TAYLOR, D. H. Strategic considerations in the development of lean agri-food supply chains: a case study of the UK pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 11, n. 3, p. 271-280, 2006.

THUN, Jörn-Henrik; HOENIG, D. An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 242-249, 2011.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. **Production**, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

TORTORELLA, G. L.; MARODIN, G. A.; MIORANDO, R.; SEIDEL, A. The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 78, n. 9-12, p. 1879-1892, 2015.

TORTORELLA, G. L.; SILVA, G. P.; CAMPOS, L. M. S.; PIZZETA, C.; LATOSINSKI, A.; SOARES, A. Productivity improvement in solid waste recycling centres through lean implementation aided by multi-criteria decision analysis. **Benchmarking: An International Journal**. Forthcoming 2018.

TUNCEL, G.; ALPAN, G. Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. **Computers in industry**, v. 61, n. 3, p. 250-259, 2010.

VILKO, J. P.; HALLIKAS, J. M. Risk assessment in multimodal supply chains. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 2, p. 586-595, 2012.

VINODH, S.; SHIVRAMAN, K. R.; VISWESH, S. AHP-based lean concept selection in a manufacturing organization. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 23, n. 1, p. 124-136, 2011.

VITASEK, K. L.; MANRODT, K. B.; ABBOTT, J. What makes a lean supply chain?. **Supply chain management review**, v. 9, no. 7 (Oct. 2005), p. 39-45: ill, 2005.

VLACHOS, I. Applying lean thinking in the food supply chains: a case study. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 16, p. 1351-1367, 2015.

WANG, Y. M.; CHIN, K. S.; POON, G. K. K.; YANG, J. B. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2, p. 1195-1207, 2009.

WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor company. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 5, p. 335-341, 2009.

WIENGARTEN, F.; FYNES, B; ONOFREI, G. Exploring synergetic effects between investments in environmental and quality/lean practices in supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 2, p. 148-160, 2013.

WIENGARTEN, F.; HUMPHREYS, P.; GIMENEZ, C.; MCIVOR, R. Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration. **International Journal of Production Economics**, v. 171, p. 361-370, 2016.

WONG, C.; ARLBJØRN, J. S.; JOHANSEN, J. Supply chain management practices in toy supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 10, n. 5, p. 367-378, 2005.

APÊNDICE A – Resultados da ferramenta AHP

Matriz Barreiras

| | B ₁ | B ₃ | B ₄ | B ₅ | B ₆ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| B ₁ | 1,00 | 0,93 | 1,50 | 1,33 | 1,33 |
| B ₃ | 1,07 | 1,00 | 1,61 | 1,43 | 1,43 |
| B ₄ | 0,67 | 0,62 | 1,00 | 0,89 | 0,89 |
| B ₅ | 0,75 | 0,70 | 1,13 | 1,00 | 1,00 |
| B ₆ | 0,75 | 0,70 | 1,13 | 1,00 | 1,00 |

Matriz práticas de LSCM para B1 (dificuldades para mudanças culturais)

| | LSCM ₁ | LSCM ₂ | LSCM ₃ | LSCM ₆ | LSCM ₈ | LSCM ₁₀ | LSCM ₁₁ |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| LSCM ₁ | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 0,20 | 5,00 |
| LSCM ₂ | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 5,00 | 1,00 | 3,00 |
| LSCM ₃ | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 |
| LSCM ₆ | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,20 | 1,00 |
| LSCM ₈ | 0,20 | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 0,20 | 1,00 |
| LSCM ₁₀ | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 5,00 | 1,00 | 5,00 |
| LSCM ₁₁ | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,20 | 1,00 |

Matriz práticas de LSCM para B3 (falta de desenvolvimento de equipe especializada)

| | LSCM ₁ | LSCM ₂ | LSCM ₃ | LSCM ₆ | LSCM ₈ | LSCM ₁₀ | LSCM ₁₁ |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| LSCM ₁ | 1,00 | 3,00 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 0,33 | 5,00 |
| LSCM ₂ | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 |
| LSCM ₃ | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 3,00 | 5,00 |
| LSCM ₆ | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 0,33 | 3,00 |
| LSCM ₈ | 0,33 | 1,00 | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 0,20 | 1,00 |
| LSCM ₁₀ | 3,00 | 3,00 | 0,33 | 3,00 | 5,00 | 1,00 | 7,00 |
| LSCM ₁₁ | 0,20 | 1,00 | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 0,14 | 1,00 |

Matriz práticas de LSCM para B4 (falta de confiança para parcerias na cadeia de suprimentos)

| | LSCM ₁ | LSCM ₂ | LSCM ₃ | LSCM ₆ | LSCM ₈ | LSCM ₁₀ | LSCM ₁₁ |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| LSCM ₁ | 1,00 | 0,20 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 0,33 | 3,00 |
| LSCM ₂ | 5,00 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 5,00 | 3,00 | 5,00 |
| LSCM ₃ | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 |
| LSCM ₆ | 0,33 | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 |
| LSCM ₈ | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,20 | 1,00 |
| LSCM ₁₀ | 3,00 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 1,00 | 5,00 |
| LSCM ₁₁ | 0,33 | 0,20 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 0,20 | 1,00 |

Matriz práticas de LSCM para B5 (baixo compartilhamento de informação)

| | LSCM ₁ | LSCM ₂ | LSCM ₃ | LSCM ₆ | LSCM ₈ | LSCM ₁₀ | LSCM ₁₁ |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| LSCM ₁ | 1,00 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 0,33 | 3,00 |
| LSCM ₂ | 5,00 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| LSCM ₃ | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| LSCM ₆ | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 |
| LSCM ₈ | 0,33 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 |
| LSCM ₁₀ | 3,00 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 3,00 |
| LSCM ₁₁ | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 |

Matriz práticas de LSCM para B6 (alta oscilação da demanda)

| | LSCM ₁ | LSCM ₂ | LSCM ₃ | LSCM ₆ | LSCM ₈ | LSCM ₁₀ | LSCM ₁₁ |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| LSCM ₁ | 1,00 | 7,00 | 7,00 | 9,00 | 3,00 | 9,00 | 5,00 |
| LSCM ₂ | 0,14 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 |
| LSCM ₃ | 0,14 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| LSCM ₆ | 0,11 | 0,33 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,33 |
| LSCM ₈ | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| LSCM ₁₀ | 0,11 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| LSCM ₁₁ | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

4. ARTIGO 3 – ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO PUXADA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Satie Ledoux Takeda Berger
Guilherme Luz Tortorella
Enzo Morosini Frazzon

Uma versão preliminar deste artigo foi apresentada em 01/06/2017 no 4º Congresso Internacional de Desenvolvimento da Engenharia Industrial.

Resumo

Nos dias atuais, as cadeias de suprimentos devem conseguir gerenciar condições de mercado altamente desafiadoras devido ao aumento da volatilidade e da incerteza. Assim, a gestão da cadeia de suprimentos enxuta (LSCM, *Lean Supply Chain Management*) pode auxiliar na diminuição dos níveis de estoque, reduzir o tempo de entrega, reduzir os custos, oferecer qualidade estável e, conseqüentemente, conseguir maior satisfação dos seus clientes. Neste contexto, esse trabalho tem como objetivo identificar a melhor estratégia de implementação da produção puxada para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos a partir de uma análise de simulação computacional. Para atingir este objetivo, foi modelado uma cadeia de suprimentos adotando três estratégias referentes ao sistema puxado de reabastecimento incorporando um relacionamento fornecedor-cliente. Tal estrutura foi verificada através da inserção de dados coletados em uma cadeia de suprimentos do setor metal-mecânico. Os resultados foram mensurados utilizando os indicadores de nível de serviço (entrega) e *lead time*. Com a avaliação das estratégias propostas, obteve-se diferentes cenários que ajudam na compreensão da aplicabilidade desta prática na cadeia de suprimentos. Assim, esta pesquisa corrobora para o apoio a tomada de decisão da melhor estratégia enxuta de modo a promover o sucesso em toda a cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Gestão da cadeia de suprimento enxuta; Sistema puxado de reabastecimento; Simulação computacional.

4.1 INTRODUÇÃO

Com os mercados cada vez mais globalizados e o aumento da concorrência em todos os setores, a competição não se limita mais somente às capacidades de cada organização, mas ocorre entre cadeias de suprimentos (SANTOS; ALVES, 2015). Assim, neste cenário, a integração na gestão da cadeia de suprimentos torna-se necessária para possibilitar diferenciação e sustentabilidade do negócio. Além disso, a cooperação entre agentes de uma mesma cadeia impede a duplicação de esforços e permite que as empresas se concentrem em suas competências essenciais (RIVERA *et al.*, 2007). Para o *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013) a gestão da cadeia de suprimentos (SCM, *Supply Chain Management*) “engloba o planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas no fornecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gestão de logística. Também inclui a coordenação e colaboração com parceiros do canal, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços e clientes”. Nesse sentido, Ariffin *et al.* (2015) comentam que a SCM pode ser vista como uma abordagem que conecta cada componente do processo de fabricação e suprimento, desde a matéria-prima e até o fornecimento ao cliente final. Esta abordagem faz com que as empresas foquem em seus processos de suprimento, informação, manufatura e distribuição para melhorar suas vantagens competitivas.

No entanto, esses esforços nem sempre funcionam devido à má conexão e alinhamento entre as estratégias das empresas e seus processos, operações e práticas da cadeia de suprimentos (MEHRJERDI, 2009). Basu e Wright (2010) comentam que para se adaptar e manter a competitividade é necessário que a SCM permita a eliminação de desperdícios, suavização dos fluxos de material e informações, e elevação da eficiência e qualidade. Tal adaptação envolve a incorporação de práticas e princípios enxutos, os quais foram originalmente concebidos no chão de fábrica, dando origem à chamada *Lean Supply Chain Management* (LSCM) ou Gestão da Cadeia de Suprimentos Enxuta. Assim, a implementação de práticas de LSCM pode ser aplicável e eficiente para as cadeias de suprimentos que desejam agilizar seus processos, eliminando o desperdício e atividades que não agregam valor em toda sua extensão (MANZOURI; RAHMAN, 2013).

Estratégias adotando práticas enxutas vêm sendo amplamente estudadas, uma vez que sua implementação possibilita benefícios tais como redução de custos, aumento do desempenho operacional e melhor desempenho financeiro (ELKING *et al.*, 2017). Dentre as práticas de

LSCM, Kerber e Dreckshage (2011) e Anand e Kodali (2008) ressaltam a relevância da implementação de sistemas de produção puxada para gestão do fluxo de valor ao longo da cadeia de suprimentos. Esta prática impulsiona a produção de acordo com a demanda do cliente, ou seja, a sequência de atividades e processos à montante só serão realizadas após a sinalização da necessidade do cliente à jusante. Logo, o sistema puxado refere-se predominantemente ao fluxo de informações de um agente à jusante para um agente à montante da cadeia de suprimentos, solicitando a demanda necessário em termos de fluxo de materiais. Adicionalmente, conforme os resultados da seção 3.4.4 deste trabalho, esta prática está entre as mais críticas para melhoria operacional, além de ser de natureza técnica o que possibilita maior chance de aderência e aplicação. Assim, adotar esta prática ao longo da cadeia de suprimentos torna-se fundamental para auxiliar no controle de estoque reduzindo a superprodução e, conseqüentemente, diminuindo os custos associados a este desperdício (VLACHOS, 2015; SHARMA *et al.*, 2015).

Contudo, cabe destacar alguns desafios adicionais à implementação enxuta na cadeia de suprimentos, tais como seu maior nível de complexidade, as diferentes culturas organizacionais presentes em cada um dos agentes da cadeia e a dificuldade para parcerias estratégicas mutuamente benéfica com os agentes envolvidos da cadeia de suprimentos (CUDNEY; ELROD, 2011; JADHAV *et al.*, 2014). Nesse sentido, um dos métodos mais empregados em estudos anteriores (p. ex.: CARVALHO *et al.*, 2012; SANDHU *et al.*, 2013; CIGOLINI *et al.*, 2014) para considerar e compreender a complexidade intrínseca à SCM tem sido técnicas de modelagem e simulação computacional. A experimentação baseada na simulação computacional oferece vários pontos fortes, já que para alguns processos é muito oneroso obter observações reais. Logo, como a experimentação controlada da realidade de uma cadeia de suprimentos é extremamente difícil, torna-se vantajoso a utilização da simulação para auxiliar na compreensão do comportamento deste sistema (CHANG; MAKATSORIS, 2001).

Assim, a partir deste contexto apresentado, surge a seguinte questão de pesquisa: “*como adaptar a prática de produção puxada para obter um desempenho operacional em uma cadeia de suprimentos?*”. Para responder esta pergunta, este artigo tem como objetivo identificar a melhor estratégia de implementação da produção puxada para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos a partir de uma análise de simulação computacional. Mais especificamente, foi modelado uma cadeia de suprimentos adotando três cenários baseados em estratégias diferentes para o tipo sistema puxado de reabastecimento,

proposto por Dennis (2016), incorporando um relacionamento fornecedor-cliente. Tal estrutura foi verificada através da inserção de dados coletados em uma cadeia de suprimentos do setor metal-mecânico. As informações resultantes desses diferentes cenários propostos permitem estabelecer uma análise comparativa a partir do desempenho da cadeia de suprimentos em termos de *lead time* e nível de serviço (entrega). Assim, uma discussão é gerada sobre qual a melhor estratégia de sistema puxado de reabastecimento para o caso em questão, possibilitando um direcionamento aos gestores da cadeia quanto as melhorias necessárias para gestão do fluxo de valor.

Para uma melhor compreensão da pesquisa, este trabalho está estruturado da seguinte forma. Na seção 4.2, uma revisão da literatura é apresentada para apoiar a pesquisa. A seção 4.3 aborda o método proposto, com a análise dos resultados da sua aplicação apresentada na seção 4.4. Finalmente, na seção 4.5, as considerações finais da pesquisa são expostas.

4.2 REVISÃO DA LITERATURA

4.2.1 A produção puxada na cadeia de suprimentos

No contexto do LSCM, torna-se fundamental que as empresas gerenciem toda a rede de suprimentos para melhorar seu desempenho. Além disso, o aumento da concorrência e competitividade de fornecimento provê aos clientes a chance de escolha, acarretando na necessidade de disponibilização dos produtos ao longo de toda a cadeia no tempo, qualidade e quantidades certos (COELHO; LAPORTE, 2014). Assim, a aplicação das práticas de LSCM proporciona oportunidades para melhorias em cada agente envolvido na cadeia de suprimentos e entre estes (BEHROUZI; WONG, 2011).

Anteriormente, as empresas tentaram solucionar o problema de distribuição dos produtos acabados aos clientes, através da manutenção de estoques em vários locais ao longo da cadeia. No entanto, a natureza dinâmica do mercado faz dos estoques uma estratégia arriscada e operacionalmente pouco atrativa (SALEESHYA *et al.*, 2013). Soma-se a isso a frequente mudança no perfil e quantidade de compra dos clientes, o que desfavorece a geração de grandes estoques (CACHON; 2004). Nesse sentido, a implementação da prática de produção puxada promove um sistema produtivo impulsionado pela demanda do cliente, onde o objetivo é atender a sua demanda de forma precisa e no tempo desejado (ZHOU; BENTON, 2007). A produção puxada pode ser implementada na

cadeia de suprimentos, com o intuito de impulsionar o reabastecimento e a produção. Este sistema controla o fluxo de recursos, abastecendo apenas o que o cliente solicitou, eliminando não só o desperdício, mas também as fontes desses desperdícios. Assim, esta prática consiste em uma produção baseada no consumo real, com pequenos tamanhos de lote, baixos estoques e melhores comunicações (AGUS; HAJINOOR, 2012).

Diferentes tipos de sistemas de controle da produção puxada foram estudados ao longo dos anos as quais podem ser implementadas para a coordenação do fluxo de materiais e de informação na SCM (GONZÁLEZ-R *et al.*, 2013). Dentre essas referências vale a pena ressaltar as obras de Olhager (2002), Wang *et al.* (2004), Takahashi *et al.* (2005), Dennis (2016), Frazzon *et al.* (2017) e Otieno e Odari (2017). Olhager (2002) aborda entregas *Just-in-time* (JIT) através do uso do *kanban*, no qual o fluxo de materiais é estudado de forma integrada ao longo da cadeia de suprimentos, alcançando uma redução do efeito da incerteza da demanda inerente à cadeia. Wang *et al.* (2004) propõem um sistema de planejamento de requisitos de distribuição JIT para produtos acabados sob uma capacidade de fornecimento limitada. O objetivo deste sistema é estabelecer um modelo ideal de planejamento de requisitos de distribuição para minimizar o custo total de fabricação e transporte utilizando programação linear. Takahashi *et al.* (2005) estudaram três tipos de sistemas de pedidos JIT utilizados para a cadeia de suprimentos, sendo eles o *kanban*, o CONWIP (*Constant Work In Process*) e o CONWIP sincronizado. Por meio de modelo matemático, analisaram as reações das três configurações e os parâmetros que influenciam na escolha do melhor sistema. Mais recentemente, Dennis (2016) fornece uma visão geral teórica sobre o sistema de produção puxada em uma cadeia de suprimentos, a qual compreende três diferentes tipos de implementação, sendo: (i) sistema puxado de reabastecimento, o qual mantém um nível estratégico de estoque na forma de supermercados, assim quando um cliente retira itens desse supermercado, um cartão ou *kanban* é sinalizado para que se realize o reabastecimento; (ii) sistema puxado sequencial, que consiste em trabalhar com pouco ou nenhum estoque, sendo os produtos fabricados de acordo com a demanda; e (iii) sistema puxado misto, que integra ambos os tipos anteriores. Nesse sentido, Frazzon *et al.* (2017) analisaram uma estrutura conceitual baseada no relacionamento entre fornecedor e cliente (nível 1 e 2 da cadeia) considerando duas configurações diferentes para a integração de fluxos de informação e material no contexto de uma cadeia de suprimentos enxuta. Mais especificamente, o modelo conceitual desenvolvido abordou o sistema puxado de reabastecimento, adotando

um tempo fixo para a reposição e uma quantidade variável para o lote. Finalmente, Otieno e Odari (2017) realizaram um estudo para determinar a função da programação puxada no desempenho da cadeia de suprimentos, indicando a existência de quatro tipos de programação puxada, sendo elas: (i) produção conforme pedido (*make-to-order*); (ii) sistema puxado com *kanban*; (iii) sistema puxado de reabastecimento, e (iv) sistema puxado sequencial.

4.2.2 Simulação na cadeia de suprimentos

Na simulação a realidade é reproduzida em um ambiente controlado, permitindo estudos para analisar o comportamento do sistema em diferentes condições, sem riscos ou grandes custos envolvidos (TORGA *et al.*, 2011). Os modelos de simulação são capazes de representar explicitamente a variabilidade, interconectividade e complexidade de um sistema. Como resultado, é possível por meio da simulação prever o desempenho do sistema, comparar modelos de sistemas alternativos e determinar o efeito de políticas alternativas sobre o desempenho do sistema (ROBINSON, 2014). Cada passo da construção da simulação computacional tem proporções compreensíveis e ajustáveis, permitindo que os tomadores de decisão conheçam a estrutura do sistema (como as coisas se relacionam e os efeitos dessas interações) e a contribuição dos elementos individuais para seu comportamento no sistema (DISNEY *et al.*, 1997; SMEW *et al.*, 2013). Assim, os métodos de modelagem e simulação permitem uma análise significativa para testar diferentes estratégias e cenários, fornecendo a comparação de várias alternativas operacionais, possibilitando uma melhor tomada de decisão (SMEW *et al.*, 2013).

A simulação tem sido amplamente utilizada na SCM, uma vez que sua aplicação oferece diversas oportunidades de suporte, tais como: estabelecimento dos níveis de estoque desejados em diferentes estágios da cadeia de suprimentos, definição de metas de nível de serviço para alcançar objetivos baseados em incertezas, fornecimento de suporte para gestão operacional da cadeia auxiliando no seu planejamento, programação e execução (BANKS *et al.*, 2002). Especificamente, a simulação de eventos discretos tem sido uma ferramenta importante para análise da cadeia de suprimentos, visto que as incertezas e as variações resultantes nesses sistemas são considerações significativas e, portanto, a capacidade de simulação para incluir tais situações, torna a simulação uma ferramenta poderosa de pesquisa e tomada de decisão (LEE *et al.*, 2002; SAKURADA; MIYAKE, 2009; TAKO; ROBINSON, 2012). Os

principais motivos para adotar a simulação de eventos discretos na análise do sistema da SCM são: (i) a possibilidade de incluir a dinâmica e (ii) a simplicidade do modelamento. A simulação de eventos discretos é adequada para tipos de estudos onde são analisadas as relações dependentes do tempo (PERSSON; ARALDI, 2009). Ou seja, neste modelo as variáveis de estado mudam apenas nos pontos discretos no tempo em que os eventos ocorrem. Tais eventos ocorrem como consequência de tempos de atividade e atrasos. As entidades podem competir por recursos do sistema, possivelmente juntando filas enquanto aguardam um recurso disponível (FRAZZON *et al.*, 2014).

No contexto do LSCM, modelagem e simulação tem como objetivo ajudar os decisores a compreender melhor o comportamento e o desempenho da cadeia de suprimentos e, em seguida, um modelo de simulação pode ser usado para concentrar a grande quantidade de detalhes, permitindo que o tomador de decisão se concentre nas maiores interferências e tirar conclusões das saídas da simulação (FRAZZON *et al.*, 2017). Assim, mudanças em um processo ou sistema que seriam difíceis de se experimentar no ambiente real, tornam-se possíveis sua investigação por meio da simulação, bem como a observação de seus efeitos (MANUJ *et al.*, 2009; TORGA *et al.*, 2011).

4.3 MÉTODO PROPOSTO

Para atingir o objetivo proposto neste projeto, a abordagem metodológica utilizada foi a modelagem e simulação. A modelagem e simulação permite compreender melhor o ambiente em questão, identificar problemas, formular estratégias e oportunidade e apoiar e sistematizar o processo de tomada de decisões (MORABITO; PUREZA, 2010). O método proposto neste trabalho é composto por cinco etapas: (i) concepção do modelo conceitual de sistema puxado a ser analisado na cadeia de suprimentos; (ii) adequação do modelo conceitual ao contexto em estudo; (iii) elaboração do modelo de simulação computacional e cenários propostos; (iv) coleta e análise de dados; (v) teste e análise comparativa dos resultados computacionais.

Na etapa (i), a elaboração do modelo conceitual ocorreu a partir da identificação dos diferentes tipos relativos à implementação da produção puxada na cadeia de suprimentos, as quais foram mencionadas na seção 4.2.1. Assim, nesta etapa foi definida qual o tipo e estratégias de produção puxada seriam adotados para o desenvolvimento do modelo conceitual. Dentre os tipos de produção puxada, Wincel (2005) e Kumar *et al.* (2012) comentam ser mais comumente adotado na cadeia de

suprimentos o sistema puxado de reabastecimento, uma vez que este apresenta uma abordagem mais conservadora dado seu nível de estoque relativamente mais alto que os demais, além de ser mais apropriado para absorver as incertezas de fornecimento existentes ao longo da cadeia. Nesse sentido, o modelo conceitual elaborado neste estudo baseia-se no sistema puxado de reabastecimento, conforme citado por Dennis (2016), visto que este tipo é o mais básico e amplamente difundido dentre diferentes setores de cadeia de suprimentos. Cabe destacar que este modelo conceitual foi elaborado para apenas um nível de interação da cadeia (interface entre nível 1 e 2), representando o fluxo de informações e materiais de uma relação direta entre empresa-cliente e empresa-fornecedora. Assim, foram modelados três cenários provenientes do sistema puxado de reabastecimento, com o intuito de propor diferentes estratégias a serem comparadas quanto ao seu impacto sobre desempenho operacional da cadeia de suprimentos em estudo. Essas estratégias (ver Quadro 3) foram adaptadas dos cenários propostos por Frazzon *et al.* (2017) e Berger *et al.* (2017), são elas: (i) sistema puxado com supermercado único e supermercado no fornecedor; (ii) sistema puxado com supermercado único e supermercado no cliente; (iii) sistema puxado com supermercado duplo (supermercado no cliente e no fornecedor).

Quadro 3 - Estratégias do sistema puxado de reabastecimento

| Estratégia | Definição |
|--|---|
| Cenário 1 – Sistema Puxado com Supermercado Único (supermercado no fornecedor) | O cliente envia as informações de requisições através do <i>kanban</i> eletrônico de retirada para a área de entrega do fornecedor, a qual possui um supermercado de produtos acabados, puxando os materiais e formando uma configuração para a próxima rota do caminhão de transporte. Após realizado o carregamento com a quantidade requisitada, os materiais são transportados e entregues na linha de produção do cliente na forma de fila FIFO (<i>First in, first out</i> ou primeiro a entrar, primeiro a sair), permitindo desse modo uma quantidade mínima de material para suprimento interno durante a rota do caminhão de transporte e também evitando a necessidade de manuseio intermediário de materiais na área de produção do cliente. Enquanto esta dinâmica acontece, um <i>kanban</i> de produção é enviado para a linha de produção do fornecedor, a fim de produzir os materiais puxados e reabastecer o supermercado de produtos acabados. |

| | |
|--|---|
| <p>Cenário 2 – Sistema Puxado com Supermercado Único (supermercado no cliente)</p> | <p>Neste cenário, as requisições do cliente são encaminhadas para seu próprio almoxarifado, onde está localizado o supermercado de produtos acabados do fornecedor. Quando o cliente puxa material do supermercado, uma informação de produção é enviada para a linha de produção do fornecedor (através do <i>kanban</i> eletrônico) de modo que este realize a produção para reabastecer o supermercado no cliente. Neste cenário tem-se duas áreas de estoque: (i) um estoque FIFO na área de embarque do fornecedor e (ii) um supermercado no almoxarifado do cliente.</p> |
| <p>Cenário 3 – Sistema Puxado com Supermercado Duplo (supermercado no cliente e no fornecedor)</p> | <p>Este cenário apresenta características de ambos os cenários anteriores. O cliente envia a requisição para seu próprio almoxarifado, onde possui um supermercado de produtos acabados do fornecedor. Quando o cliente puxa os materiais de seu supermercado, informações de requisição são encaminhadas através do <i>kanban</i> eletrônico para a expedição do fornecedor, a qual possui também um supermercado de produtos acabados. Após realizado o carregamento com a quantidade requisitada, os materiais são transportados e entregues para reabastecer o supermercado do cliente. Enquanto essa dinâmica acontece, um <i>kanban</i> de produção é enviado para a linha de produção do fornecedor, a fim de produzir os materiais puxados e reabastecer o seu supermercado de produtos acabados.</p> |

Na etapa (ii) o modelo conceitual proposto com as respectivas estratégias foi adaptado ao contexto de uma cadeia de suprimentos do setor metal-mecânico. Para tal, com intuito de compreender as particularidades da relação entre a empresa-fornecedora e seus clientes, realizaram-se visitas participativas e entrevistas semiestruturadas com líderes de áreas relacionadas, tais como qualidade, planejamento e controle da produção (PCP), melhoria contínua, engenharia, vendas e gestão da demanda, logística e compras. Ao todo foram realizadas 15 visitas na empresa, cada visita à empresa-fornecedora teve uma duração média de uma hora e os líderes entrevistados possuíam experiência de no mínimo 10 anos na empresa. As primeiras visitas, foram direcionadas para conhecer um pouco mais de cada área através de entrevistas com os líderes. Deste modo, foi possível obter informações de como ocorrem alguns processos internos da empresa e as atividades atreladas a cada área.

As demais visitas foram destinadas a conhecer as unidades da empresa. Logo, foram realizadas visitas nas três unidades da empresa, sendo a fábrica, o centro de distribuição e a unidade administrativa. Além disso, tais visitas permitiram a identificação dos clientes e suas características, tais como demandas, frequências de entrega, localização, entre outras. Assim, foi possível obter informações quanto ao funcionamento da empresa-fornecedora e o contexto da cadeia de suprimentos na qual está inserida.

A etapa (iii) compreende a elaboração do modelo de simulação computacional e cenários propostos. Nesta etapa foi utilizado o *software Anylogic®*, da *Anylogic Company* para converter o modelo conceitual adaptado em um modelo computacional. Além disso, optou-se por utilizar um modelo de simulação de eventos discretos, já que este permite uma representação simplificada de um sistema desenvolvido para entender seu desempenho ao longo do tempo e identificar potenciais meios de melhoria (TAKO; ROBINSON, 2012). Para cada uma das estratégias relacionadas ao sistema puxado de reabastecimento foi analisado o efeito da variabilidade do fluxo de valor sobre o nível de serviço (entrega OTIF, *on time in full* ou no tempo e na quantidade), *lead time* e inventário de produtos acabados tanto no cliente quanto no fornecedor. Dentre as fontes de incerteza consideradas como *input* do modelo, tem-se: tempo de produção do lote da empresa-fornecedora, tempos de transporte e tempos de consumo dos clientes. Estas variáveis foram escolhidas visto que influenciam diretamente na dinâmica do sistema, ou seja, os tempos de produção do lote da empresa-fornecedora e os tempos de transporte impactam no tempo que os clientes terão que esperar para receber os produtos acabados em suas linhas, já os tempos de consumo dos clientes controlam o ritmo dos pedidos para a produção na empresa-fornecedor. A simulação computacional levou em consideração a unidade de análise em dias e o horizonte da simulação foi de doze meses. Utilizou-se este período de tempo para executar a simulação pois é possível analisar o efeito das estratégias no comportamento da cadeia.

Em seguida, na etapa (iv) iniciou-se a coleta e análise dos dados relacionados às fontes de incerteza. Assim, para cada fonte de incerteza foram utilizados meios diferentes para sua coleta de dados. Primeiramente, para os tempos de processamento da empresa-fornecedora, foi obtido junto ao PCP da empresa o mapa de processos com seus respectivos tempos. Para os tempos de transporte entre empresa-fornecedora e seus clientes, foram coletados registros constando os horários de partida dos caminhões no Centro de Distribuição (CD) e área de expedição, e os horários de chegada nos clientes, estabelecendo assim

dados dos tempos de transporte. Já para os dados referentes ao tamanho do pedido dos clientes e a frequência desses pedidos, a área de vendas e gestão da demanda disponibilizou o histórico dos pedidos, o qual constava o volume em quantidade de itens solicitados durante os últimos doze meses. Para realizar o tratamento dos dados referente a variação das demandas dos clientes, considerou-se a distribuição triangular, indicada quando se tem poucos dados, mas que resulta em uma boa aproximação das probabilidades de ocorrência num dado evento, a partir de um valor mínimo, um valor máximo e um valor mais provável (média). A identificação dos valores da distribuição de consumo de cada família de cliente permitiu representar a variação do consumo de cada lote de produção. Assim, por meio desses dados coletados, foi possível inserir essas informações nos cenários modelados.

Por fim, na etapa (v) realizou-se os testes e a análise comparativa dos resultados computacionais. Deste modo, permitiu-se discorrer sobre os resultados obtidos propondo a melhor estratégia para a cadeia de suprimentos em estudo.

4.4 RESULTADOS

4.4.1 Descrição da cadeia de suprimentos e cenário atual

A cadeia de suprimentos escolhida para este estudo atua no setor metal-mecânico a qual é liderada por uma empresa nacional de grande porte que está presente no mercado a mais de 55 anos. Com sede na região sul do Brasil, possui atualmente um parque fabril com cerca de 90 mil metros quadrados e um CD com aproximadamente 15 mil metros quadrados. No contexto de sua cadeia, a empresa atende cerca de vinte mil clientes em mais de 20 países, possuindo um portfólio de produtos com mais de quinze mil itens. Com relação a seus fornecedores de matéria-prima, conta com 3 fornecedores nacionais e também serviços de fornecedores terceirizados para tratamento superficial de seus produtos, envolvendo 14 diferentes empresas.

Na dinâmica desta cadeia de suprimentos os pedidos dos clientes podem ser feitos por variados meios, sendo estes através de vendedores em campo, telefonemas, *fax* ou *e-mail*. Para alguns clientes específicos do segmento “indústria”, devido ao seu volume representativo no faturamento, a empresa utiliza um *software* de CRM (*Customer Relationship Management* ou Gestão do Relacionamento com Cliente) para gerir esses pedidos. Após realizado os pedidos, a área de vendas verifica se os itens solicitados encontram-se disponíveis no CD para

solicitar a entrega. Caso não possua os itens em estoque, a quantidade solicitada é encaminhada para área de PCP programar sua produção. Com relação ao CD, este possui capacidade para armazenar cerca de 9 mil toneladas de produtos acabados e, para controlar processos de recebimento, expedição, inventário, faturamento, enfim, todas as movimentações internas, o CD utiliza o WMS (*Warehouse Management System* ou sistema de gerenciamento de armazém).

Cabe ressaltar, que a empresa possui como estratégia manter altos estoques de produtos acabados de forma a atender entregas imediatas aos clientes. Desta forma, por meio do sistema de produção empurrada, cerca de 85% da produção são de itens produzidos para serem estocados. Com relação a programação da matéria-prima, por ser um insumo considerado *commodity*, os pedidos de aquisição são realizados a cada três meses sendo a empresa responsável por emitir sua necessidade, isto é, os fornecedores não são encarregados pela manutenção dos níveis de estoques de matéria-prima da empresa.

Como a cadeia de suprimentos em estudo possui um alto nível de complexidade devido ao seu grande número de clientes e de produtos, definiu-se segmentar os itens de acordo com três grandes famílias (compostas por clientes) representadas pelo seu percentual de faturamento: Indústria (30%), Atacado e Varejo (60%) e Construção Civil (10%). Para realizar uma melhor comparação dos modelos de cenários estratégicos propostos, definiu-se também um item específico o qual possui expressiva representatividade no percentual de faturamento referente as três grandes famílias estratificadas.

4.4.2 Cenários das estratégias do sistema puxado de reabastecimento

Nesse estudo, foi analisado o efeito da variabilidade dos processos de produtos acabados considerando a dinâmica do relacionamento empresa-fornecedora e cliente no contexto de implementação de uma cadeia de suprimentos enxuta. Os três cenários desenvolvidos baseiam-se no sistema puxado de reabastecimento, com a utilização de supermercado, os quais foram modelados considerando a interação da empresa-fornecedora com as três famílias segmentadas. Essas três famílias foram definidas nos modelos como sendo os três grandes clientes que a empresa-fornecedora visa atender. Assim, os modelos foram construídos utilizando quatro fluxos de informações, sendo três fluxos responsáveis pelo armazenamento dos pedidos dos clientes e um fluxo para o gerenciamento das entregas dos pedidos; e também, um fluxo de material, o qual inicia-se na empresa-fornecedora e

expande-se para os três clientes interligados com o tempo de transporte dos caminhões. Estes fluxos estão conectados e inter-relacionados, possibilitando a avaliação das ações no modelo. As Figuras 2, 3 e 4 representam a dinâmica que ocorre em cada cenário.

Figura 2 - Sistema puxado de reabastecimento com supermercado único (supermercado no fornecedor)

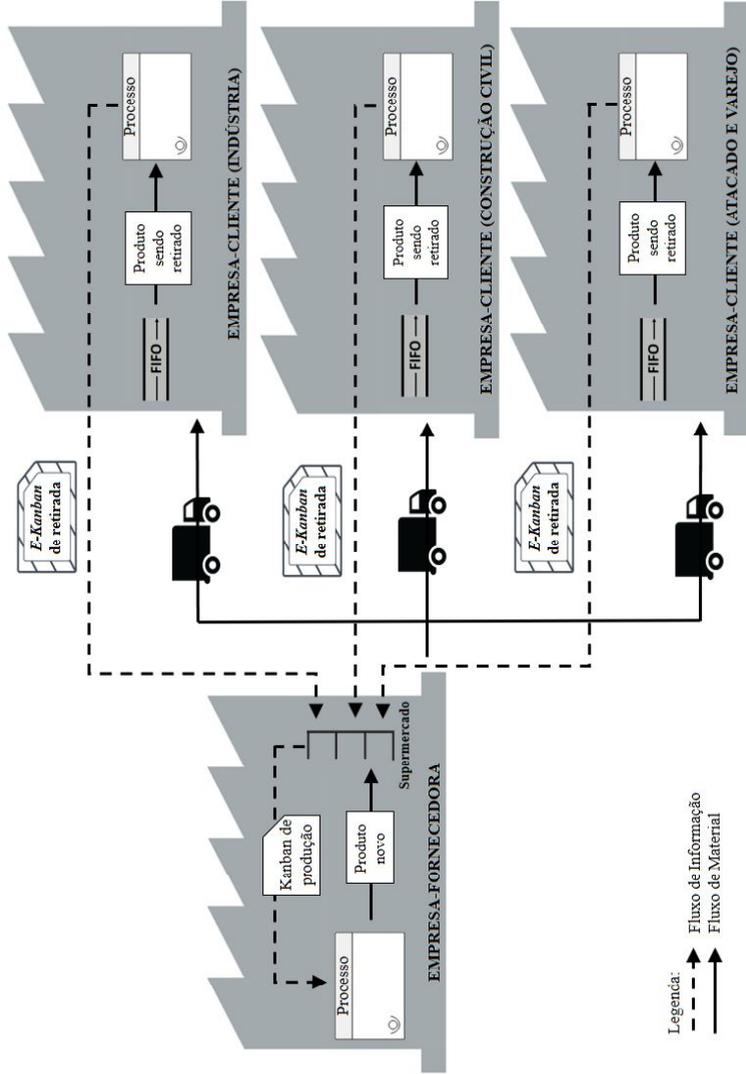


Figura 3 - Sistema puxado de reabastecimento com supermercado único (supermercado no cliente)

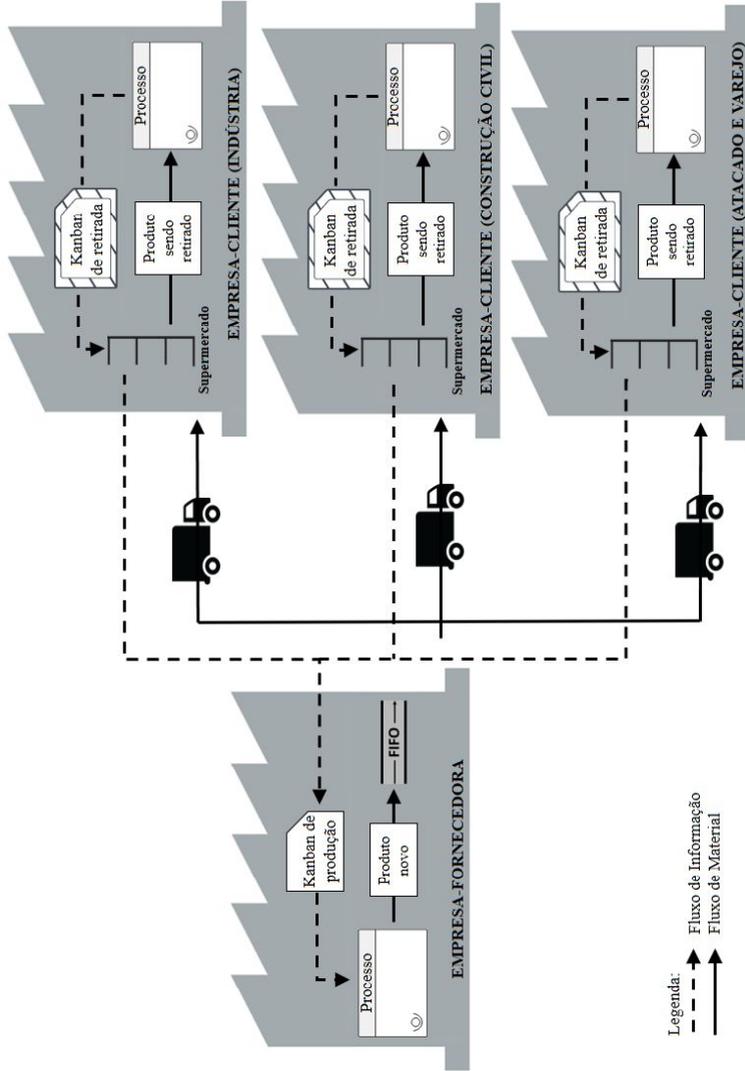
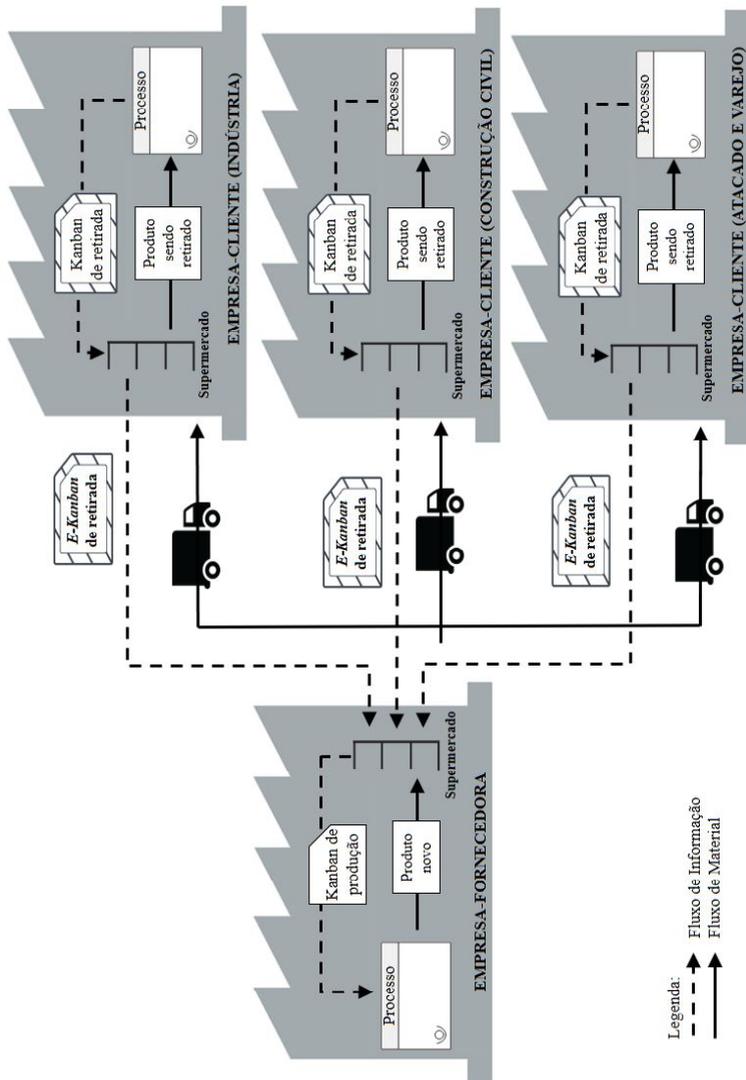


Figura 4 - Sistema puxado de reabastecimento com supermercado duplo (supermercado no cliente e no fornecedor)



4.4.3 Parâmetros da simulação

Com os modelos disponíveis, foi possível carregar os dados e iniciar as simulações dos cenários para a obtenção da melhor estratégia para a cadeia de suprimentos em estudo. Para facilitar o processo de simulação computacional, algumas informações foram consolidadas e simplificadas enquanto unidade de análise. Por exemplo, cada lote de consumo analisado representa 1.500 unidades do item selecionado. Dessa forma os tempos podem ser representados em dias e a simulação exige menos poder computacional. Os pedidos dos clientes são processados pela empresa-fornecedora quinzenalmente e a prioridade do processamento desses pedidos obedece a dois fatores, sendo o primeiro a ordem de chegada do pedido e o segundo o maior tempo de entrega, ou seja, se os pedidos chegam juntos, é atendido primeiramente o cliente cujo tempo de transporte é mais longo.

Os parâmetros apresentados na Tabela 14 foram utilizados na simulação dos três cenários. Para o funcionamento do sistema puxado de reabastecimento é necessário que se tenha o tempo que cada lote leva para ser consumido no cliente. Pode-se obter este valor com base no histórico de pedidos mensais dos clientes, onde o tempo de consumo é igual ao inverso da quantidade média. Do mesmo modo, com base nos pedidos máximos e mínimos, determinou-se uma variação triangular para o tempo de consumo. Definiu-se também uma quantidade mínima de lote para iniciar a produção no fornecedor de acordo com as informações obtidas na empresa-fornecedora.

Tabela 14 - Parâmetros utilizados na simulação

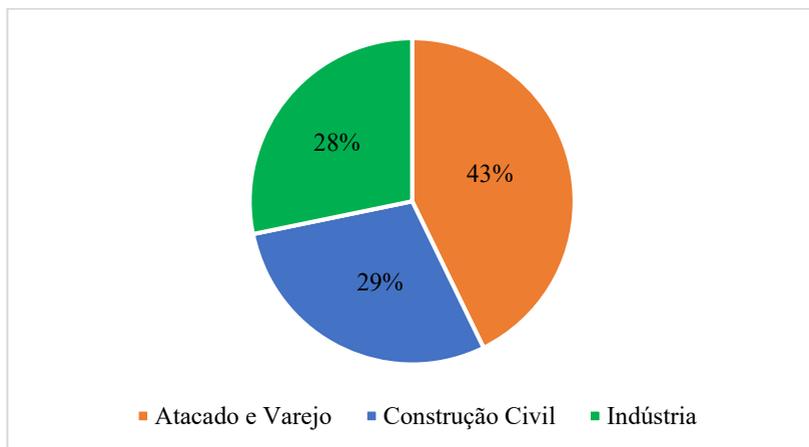
| Parâmetros para os três cenários | Valores | | |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Tempo de consumo do cliente 1 (Indústria) | mín.= 0,0050 mês/lote | máx.= 0,0521 mês/lote | média= 0,0286 mês/lote |
| Tempo de consumo do cliente 2 (Atacado e Varejo) | mín.= 0,0050 mês/lote | máx.= 0,0327 mês/lote | média= 0,0189 mês/lote |
| Tempo de consumo do cliente 3 (Construção Civil) | mín.= 0,0139 mês/lote | máx.= 0,0417 mês/lote | média= 0,0278 mês/lote |
| Tempo de transporte até o cliente 1 (Indústria) | 14 dias | | |
| Tempo de transporte até o cliente 2 (Atacado e Varejo) | 5 dias | | |
| Tempo de transporte até o cliente 3 (Construção Civil) | 9 dias | | |
| Tempo de produção fornecedor | 0,07 dias/lote | | |
| Quantidade mínima de produção no fornecedor | 200 lotes | | |

| Parâmetro para o cenário 1 | Valores |
|--|----------------|
| Supermercado inicial no fornecedor | 318 lotes |
| Estoque inicial de linha no cliente 1 (Indústria) | 35 lotes |
| Estoque inicial de linha no cliente 2 (Atacado e Varejo) | 53 lotes |
| Estoque inicial de linha no cliente 3 (Construção Civil) | 36 lotes |
| Parâmetros para o cenário 2 | Valores |
| Estoque inicial de produto acabado no fornecedor | 124 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 1 (Indústria) | 90 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 2 (Atacado e Varejo) | 136 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 3 (Construção Civil) | 92 lotes |
| Parâmetros para o cenário 3 | Valores |
| Supermercado inicial no fornecedor | 318 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 1 (Indústria) | 90 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 2 (Atacado e Varejo) | 136 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 3 (Construção Civil) | 92 lotes |

Para o Cenário 1, utilizou-se um valor inicial de lote no supermercado do fornecedor correspondente ao valor real do item em estoque na empresa-fornecedora, verificado no mês de outubro de 2017. Além disso, utilizou-se os dados coletados da média mensal de pedidos de cada família de clientes para obter os seus respectivos valores de estoques iniciais de linha.

Para o Cenário 2, realizou-se a soma das médias dos pedidos dos clientes para determinar o estoque inicial de produto acabado no fornecedor. Já para os valores dos supermercados iniciais nos clientes, distribuiu-se o valor do supermercado inicial do Cenário 1 de acordo com a representatividade de cada família de clientes referente a demanda (Figura 5).

Figura 5 - Representatividade de cada família de clientes



Por fim, para o Cenário 3, utilizou-se a mesma quantidade inicial do supermercado do fornecedor do Cenário 1 e também, as mesmas quantidades de supermercados iniciais nos clientes do Cenário 2.

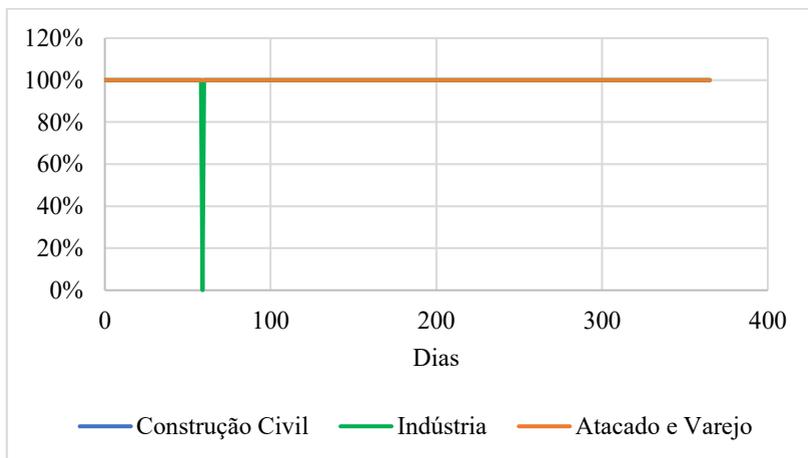
Cabe destacar que para ambos os Cenários 1 e 2, manteve-se a mesma quantidade total de lotes, ou seja, ao todo 442 lotes, de modo a proporcionar uma melhor comparação entre as estratégias. Já o Cenário 3, apresenta uma quantidade total maior de lotes na cadeia, visto que tanto na empresa-fornecedora quanto nas famílias de clientes possuem supermercados.

4.4.4 Resultados da simulação e discussão

Definido todos os parâmetros utilizados na simulação, pode-se discorrer a análise dos resultados. No entanto, torna-se importante ressaltar que para o cálculo dos tempos de *lead time*, foi desconsiderado os dois primeiros meses simulados, afim de remover o efeito transitório inicial no modelo até a cadeia entrar em equilíbrio.

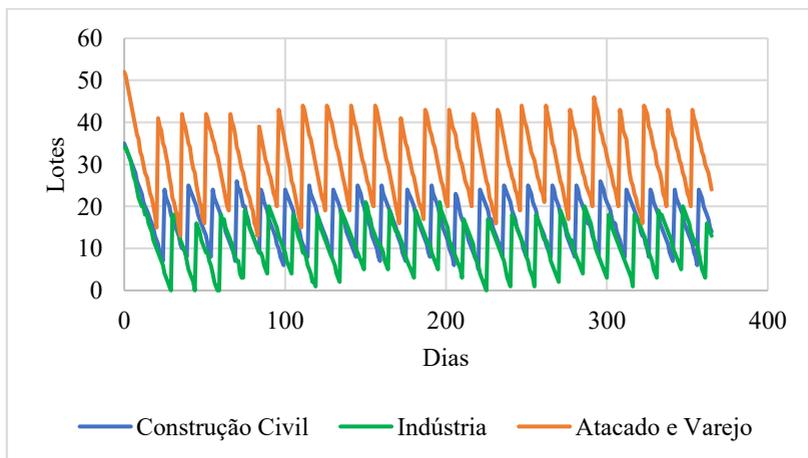
Na primeira estratégia, o nível de serviço de entrega foi atendido em 100% para dois clientes, sendo estes “Construção Civil” e “Atacado e Varejo”. Já para o cliente “Indústria”, o cenário apresentou uma pequena ruptura no nível de serviço, atingindo um percentual de 99,73% (Figura 6).

Figura 6 - Cenário 1 - Nível de serviço



Este resultado pode ser confirmado devido a somente o nível de estoque do cliente “Indústria” atingir o valor de zero em determinados dias, o qual pode ser interpretado como a falta de disponibilidade do item para o consumo deste cliente, causando a ruptura no nível de serviço (Figura 7). Além disso, é possível observar também que os estoques iniciais em todos os clientes não demonstram possibilidades de redução em seus valores, devido à pequena margem apresentada.

Figura 7 - Cenário 1 - Nível de estoque nos clientes



Com relação ao *lead time* os valores médios obtidos foram de 60,51 dias para “Construção Civil” (Figura 8), 70,53 dias para “Indústria” (Figura 9) e 60,80 dias para “Atacado e Varejo” (Figura 10). O *lead time* é o tempo que os itens permanecem dentro da cadeia, logo, quanto maior a quantidade de itens na cadeia, maior será o seu *lead time*. Os resultados do *lead time* do Cenário 1, foram compilados na Tabela 15.

Figura 8 - Cenário 1 - *Lead time* “Construção Civil”

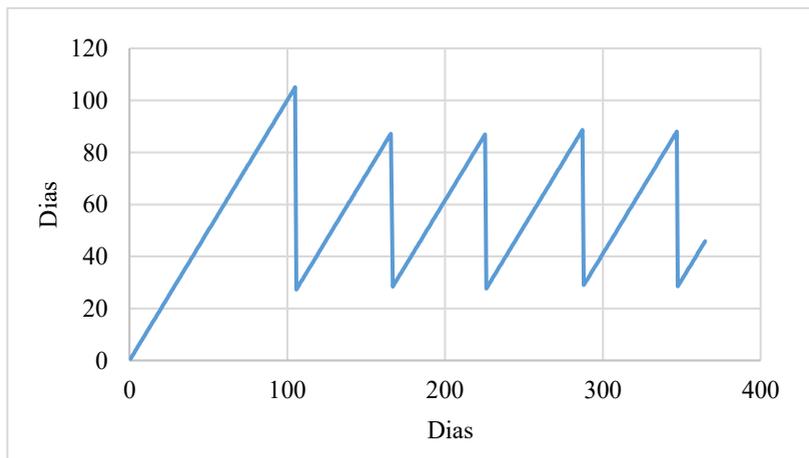


Figura 9 - Cenário 1 - *Lead time* “Indústria”

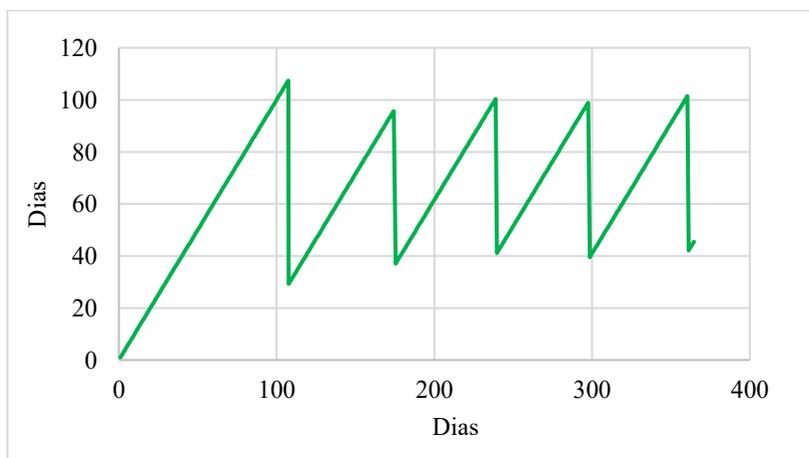
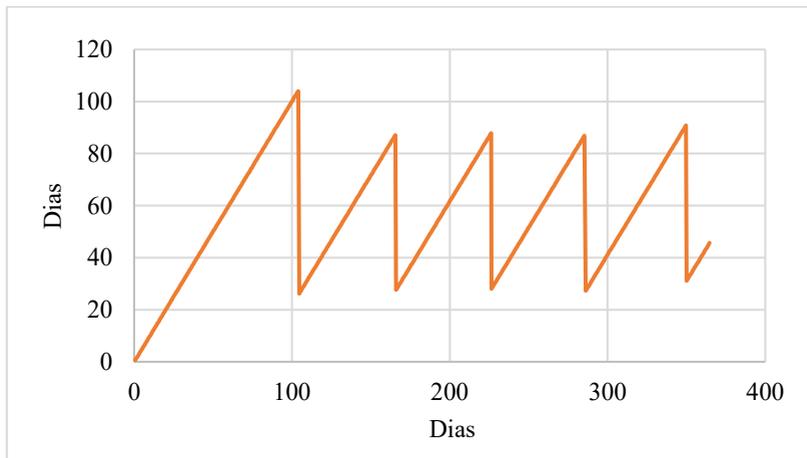
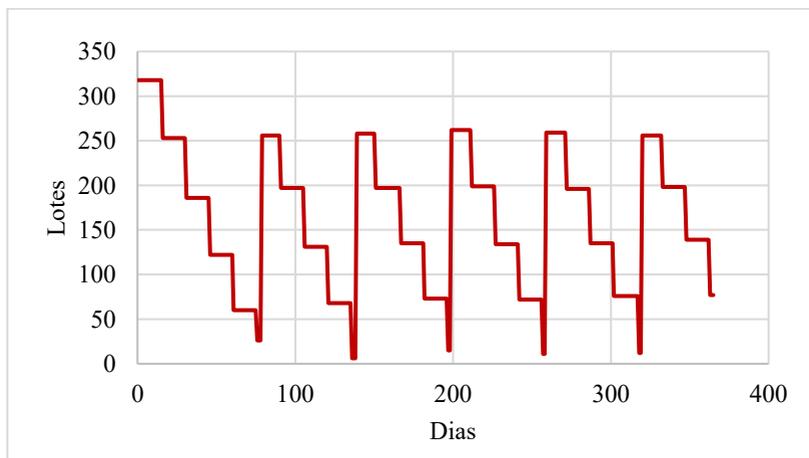


Figura 10 - Cenário 1 - *Lead time* “Atacado e Varejo”Tabela 15 - Cenário 1 - *Lead time*

| | Construção Civil | Indústria | Atacado e Varejo |
|---------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| Média (dias) | 60,51 | 70,53 | 60,80 |
| Mínimo (dias) | 27,32 | 29,30 | 26,16 |
| Máximo (dias) | 105,06 | 107,37 | 103,99 |

Assim como os níveis de estoques nos clientes, o supermercado no fornecedor não apresenta possibilidade de redução, já que seu supermercado atinge o mínimo de 6 lotes, como pode ser visto na Figura 11.

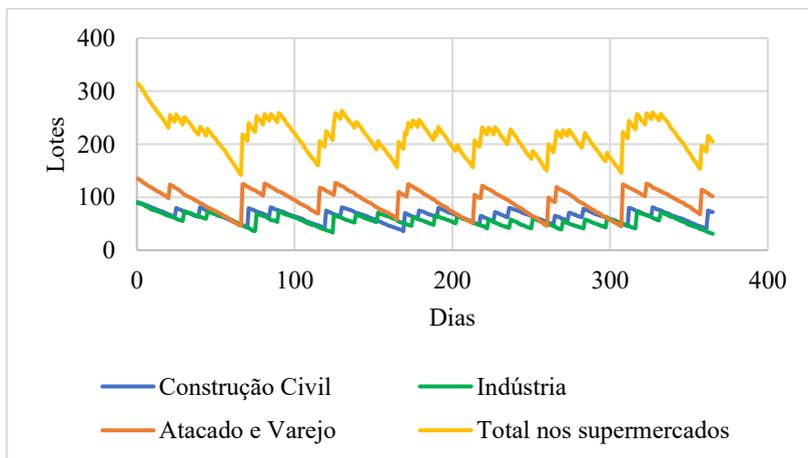
Figura 11 - Cenário 1 - Nível de supermercado no fornecedor



Na segunda estratégia, o nível de serviço alcançou 100% para todos os clientes. Se comparado com a estratégia anterior, este resultado é conforme o esperado já que neste cenário o supermercado de itens acabados encontra-se localizado em cada cliente, o que garante suprir o consumo de itens por um maior período de tempo até que o supermercado de cada cliente seja reabastecido pelo fornecedor.

O supermercado inicial de cada cliente possui margem para redução sem impactar no nível de serviço, visto que, conforme apresentado na Figura 12, os níveis dos supermercados nunca ficam abaixo de 31 lotes.

Figura 12 - Cenário 2 - Nível de supermercado nos clientes



A Tabela 16 apresenta os resultados compilados referente aos *lead times* do Cenário 2. Os valores médios de *lead time* obtidos foram de 72,96 dias para “Construção Civil” (Figura 13), 74,08 dias para “Indústria” (Figura 14) e 67,51 dias para “Atacado e Varejo” (Figura 15).

Tabela 16 - Cenário 2 - *Lead time*

| | Construção Civil | Indústria | Atacado e Varejo |
|---------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| Média (dias) | 72,96 | 74,08 | 67,51 |
| Mínimo (dias) | 46,20 | 45,08 | 37,20 |
| Máximo (dias) | 107,68 | 105,67 | 107,46 |

Figura 13 - Cenário 2 - Lead time “Construção Civil”

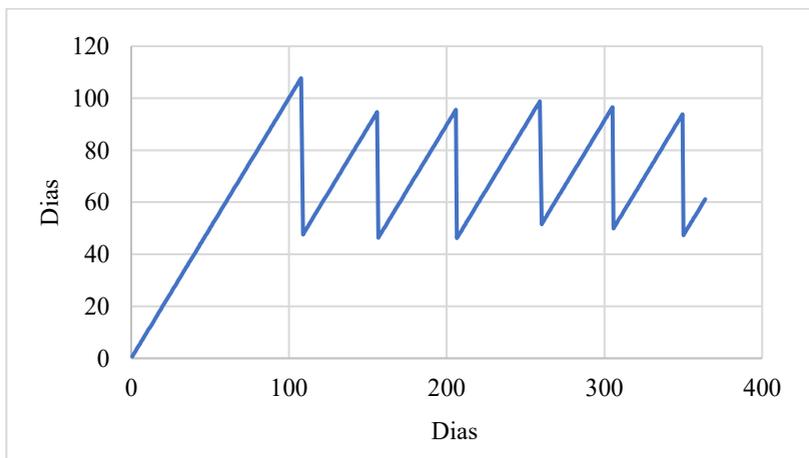


Figura 14 - Cenário 2 - Lead time “Indústria”

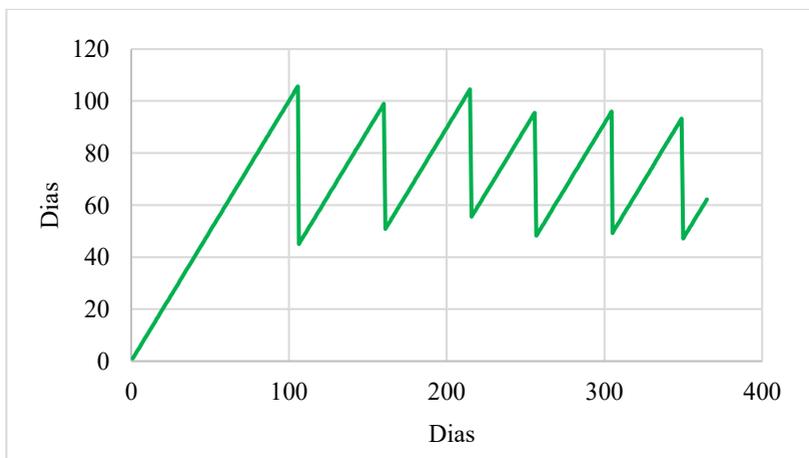
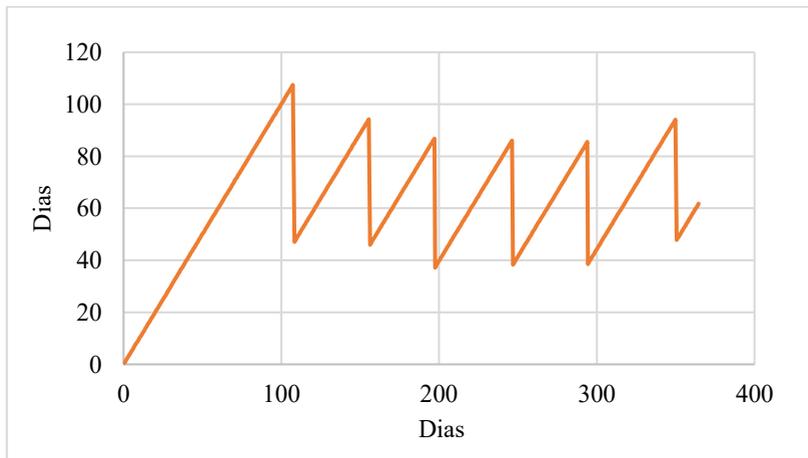
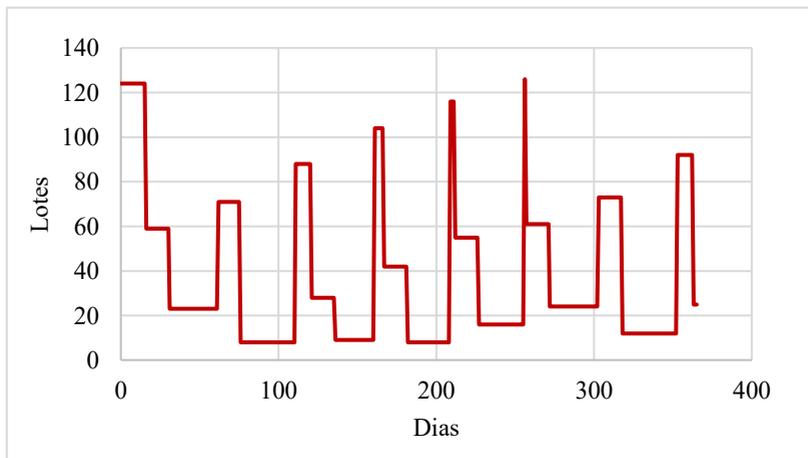


Figura 15 - Cenário 2 - Lead time “Atacado e Varejo”



Com relação ao estoque inicial de produto acabado no fornecedor, este apresentou-se com valores já otimizados, já que seu nível atinge o mínimo de 8 lotes, o que acarreta em pouca margem para sua diminuição, como pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 - Cenário 2 - Nível de estoque de produto acabado no fornecedor



Por fim, a terceira estratégia também apresentou 100% de nível de serviço para todos os clientes. Este resultado é conforme esperado, já

que este cenário possui supermercado tanto no fornecedor quanto nos clientes, acarretando em uma maior quantidade de itens para atender os pedidos. No entanto, esta maior quantidade de itens em supermercados, impacta no aumento do *lead time*, tornando este Cenário 3 com o maior tempo de produtos na cadeia de suprimentos. A Tabela 17 compila os *lead times* resultantes desta estratégia. Os valores médios obtidos foram de 103,37 dias para “Construção Civil” (Figura 17), 111,40 dias para “Indústria” (Figura 18) e 103,08 dias para “Atacado e Varejo” (Figura 19).

Tabela 17 - Cenário 3 - *Lead time*

| | Construção Civil | Indústria | Atacado e Varejo |
|---------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| Média (dias) | 103,37 | 111,40 | 103,08 |
| Mínimo (dias) | 60,15 | 60,08 | 60,26 |
| Máximo (dias) | 153,35 | 152,60 | 150,42 |

Figura 17 - Cenário 3 - *Lead time* “Construção Civil”

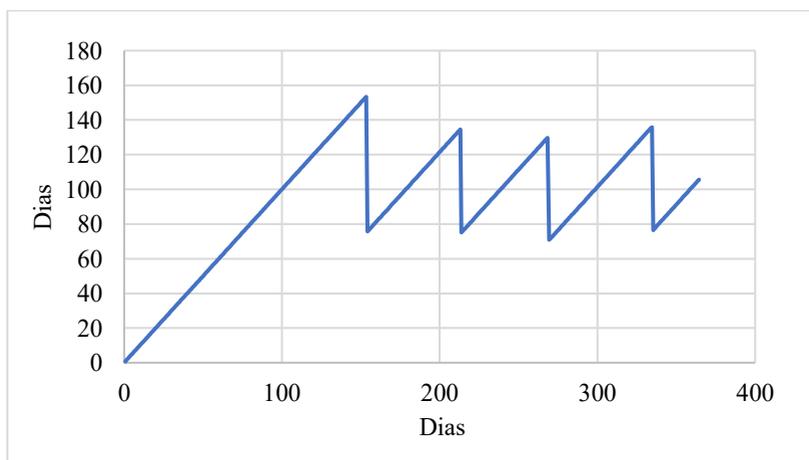
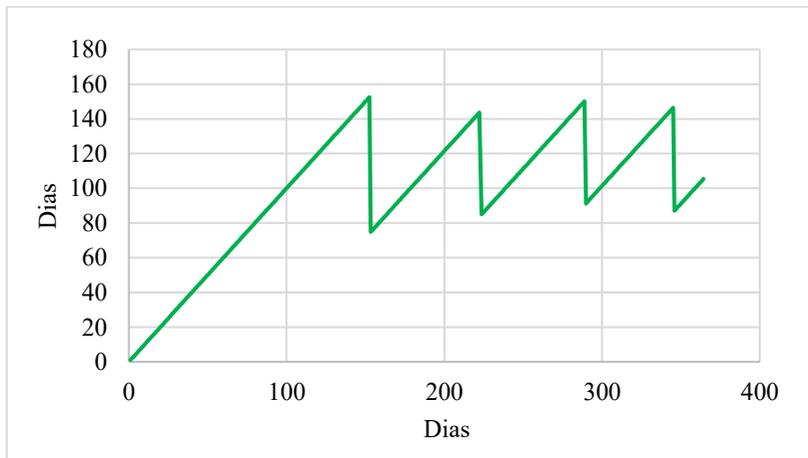
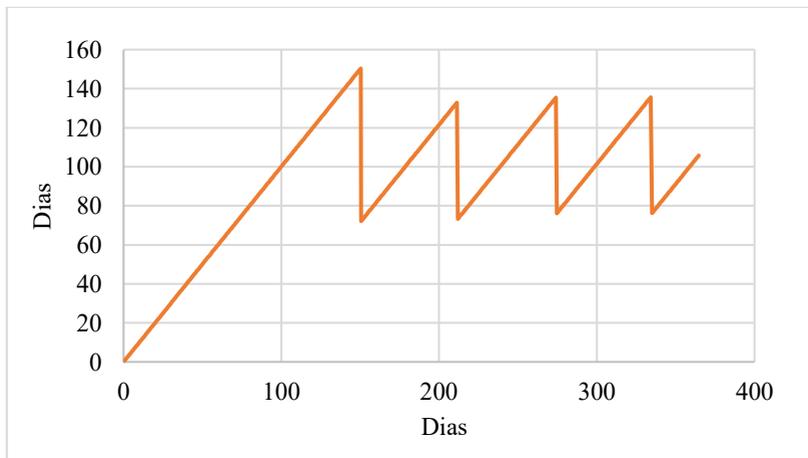
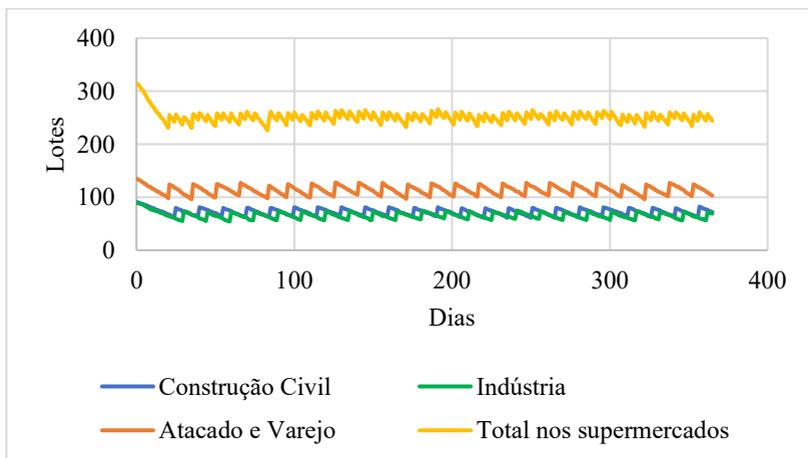


Figura 18 - Cenário 3 - *Lead time* “Indústria”Figura 19 - Cenário 3 - *Lead time* “Atacado e Varejo”

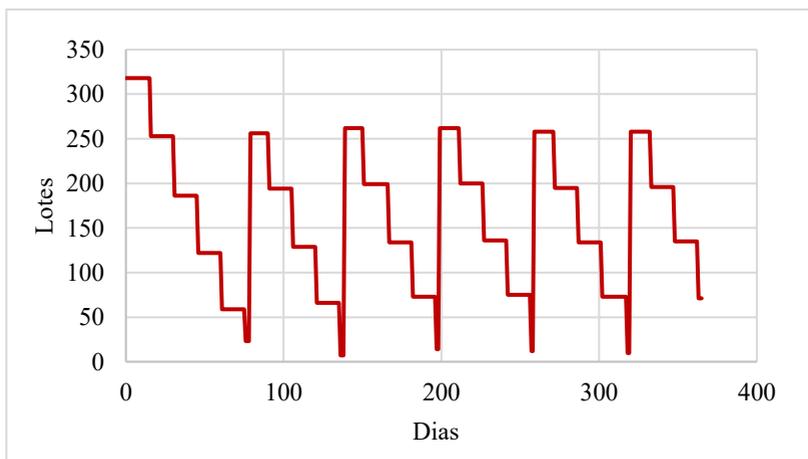
Com relação ao supermercado nos clientes, pode-se observar na Figura 20 que há possibilidade de diminuir a quantidade de lotes iniciais, deixando a cadeia mais enxuta. Já que o mínimo de lotes atingido é de 54 lotes para “Indústria”, 61 lotes para “Construção Civil” e 96 lotes para “Atacado e Varejo”.

Figura 20 - Cenário 3 - Nível de supermercado nos clientes



Já com relação ao nível de supermercado no fornecedor, este não apresenta margem para redução da quantidade inicial, visto que atinge o mínimo de 7 lotes durante a simulação (Figura 21).

Figura 21 - Cenário 3 - Nível de supermercado no fornecedor



Comparando-se as três estratégias simuladas, pode-se concluir que utilizando os parâmetros definidos, a estratégia 1 não é recomendável, pois esta apresentou uma ruptura no nível de serviço para a família de

clientes “Indústria”. Apesar desta falha afetar em apenas 0,27% o nível de serviço para este cliente, esta estratégia não apresenta oportunidades de otimização nos níveis de estoques iniciais dos clientes e também no supermercado inicial do fornecedor. Já que conforme exposto nos resultados, estas configurações não oferecem margens para alterar suas quantidades.

A terceira estratégia apresenta um cenário mais conservador, onde ambos fornecedor e clientes possuem supermercados para armazenar produtos acabados, o que favorece o atendimento em 100% do nível de serviço, porém, acarreta em um maior custo devido ao alto nível de supermercado na cadeia. Além disso, na terceira estratégia tem-se apenas a possibilidade de otimização nos níveis de estoques iniciais dos clientes. No entanto, mesmo realizando esta redução, os *lead times* para este cenário serão maiores do que os Cenários 1 e 2, devido a maior quantidade de supermercados na cadeia de suprimentos.

Assim, a segunda estratégia é a mais indicada para o contexto da cadeia de suprimentos em estudo. Nesta, os níveis de serviço para todas as três famílias de clientes atingiram 100% de entrega. Apesar dos *lead times* obtidos serem superiores aos do Cenário 1, a existência de margem para diminuição das quantidades de produtos iniciais acarretará em uma redução global nos níveis de supermercado na cadeia e, por consequência, menores valores de *lead time*.

Para confirmar esta hipótese, foi realizado uma nova análise onde reduziu-se sistematicamente estes valores iniciais até obter-se níveis ótimos de supermercados iniciais nos clientes (Tabela 18). Os demais parâmetros permaneceram conforme Tabela 14. É justificável propor valores de supermercados diferentes, uma vez que tais supermercados não existem atualmente, logo, ao adotar tal estratégia, as empresas envolvidas teriam liberdade em determinar os seus níveis iniciais.

Tabela 18 - Parâmetros otimizados de supermercados utilizados na simulação 2

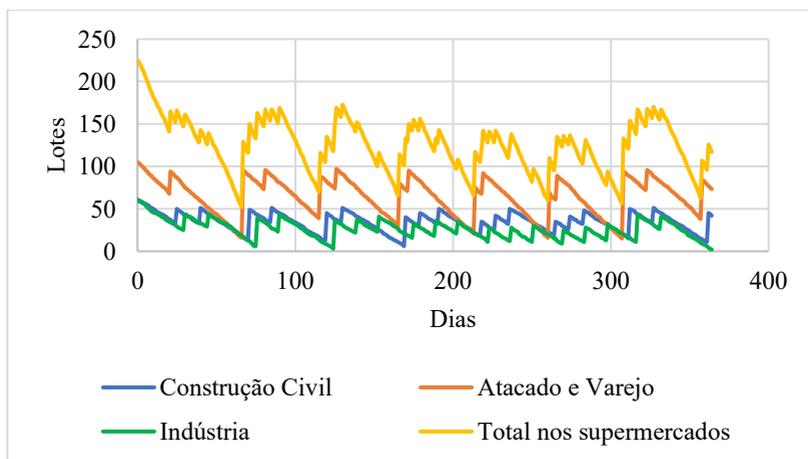
| Parâmetros para o Cenário 2 | Valores |
|--|----------------|
| Estoque inicial de produto acabado no fornecedor | 124 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 1 (Indústria) | 30 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 2 (Atacado e Varejo) | 106 lotes |
| Supermercado inicial no cliente 3 (Construção Civil) | 62 lotes |

A partir da nova simulação realizada, o Cenário 2 permaneceu com 100% de nível de serviço. Os níveis de supermercados dos clientes foram compilados na Tabela 19 juntamente com os valores da simulação anterior, tornando mais fácil a comparação. Assim, pode-se observar que houve uma redução de 44% no total médio de itens no sistema, o que acarreta em uma cadeia de suprimentos mais enxuta. A Figura 22 apresenta o comportamento dos níveis de supermercados dos clientes após a otimização.

Tabela 19 - Cenário 2 - Comparação dos níveis de supermercados nos clientes

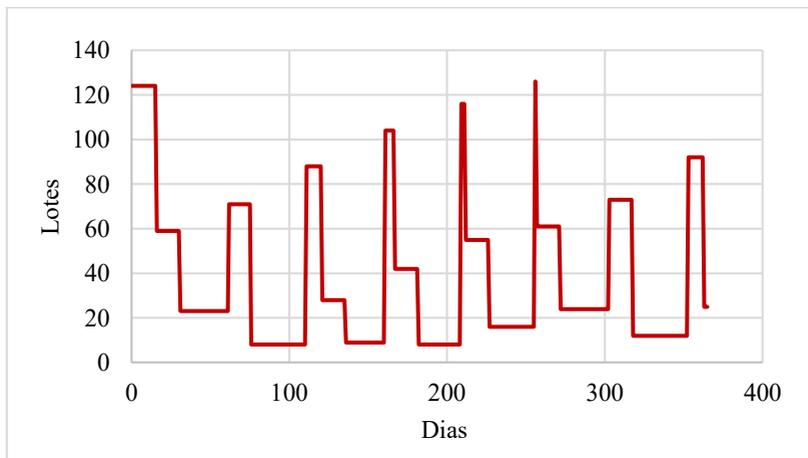
| | Simulação 1 | | | Simulação 2 | | |
|-------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | Média (lotes) | Mínimo (lotes) | Máximo (lotes) | Média (lotes) | Mínimo (lotes) | Máximo (lotes) |
| Construção Civil | 64,70 | 36 | 91 | 33,05 | 6 | 51 |
| Indústria | 56,21 | 31 | 89 | 23,79 | 2 | 43 |
| Atacado e Varejo | 94,21 | 45 | 135 | 63,04 | 15 | 97 |
| Total nos supermercados | 215,12 | 142 | 315 | 119,88 | 52 | 173 |

Figura 22 - Cenário 2 - Nível de supermercado nos clientes (Simulação 2)



Com relação ao nível de estoque de produto acabado no fornecedor, este permaneceu similar ao Cenário 2 da primeira simulação, já que a quantidade inicial não foi alterada (Figura 23).

Figura 23 - Cenário 2 - Nível de estoque de produto acabado no fornecedor (Simulação 2)



Por fim, com relação ao *lead time* houve reduções nos valores médios de 35%, 34% e 25% respectivamente para “Construção Civil”, “Indústria” e “Atacado e Varejo”. A Tabela 20 apresenta os valores mínimos, máximos e médios para os *lead times* obtidos na simulação 2 juntamente com os valores resultantes da simulação 1.

Tabela 20 - Cenário 2 - Comparação dos *lead times* nos clientes

| | Simulação 1 | | | Simulação 2 | | |
|------------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| | Média (dias) | Mínimo (dias) | Máximo (dias) | Média (dias) | Mínimo (dias) | Máximo (dias) |
| Construção Civil | 72,96 | 46,20 | 107,68 | 47,73 | 20,36 | 81,82 |
| Indústria | 74,08 | 45,08 | 105,67 | 49,06 | 20,50 | 81,42 |
| Atacado e Varejo | 67,51 | 37,20 | 107,46 | 50,54 | 21,17 | 89,75 |

Assim, pode-se concluir que a estratégia mais indicada para o contexto da cadeia de suprimentos em estudo é a estratégia com

supermercados nos clientes. Esta estratégia atendeu aos dois indicadores propostos para avaliar o impacto da prática “produção puxada” por meio do sistema puxado de reabastecimento, alcançando 100% de nível de serviço aos clientes e *lead times* inferiores aos demais cenários. Logo, propõe-se que tal estratégia seja avaliada pelos gestores responsáveis pela cadeia de suprimentos em estudo e, esforços possam ser focados para o sucesso de tal implementação.

4.5 CONCLUSÃO

No mercado globalizado de hoje, uma importante chave para o sucesso das empresas está em oferecer preços e serviços competitivos. Para isso, é preciso utilizar práticas eficientes para reduzir as atividades que geram desperdícios e não agregam valor. O conceito das práticas de LSCM pode ajudar as empresas a gerir sua cadeia de suprimentos de modo eficiente e competitivo, auxiliando na diminuição da variabilidade e dos desperdícios.

Neste contexto, este artigo propôs identificar a melhor estratégia de implementação da prática “produção puxada” para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos a partir de uma análise de simulação computacional. Assim, perante os parâmetros estabelecidos, a estratégia mais indicada para o contexto da cadeia de suprimentos em estudo é a estratégia com supermercados nos clientes. No entanto, cabe destacar que, para a implementação de qualquer uma das estratégias propostas, torna-se necessário o estabelecimento de um relacionamento estreito entre os envolvidos na cadeia, visto que as parcerias são fundamentais para se viabilizar o LSCM e alcançar o sucesso na sua implementação.

Duas contribuições importantes destacam-se a partir dos resultados deste trabalho. A primeira, de ordem prática, consiste no estabelecimento de um direcionamento para os gestores quanto ao impacto que tal prática pode acarretar no desempenho operacional da cadeia de suprimentos. Com os resultados obtidos, é possível avaliar as estratégias propostas e focar nos esforços de melhoria de forma a possibilitar a implementação do melhor cenário. Além disso, as estratégias propostas são passíveis de ser adaptadas e replicadas para o contexto de outras cadeias de suprimentos, possibilitando que as lideranças obtenham resultados similares e comparáveis aos deste estudo.

A segunda contribuição, de caráter teórico, abrange a identificação de estratégias conceituais referentes ao sistema puxado de reabastecimento, desenvolvendo-as a partir de sua adaptação para tornar

possível a modelagem e simulação. Os cenários gerados, permitem compreender os diferentes aspectos da implementação do sistema puxado de reabastecimento, de modo a mitigar dificuldades em sua implementação e propiciar sua sustentabilidade no longo prazo. Logo, esta contribuição fornece suporte à tomada de decisão a gestores da cadeia e aumenta o corpo de conhecimento na área.

Cabe destacar algumas limitações do estudo apresentado. Primeiramente, a aplicação das estratégias propostas ocorreu em uma cadeia de suprimentos do setor metal-mecânico e seus resultados não podem ser generalizados para outros segmentos. Além disso, as análises das simulações realizadas referem-se ao período em que os dados foram coletados e disponibilizados pela empresa-fornecedora. Logo, a estratégia identificada é uma proposta perante a situação atual da cadeia de suprimentos. Assim, como pesquisas futuras sugere-se a aplicação das estratégias propostas em cadeia de suprimentos de outros segmentos a fim de gerar uma comparação com os resultados aqui obtidos. Adicionalmente, estudos que incorporem a análise de custos nos cenários desenvolvidos, podem auxiliar na escolha da melhor estratégia, já que os ganhos financeiros atrelados a diminuição da quantidade de itens nos supermercados ficariam evidentes. Por fim, novos estudos podem introduzir a utilização de outras práticas de LSCM na modelagem e simulação desenvolvidas, com o intuito de investigar o impacto que demais práticas podem proporcionar no desempenho operacional da cadeia de suprimentos.

4.6 REFERÊNCIAS

AGUS, A.; HAJINOOR, M. S. Lean production supply chain management as driver towards enhancing product quality and business performance: Case study of manufacturing companies in Malaysia. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 29, n. 1, p. 92-121, 2012.

ANAND, G.; KODALI, R. Simulation model for the design of lean manufacturing systems—a case study. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 4, n. 5-6, p. 691-714, 2009.

ARIFFIN, A. S.; ABAS, Z.; BALUCH, N. Literature ratified knowledge based view of poultry supply chain integration concept. **Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)**, p. 35–39, 2015.

BANKS, J.; JAIN, S.; BUCKLEY, S.; LENDERMANN, P.; MANIVANNAN, M. Supply chain opportunities: panel session: opportunities for simulation in supply chain management. In: **Proceedings of the 34th conference on Winter simulation: exploring new frontiers**. Winter Simulation Conference, 2002. p. 1652-1658.

BASU, R.; WRIGHT, J. N. **Total supply chain management**. Routledge, 2010.

BERGER, S. L. T.; FRAZZON, E. M.; TORTORELLA, G. L.; YOKOYAMA, T. T. Simulação de cenários de estratégias de estoques de produtos acabados em cadeia de suprimentos enxuta. In: **4º Congresso Internacional de Desenvolvimento da Engenharia Industrial**, 2017.

BEHROUZI, F.; WONG, K. Y. An investigation and identification of lean supply chain performance measures in the automotive SMEs. **Scientific Research and Essays**, v. 6, n. 24, p. 5239-5252, 2011.

CACHON, G. P. The allocation of inventory risk in a supply chain: Push, pull, and advance-purchase discount contracts. **Management Science**, v. 50, n. 2, p. 222-238, 2004.

CARVALHO, H.; BARROSO, A. P.; MACHADO, V. H.; AZEVEDO, S.; CRUZ-MACHADO, V. Supply chain redesign for resilience using simulation. **Computers & Industrial Engineering**, v. 62, n. 1, p. 329-341, 2012.

CHANG, Y.; MAKATSORIS, H. Supply chain modeling using simulation. **International Journal of simulation**, v. 2, n. 1, p. 24-30, 2001.

CIGOLINI, R.; PERO, M.; ROSSI, T.; SIANESI, A. Linking supply chain configuration to supply chain performance: A discrete event simulation model. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 40, p. 1-11, 2014.

COELHO, L. C.; LAPORTE, G. Optimal joint replenishment, delivery and inventory management policies for perishable products. **Computers & Operations Research**, v. 47, p. 42-52, 2014.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Supply Chain Management - Terms and Glossary**. Disponível em: <<https://cscmp.org/imis0/CSCMP/>> Acessado: 28 jan. 17.

CUDNEY, E.; ELROD, C. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2011.

DISNEY, S. M.; NAIM, M. M.; TOWILL, D. R. Dynamic simulation modelling for lean logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 27, n. 3/4, p. 174-196, 1997.

DENNIS, P. **Lean Production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system**. CRC Press, 2016.

ELKING, I.; PARASKEVAS, J. P.; GRIMM, C.; CORSI, T.; STEVEN, A. Financial dependence, lean inventory strategy, and firm performance. **Journal of Supply Chain Management**, v. 53, n. 2, p. 22-38, 2017.

FRAZZON, E. M.; ISRAEL, E.; ALBRECHT, A.; PEREIRA, C.; HELLINGRATH, B. Spare parts supply chains' operational planning using technical condition information from intelligent maintenance systems. **Annual Reviews in Control**, v. 38, n. 1, p. 147-154, 2014.

FRAZZON, E.; TORTORELLA, G.; DÁVALOS, R.; Holtz, T.; Coelho, L. Simulation-based analysis of a supplier-manufacturer relationship in lean supply chains. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 3, p. 262-274, 2017.

GONZÁLEZ-R, P. L.; FRAMINAN, J. M.; RUIZ-USANO, R. A methodology for the design and operation of pull-based supply chains. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24, n. 3, p. 307-330, 2013.

JADHAV, J. R.; MANTHA, S. S.; RANE, S. B. Exploring barriers in lean implementation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 2, p. 122-148, 2014.

KERBER, B.; DRECKSHAGE, B. J. **Lean supply chain management essentials: a framework for materials managers**. CRC Press, 2011.

KUMAR, S.; CHOE, D.; VENKATARAMANI, S. Achieving customer service excellence using Lean Pull Replenishment. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 62, n. 1, p. 85-109, 2012.

LEE, Y. H.; CHO, M. K.; KIM, S. J.; KIM, Y. B. Supply chain simulation with discrete-continuous combined modeling. **Computers & Industrial Engineering**, v. 43, n. 1, p. 375-392, 2002.

MANZOURI, M.; RAHMAN, M. N. Ab. Adaptation of theories of supply chain management to the lean supply chain management. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 14, n. 1, p. 38-54, 2013.

MANUJ, I.; MENTZER, J. T.; BOWERS, M. R. Improving the rigor of discrete-event simulation in logistics and supply chain research. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 39, n. 3, p. 172-201, 2009.

MANZOURI, M.; RAHMAN, M. N. Ab. Adaptation of theories of supply chain management to the lean supply chain management. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 14, n. 1, p. 38-54, 2013.

MEHRJERDI, Y. Z. Excellent supply chain management. **Assembly Automation**, v. 29, n. 1, p. 52-60, 2009.

MORABITO, R.; PUREZA, V. **Modelagem e simulação. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier. cap. v. 8, p. 165-194, 2010.

OLHAGER, J. Supply chain management: a just-in-time perspective. **Production planning & control**, v. 13, n. 8, p. 681-687, 2002.

OTIENO, J. O.; ODARI, N. S. Role of pull scheduling on supply chain performance in the manufacturing sector in kenya: a case study of lake basin development authority. **International Journal of Social Sciences and Information Technology**, v. 3, n. 2, p. 1559-1583, 2017.

PERSSON, F.; ARALDI, M. The development of a dynamic supply chain analysis tool – Integration of SCOR and discrete event simulation. **International Journal of Production Economics**, v. 121, n. 2, p. 574-583, 2009.

RIVERA, L.; CHEN, F. F.; LEE, W. M. **Beyond partnerships: the power of lean supply chains**. Trends in supply chain design and management. London: Springer, 241–267, 2007.

ROBINSON, S. **Simulation: the practice of model development and use**. Palgrave Macmillan, 2014.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços. **Gestão & Produção**, v. 16, n.1, p. 25-43, 2009.

SANDHU, M. A.; HELO, P.; KRISTIANTO, Y. Steel supply chain management by simulation modelling. **Benchmarking: An International Journal**, v. 20, n. 1, p. 45-61, 2013.

SALEESHYA, P. G.; AUSTIN, D.; VAMSI, N. A model to assess the lean capabilities of automotive industries. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 11, n. 2, p. 195-211, 2013.

SANTOS, R. F.; ALVES, J. M. Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos. **Production**, v. 25, n. 1, p. 125-142, 2015.

SHARMA, V.; DIXIT, A. R.; QADRI, M. A. Impact of lean practices on performance measures in context to Indian machine tool industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 8, p. 1218-1242, 2015.

SMEW, W.; YOUNG, P.; GERAGHTY, J. Supply chain analysis using simulation, Gaussian process modelling and optimisation. **International Journal of Simulation Modelling**, v. 12, n. 3, p. 178-189, 2013.

TAKAHASHI, K.; MYRESHKA; HIROTANI, D. Comparing CONWIP, synchronized CONWIP, and Kanban in complex supply chains. **International Journal of Production Economics**, v. 93, p. 25-40, 2005.

TAKO, A. A.; ROBINSON, S. The application of discrete event simulation and system dynamics in the logistics and supply chain context. **Decision Support Systems**, v. 52, n. 4, p. 802-815, 2012.

TORGA, B. L. M. **Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

VLACHOS, I. Applying lean thinking in the food supply chains: a case study. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 16, p. 1351-1367, 2015.

WANG, W.; FUNG, R. Y. K.; CHAI, Y. Approach of just-in-time distribution requirements planning for supply chain management. **International journal of production economics**, v. 91, n. 2, p. 101-107, 2004.

WINCEL, J. P. **Lean supply chain management: a handbook for strategic procurement**. The Free Press, New York, NY, 2005.

ZHOU, H; BENTON, W. C. Supply chain practice and information sharing. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 6, p. 1348-1365, 2007.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os princípios e as práticas enxutas são abordados em muitas pesquisas desde a popularização de seu conceito na década de 90. Apesar da crescente disseminação da adoção das práticas enxutas na cadeia de suprimentos, denotado como *Lean Supply Chain Management* (LSCM) ou Gestão da Cadeia de Suprimentos Enxuta, há ainda uma escassez de evidências relacionadas a estudos que avaliem o impacto de tais práticas. Essa avaliação permite aprimorar o desempenho ao longo de toda a cadeia de suprimentos, verificando potenciais necessidades de esforços para melhorias.

Nesse contexto, esta dissertação propôs avaliar o impacto das práticas de LSCM sobre o desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos. Esta avaliação foi construída e ilustrada ao longo de três artigos que compreenderam as etapas (i) identificação na literatura das principais práticas de LSCM, as barreiras inerentes à sua implementação e os fatores contextuais relevantes para sua implementação; (ii) avaliação das principais barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM através da análise do grau de risco e priorização das principais práticas de LSCM; e (iii) identificação da melhor estratégia de implementação da produção puxada para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos a partir de análise de simulação computacional. Uma vez que todas as etapas são realizadas, a Figura 24 apresenta um *framework* conceitual representando uma proposta para a avaliação do impacto das práticas de LSCM.

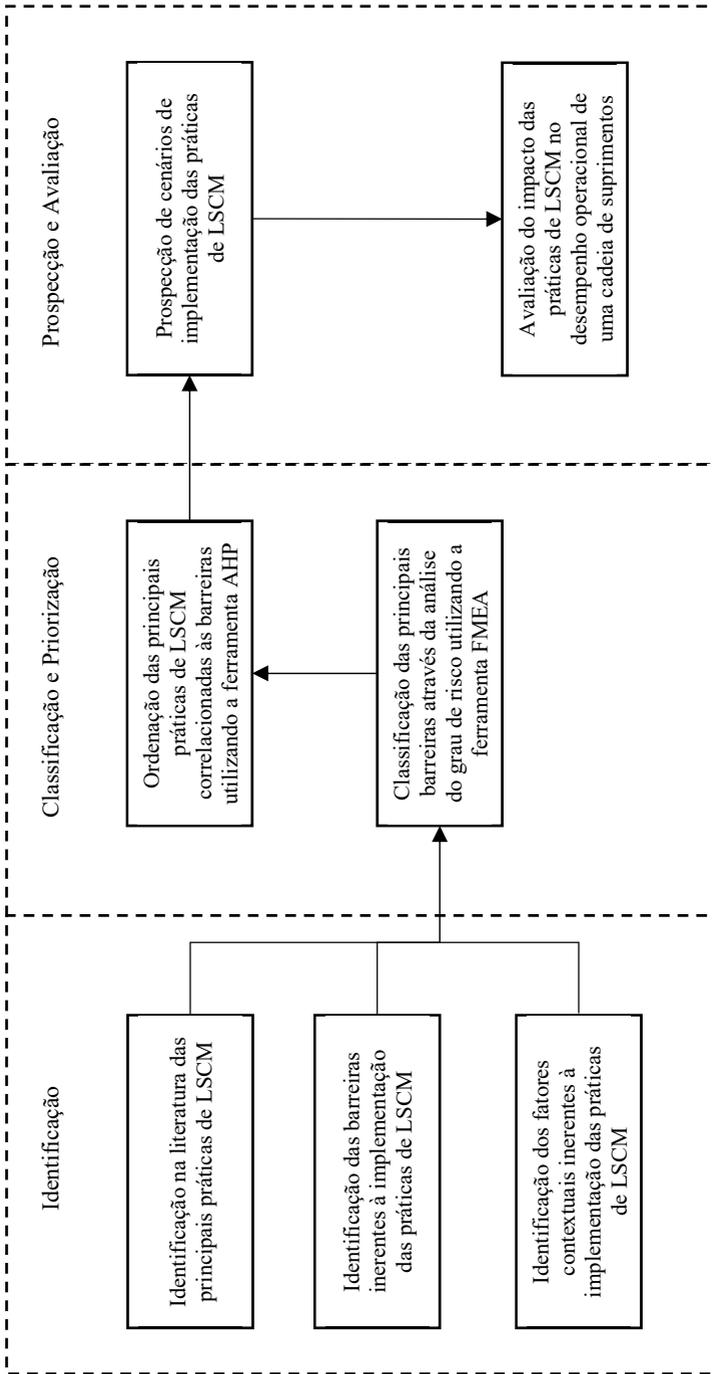
Assim, o Artigo 1 identificou por meio de uma revisão sistemática da literatura as principais práticas de LSCM e as barreiras e fatores contextuais inerentes à sua implementação. Nesse sentido, foi possível discutir a respeito da relevância de pesquisas nesse tema e apresentar as lacunas e direcionamentos para pesquisas futuras, os quais visam complementar o corpo de conhecimento sobre do tema.

O Artigo 2 buscou classificar a intensidade da influência das barreiras relativas à implementação das práticas de LSCM e priorizar tais práticas encontradas no Artigo 1. A classificação foi feita através da análise do grau de risco e para a priorização utilizou-se o processo hierárquico analítico. Para esta pesquisa realizou-se um estudo de caso em uma cadeia de suprimentos do setor metal-mecânico. Esta categorização permitiu o estabelecimento de um direcionamento para adoção das práticas de LSCM, uma vez que elencou as práticas consideradas mais importantes para a implementação de uma cadeia de

suprimentos enxuta a partir das barreiras mais críticas para uma empresa em questão.

Por fim, o Artigo 3, a partir da priorização das práticas de LSCM no Artigo 2, visou verificar qual a melhor estratégia de implementação da prática “produção puxada” para possibilitar um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos. Assim, utilizando a simulação computacional para a modelagem de cenários estratégicos, foi possível analisar o impacto de tal prática no desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos do setor metal-mecânico.

Figura 24 - *Framework* conceitual para avaliação do impacto das práticas de LSCM



5.1 CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS

A partir dos resultados encontrados, o presente trabalho traz diferentes contribuições práticas para a gestão da cadeia de suprimentos enxuta. O primeiro artigo apresenta aspectos mais conceituais e teóricos, enquanto os Artigos 2 e 3 apresentam aspectos práticos que precisam ser enfatizados.

Em relação aos resultados do Artigo 2, esta dissertação propõe uma metodologia de fácil aplicação e entendimento, a qual possibilita aos gerentes e praticantes replicá-la sob o contexto de sua cadeia de suprimentos e verificar resultados similares e comparáveis obtidos na pesquisa. Além disso, com a priorização da implementação das principais práticas de LSCM, obtêm-se uma maior compreensão com relação as oportunidades de melhorias, principalmente voltadas a cadeia de suprimentos. Este estudo apresenta ainda a oportunidade de integrar as estratégias de melhoria contínua voltadas aos processos internos e também a nível de fornecedores e clientes.

Em segundo lugar, em relação ao Artigo 3, desenvolveu-se cenários para avaliar o impacto de uma prática de LSCM no desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos e identificar a melhor estratégia. Tais cenários podem ser adaptados e utilizados para a realidade e contextos diferentes de outras cadeias de suprimentos, com o intuito de fornecer suporte e direcionamento aos gestores da cadeia quanto as melhorias necessárias para gestão do fluxo de valor.

5.2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS

Os três artigos apresentam de forma individual resultados parciais que se complementam quando integrados para o alcance do objetivo geral. Assim, o Artigo 1 contribuiu mediante uma revisão sistemática da literatura a respeito do LSCM sob o ponto de vista das práticas, barreiras e fatores contextuais para sua implementação. As evidências encontradas nesta revisão foram consolidadas e serviram para o direcionamento da pesquisa a qual corrobora para o aumentar o corpo de conhecimento sobre o tema e também proporciona uma compreensão sistêmica quanto às relações entre os contextos abordados.

No Artigo 2, através da obtenção dos valores de intensidade do relacionamento entre as práticas e barreiras de LSCM, é possível direcionar os esforços de melhoria contínua na cadeia de suprimentos de modo a mitigar ou até mesmo antecipar dificuldades em sua implementação.

Adicionalmente, este estudo estabeleceu uma clara relação entre as práticas de LSCM e às barreiras inerentes a sua implementação, sendo esta pouco explorada ou abordada de forma isolada nos estudos revisados.

Por fim, para integrar as lacunas evidenciadas no Artigo 1 com as informações obtidas a partir do Artigo 2, o Artigo 3 propôs identificar a melhor estratégia da prática “produção puxada” de modo a promover um maior desempenho operacional na cadeia de suprimentos. As estratégias conceituais abordadas foram reproduzidas para modelos de simulação computacional, com o intuito de avaliar os diferentes aspectos da implementação do sistema puxado de reabastecimento. Assim, tais cenários fornecem suporte à tomada de decisão a gestores da cadeia e contribuem de forma a priorizar os esforços para a implementação desta prática de LSCM.

5.3 OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS

A partir dos resultados apresentados, podem se destacar diferentes oportunidades para pesquisas futuras. Com relação ao Artigo 1, evidenciou-se que ainda existe a falta de uma teoria estável relacionada ao LSCM, assim o desenvolvimento de estudos que identifiquem, classifiquem e validem empiricamente as principais práticas de LSCM pode auxiliar no corpo de conhecimento sobre o assunto de modo a direcionar a construção de um conceito consolidado. Além disso, a incipiência de estudos relacionados a métodos de avaliação de maturidade das cadeias de suprimentos quanto ao nível de implementação do LSCM também são oportunidade para pesquisas futuras.

No Artigo 2 a partir de uma pequena amostra de especialistas obteve-se a intensidade de relacionamento entre as práticas e barreiras de LSCM. Propõe-se que pesquisas futuras ampliem tal amostra incluindo empresas de diversos segmentos, a fim de validar de modo mais amplo estes relacionamentos. Ainda neste artigo, analisou-se apenas o relacionamento entre algumas práticas e barreiras pertinentes ao contexto da empresa em estudo. Assim, recomenda-se avaliar outras práticas e barreiras de LSCM, bem como o efeito moderador de variáveis contextuais da cadeia de suprimentos, tais como nível da cadeia, setor, nível de verticalização, entre outros, sobre estes relacionamentos.

Por fim, o Artigo 3 limitou-se a avaliar o impacto de apenas uma prática de LSCM no desempenho operacional de uma cadeia de suprimentos. Deste modo, sugere-se que pesquisas futuras abordem outras práticas de LSCM na modelagem e simulação, com o intuito de expandir a análise do impacto que demais práticas também podem

proporcionar, obtendo-se assim uma análise mais holística da implementação enxuta. Além disso, estudos futuros que incorporem a análise de custos nas estratégias analisadas podem incrementar na tomada de decisão, já que os ganhos financeiros ficariam evidentes e seriam utilizados como parâmetros decisórios.