

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA

Gabriela Pereira Soares

**Proposição de um Modelo de Maturidade Voltado ao *Lean Supply Chain Management*
com Base nas Práticas Enxutas e Desperdícios**

Florianópolis

2019

Gabriela Pereira Soares

**Proposição de um Modelo de Maturidade Voltado ao *Lean Supply Chain Management*
com Base nas Práticas Enxutas e Desperdícios**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título em Engenharia, área Eletricidade, habilitação Engenharia de Produção Elétrica

Orientadora: Profa. Marina Bouzon, Dra.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra

Soares, Gabriela Pereira

Proposição de um modelo de maturidade voltado ao lean supply chain management com base nas práticas enxutas e desperdícios / Gabriela Pereira Soares ; orientadora, Marina Bouzon, 2019.

97 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Elétrica, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

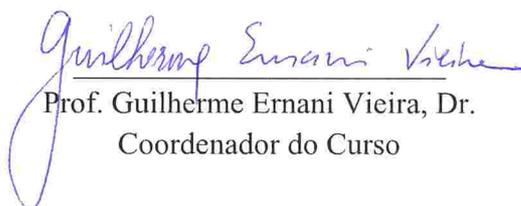
1. Engenharia de Produção Elétrica. 2. Lean Supply Chain. 3. Maturidade. 4. Supply Chain Management. I. Bouzon, Marina. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Elétrica. III. Título.

Gabriela Pereira Soares

**Proposição de um Modelo de Maturidade Voltado ao *Lean Supply Chain Management*
com Base nas Práticas Enxutas e Desperdícios**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título em Engenharia, área Eletricidade, habilitação Engenharia de Produção Elétrica e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica

Florianópolis, 19 de novembro de 2019.


Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:


Profa. Marina Bouzon, Dra.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina


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


Marcos André Menegassi Rossi
Avaliador
Mestre em Engenharia de Produção

Dedico este trabalho à minha família, por sempre incentivarem meus estudos, ao meu namorado, pelo companheirismo nessa jornada, e à minha orientadora Marina, por toda dedicação e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo amor e carinho ao longo dessa jornada e de minha vida, sempre acreditando em mim e em meu potencial. Agradeço aos meus pais, Regina Célia e José Messias, pelo incentivo aos meus estudos, por me permitirem as condições ideais para que eu pudesse me dedicar a eles e por fazerem tudo pelo meu bem-estar. Às minhas irmãs, Ana Paula e Ana Luisa, por me ensinarem lições da vida e serem meus exemplos desde criança.

Agradeço ao meu namorado Vitor Rodrigues, por toda a paciência e carinho nos altos e baixos ao longo do caminho, por ser meu companheiro desde o início da graduação e por me apoiar e incentivar incondicionalmente.

À minha orientadora, Marina Bouzon, por me orientar de perto durante toda a pesquisa, sempre me ajudando e me guiando, além de toda a paciência desde meu primeiro contato com a pesquisa acadêmica durante a iniciação científica desenvolvida sob sua orientação. Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante toda a graduação, pelo conhecimento fornecido, fazendo parte de minha formação.

Agradeço ao Grupo de Estudos Logísticos (GELOG), por me propiciar um enorme desenvolvimento pessoal e profissional, essencial para o sucesso do meu trabalho e da minha jornada na graduação, além de me permitir conhecer pessoas incríveis que se tornaram amigos que quero levar para a vida.

Agradeço aos *experts* na área da pesquisa que se dispuseram a colaborar com a mesma e aos especialistas das empresas que compartilharam informações essenciais para a conclusão deste trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina por tudo o que vivi e aprendi nesse período de graduação, além de todas as oportunidades oferecidas, me permitindo uma formação rica e um enorme amadurecimento, me preparando para o mercado de trabalho e para a vida.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a minha pesquisa e para a minha formação. Muito obrigada!

“Nosso tesouro está na colmeia de nosso conhecimento. Estamos perpetuamente no caminho para lá, sendo por natureza insetos alados e coletores de mel da mente.” (NIETZSCHE, 1887)

RESUMO

As práticas *lean*, cujos benefícios nas organizações industriais já são amplamente conhecidos, não se restringem à produção e podem ser adaptadas para aplicação em outros processos da empresa, como na sua cadeia de suprimentos. Dado que o principal objetivo de uma cadeia de suprimentos *lean* é criar um sistema altamente eficiente com pouco ou nenhum desperdício, conhecer o grau de maturidade da cadeia de suprimentos onde a empresa está inserida torna-se essencial. Desta forma o presente estudo visa propor um método para a medição da maturidade em *Lean Supply Chain Management* (LSCM), com base nas principais práticas e desperdícios de *Lean Supply Chain* (LSC). Para isso, iniciou-se com uma revisão de literatura na área de Modelos de Maturidade e LSCM. Assim foi possível levantar uma lista de práticas de LSC e uma lista de desperdícios em LSC que passou pela validação de especialistas na área. Posteriormente, seguiu-se para a proposição do modelo de maturidade em LSCM. O modelo proposto avalia a frequência e o impacto da ocorrência dos problemas típicos de LSC na empresa e relaciona esses problemas com uma lista das melhores práticas em LSC. Dessa forma é possível gerar uma pontuação de maturidade para LSCM da empresa e identificar oportunidades de melhoria. Com o fechamento do modelo de maturidade, este foi aplicado em três empresas de diferentes portes e setores de atuação, permitindo a análise e discussão dos resultados encontrados. Dessa forma, foi possível observar como o modelo pode atuar como uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento das empresas.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos. *Supply Chain Management*. *Lean*. Maturidade. *Lean Supply Chain*.

ABSTRACT

Lean practices, whose benefits in industrial organizations are already widely known, are not restricted to production and can be adapted for application to other business processes, such as supply chain. Since the main goal of a lean supply chain is to create a highly efficient system with little or no waste, knowing the maturity of the supply chain where the business is located becomes essential. Thus, the present study aims to propose a method for measuring Lean Supply Chain Management (LSCM) maturity, based on the main practices and waste of Lean Supply Chain (LSC). To this end, it began with a literature review in the area of Maturity Models and LSCM. This made it possible to draw up a list of LSC practices and a list of LSC waste that has been validated by experts in the field. Subsequently, it was followed by the proposition of the LSCM maturity model. The proposed model assesses the frequency and impact of the occurrence of typical LSC problems in the enterprise and relates these problems to a list of best practices in LSC. This way it is possible to generate a maturity score for company's LSCM and identify opportunities for improvement. With the closing of the maturity model, it was applied to three companies of different sizes and sectors, allowing the analysis and discussion of the results found. Thus, it was possible to observe how the model can act as a strategic tool for business development.

Keywords: Supply Chain. Supply Chain Management. Lean. Maturity. Lean Supply Chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos.	32
Figura 2 - Processos gerenciais da cadeia de suprimentos.	33
Figura 3 - Visão da logística integrada.	34
Figura 4 - Ampliação do produto principal pelo atendimento ao cliente.	35
Figura 5 - Representação gráfica da construção do conceito da Logística Lean.	37
Figura 6 - Metodologia da Logística Lean.	37
Figura 7 - A casa da Logística Lean.	38
Figura 8 - Evolução do conceito de SCM.	40
Figura 9 - Estrutura conceitual de LSC.	41
Figura 10 - Pilares da maturidade em logística.	50
Figura 11 - Modelo de maturidade SCM.	50
Figura 12 - Caracterização da pesquisa.	55
Figura 13 - Etapas da pesquisa.	56
Figura 14 - Número fuzzy triangular.	59
Figura 15 - Número fuzzy trapezoidal.	60
Figura 16 - Pontuação de Maturidade nos Pilares de LSCM de cada empresa, com escalas adaptadas para os valores obtidos por cada uma.	82
Figura 17 - Nível de Maturidade nos Pilares de LSCM de cada empresa.	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os Sete Cs da logística e os princípios do consumo enxuto.	35
Quadro 2 - Desperdícios na produção e na logística enxuta.....	39
Quadro 3 - Práticas de LSCM.	41
Quadro 4 - A taxonomia dos desperdícios da cadeia de suprimentos com base nos sete desperdícios da manufatura enxuta.....	45
Quadro 5 - Pesquisas anteriores em Modelos de Maturidade e supply chain.	51
Quadro 6 - Resultado da seleção dos desperdícios de LSC mais relevantes para o modelo de maturidade.	69
Quadro 7 - Desperdícios de LSC utilizados no modelo de maturidade numerados conforme submatriz R.....	74
Quadro 8 - Respostas das empresas ao questionário.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala linguística.....	60
Tabela 2 - Escala de frequência de ocorrência e de impacto dos problemas para a resposta dos questionários.....	64
Tabela 3 - Matriz de maturidade.....	65
Tabela 4 - Níveis de Maturidade em função de DSk.....	66
Tabela 5 - Submatriz de relações R.....	73
Tabela 6 - Matriz de Maturidade de LSC da Empresa A.....	78
Tabela 7 - Matriz de Maturidade de LSC da Empresa B.....	79
Tabela 8 - Matriz de Maturidade de LSC da Empresa C.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BP *Best Practices*

EDI *Electronic Data Interchange*

IBM International Business Machines Corporation

CMMI *Capability Maturity Model Integration*

FDM *Fuzzy Delphi Method*

ISO International Organization for Standardization

JIT *Just In Time*

KPI *Key Performance Indicator*

LM *Lean Manufacturing*

LSC *Lean Supply Chain*

LSCM *Lean Supply Chain Management*

LMM *Logistics Maturity Model*

MM Modelo de Maturidade

SC *Supply Chain*

SCM *Supply Chain Management*

S&OP *Sales and Operations Planning*

SCOR *Supply Chain Operations Reference*

SKU *Stock Keeping Unit*

TI Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	25
1.2	OBJETIVOS	26
1.2.1	Objetivo Geral.....	26
1.2.2	Objetivos Específicos	27
1.3	JUSTIFICATIVA	27
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	28
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	28
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
2.1	LOGÍSTICA E <i>SUPPLY CHAIN</i>	31
2.1.1	Agregação de valor e a Logística <i>Lean</i>	33
2.1.2	<i>Lean Supply Chain Management</i>	39
2.1.2.1	<i>Práticas Lean SC</i>	40
2.1.2.2	<i>Desperdícios na Cadeia de Suprimentos</i>	45
2.2	MATURIDADE EMPRESARIAL.....	47
2.2.1	Conceitos e Ferramentas de Modelos de Maturidade	48
2.2.2	Maturidade na Logística e <i>Supply Chain</i>.....	49
3	MÉTODOS DA PESQUISA	55
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	55
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	56
3.3	<i>FUZZY DELPHI METHOD</i>	57
4	PROPOSIÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE	63
4.1	VARIÁVEIS DO MODELO	65
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
5.1	SELEÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO LSC	69
5.2	DESENVOLVIMENTO DA SUBMATRIZ R	72

5.3	APLICAÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE EM EMPRESAS.....	75
5.4	ANÁLISE COMBINADA DOS RESULTADOS	81
5.5	DISCUSSÃO	84
6	CONCLUSÃO.....	87
6.1	ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA	87
6.2	LIMITAÇÕES DA PESQUISA E OPORTUNIDADES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	87
	REFERÊNCIAS.....	89
	APÊNDICE A – Questionário enviado para os especialistas das empresas...	95
	APÊNDICE B – Matriz de maturidade completa, com submatriz R em verde e a frequência e impacto dos problemas, respondidos pela empresa, e o grau de maturidade da mesma em amarelo	97

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo visa contextualizar a temática abordada no trabalho, justificar a pesquisa e expor seus objetivos, além de trazer a delimitação e a estrutura do mesmo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desafios criados no cenário competitivo global de hoje levaram muitas empresas de manufatura a adotar novos métodos de gerenciamento para melhorar sua eficiência geral e competitividade. O sistema *lean* é uma abordagem comprovada para o sucesso em empresas de manufatura em todo o mundo (NORDIN; DEROS, 2017). A filosofia *Lean* e os princípios do *Lean Thinking* focam na identificação de valor para o cliente, na eliminação de desperdícios e na geração de fluxo de valor (LOOS, 2016; MELTON, 2005; WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

Os benefícios trazidos pela adoção das práticas *Lean* em organizações industriais foram primeiramente documentados na indústria automobilística e já são amplamente conhecidos, como redução de *lead time*, melhorias na gestão do conhecimento, diminuição de estoques, redução de custos e estabelecimento de processos mais robustos, que apresentem menos erros e, como consequência, menor taxa de retrabalho (MELTON, 2005). Contudo, essas práticas não se restringem à produção, podendo ser adequadas para aplicação em outros processos da empresa, como os processos logísticos e além das fronteiras da organização, na sua cadeia de suprimentos.

A gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management* - SCM) engloba atividades estratégicas em direção aos esforços cooperativos para que as empresas alcancem melhores resultados (MENTZER et al., 2001). O foco da abordagem *lean* na cadeia de suprimentos é a redução de custos, eliminando atividades sem valor agregado e usando ferramentas enxutas para ser sustentável e otimizar o abastecimento (ARIF-UZ-ZAMAN; AHSAN, 2014). O principal objetivo de uma cadeia de suprimentos *lean* é criar um sistema simplificado e altamente eficiente que produza produtos acabados no ritmo que os clientes exigem com pouco ou nenhum desperdício (SHAH; WARD, 2003).

Segundo Nimeh et al. (2018), os pesquisadores estão cada vez mais prestando atenção ao conceito de LSCM (*Lean Supply Chain Management* - Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos *Lean*) como uma maneira eficaz de melhorar as operações e eliminar os

desperdícios ao longo de uma cadeia de suprimentos. Para obter melhores resultados, o LCSM deve ser implementado em muitos departamentos da organização, em vez de limitá-lo a um ou dois departamentos. Recomenda-se que a implementação avance através do gerenciamento de operações, logística, transporte, gerenciamento de materiais, distribuição, compras, marketing e tecnologia da informação para atender aos objetivos organizacionais (JASTI; KURRA, 2017). Nesse sentido, conhecer o grau de desenvolvimento, ou maturidade da cadeia de suprimentos onde a empresa está inserida torna-se essencial.

No âmbito empresarial, a maturidade pode ser relacionada com o nível de desenvolvimento de determinada área da organização, baseando-se em parâmetros pré-estabelecidos, sendo esses parâmetros organizados em um processo evolutivo e utilizados para avaliar qual o nível de desenvolvimento da área em questão (FOLLMANN, 2012). Segundo Tarhan et al. (2016), um modelo de maturidade é um modelo conceitual que consiste em uma sequência de níveis discretos de maturidade para uma classe de processos em um ou mais domínios de negócios e representa um caminho evolutivo antecipado, desejado ou típico para esses processos. O principal objetivo de um modelo de maturidade empresarial é descrever o comportamento apresentado por uma empresa em determinada esfera analisada, avaliando o nível de alcance das metas ou dos resultados esperados, além de sua preparação para definir novos desafios de negócios e sua capacidade de se desenvolver (FRASER; MOULTRIE; GREGORY, 2003; RUDNICKA, 2017).

Sendo assim, para usufruir dos benefícios trazidos pela adoção das práticas *lean* na cadeia de suprimentos, faz-se necessário analisar a maturidade da empresa nessa área. Desta forma, pode-se identificar o estado atual da empresa e focalizar seus esforços para se desenvolver na área e apresentar resultados cada vez melhores.

1.2 OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste TCC.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo para mensurar o grau de maturidade de empresas em *Lean Supply Chain Management* (LSCM).

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são listados a seguir:

- I. Definir as práticas e os desperdícios de *lean supply chain* (LSC);
- II. Selecionar práticas e desperdícios mais relevantes, com validação de especialistas;
- III. Criar matriz de relação entre práticas e desperdícios de LSC;
- IV. Aplicar o modelo de maturidade proposto em empresas, para análise dos resultados gerados.

1.3 JUSTIFICATIVA

A percepção de que os princípios do *lean* e suas ferramentas, técnicas, práticas e procedimentos associados poderiam ser aplicados no contexto da cadeia de suprimentos, ou seja, além das fronteiras da produção, é recente (ANAND; KODALI, 2008). A aplicação dessa filosofia já é conhecida por trazer grandes resultados para as empresas que a praticam e, nos últimos anos, foi percebido que, com a sua aplicação nas operações da cadeia de suprimentos, esses ganhos podem ser amplificados.

No entanto, embora amplamente discutida, a integração dos princípios e práticas provenientes do *lean manufacturing* no SCM ainda tem muito a evoluir para que seja possível compreender melhor a adaptação da abordagem *lean* (TORTORELLA; MIORANDO; MARODIN, 2017). Segundo Chen et al. (2017), uma revisão de literatura recente revela que, embora muitos pesquisadores tenham proposto novos *frameworks* para LSCM, houve uma falta de participação de profissionais e, em certa medida, de consultores no campo do desenvolvimento de estruturas *lean* para SCM.

Ao observar a essência da filosofia *lean*, uma das principais maneiras trazidas por ela para gerar resultados positivos para as empresas que a adotam é a visualização de seus problemas e pontos fracos. Esses problemas são sintetizados pelas sete perdas da produção enxuta propostas por Taiichi Ohno (1997), que também podem ser adaptadas ao contexto de LSCM, enfatizando possíveis perdas e desperdícios para serem eliminados. Já com relação aos pontos fracos, para poder visualizá-los e, conseqüentemente, fortalecê-los é necessário observar o comportamento da empresa nos pilares do LSCM, como proposto por Jasti e Kodali (2015).

Uma das formas de visualizar a situação da empresa frente a seus problemas e pontos fracos é por meio de um modelo de maturidade. Os modelos de maturidade oferecem uma linha de base adequada para comparação, definindo níveis de eficiência, capacidade de gerenciamento e medição do ambiente monitorado (HRIBAR RAJTERIČ, 2010).

Para tornar-se mais eficiente nesse processo de visualização, o modelo de maturidade proposto neste trabalho cria uma relação entre os problemas e/ou desperdícios e as práticas presentes nos pilares de LSCM. Além disso, para auxiliar no preenchimento da lacuna citada por Tortorella et al. (2017) e Chen et al. (2017), o desenvolvimento do modelo proposto contou com participação de profissionais e *experts* na área de LSC. Desta forma, o modelo visa ser capaz de enfatizar os pontos de melhoria da empresa por meio da análise da ocorrência de problemas na mesma, possibilitando, assim, focalizar seus esforços para seu desenvolvimento e para a geração de resultados cada vez mais positivos.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho teve como foco o estudo da maturidade na implementação do *lean* na cadeia de suprimentos, área encontrada como lacuna na literatura existente. Para atingir os objetivos de pesquisa delineados no tópico 1.2, foram analisados artigos da aplicação do *lean* na cadeia de suprimentos de diversas áreas da indústria e serviços. Foram analisados também artigos sobre mensuração do grau de maturidade em áreas relacionadas com logística e cadeia de suprimentos. Além disso, vale ressaltar que foram considerados apenas artigos nos idiomas Inglês ou Português, nos quais a autora possui fluência.

Com relação às empresas analisadas neste trabalho, apesar de duas delas apresentarem várias plantas de produção ou filiais, o estudo analisou apenas uma delas, o local no qual o profissional respondente do questionário trabalhava no momento da resposta.

Por fim, tendo em vista os objetivos delineados para o escopo desta pesquisa, é importante ressaltar que o foco foi em práticas e desperdícios de *Lean Supply Chain Management*, não abrangendo possíveis ferramentas ou técnicas aplicáveis à área.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo nesse primeiro apresentados a contextualização, os objetivos, a justificativa e as delimitações do trabalho. O

segundo capítulo traz a fundamentação teórica da pesquisa, obtida por meio de uma revisão bibliográfica e abordando as áreas de Logística, *Supply Chain*, Logística *Lean*, *Lean Supply Chain*, Maturidade Empresarial e Modelos de Maturidade. No capítulo três são abordados os métodos da pesquisa, o que inclui sua caracterização e suas etapas, além do método *Fuzzy Delphi* utilizado em parte do desenvolvimento do trabalho. No quarto capítulo é exposto o modelo de maturidade proposto por esse trabalho, com seu desenvolvimento e suas variáveis. Já o capítulo cinco traz os resultados encontrados com a aplicação dos métodos e do modelo de maturidade proposto, além da aplicação do modelo de maturidade em empresas, expondo e discutindo os resultados encontrados com essa aplicação. Por fim, o sexto e último capítulo traz as considerações finais do trabalho, com as conclusões tiradas de todo seu desenvolvimento, as reflexões sobre o atingimento dos objetivos da pesquisa e as sugestões de oportunidades para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta uma fundamentação teórica sobre os temas de Logística, *Supply Chain*, Logística *Lean*, *Lean Supply Chain*, Maturidade Empresarial e Modelos de Maturidade. Esta fundamentação objetiva expor a teoria relacionada à presente pesquisa e contextualizar o trabalho por meio dos tópicos mais importantes para a condução do mesmo.

2.1 LOGÍSTICA E *SUPPLY CHAIN*

O papel da indústria de manufatura é criar riqueza, agregando valor e vendendo produtos. Um ponto em comum às empresas de manufatura é a necessidade de controlar o fluxo de materiais dos fornecedores, através dos processos de agregação de valor e canais de distribuição, para os clientes. A cadeia de suprimentos é a série de atividades conectadas que se preocupa com o planejamento, coordenação e controle de materiais, peças e produtos acabados dos fornecedores para o cliente. Ela está preocupada com dois fluxos distintos através da organização: material e informação. O escopo da cadeia de suprimentos começa com a fonte de suprimento e termina no ponto de consumo. Estende-se muito além da preocupação com o movimento físico do material e preocupa-se tanto com a gestão de fornecedores, compras, gerenciamento de materiais, gerenciamento de manufatura, planejamento de instalações, atendimento ao cliente e fluxo de informações quanto com transporte e distribuição física (STEVENS; JOHNSON, 2016).

Supply Chain, ou cadeia de suprimentos, é um conceito mais amplo que a logística. Existem diferentes definições para logística, como as ligadas a sua origem militar, mas as mais empregadas são as de dois grandes estudiosos da área de logística. Um deles é Ronald Ballou (2006), que define logística como:

“o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes.”

Já Martin Christopher (2016) define a logística como:

“o processo de gestão estratégica da aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e estoques finais (e os fluxos de informação relacionados) por meio da organização e seus canais de comercialização, de tal forma que as rentabilidades atual e futura sejam maximizadas através da execução de pedidos, visando custo-benefício.”

A cadeia de suprimentos, que engloba a logística, também tem diferentes definições.

Ballou (2006) define cadeia de suprimentos como:

“A cadeia de suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias desde o estágio da matéria-prima (extração) até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de in- formação. Materiais e informações fluem tanto para baixo quanto para cima na cadeia de suprimentos.”

Christopher (2016) define a gestão da cadeia de suprimentos como:

“a gestão de relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes, a fim de entregar ao cliente valor superior ao menor custo para toda a cadeia de suprimentos.”

A Figura 1 demonstra um modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos e as áreas por ele englobado.

Figura 1 - Modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos.



Fonte: Ballou (2006, p.28).

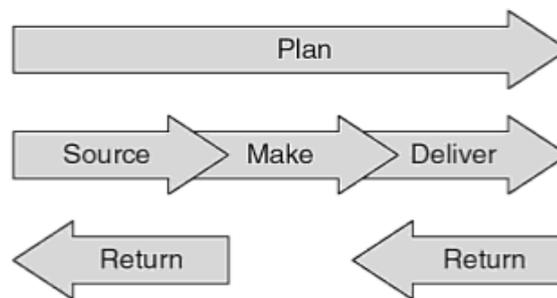
O amplo conceito de cadeia de suprimentos envolve cinco processos de gestão (MYERSON, 2012):

- I. Planejar: equilibrar a oferta e a demanda, com S&OP (*Sales and Operations Planning*) por exemplo, transmitindo as informações ao longo da cadeia de suprimentos.
- II. Abastecer: obtenção de bens de acordo com a demanda. Inclui identificar, selecionar e avaliar o desempenho dos fornecedores, assim como das entregas e recebimentos de materiais.

- III. Produzir: o processo de transformação, pegando a matéria-prima e convertendo-a em produto final.
- IV. Entregar: recursos para mover materiais ao longo da cadeia de suprimentos, dos fornecedores à produção e então aos clientes finais. Inclui gerenciamento de pedidos, armazenagem e frete.
- V. Retornar: o processo de logística reversa para produtos ou materiais que são retornados, incluindo consertos, manutenção e revisão.

A estruturação desses processos pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 - Processos gerenciais da cadeia de suprimentos.



Source: Supply Chain Council (SCC).

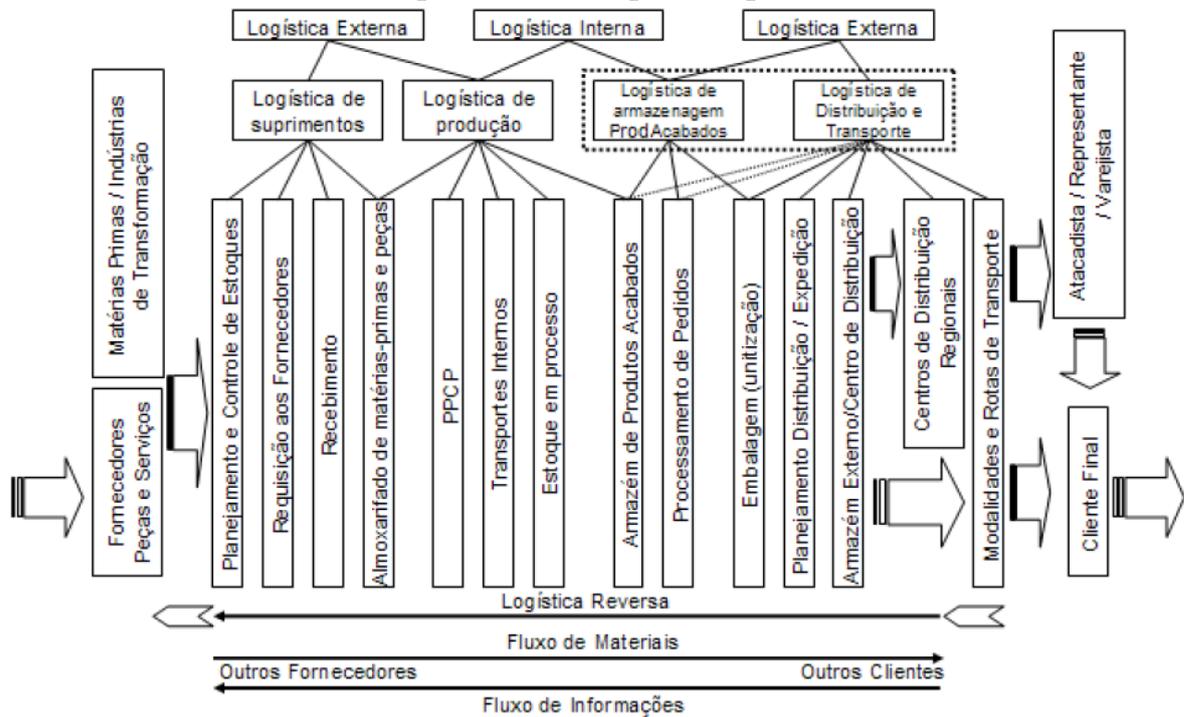
Fonte: Myerson (2012)

A partir dessa visão mais ampla é possível citar áreas com potencial *lean*, como gerenciamento de informação, aquisição, agendamento e controle de fluxo de estoque, operação e infraestrutura de sistemas de transporte, gerenciamento de instalações de distribuição e atendimento ao cliente.

2.1.1 Agregação de valor e a Logística *Lean*

Buscando maior eficiência nos processos logísticos, as empresas devem visar eliminar os desperdícios dos processos, primeiramente identificando o que agrega ou não valor. Sistemas logísticos são de grande abrangência e, por isso, apresentam inúmeras perdas e desperdícios. A Figura 3 mostra uma visão ampla da logística.

Figura 3 - Visão da logística integrada.



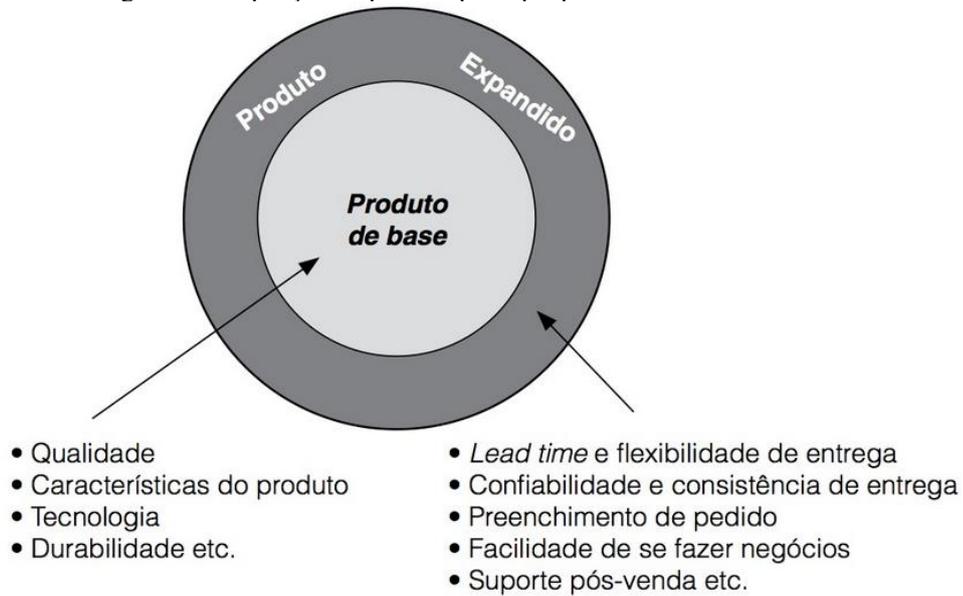
Fonte: Camelo et al. (2010, p.5).

A logística ainda não é vista por muitas empresas como uma oportunidade de agregar valor para a cadeia de suprimentos. Alguns empresários da área do *lean manufacturing* consideram que algumas atividades logísticas não geram valor e são desperdícios que devem ser eliminados. O que ocorre é que na produção *lean* o conceito de valor está muito atrelado ao produto físico. Dessa forma, por não modificar o produto, a logística não agrega valor ao produto em si. Entretanto a logística agrega valor ao cliente através dos serviços.

A adaptação da filosofia enxuta para um sistema logístico visa simplificar seus processos, eliminando os desperdícios e maximizando o valor agregado ao cliente (CAMELO et al., 2010). Portanto pode-se afirmar que a logística agrega sim valor, mas para o cliente e não para o produto em si.

A logística tem influência no atendimento ao cliente, tornando o produto ou serviço disponível para o cliente, ou seja, agregando valor de tempo e lugar. Dessa forma é possível afirmar que empresas que ampliam seu produto com a agregação de valor dos serviços estão em vantagem competitiva com relação a empresas que utilizam apenas as características do produto para competir (CAMELO et al., 2010). Esse conceito é explicitado na Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Ampliação do produto principal pelo atendimento ao cliente.



Fonte: Christopher (2010)

Levando em consideração o conceito do produto expandido, na logística o transporte e a estocagem podem agregar valor de lugar e tempo (CAMELO et al., 2010). Todavia, como os clientes ou consumidores na logística podem ser pessoas físicas ou jurídicas, a especificação de valor nos processos logísticos deve levar em consideração o tipo de cliente ou consumidor. Para pessoas físicas o valor dos processos logísticos pode ser definido através dos seis princípios do consumo enxuto e já para pessoas jurídicas o conceito de valor é embasado nos chamados “Sete Cs” da logística, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Os Sete Cs da logística e os princípios do consumo enxuto.

Valor do ponto de vista do consumidor	
Pessoa Jurídica	Pessoa Física
Produto certo	Solucionar totalmente o problema do cliente
Lugar certo	Não desperdiçar o tempo do cliente
Tempo certo	Oferecer exatamente aquilo que o cliente quer
Condição certa	Oferecer o que o cliente quer exatamente onde ele quer
Quantidade certa	Oferecer o que o cliente quer, onde ele quer e exatamente quando ele quer
Custo certo	Agregar continuamente soluções para reduzir tempo e aborrecimento do cliente
Destinatário certo	

Fonte: Adaptado de Camelo et al.(2010).

Além da identificação do que agrega valor também se faz importante a identificação e eliminação dos desperdícios, ou seja, redução do que não agrega valor. Segundo Camelo et al. (2010), “desperdícios são os elementos dos processos que não agregam valor algum ao produto ou serviço, e que em geral, só adicionam custo e tempo a um processo”. Esse é um ponto muito explorado na abordagem enxuta, pois esta busca atacar os desperdícios, visando eliminá-los ou reduzi-los para aumentar, dessa forma, a participação das atividades agregadoras de valor (CAMELO et al., 2010).

A Logística *Lean* utiliza a adaptação da filosofia *Lean* para os processos logísticos, baseando-se nos conceitos da manufatura enxuta para evitar interrupções ao longo de toda cadeia de suprimentos, desde os fornecedores até o consumidor final (RODRÍGUEZ et al., 2012). É definida, segundo o *Lean Enterprise Institute* (2011), como “um sistema puxado com reposição frequente em pequenos lotes, estabelecido entre cada uma das empresas e plantas ao longo do fluxo de valor”. Esse sistema puxado com reposição *Just in Time*, frequente e nivelada, e em pequenos lotes, é embasado na eliminação de desperdícios e visa trabalhar de forma sincronizada com o consumo real (LOOS, 2016).

A Logística *Lean* objetiva entregar os materiais necessários, quando necessário, na quantidade necessária e convenientemente apresentado, para a produção com a logística *inbound* e para os clientes com a logística *outbound*; e eliminar os desperdícios nos processos logísticos sem causar prejuízos às entregas (BAUDIN, 2005; ROSSI; CUNHA; PACHECO, 2016; SILVA, 2011).

Por outro lado, em sistemas enxutos a logística não é limitada a entrega e transporte de materiais em quantidades menores e com maior frequência. Seu grande foco é no envolvimento de integrantes da cadeia para trabalharem de forma ativa e parceira buscando a perfeição. A abordagem *Lean* na logística não busca apenas assegurar o necessário para dar suporte à produção, mas monitorá-la de perto, ajudar a planejar a produção para regular a taxa de consumo de cada item ao longo do tempo, organizar a logística *inbound* para tornar os tempos de reabastecimento mais previsíveis e auxiliar com respostas rápidas com contramedidas no primeiro sinal de problemas (BAUDIN, 2005).

Outra definição possível para a Logística *Lean*, segundo Rodriguez, Casarin e Ceryno (2010), é: “a habilidade de planejar, gerenciar, controlar e realizar as operações logísticas de forma eficiente e eficaz, buscando a perfeição e eliminação dos desperdícios”.

Também segundo Rodriguez et al. (2010), a construção do conceito de Logística *Lean* se dá em três níveis: gestão e operação, melhoria contínua e visão estratégica, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Representação gráfica da construção do conceito da Logística *Lean*.



Fonte: Rodriguez et al. (2010, p.3).

A logística enxuta é embasada na eliminação de desperdícios por meio da implantação de um sistema puxado com reposição *Just in Time*, frequente e nivelada, e em pequenos lotes, visando trabalhar de forma sincronizada com o consumo real (LOOS, 2016). Na Figura 6, é possível observar os processos básicos da logística enxuta.

Figura 6 - Metodologia da Logística *Lean*.



Fonte: Loos (2016, p. 87).

Por meio destes processos, os custos operacionais podem ser reduzidos e a capacidade produtiva e os recursos mais bem utilizados. Dessa forma é possível aumentar o percentual da quantidade de valor agregado nos produtos e nos serviços (RODRÍGUEZ et al., 2012).

A logística *Lean*, assim como a manufatura *Lean*, pode ser ilustrada como uma casa (KARLIN, 2004). Todas as partes da casa e do sistema são necessários para alcançar todo o potencial das outras partes. Se o alicerce de uma casa for enfraquecido, as paredes irão esmaecer e possivelmente irão desmoronar. Se as paredes se deteriorarem, o telhado cederá. Da mesma forma, se a estabilidade operacional não for praticada em um sistema logístico, será difícil assegurar o fluxo de materiais *just-in-time* e a manutenção dos sistemas de qualidade.

A casa da Logística *Lean* apresenta a estabilidade operacional como seu alicerce, o *just-in-time* e a qualidade como pilares, a cultura da empresa e as pessoas no centro e os desafios e metas no telhado, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 - A casa da Logística *Lean*.



Fonte: Karlin (2004, p.27).

Visando alcançar o ideal proposto na casa da Logística *Lean*, as sete perdas da produção enxuta propostas por Taiichi Ohno (1997) podem ser adaptadas ao contexto da logística enxuta, exemplificando perdas e desperdícios possíveis de serem eliminados, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Desperdícios na produção e na logística enxuta.

7 Perdas na Produção Enxuta	7 Perdas na Logística Enxuta	Descrição de cada perda da logística enxuta
Perdas por superprodução	Superoferta por quantidade	É a quantidade que excede a necessidade do cliente e do estoque na cadeia de suprimentos. Resulta em excesso de estoque.
Perdas por transporte	Superoferta por antecipação	É a quantidade enviada para o cliente em antecipação ao momento do consumo.
Perdas por esperas	Perdas por esperas	Quando um produto espera um recurso para ser processado.
Produtos defeituosos	Perdas por defeitos	São defeitos que resultam em avarias nos produtos ou equipamentos durante um processo logístico.
Perdas por movimentação	Perdas por movimentação	Movimentos inúteis (ex.: procurar por ferramentas) e desnecessários (ex.: mais movimentos que o necessário para realizar uma operação)
Perdas por processamento	Perdas por processamento	São falhas, perdas e desperdícios ao processar os pedidos.
Perdas por estoque	Perdas P (previsão, planejamento, programação, prazo)	Caracterizadas pela variação artificial nas necessidades. Estão ligadas aos quatro Ps: previsão, planejamento, programação e prazo.

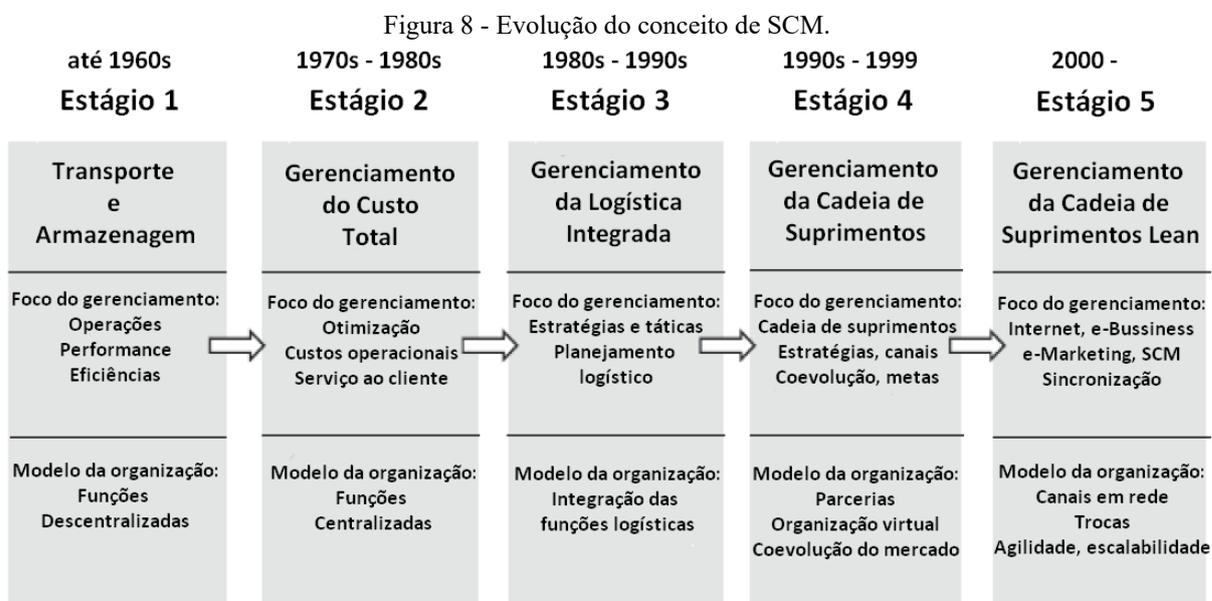
Fonte: Adaptado de Camelo et al.(2010).

A filosofia *lean* tende a trazer grandes resultados para as empresas que a praticam. Esses ganhos podem ser ainda maiores com a sua aplicação nas operações logísticas, visando a eliminação dos desperdícios expostos no Quadro 2.

2.1.2 Lean Supply Chain Management

Somente nos últimos tempos os pesquisadores enfatizaram que a teoria e os princípios do *lean* e suas ferramentas, técnicas, práticas e procedimentos associados podem ser estendidos para além das fronteiras de uma organização, ou seja, para sua cadeia de suprimentos (ANAND; KODALI, 2008). No entanto, o conceito de cadeia de suprimentos enxuta (*Lean Supply Chain* - LSC) foi proposto em 1994, quando os proponentes da manufatura enxuta, Womack e Jones (1994), imaginaram o conceito de "*lean enterprise*".

O conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos evoluiu com isso através dos cinco estágios distintos (DAUD; ZAILANI, 2011). A descrição desses estágios pode ser vista na Figura 8.



Fonte: Daud e Zailani (2011)

Com isso, pode-se observar, segundo Buxton e Jutras (2006), que empresas *Best in Class* na aplicação da filosofia *lean* nas suas cadeias de suprimentos apoiam-se em ações como:

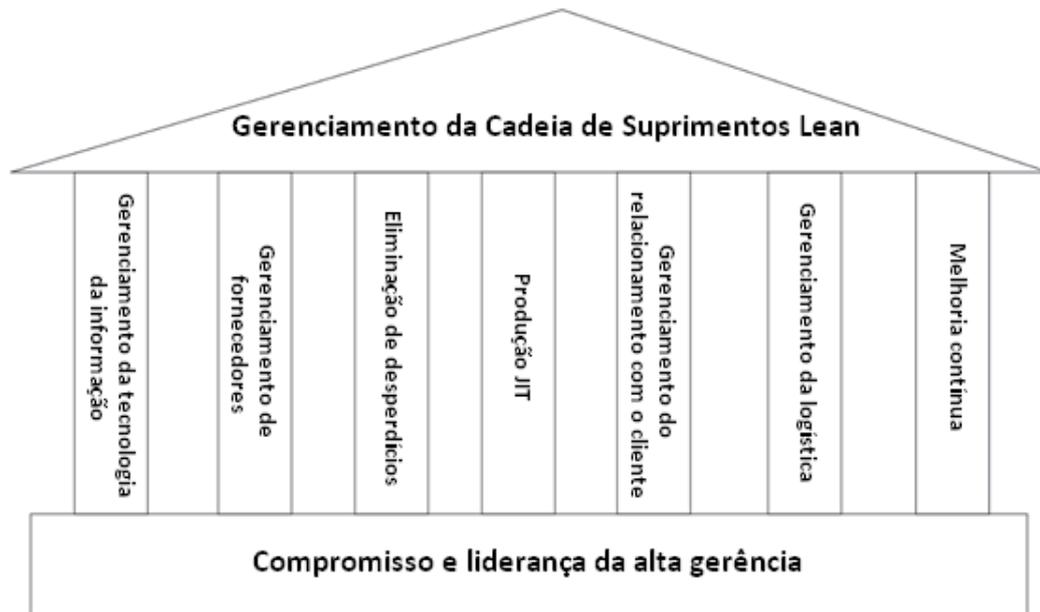
- Foco nas atividades de agregação de valor ao cliente ao longo da cadeia de suprimentos;
- Redução dos custos de fabricação e da cadeia de suprimentos que não agregam valor;
- Reduzir o estoque e os ativos necessários para produzir e entregar produtos;
- Melhorar a flexibilidade da fabricação e da cadeia de suprimentos;
- Implementar cultura e métodos de melhoria contínua ao longo da cadeia de suprimentos;
- Reduzir tanto os custos de administração da fabricação e da cadeia de suprimentos quanto os custos indiretos;
- Processos de fabricação e da cadeia de suprimentos baseados na demanda do cliente.

Com essas ações, as empresas visam melhorar seus processos, estabelecer um sistema de “puxar” materiais, reduzir os desperdícios na cadeia, ampliar e/ou estabelecer a integração e melhorar a qualidade de informação.

2.1.2.1 Práticas Lean SC

Jasti e Kodali (2015) identificaram cerca de 129 elementos/práticas únicas de LSCM, as quais foram filtradas e passaram a ser 82 com a ajuda de especialistas. Essas práticas foram divididas em oito pilares da implementação de LSCM: gerenciamento de tecnologia da informação, gerenciamento de fornecedores, eliminação de desperdícios, produção *just-in-time* (JIT), gerenciamento de relacionamento com clientes, gerenciamento de logística, compromisso da alta administração e melhoria contínua. A estruturação desses pilares pode ser vista na Figura 9.

Figura 9 - Estrutura conceitual de LSC.



Fonte: Jasti e Kodali (2015).

Além disso, Tortorella et al. (2018), por meio de extensa revisão de literatura, compilaram 27 práticas que fornecem uma visão representativa das principais práticas adotadas em LSCM. O Quadro 3 lista as principais práticas LSCM mais citadas na literatura estudada por Tortorella et al. (2018), com uma breve descrição de cada uma e sua classificação entre os oito pilares propostos por Jasti e Kodali (2015).

Quadro 3 - Práticas de LSCM.

Pilares de LSCM	Práticas LSCM		Descrição
Produção JIT (<i>Just in time</i>)	BP1	<i>Kanban</i> ou Sistema puxado	<i>Kanban</i> é um dispositivo de sinalização que fornece autorização e instruções para a produção ou retirada (transporte) de itens em um sistema

Pilares de LSCM	Práticas LSCM		Descrição
			puxado (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2011).
	BP2	Planejamento nivelado ou <i>heijunka</i>	Nivelamento da liberação dos <i>Kanbans</i> de produção, a fim de atingir um fluxo de produção uniforme em todos os tipos possíveis de produtos; reduzindo o efeito chicote (MATZKA; DI MASCOLO; FURMANS, 2012).
	BP3	Reabastecimento eficiente e contínuo	Permite a criação de um fluxo de materiais contínuo e a produção JIT, sem estoques intermediários.
	BP4	Entregas em lotes pequenos	Estratégia de entregas em lotes pequenos e com maior frequência, visando a manutenção do fluxo de produção sem a necessidade de estoques intermediários
Gerenciamento do relacionamento com o cliente	BP5	Estreita relação entre cliente, fornecedores e demais envolvidos	Cadeia de suprimentos colaborativa, com boa relação entre os elos.
	BP6	Previsão a longo prazo das demandas dos clientes	Previsões precisas para coordenação da produção com a demanda para evitar problemas como o efeito chicote.
Melhoria Contínua	BP7	Avaliação de feedback duplo	Troca de avaliações de feedbacks entre os elos da cadeia de suprimentos.
	BP8	Mapeamento do fluxo de valor	Um diagrama simples de cada etapa envolvida nos fluxos de material e informações necessários para levar um produto do pedido à entrega.
	BP9	Desenvolvimento de KPIs da cadeia de suprimentos	Utilização de KPIs (<i>Key Performance Indicator</i> ou Indicadores-Chave de Desempenho) para acompanhamento e controle dos processos da cadeia de suprimentos, tornando os problemas mais visíveis.
Compromisso e liderança da alta gerência	BP10	Equipe de gerenciamento da cadeia de valor	Ter uma equipe voltada para a análise do valor para o cliente e da cadeia de valor da empresa.
	BP11	Metodologia ganha-ganha para solução de problemas	A abordagem é determinada para maximizar os benefícios de ambos os lados (CARBONARA; COSTANTINO; PELLEGRINO, 2014)

Pilares de LSCM	Práticas LSCM		Descrição
	BP12	Mente aberta e em pesquisa de mercado aprofundada	Entendimento conjunto dos requisitos do usuário final, para que todos os envolvidos possam trabalhar no sentido de fornecer valor ao cliente (TORTORELLA; MIORANDO; MARODIN, 2017).
	BP13	Negociação aberta	O fornecedor assume o risco do cliente por meio de uma integração mais próxima com os sistemas e processos do cliente (LAMMING et al., 2005).
	BP14	<i>Hoshin Kanri</i>	Termo japonês para implantação da estratégia, quando uma organização inicia uma conversão enxuta (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2011).
Gerenciamento de Fornecedores	BP15	<i>Keiretsu</i>	Um termo usado para descrever consórcios de negócios japoneses que dependem de cooperação, coordenação e propriedade e controle conjuntos para posicionar competitivamente empresas e indústrias (ELLRAM; COOPER, 1993).
	BP16	<i>Kyoryokukai</i>	Termo japonês para "círculo cooperativo" ou associação de fornecedores, que representa um mecanismo de desenvolvimento de fornecedores (HINES, 1995).
	BP17	Estratégia de intervenção	Estratégias de intervenção afetam os processos importantes de seleção e comunicação de fornecedores (JOHNSEN, 2011)
	BP18	Estratégia de cascadeamento	A imposição de iniciativas e requisitos de desempenho do cliente para o fornecedor e, portanto, para os subfornecedores (JOHNSEN; FORD, 2007).
	BP19	Acordo mútuo a longo prazo	Estratégia de relacionamento mais próximo com fornecedores por meio de acordos de longo prazo.
Gerenciamento da Logística	BP20	Sistemas de manuseio de materiais	Movimentação dos materiais necessários ao processo de produção dentro de uma instalação.
	BP21	Transporte de distribuição	Utilização de estratégias eficientes de transporte, como <i>milk run</i> ou entrega em circuito (JASTI; KODALI, 2015).

Pilares de LSCM	Práticas LSCM		Descrição
	BP22	Estabelecimento de centros de distribuição	Utilização de centros de distribuição para maior controle dos processos logísticos, possibilitando uma estrutura avançada de planejamento para atendimento da demanda, elevando a qualidade e o nível de serviço, além de facilitar o uso de estratégias como <i>postponement</i> .
	BP23	Estoque em consignação	Nessa estratégia o fornecedor seria o proprietário do inventário mantido no armazém do cliente até ser consumido. O cliente puxaria qualquer material que fosse necessário e, após cada ciclo de produção, o fornecedor reabasteceria até um nível básico previamente acordado (CORBETT, 2001).
Eliminação de desperdícios	BP24	Procedimentos de trabalho padronizados para garantir a qualidade	Estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada operador ou máquina em um processo de produção.
	BP25	Design funcional de embalagem	Desenvolvimento e uso de embalagens funcionais para evitar desperdícios e interrupções no fluxo produtivo.
Gerenciamento da Tecnologia da Informação	BP26	Agendamento da entrada de veículo	Uso de sistemas para garantir o agendamento da entrada de veículos, evitando esperas desnecessárias.
	BP27	Sistema integrado de tecnologia da informação	Sistemas compatíveis entre os elos da cadeia de suprimentos, além do uso de EDI (<i>Electronic Data Interchange</i>).

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os princípios básicos de *Lean Manufacturing* (LM), propostos por Womack e Jones (1990) ao descrever o conceito de "empresa enxuta", foram adaptados e aplicados aos processos da cadeia de suprimentos. Para entender como a *Lean Supply Chain* (LSC) difere de LM, para essa adaptação, foram necessárias várias modificações (como o uso de TI para suportar os diferentes processos da *Supply Chain* (SC), desenvolvendo relacionamentos entre *stakeholders* externos como fornecedores, transportadores, distribuidores, etc.). Isso se deve ao fato da fabricação envolver predominantemente o fluxo de materiais interligado com menor quantidade de informação, dentro do limite da organização, enquanto a SC envolve o fluxo de materiais, informações e capital além dos limites da organização (ANAND; KODALI, 2008).

A implementação do *lean* na cadeia de suprimentos está bastante vinculada ao compartilhamento de informações e criação de fluxos. Segundo Anand e Kodali (2008), elementos baseados em TI desempenham um papel importante nisso, podendo auxiliar na eliminação de desperdícios na cadeia de suprimentos, pois muitos desses desperdícios são causados devido ao fluxo inadequado de informações ou a dificuldade em compartilhar informações entre os diferentes estágios da SC.

2.1.2.2 Desperdícios na Cadeia de Suprimentos

A filosofia *lean* tende a trazer grandes resultados para as empresas que a praticam. Esses ganhos podem ser ainda maiores com a sua aplicação nas operações da cadeia de suprimentos. As sete perdas da produção enxuta propostas por Taiichi Ohno (1997) também podem ser adaptadas ao contexto da cadeia de suprimentos enxuta, exemplificando perdas e desperdícios possíveis de serem eliminados. Os desperdícios do *lean* foram adaptados por Anand e Kodali (2008), conforme o Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - A taxonomia dos desperdícios da cadeia de suprimentos com base nos sete desperdícios da manufatura enxuta.

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC
Superprodução ou produção antecipada	Produzir mais do que é demandado pela próxima etapa de clientes na SC
	Ter muitas variedades e modelos de produtos, que podem não ter a demanda adequada
	Transportar mais do que o exigido pelo cliente (excesso) na SC
	Ter vários fornecedores para produzir a mesma peça/componente
	O desenvolvimento redundante de peças, como a reutilização de projetos, não é praticado, resultando no desenvolvimento de múltiplas peças e, conseqüentemente, no uso de múltiplos fornecedores.
Transporte ou movimentação	Uma SC longa e de vários estágios envolvendo muitos stakeholders
	Tomar uma rota indireta de um destino para outro
	Fazer viagens frequentes de entrega do fornecedor final e do distribuidor / varejista
	Ter vários subcontratantes para uma determinada peça, resultando em múltiplos movimentos
	Envio de informações erradas para fornecedores, distribuidores, varejistas
Inventário desnecessário	Criar várias ordens de compra, armazenar documentos desatualizados e desnecessários, etc.
	Armazenar mais do que o exigido pelo cliente em várias etapas do SC

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC
	Ter uma quantidade grande de SKUs com componentes/designs desnecessários e obsoletos
	Comprar em grandes quantidades devido à distância ou à singularidade das peças / componentes
	A falta de uso de peças padrão ou a falta de comunalidade para várias variantes de produtos
	Amplificação de demanda devido à falta de sincronização de demanda e atividades
Espera ou atrasos	Espera pela chegada de caminhões
	Espera por matérias-primas de fornecedores ou pela entrega de produtos de fabricantes, distribuidores ou varejistas
	Fornecedores aguardando instruções sobre embarque / produção
	Atraso no transporte devido a fenômenos naturais como greves, clima, etc.
	Fornecedores aguardando pagamento dos fabricantes, enquanto os fabricantes esperam pelo pagamento de distribuidores, varejistas, clientes
Processamento inadequado	Esforço em série desnecessário devido ao fornecimento de um produto / peça errado ao cliente
	Entrada de pedido do cliente ou pedido de compra processado incorretamente
	Verificação/contagem desnecessária, inspeção de produtos no envio do fabricante, bem como no recebimento do distribuidor/revendedor
	Desmantelamento desnecessário de produtos ou embalagem antes da expedição
	Ter entradas computadorizadas e manuais sobre transações feitas em várias etapas da SC
	Excesso de especificações/tolerância ou detalhes demais fornecidos de uma parte para o fornecedor
	A informação de demanda passada de um estágio para outro na SC é frequentemente fornecida em um formato ruim, criando um retrabalho para os destinatários
Movimento desnecessário	Muitas viagens ou movimentos devido à mudança de prioridades ou requisitos
	Layout inadequado nos armazéns em várias etapas da SC, resultando em mais movimentos de trabalhadores
	Uma estrutura hierárquica para os tomadores de decisão na SC que estão localizados em vários locais, resultando no movimento desnecessário de informações
Defeitos	Fazer uma remessa errada para um cliente, varejista ou distribuidor
	Fornecedores enviam muitas peças defeituosas ao fabricante e o fabricante envia um lote de produtos com defeitos
	Erros cometidos no pedido de compra do fabricante enviado ao fornecedor e erros cometidos pelos varejistas ou distribuidores na entrada do pedido

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC
	Informações erradas ou exageradas comunicadas entre o fabricante e o fornecedor, o fabricante e o distribuidor e vice-versa
	Entrega atrasada de peças / produtos para os clientes imediatos da SC
	Remessa de quantidade excessiva ou quantidade insuficiente de lotes por fornecedores, fabricantes, distribuidores
	Devolução de mercadorias pelos clientes por várias razões, como o produto não funciona corretamente, um produto ou peça danificada devido ao transporte, etc.
	Previsões de demanda incorretas ou imprecisas ou vários tipos de previsões usadas em diferentes estágios da SC

Fonte: Anand e Kodali (2008).

Com relação a estes desperdícios, Anand e Kodali (2008) ressaltam a importância do fluxo correto de informações, uma vez que desperdícios relacionados a informação são muito críticos para qualquer SC, como é evidente pelo efeito chicote, que é causado pela distorção da informação. Segundo os autores, a maioria dos desperdícios identificados no Quadro 4 também é causada pelo fluxo inadequado de informações.

2.2 MATURIDADE EMPRESARIAL

Em geral, o termo maturidade refere-se a um estado de ser completo, perfeito ou pronto e implica algum progresso no desenvolvimento de um sistema. Por conseguinte, os sistemas de maturação (por exemplo, biológica, organizacional ou tecnológica) aumentam suas capacidades ao longo do tempo sobre a realização de algum estado futuro desejável (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016)

A aplicabilidade do conceito de maturidade a uma organização refere-se ao estado em que a instituição ou determinada área se encontra em perfeitas condições para alcançar seus objetivos (BOUER; CARVALHO, 2006). Entrando no âmbito empresarial, organizações maduras são aquelas que se destacam entre outras, desfrutam de uma boa reputação entre seus clientes, gerenciam suas finanças eficientemente, buscam o desenvolvimento contínuo enquanto buscam soluções inovadoras, técnicas, organizacionais e gerenciais (STACHOWIAK; OLEŚKÓW-SZŁAPKA, 2018). Segundo a ISO (2009) maturidade organizacional também é caracterizada por:

- capacidade de planejar a longo prazo, monitorizando e respondendo a mudanças no ambiente;
- capacidade de identificar as partes interessadas, identificar as necessidades das partes interessadas e informá-las sobre os planos e ações da organização;
- capacidade de utilizar métodos modernos de avaliação e uma forma sustentável de satisfazer as necessidades das partes interessadas;
- correção na construção de relacionamentos duradouros e favoráveis com fornecedores e parceiros;
- capacidade de identificar, avaliar e minimizar os riscos associados à tomada de decisões estratégicas;
- capacidade de avaliar regularmente o cumprimento dos planos e procedimentos adotados para implementar efetivamente ações corretivas e preventivas;
- foco no desenvolvimento contínuo da organização através da melhoria contínua das competências dos funcionários, aprendizado contínuo e melhoria do *know-how*.

No que diz respeito às organizações, a maturidade deve ser entendida como alcançar o desenvolvimento completo com a possibilidade de alcançar a excelência. No entanto, deve-se ter em mente que atingir um certo nível de maturidade não equivale a alcançar a excelência, porque a excelência exige melhoria contínua. A análise e avaliação da maturidade organizacional é essencial em busca da excelência. A maturidade organizacional é o resultado da maturidade dos processos de negócios, resultante das atividades da organização e da maturidade das equipes que executam esses processos (STACHOWIAK; OLEŚKÓW-SZŁAPKA, 2018).

Dessa forma, a maturidade organizacional é definida como a medida em que uma organização implementou, de forma explícita e consistente, práticas ou processos documentados, gerenciados, medidos, controlados e continuamente aprimorados. A maturidade do processo organizacional pode ser medida por meio de uma avaliação de processo (CURTIS; HEFLEY; MILLER, 2002).

2.2.1 Conceitos e Ferramentas de Modelos de Maturidade

No âmbito empresarial, a maturidade está relacionada com o nível de desenvolvimento de determinada área da organização de acordo com parâmetros pré-estabelecidos, sendo esses parâmetros organizados em um processo evolutivo e utilizados para avaliar qual o nível de

desenvolvimento da área em questão (FOLLMANN, 2012). O principal objetivo de um modelo de maturidade empresarial é descrever “em poucas frases o comportamento apresentado por uma empresa e um número de níveis de maturidade para cada um dos diversos aspectos da área em estudo” (FRASER; MOULTRIE; GREGORY, 2003).

Os modelos de maturidade organizacionais podem ser tipicamente caracterizados por seus níveis, dimensões, respondentes e propósito (BATENBURG; NEPPELENBROEK; SHAHIM, 2014). Segundo Batenburg (2014), o critério "níveis" é usado para verificar se um modelo apresenta um número razoável de níveis de maturidade. Normalmente, o número de níveis varia entre quatro e seis. Com relação às “dimensões”, estas referem-se às áreas usadas para estruturar o campo de interesse, às vezes chamado de áreas de processo-chave. Uma dimensão pode ser especificada por atividades, características comuns e medidas para cada nível de maturidade. As dimensões podem ser unidimensionais, multidimensionais e hierárquicas. A vantagem de estruturas multidimensionais e hierárquicas é a possibilidade de separar avaliações de maturidade (BATENBURG; NEPPELENBROEK; SHAHIM, 2014).

Os modelos também divergem de acordo com o propósito ao qual se direcionam:

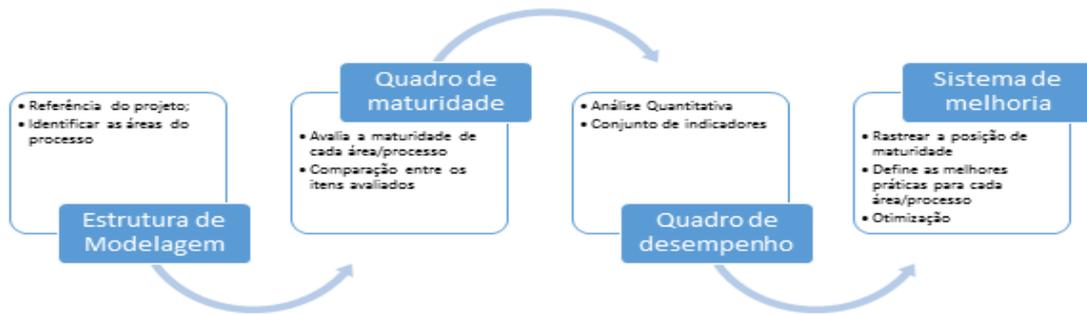
- Descritivo: usado como ferramenta de diagnóstico (MAIER; MOULTRIE, 2009);
- Prescritivo: indica como identificar níveis de maturidade desejados e prevê diretrizes ou medidas de melhoria (BECKER; KNACKSTEDT; PÖPPELBUSS, 2009);
- Comparativo: deve ser aplicado em uma ampla gama de organizações para obter-se dados suficientes que viabilizem comparação válida (BRUIN et al., 2005).

Reefke, Sundaram e Ahmed (2010) comentam sobre um modelo que apresenta cinco camadas para a maturidade. O primeiro nível representa a parte caótica que depende dos indivíduos. O nível dois adere a parte gerencial dos processos e na terceira camada padrões bem documentados. O próximo estágio aborda as medidas de desempenho e o quinto e último degrau aponta a maturidade da organização em um processo de melhoria contínua.

2.2.2 Maturidade na Logística e *Supply Chain*

A aplicabilidade de um modelo de maturidade na área de logística (*Logistics Maturity Model* - LMM) possui como objetivo os processos para planejar, gerenciar e verificar o fluxo de matérias-primas, produtos acabados e os seus fluxos de informação a partir da origem até o ponto de consumo (BATTISTA; SCHIRALDI, 2013). A aplicação de um modelo de maturidade na logística baseia-se em quatro pilares sendo eles representados pela Figura 10.

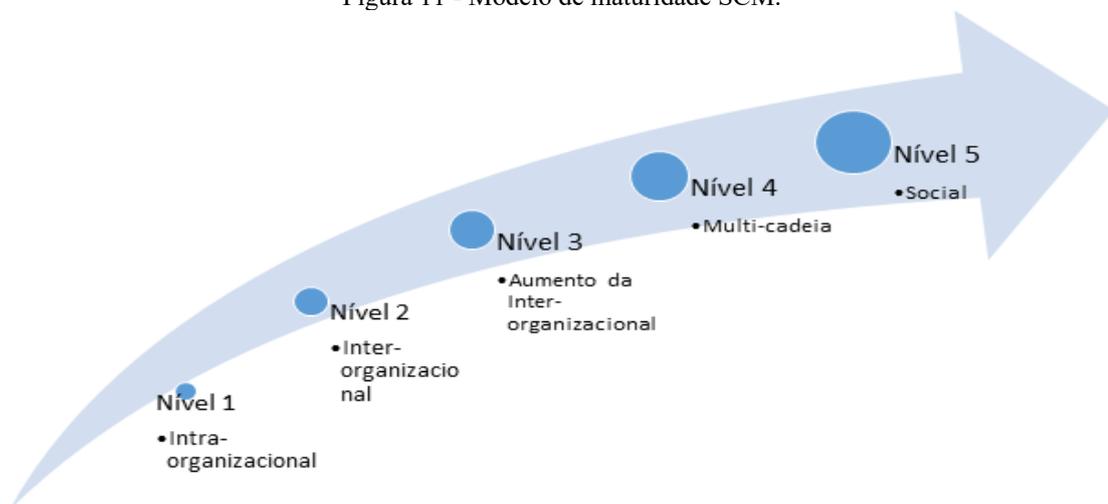
Figura 10 - Pilares da maturidade em logística.



Fonte: Adaptado de Battista e Schiraldi (2013)

Ampliando a visão da logística para toda a *supply chain*, área foco do estudo do presente trabalho, uma sugestão de aplicação de um modelo de maturidade no gerenciamento da SC está descrita na Figura 11.

Figura 11 - Modelo de maturidade SCM.



Fonte: Adaptado de Estampe et. al. (2013)

No nível primeiro, abordagem é transversal com interações fortes entre diferentes funções com objetivo voltado para a própria organização. No nível dois aparecem as parcerias limitadas aos fornecedores e principais clientes, iniciando a implementação de ferramentas de monitoramento de desempenho. O próximo nível aborda um aprofundamento das parcerias, riscos e lucros compartilhados e a visão global da criação de valor. O quarto nível, por sua vez, compartilha os lucros e recursos em cadeia. Por fim, o último nível apresenta a maturidade na

cadeia de suprimentos que é a integração social com desempenho em cadeia e visão global das partes interessadas de forma alinhada para a criação de um valor global.

O Quadro 5 apresenta uma compilação de trabalhos anteriores que investigaram o uso de modelos de maturidade ou ferramentas similares na área de *supply chain*.

Quadro 5 - Pesquisas anteriores em Modelos de Maturidade e supply chain.

Autores e ano	Área	Tipo de modelo	Propósito do modelo (natureza)	Níveis de classificação	Dimensões (escopo ou abrangência)	Contribuição/Highlights	Journal/Congresso de publicação
Supply Chain Council (1996) SCOR (<i>Supply Chain Operations Reference</i>)	Cadeia de Suprimento	Quantitativo	Prescritiva	4 níveis	Multidimensional (hierárquica)	<ul style="list-style-type: none"> • O modelo relaciona-se com a capacidade das empresas de gerenciar a extensão total de uma cadeia de suprimentos. 	-
Archie Lockamy III e Kevin McCormack (2004)	Cadeia de Suprimentos	Quantitativo	Prescritiva	5 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de maturidade na Cadeia de Suprimentos; • Indica que o desempenho de processos está relacionado ao modelo. 	“Supply Chain Management: An International Journal”
Butner – IBM (2005)	Cadeia de Suprimento	Estudo de caso e qualitativo	Prescritiva	5 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • O modelo baseia-se em três pilares: gerenciamento de pedidos do cliente, produção e logística. 	-

Autores e ano	Área	Tipo de modelo	Propósito do modelo (natureza)	Níveis de classificação	Dimensões (escopo ou abrangência)	Contribuição/Highlights	Journal/Congresso de publicação
Kevin McCormack; Marcelo Bronzo Ladeira e Marcos Paulo Valadares de Oliveira (2008)	Cadeia de Suprimentos	Quantitativo	Comparativa	5 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Medição e o desempenho de sistemas, sob a forma de modelos de maturidade desenvolvidos pela perspectiva inovadora de <i>Performance measurement systems</i>. 	“Supply Chain Management: An International Journal”
Lahti, A.H.M. Shamsuzoha e P. Helo (2009)	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	Qualitativo	Descritiva	4 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • O modelo fornece um quadro para avaliar a localização da empresa e como pode progredir para níveis mais avançados de maturidade; • Permite uma determinação do estado de maturidade em diferentes áreas e práticas da cadeia de suprimentos. 	“International Journal Of Logistics Systems And Management”
Heriberto Garcia Reyes e Ronald Giachetti (2010)	Cadeia de Suprimento	Qualitativo e estudo de caso	Prescritiva	5 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Teste piloto do modelo; • Organiza as melhores práticas e conhecimentos do SCM identificados e priorizados de um painel de especialistas no México. 	“Supply Chain Management: An International Journal”

Autores e ano	Área	Tipo de modelo	Propósito do modelo (natureza)	Níveis de classificação	Dimensões (escopo ou abrangência)	Contribuições/Highlights	Journal/Congresso de publicação
Lennart Söderberg e Lars Bengtsson (2010)	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	Estudo de caso	Autores não propõem ou avaliam um modelo específico, mas sim avaliam hipóteses sobre alto desempenho em modelos e performance	5 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Conjunto bastante escasso de estudos sobre a relação entre a gestão da cadeia nas áreas de maturidade e desempenho; • Foco em pequenas e médias empresas. 	“Operations Management Research”
Xianhai Meng, Ming Sun e Martyn Jones (2011)	Cadeia de Suprimentos	Qualitativo	Descritiva	4 níveis	Multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Define os requisitos específicos para os diferentes níveis de maturidade; • Define quatro níveis de maturidade, oito critérios de avaliação e 24 subcritérios. 	“Journal of Management in Engineering”

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

É importante mencionar que o Quadro 5 não visa trazer uma lista exaustiva de todos os modelos de maturidade em *supply chain* já trabalhados anteriormente, mas sim um panorama inicial do tema explorado durante a pesquisa.

3 MÉTODOS DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os métodos deste trabalho, englobado a caracterização e as etapas da pesquisa, além do método *Fuzzy Delphi* utilizado em parte do desenvolvimento do trabalho, conforme mostrado nos próximos itens.

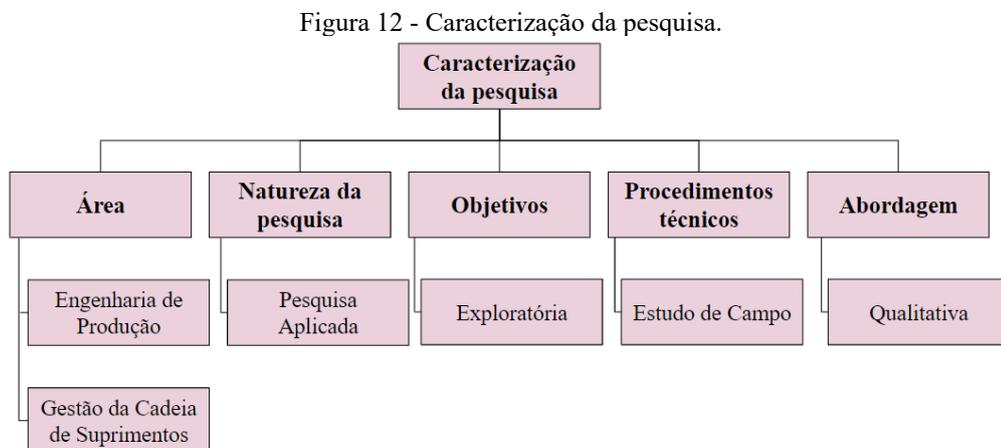
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho se enquadra dentro da área de Engenharia de Produção, na subárea de Gestão da Cadeia de Suprimentos. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de campo, visto que busca fornecer resultados aprofundados com relação às questões propostas (GIL, 2008).

O trabalho apresenta como objetivo ser uma pesquisa exploratória, pois tem como finalidade desenvolver e esclarecer conceitos e hipóteses pesquisáveis. Segundo Gil (2008), esse tipo de pesquisa é desenvolvido visando proporcionar uma visão geral sobre determinado fato, especialmente quando o tema é pouco explorado.

Já a natureza da pesquisa, é considerada como aplicada por ter interesse na aplicação e nas consequências práticas dos conhecimentos (GIL, 2008). A abordagem do trabalho é classificada como qualitativa, uma vez que o foco é obter informações sobre a visão dos indivíduos e interpretar o contexto em que o problema abordado acontece (CAUCHICK MIGUEL, 2011).

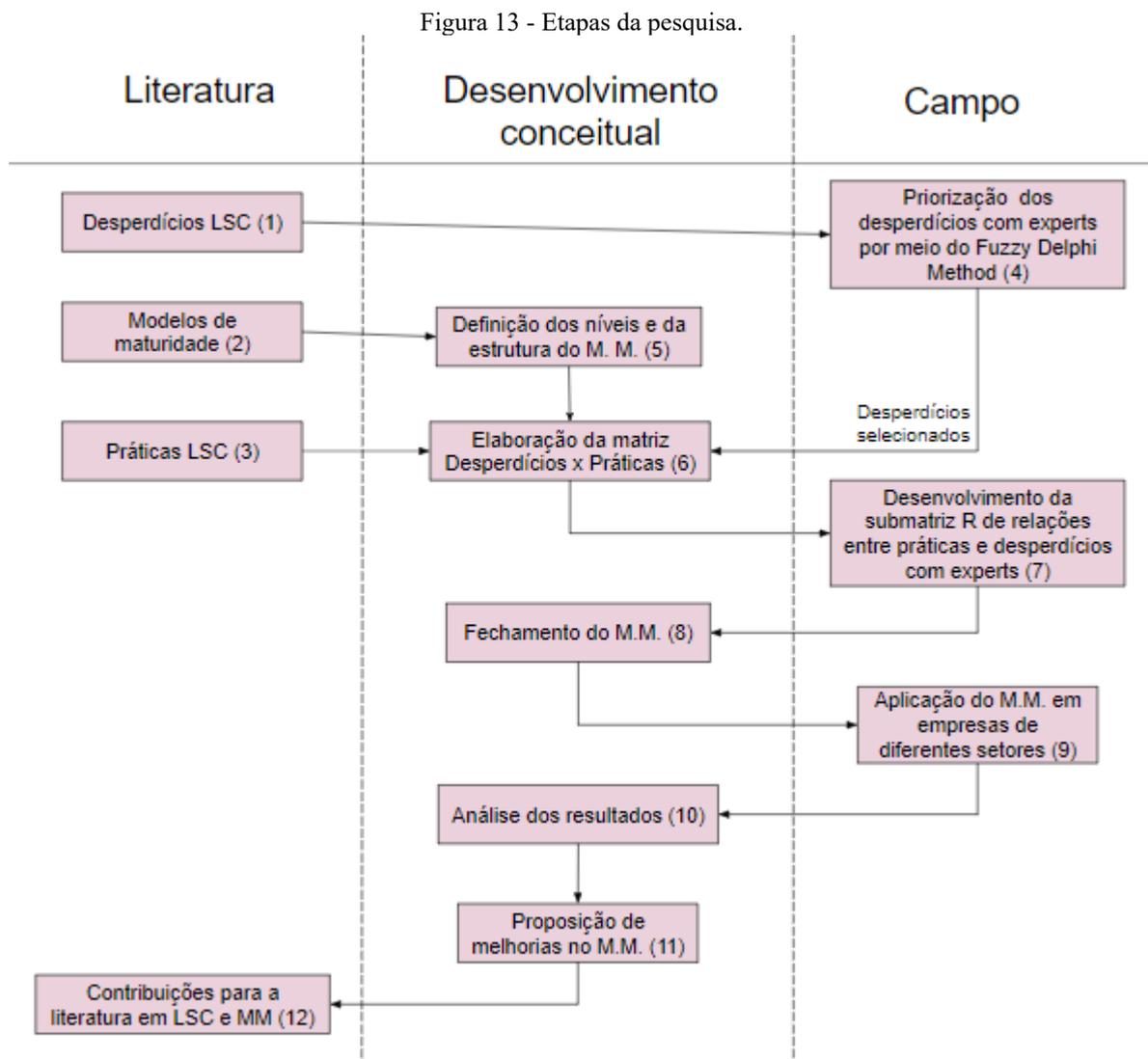
A figura 12 traz um resumo da caracterização metodológica da pesquisa.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

As etapas englobadas no desenvolvimento deste trabalho podem ser vistas na Figura 13 a seguir.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Inicialmente, visando aprofundar os conhecimentos na área e embasar o presente trabalho, foi feita uma revisão de literatura nas áreas de Modelos de Maturidade e LSC, com foco em suas práticas e desperdícios, conforme etapas 1, 2 e 3. Por meio destas, foi levantada uma lista de práticas de LSC já consolidadas na literatura e uma lista de desperdícios em LSC. Essa lista de desperdícios passou, então, pela etapa 4, uma priorização feita por meio do *Fuzzy Delphi Method* (ver item 3.3 na sequência) com nove especialistas na área que ranquearam os

desperdícios propostos por Anand e Kodali (2008). A lista inicialmente proposta pelos referidos autores foi resumida de 41 desperdícios para 21 elementos, a fim de reduzir a dificuldade de implementação da ferramenta de mensuração de maturidade (evitar fadiga dos respondentes por exemplo), mas ainda assim, sem perder a abrangência da lista proposta inicialmente.

Após isso, seguiu-se para a proposição do modelo de maturidade em LSCM, iniciando-se pela etapa 5, ou seja, a definição dos níveis e da estrutura do modelo de maturidade, e seguindo para a etapa 6, com a elaboração da matriz de “Desperdícios x Práticas”, utilizando a lista de desperdícios priorizados na etapa 4 e as práticas consolidadas pela literatura. Dentro da matriz proposta, apresenta-se a submatriz R que relaciona as práticas e desperdícios, na qual as relações foram desenvolvidas junto a especialistas durante a etapa 7. Com isso foi possível fazer o fechamento do modelo de maturidade na etapa 8. Partindo para a etapa 9, o modelo fechado foi aplicado em três empresas de diferentes setores.

Posteriormente, na etapa 10, foi feita a análise dos resultados da aplicação do modelo de maturidade nas empresas, sendo possível, após isso, propor melhorias no mesmo conforme a etapa 11. Finalizou-se o desenvolvimento do trabalho com a etapa 12, ou seja, com contribuições para a literatura nas áreas de LSC e modelos de maturidade. O método *Fuzzy Delphi* é melhor explicado na sequência, enquanto a dinâmica do Modelo de Maturidade proposto está disposta no item 4 deste trabalho.

3.3 FUZZY DELPHI METHOD

Uma das técnicas de tomada de decisão mais comumente usadas é o método *Delphi* (CHENG; LIN, 2002). Foi desenvolvido na década de 1960 pela Rand Corporation em Santa Monica, Califórnia, EUA. O nome vem dos antigos oráculos gregos de *Delfos* que eram famosos por prever o futuro. Esta técnica tenta desenvolver conclusões através de "consenso de grupo". A abordagem do método *Delphi* usa um painel de especialistas que não se encontram. Os indivíduos normalmente enviam suas respostas e o método é baseado em uma abordagem iterativa, que envolve duas ou três rodadas de iterações. No primeiro turno, todos os indivíduos recebem uma série de perguntas e os resultados são reunidos. Esses resultados agregados são devolvidos a cada membro do painel para o segundo turno. Em seguida, é perguntado se desejam alterar suas respostas. Este processo continua até que nenhuma mudança individual ocorra ou que um nível de concordância geral seja atingido.

Todavia, apesar de suas vantagens, o tradicional método *Delphi* pode sofrer com opiniões de especialistas de baixa convergência, alto custo de execução com várias rodadas e a possibilidade de que os organizadores das respostas possam filtrar opiniões específicas de especialistas (KUO; CHEN, 2008). Isso se deve ao fato de que frequentemente os problemas de tomada de decisão no mundo real são mal definidos, ou seja, seus objetivos e parâmetros não são precisamente conhecidos. Dessa forma a aplicação da teoria dos conjuntos *fuzzy* em problemas de tomada de decisão no mundo real tem apresentado resultados muito bons. Sua principal característica é que ele fornece uma estrutura mais flexível, onde é possível corrigir satisfatoriamente muitos dos obstáculos devido à falta de precisão (CHENG; LIN, 2002).

Os métodos de tomada de decisões de vários critérios difusos (*fuzzy multiple criteria decision-making*) foram desenvolvidos devido à imprecisão na avaliação da importância relativa dos critérios e das classificações de desempenho de técnicas alternativas. A imprecisão pode surgir de uma variedade de razões: informação inquantificável, informação incompleta, informação inatingível e ignorância parcial. Para resolver esta dificuldade, a teoria dos conjuntos *fuzzy* pode ser adotada para o processo de tomada de decisão (YANG; HSIEH, 2009).

A *Fuzzy Set Theory* proposta por Zadeh em 1965 é uma ferramenta útil para lidar com a imprecisão dos julgamentos subjetivos do ser humano (VAFADARNIKJOO et al., 2018). Um conjunto *fuzzy* contém elementos que possuem vários graus de associação no conjunto. Elementos de um conjunto *fuzzy* são mapeados para um universo de valor de associação usando uma forma teórica de função (YANG; HSIEH, 2009).

Casos especiais de números *fuzzy* incluem números reais e intervalos de números reais. Embora existam muitas formas de números *fuzzy*, as formas triangulares e trapezoidais, que podem ser vistas nas figuras 14 e 15, são usadas com mais frequência para representar números *fuzzy* (CHENG; LIN, 2002). Estas funções mapeiam os elementos de um conjunto *fuzzy* em um valor real pertencente ao intervalo entre 0 e 1.

Um conjunto *fuzzy* \tilde{a} em um universo de análise X é caracterizado por uma função de associação $M_{\tilde{a}}(x)$ que se associa com cada elemento x em X , um número real no intervalo $[0,1]$. O valor da função $M_{\tilde{a}}(x)$ é denominado o grau de associação de x em \tilde{a} (YANG; HSIEH, 2009). Um número *fuzzy* triangular \tilde{a} pode ser definido por um triplete (a_1, a_2, a_3) e sua forma matemática é mostrada a seguir:

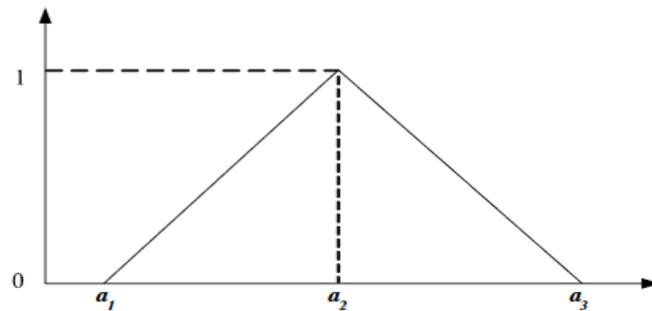
$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 < x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (1)$$

Se b for definido por um trio (b_1, b_2, b_3) , então as operações básicas em números triangulares *fuzzy* são mostradas abaixo:

Figura 14 - Número *fuzzy* triangular.

$$\tilde{a} \times \tilde{b} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3) \text{ para multiplicação}$$

$$\tilde{a} + \tilde{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \text{ para adição}$$



Fonte: Cheng; Lin (2002).

Um número *fuzzy* trapezoidal $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, sendo $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$, sua função de associação é mostrada abaixo:

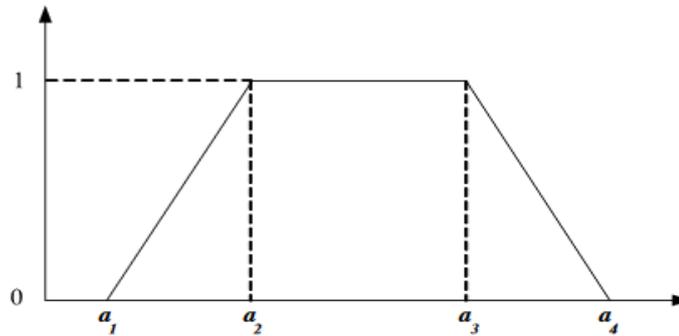
$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{x - a_4}{a_3 - a_4}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x \geq a_4 \end{cases} \quad (2)$$

Se b for definido por (b_1, b_2, b_3, b_4) , então as operações básicas em números trapezoidais *fuzzy* são mostradas a seguir:

Figura 15 - Número fuzzy trapezoidal.

$$\tilde{a} \times \tilde{b} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3, a_4 \times b_4) \text{ para multiplicação}$$

$$\tilde{a} + \tilde{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4) \text{ para adição}$$



Fonte: Cheng; Lin (2002).

O método *Fuzzy Delphi* (FDM) é um método de comunicação estruturado, desenvolvido como um método de previsão sistemática e interativa que conta com um painel de especialistas. Os especialistas respondem questionários em duas rodadas. Após cada rodada, um facilitador fornece um resumo anônimo das previsões dos especialistas (CHEN et al., 2018).

O FDM é uma combinação de teoria de *fuzzy sets* e método *Delphi*. Os passos detalhados do FDM são descritos abaixo, segundo Bouzon et al. (2016) e Hsu et al. (2010).

Etapa 1: Identificação dos critérios foco da análise.

Etapa 2: Coleta de opiniões de especialistas usando o grupo de decisão. Depois de identificar os critérios a serem avaliados, certos especialistas (tomadores de decisão) da área são convidados a determinar a importância dos critérios através de um questionário usando variáveis linguísticas descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Escala linguística.

Variáveis linguísticas	Número fuzzy
Muito baixo	(0, 0, 0.1)
Baixo	(0, 0.1, 0.3)
Médio baixo	(0.1, 0.3, 0.5)
Médio	(0.3, 0.5, 0.7)
Médio alto	(0.5, 0.7, 0.9)
Alto	(0.7, 0.9, 1.0)
Muito alto	(0.9, 1.0, 1.0)

Fonte: Bouzon et al. (2016)

Etapa 3: estabelecer os números *fuzzy* triangulares. Calcular o valor de avaliação do número *fuzzy* triangular de cada critério dado por especialistas, descobrir o número *fuzzy* triangular significativo do critério. Assumindo que o valor de avaliação da significância do elemento j de m elementos dado por um especialista i de n especialistas é $w=(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$, $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, m$. Então a ponderação *fuzzy* w_j do elemento j é $w_j=(a_j, b_j, c_j)$, $j = 1, 2, \dots, m$, na qual:

$$a_j = \min_i \{a_{ij}\} \quad (3)$$

$$b_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (4)$$

$$c_j = \max_i \{c_{ij}\} \quad (5)$$

Etapa 4: “Defuzzificação”. Usando o método de centro de gravidade simples para “defuzzificar” o peso *fuzzy* w_j de cada elemento j para o valor definido S_j , os seguintes são obtidos da maneira a seguir:

$$S_j = \frac{a_j + b_j + c_j}{3}, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

Etapa 5: Seleção dos critérios com os resultados obtidos. Finalmente, os critérios apropriados podem ser selecionados a partir de vários critérios, definindo o limite α . O valor de um α é calculado pela média de todos os pesos dos critérios. O princípio da triagem é o seguinte:

Se $S_j \geq \alpha$ o critério j é eleito;

Se $S_j < \alpha$ o critério j é descartado.

Com isso, é possível observar que o *Fuzzy Delphi Method* se mostra mais flexível e robusto para o processo de tomada de decisões em grupo (YANG; HSIEH, 2009). Os resultados de sua aplicação se encontram no tópico 5.1.

4 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE

O presente trabalho traz uma abordagem diferenciada para a medição da maturidade em *Lean Supply Chain Management*, embasada nas práticas e desperdícios de LSC. O modelo resume-se em uma coleta de dados e análise de maturidade. O estudo avalia a frequência em que os problemas típicos de LSC ocorrem na empresa e seu impacto e, em seguida, relaciona os problemas (desperdícios) com uma lista das melhores práticas em LSC. Os resultados são uma pontuação de maturidade para LSCM da empresa e uma lista das oportunidades de melhoria a serem priorizadas.

Geralmente, a maturidade de uma empresa é uma função do tipo e número de “melhores práticas” (*Best practices* - BP) rotineiramente realizadas pela empresa, conforme prescrito no modelo de referência CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). Na prática, mesmo depois de alcançar um certo nível de maturidade ao executar BPs específicas, os problemas ainda podem permanecer na SC de uma empresa. Alguns problemas podem estar relacionados à desigualdade nos resultados obtidos pela aplicação rotineira de BPs na SC. Dessa forma, diagnosticar o nível de maturidade de uma empresa com base exclusivamente na adoção de melhores práticas pode levar a conclusões incertas. Assim, o estudo em questão relaciona os problemas apresentados nas empresas com a execução de BPs.

O Modelo de Maturidade proposto para o LSCM tem como base os estudos de De Paula et al. (2012), Tortorella et al. (2017) e Anand e Kodali (2008). No modelo, a relação entre os problemas típicos de LSC e as BPs de gerenciamento é explicitada através de uma submatriz de relações. A submatriz de relações (R) é o elemento principal na matriz de maturidade e uma das contribuições mais significativas no modelo proposto. As inscrições r_{ij} em R dão uma avaliação pericial baseada em opinião sobre como a BP i pode ajudar a resolver o problema (desperdício LSC) j , com valores de alcance de 0 (a BP i não tem relação com o desperdício j) a 9 (a BP i definitivamente minimiza ou elimina a ocorrência do desperdício j). As relações r_{ij} são analisadas por especialistas em LSCM. Os especialistas são convidados a responder a seguinte pergunta: "como a BP i colabora para minimizar ou eliminar a ocorrência do problema/desperdício j ?" As respostas à pergunta resultam nos valores de r_{ij} . Os entrevistados avaliam as relações usando a escala de 9 pontos anteriormente descrita.

O método de aplicação do modelo começa determinando a frequência com que os problemas de LSC ocorrem na empresa e o impacto que eles causam, por meio da aplicação de um questionário para os *experts* da empresa. O questionário proposto é uma ferramenta

importante projetada para analisar problemas em busca de suas causas, o que pode ser útil na análise de maturidade.

Os problemas de LSC são avaliados quanto à sua frequência de incidência e ao seu impacto por especialistas da empresa e as informações são inseridas na matriz. Como resultado, uma lista prioritária de BPs que minimiza os problemas identificados pelos entrevistados é produzida. A lista de BPs permite a identificação de oportunidades de projetos de melhoria.

A frequência de ocorrência dos problemas (f_i) e o impacto desses problemas (I_i) são coletados por meio de um questionário, presente no Apêndice A, que utiliza a escala mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de frequência de ocorrência e de impacto dos problemas para a resposta dos questionários.

Valor	Frequência de Ocorrência	Impacto
1	Nunca ocorre (0 – 10% das situações)	Muito baixo
2	Excepcionalmente ocorre (10 - 20% das situações)	Baixo
3		
4	Raramente ocorre (20 - 50% das situações)	Moderado
5		
6	Frequentemente ocorre (50 - 90% das situações)	Alto
7		
8		Muito alto
9	Sempre ocorre (90 - 100% das situações)	Extremamente alto

Fonte: Adaptado de De Paula (2012)

O impacto dos desperdícios refere-se ao grau de prejuízo (seja financeiro ou mais genericamente na aplicação do *lean*) caso este desperdício esteja presente na SC. Estes dois fatores, f_i e I_i , geram o parâmetro de gravidade (g_i) do desperdício, calculado pela multiplicação destes fatores. Os valores de g_i são inseridos na matriz de maturidade (M). A matriz é composta por uma série de elementos, sendo a submatriz de relações (R) a mais importante. Uma visão geral da matriz completa do modelo de maturidade (M) é dada na Tabela 3, com os elementos descritos anteriormente.

Tabela 3 - Matriz de maturidade.

		problemas/desperd.				Melhor pontuação ili	Nível crítico o cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM	
		D1	D2	...	Dx								
pilares LSC M	práticas BPs	BP1	submatriz R rij				il1	cr1	sl1	DS1	DSk1	ML1	GM
		BP2					il2	cr2	sl2	DS2	DSk2	ML2	
		
		BPy					ily	cry	sly	DSy	DSk8	MLy	
Pontuação dos problemas		pi1	pi2	...	pix								

Fonte: Adaptado de De Paula (2012)

As variáveis presentes na matriz de maturidade, assim como os cálculos para determinar o nível de maturidade da empresa são explicados no tópico a seguir.

4.1 VARIÁVEIS DO MODELO

Para a determinação do grau de desenvolvimento da LSC da empresa, o modelo proposto inclui as seguintes variáveis:

- f_i - frequência de ocorrência do problema (conforme escala da Tabela 2);
- I_i - impacto do problema (conforme escala da Tabela 2);
- g_i - parâmetro de gravidade do problema, calculado da seguinte maneira:

$$g_i = f_i * I_i \quad (7)$$

- r_{ij} - relação entre a BP i e o problema j , obtida da matriz de relações;
- p_{ij} - dá a relevância dos problemas/ desperdícios em função da sua relação com as BPs, calculado da seguinte maneira:

$$p_{ij} = \sum_{i=1}^y r_{ij}, \quad j = 1, \dots, x \quad (8)$$

- sl_i - dá a pior pontuação possível para não implementar corretamente a BP i em função de três termos (note que $g_i = 81$ denota o maior parâmetro de gravidade atribuível a um problema), calculado da seguinte maneira:

$$sl_i = \sum_{j=1}^x r_{ij} * p_{ij} * 81, \quad i = 1, \dots, y \quad (9)$$

- g) il_i - dá a melhor pontuação possível para não implementar corretamente a BP i em função de três termos (note que $g_i = 1$ denota o menor parâmetro de gravidade atribuível a um problema), calculado da seguinte maneira:

$$il_i = \sum_{j=1}^x r_{ij} * p_{ij} * 1, \quad i = 1, \dots, y \quad (10)$$

- h) cr_i - dá a pontuação crítica calculada para a BP i , calculado da seguinte maneira:

$$cr_i = \sum_{j=1}^x r_{ij} * p_{ij} * g_i, \quad i = 1, \dots, y \quad (11)$$

- i) DS_i - dá a pontuação de desenvolvimento para a BP i , o que mostra o quão desenvolvida essa prática é na empresa em questão, em uma escala de 0 a 10, em que 10 indica o melhor resultado de desenvolvimento, calculado da seguinte maneira:

$$DS_i = \left(\frac{sl_i - cr_i}{sl_i - il_i} * 10 \right), \quad i = 1, \dots, y \quad (12)$$

- j) DS_k - dá a pontuação de desenvolvimento dos pilares da LSC k (categorias das práticas), calculada como a média geométrica das pontuações DS_i dentro do pilar;
- k) ML_k - dá a pontuação de maturidade do pilar LSC k como uma função de sua pontuação DS_k , usando os intervalos da Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - Níveis de Maturidade em função de DS_k .

Pontuação do nível de maturidade para o pilar k	Intervalo de DS_k
Nível de Maturidade 1	0 – 2,50
Nível de Maturidade 2	2,51 – 5,00
Nível de Maturidade 3	5,01 – 7,25
Nível de Maturidade 4	7,26 – 9,50
Nível de Maturidade 5	9,51 – 10,00

Fonte: Adaptado de De Paula (2012)

- l) GML - dá o nível de maturidade total do LSC, que é limitado pela menor pontuação ML_k , da seguinte forma:

$$GML = \min_{\text{todo } k} ML_k \quad (13)$$

Por meio dessas variáveis e dos cálculos envolvidos, é possível identificar, além do grau de maturidade da LSC da empresa, oportunidades de melhoria ao observar pilares de práticas com menor grau de desenvolvimento. Estas questões ficam mais explícitas no próximo

tópico, que mostra o desenvolvimento da submatriz de relações R e a aplicação do Modelo de Maturidade proposto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta os resultados encontrados com a aplicação dos métodos trazidos no Capítulo 3 e do modelo de maturidade proposto no Capítulo 4. O capítulo inicia-se trazendo a aplicação do *Fuzzy Delphi Method* na seleção dos desperdícios de LSC, seguindo para o desenvolvimento da submatriz de relações R, componente da matriz de maturidade conforme Tabela 3. Após isso, o capítulo traz a aplicação do modelo de maturidade em empresas, expondo e discutindo os resultados encontrados com essa aplicação.

5.1 SELEÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO LSC

O FDM foi adotado para a seleção dos desperdícios do LSCM mais relevantes para o modelo de maturidade proposto, conforme passo a passo explicado no tópico 3.3. Partindo da lista de 41 desperdícios descritos por Anand e Kodali (2008) e expostos no Quadro 4, foram executadas as etapas do método. Inicialmente nove especialistas, sendo cinco da área empresarial e quatro da área acadêmica, com uma média de 11 anos de experiência relacionada a LSC, foram selecionados para participar da seleção. Esses especialistas foram convidados a classificar a importância e relevância dos desperdícios conforme escala da Tabela 1. Após isso, foram observadas algumas discrepâncias em respostas e então foi feita a segunda rodada do método para confirmação e justificativa. A primeira e a segunda rodada do FDM foram aplicadas entre julho de 2018 e julho de 2019.

Em seguida, as respostas dos especialistas na escala linguística da Tabela 6 foram convertidas em números *fuzzy* e foi calculado o peso $w_j = (a_j, b_j, c_j)$ para cada desperdício j. Então os pesos w_j foram convertidos em números exatos (*crisp numbers*) S_j e selecionados com a triagem da etapa 5 descrita no tópico 3.3, sendo $\alpha=0,629$. Com isso, chegou-se em uma lista com os 21 desperdícios mais relevantes que são utilizados no modelo de maturidade proposto, conforme mostra o Quadro 6.

Quadro 6 - Resultado da seleção dos desperdícios de LSC mais relevantes para o modelo de maturidade.

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC	Peso do desperdício (S_j)	Resultado da seleção
	Produzir mais do que é demandado pela próxima etapa de clientes na SC	0,796	Selecionado

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC	Peso do desperdício (S_i)	Resultado da seleção
Superprodução ou produção antecipada	Ter muitas variedades e modelos de produtos, que podem não ter a demanda adequada	0,663	Selecionado
	Transportar mais do que o exigido pelo cliente (excesso) na SC	0,541	Não selecionado
	Ter vários fornecedores para produzir a mesma peça/componente	0,493	Não selecionado
	O desenvolvimento redundante de peças, como a reutilização de projetos, não é praticado, resultando no desenvolvimento de múltiplas peças e, conseqüentemente, no uso de múltiplos fornecedores.	0,663	Selecionado
Transporte ou movimentação	Uma SC longa e de vários estágios envolvendo muitos <i>stakeholders</i>	0,544	Não selecionado
	Tomar uma rota indireta de um destino para outro	0,570	Não selecionado
	Fazer viagens frequentes de entrega do fornecedor final e do distribuidor / varejista	0,426	Não selecionado
	Ter vários subcontratantes para uma determinada peça, resultando em múltiplos movimentos	0,563	Não selecionado
	Envio de informações erradas para fornecedores, distribuidores, varejistas	0,696	Selecionado
	Envio de várias informações nos formatos impresso e eletrônico	0,507	Não selecionado
Inventário desnecessário	Criar várias ordens de compra, armazenar documentos desatualizados e desnecessários, etc.	0,493	Não selecionado
	Armazenar mais do que o exigido pelo cliente em várias etapas do SC	0,785	Selecionado
	Ter uma quantidade grande de SKUs com componentes/designs desnecessários e obsoletos	0,693	Selecionado
	Comprar em grandes quantidades devido à distância ou à singularidade das peças / componentes	0,659	Selecionado
	A falta de uso de peças padrão ou a falta de comunalidade para várias variantes de produtos	0,681	Selecionado
	Amplificação de demanda devido à falta de sincronização de demanda e atividades	0,878	Selecionado
Espera ou atrasos	Espera pela chegada de caminhões	0,611	Não selecionado

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC	Peso do desperdício (S_j)	Resultado da seleção
	Espera por matérias-primas de fornecedores ou pela entrega de produtos de fabricantes, distribuidores ou varejistas	0,704	Selecionado
	Fornecedores aguardando instruções sobre embarque / produção	0,581	Não selecionado
	Atraso no transporte devido a fenômenos naturais como greves, clima, etc.	0,452	Não selecionado
	Fornecedores aguardando pagamento dos fabricantes, enquanto os fabricantes esperam pelo pagamento de distribuidores, varejistas, clientes	0,578	Não selecionado
	Aguardando a aprovação do pedido de compra, recibos de entrega, desembaraço aduaneiro, etc.	0,556	Não selecionado
Processamento inadequado	Esforço em série desnecessário devido ao fornecimento de um produto / peça errado ao cliente	0,715	Selecionado
	Entrada de pedido do cliente ou pedido de compra processado incorretamente	0,774	Selecionado
	Verificação/contagem desnecessária, inspeção de produtos no envio do fabricante, bem como no recebimento do distribuidor/revendedor	0,674	Selecionado
	Desmantelamento desnecessário de produtos ou embalagem antes da expedição	0,552	Não selecionado
	Ter entradas computadorizadas e manuais sobre transações feitas em várias etapas da SC	0,378	Não selecionado
	Excesso de especificações/tolerância ou detalhes demais fornecidos de uma parte para o fornecedor	0,444	Não selecionado
	A informação de demanda passada de um estágio para outro na SC é frequentemente fornecida em um formato ruim, criando um retrabalho para os destinatários	0,574	Não selecionado
Movimento desnecessário	Muitas viagens ou movimentos devido à mudança de prioridades ou requisitos	0,607	Não selecionado
	Layout inadequado nos armazéns em várias etapas da SC, resultando em mais movimentos de trabalhadores	0,781	Selecionado
	Uma estrutura hierárquica para os tomadores de decisão na SC que estão localizados em vários locais, resultando no movimento desnecessário de informações	0,596	Não selecionado

Sete desperdícios do LM	Aplicação aos processos da SC	Peso do desperdício (S_i)	Resultado da seleção
Defeitos	Fazer uma remessa errada para um cliente, varejista ou distribuidor	0,733	Selecionado
	Fornecedores enviam muitas peças defeituosas ao fabricante e o fabricante envia um lote de produtos com defeitos	0,730	Selecionado
	Erros cometidos no pedido de compra do fabricante enviado ao fornecedor e erros cometidos pelos varejistas ou distribuidores na entrada do pedido	0,707	Selecionado
	Informações erradas ou exageradas comunicadas entre o fabricante e o fornecedor, o fabricante e o distribuidor e vice-versa	0,581	Não selecionado
	Entrega atrasada de peças / produtos para os clientes imediatos da SC	0,685	Selecionado
	Remessa de quantidade excessiva ou quantidade insuficiente de lotes por fornecedores, fabricantes, distribuidores	0,670	Selecionado
	Devolução de mercadorias pelos clientes por várias razões, como o produto não funciona corretamente, um produto ou peça danificada devido ao transporte, etc.	0,819	Selecionado
	Previsões de demanda incorretas ou imprecisas ou vários tipos de previsões usadas em diferentes estágios da SC	0,630	Selecionado

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os desperdícios selecionados integram a matriz de maturidade do modelo conforme a Tabela 3 do Capítulo 4. Esses desperdícios de LSC são os passíveis de avaliação quanto à sua frequência de incidência e ao seu impacto por especialistas da empresa, de acordo com escala da Tabela 2.

5.2 DESENVOLVIMENTO DA SUBMATRIZ R

A submatriz R apresenta-se como o elemento mais importante do modelo de maturidade. Sua importância se deve ao fato de a mesma relacionar as práticas e os desperdícios de LSC de forma a ser possível chegar em um nível de maturidade na área. Com isso, para o preenchimento das relações presentes na submatriz R, foram convidados três especialistas na área de LSC. Cada um deles foi convidado a responder como cada prática poderia resolver cada desperdício, conforme explicado no Capítulo 4.

Para obter a submatriz R a ser inserida no modelo, foi calculada a média ponderada das respostas dos especialistas, de acordo com seu tempo de experiência na área. Dessa forma chegou-se a submatriz de relações R mostrada na sequência na Tabela 5.

Tabela 5 - Submatriz de relações R

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21
BP1	8,4	1,2	1,2	4,2	8,4	4,2	4,8	1,2	6,6	5,2	3,6	4,0	3,0	2,0	2,6	2,4	1,8	6,6	4,4	1,6	6,0
BP2	5,0	3,0	2,4	1,8	7,6	5,2	3,0	1,2	3,0	6,6	3,2	1,8	1,2	0,6	2,6	1,2	1,8	5,2	5,0	1,8	3,8
BP3	5,0	3,6	1,8	2,2	7,0	6,0	9,0	1,2	6,6	7,8	3,2	2,6	2,4	1,2	1,2	1,2	1,2	6,4	7,2	2,4	5,2
BP4	5,8	4,2	2,4	2,4	7,2	4,6	6,0	1,8	6,0	6,0	1,2	2,4	1,8	2,4	1,2	1,2	1,2	6,0	6,0	2,4	3,6
BP5	6,6	4,6	3,0	5,2	5,4	4,6	4,4	3,0	7,2	7,6	6,0	2,4	4,2	1,8	4,0	4,0	2,8	5,6	6,0	3,6	6,6
BP6	7,8	6,4	2,4	4,2	6,6	4,8	2,4	1,2	7,2	3,6	1,8	1,2	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2	3,8	3,8	2,4	6,8
BP7	2,4	2,4	3,0	6,2	3,2	5,0	1,8	3,6	5,0	3,6	3,6	3,8	3,0	1,8	4,4	3,6	3,8	2,4	1,8	3,0	3,6
BP8	5,2	3,0	2,6	4,4	4,4	4,4	3,8	2,4	3,2	2,6	1,8	1,2	3,6	6,2	2,6	2,6	2,0	1,8	5,2	2,0	1,8
BP9	3,2	3,0	1,8	4,6	3,6	5,6	2,4	1,8	5,4	4,6	3,2	2,4	1,2	1,2	4,2	3,2	4,0	4,0	2,4	5,6	3,6
BP10	3,6	5,0	4,4	4,2	4,4	4,4	3,2	3,0	5,0	3,8	2,4	2,4	3,8	5,8	3,0	3,2	2,4	4,4	5,0	4,6	3,0
BP11	4,0	5,0	5,0	6,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	6,0	7,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0
BP12	5,4	6,0	2,4	3,0	3,6	6,2	1,8	1,2	3,0	1,2	1,2	0,6	0,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	6,2
BP13	6,0	2,6	3,0	4,6	3,8	3,0	2,4	3,0	5,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	1,8	1,2	0,6	3,2	1,2	6,0
BP14	3,2	5,4	4,8	1,2	4,0	4,8	3,6	3,8	3,8	1,8	1,2	1,2	1,2	3,2	1,2	1,2	1,2	2,4	1,2	1,2	6,0
BP15	6,0	5,0	3,8	6,6	5,2	3,8	4,4	3,6	7,2	4,6	4,0	5,0	3,6	2,4	3,4	2,4	3,2	5,6	4,8	2,0	6,8
BP16	5,2	3,6	5,0	3,0	5,0	4,8	4,2	4,8	6,2	3,6	1,8	1,8	2,0	0,6	1,2	3,6	3,2	3,2	5,6	1,8	6,2
BP17	3,8	1,8	2,4	2,0	2,4	1,2	2,6	3,0	3,8	3,8	1,8	1,8	3,6	2,4	2,4	4,8	3,0	2,6	2,4	2,4	4,0
BP18	4,4	4,4	4,4	2,4	4,0	4,4	1,2	4,2	5,6	3,2	1,8	1,2	0,6	1,4	0,6	1,4	1,2	1,8	2,6	2,4	6,6
BP19	6,0	3,6	3,6	2,4	4,8	6,0	2,4	3,0	6,6	3,8	2,4	2,4	1,2	1,2	0,6	1,2	1,2	4,0	6,0	1,8	7,2
BP20	4,4	1,2	0,6	4,0	3,8	2,4	1,2	1,8	3,2	2,6	5,4	5,0	2,4	3,0	5,0	1,8	2,6	4,4	3,8	2,4	5,0
BP21	2,4	1,2	2,4	3,6	3,2	0,6	5,0	1,2	1,8	7,2	3,2	1,8	0,6	1,8	4,4	2,4	2,4	7,8	2,4	6,6	2,4
BP22	2,4	2,4	2,4	3,6	3,6	3,0	3,6	1,2	1,2	5,6	2,4	3,6	2,4	6,0	4,8	1,8	3,0	7,8	2,4	2,4	1,8
BP23	4,6	5,6	3,6	2,4	6,6	7,2	3,6	1,8	3,8	3,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	3,0	3,0	3,6	5,6	3,0	2,4
BP24	2,4	3,0	3,6	7,2	1,8	3,8	1,8	5,0	1,8	3,0	6,6	7,2	7,0	1,2	4,8	7,0	7,8	1,0	1,2	6,2	1,2
BP25	2,4	3,0	3,0	1,8	1,8	2,4	4,2	3,6	1,8	1,2	1,2	1,2	2,4	6,0	2,4	2,4	3,0	2,4	2,4	7,0	1,2
BP26	1,2	1,2	1,2	1,8	2,4	1,8	2,4	1,8	3,2	6,6	2,4	3,6	2,4	3,0	5,6	3,0	3,0	7,2	3,0	1,2	1,2
BP27	4,8	4,8	3,0	7,2	4,0	4,6	1,2	2,0	5,2	4,6	4,6	7,8	5,8	1,2	6,6	1,8	7,8	5,0	4,4	1,8	7,2

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Os desperdícios inseridos na submatriz R são numerados conforme Quadro 7 e as práticas conforme já mostrado no Quadro 3 do tópico 2.1.2.

Quadro 7 - Desperdícios de LSC utilizados no modelo de maturidade numerados conforme submatriz R.

Sete desperdícios do LM	Código do Desperdício	Explicação do desperdício nos processos da SC
Superprodução ou produção antecipada	D1	Produzir mais do que é demandado pela próxima etapa de clientes na cadeia de suprimentos
	D2	Ter muitas variedades e modelos de produtos, que podem não ter a demanda adequada
	D3	O desenvolvimento redundante de peças, como a reutilização de projetos, não é praticado, resultando no desenvolvimento de múltiplas peças e, conseqüentemente, no uso de múltiplos fornecedores.
Transporte ou movimentação	D4	Envio de informações erradas para fornecedores, distribuidores, varejistas
Inventário desnecessário	D5	Armazenar mais do que o exigido pelo cliente em várias etapas da cadeia de suprimentos
	D6	Ter uma quantidade grande de SKUs com componentes/designs desnecessários e obsoletos
	D7	Comprar em grandes quantidades devido à distância ou à singularidade das peças / componentes
	D8	A falta de uso de peças padrão ou a falta de comunalidade para várias variantes de produtos
	D9	Efeito de amplificação de demanda devido à falta de sincronização entre demanda e atividades
Espera ou atrasos	D10	Espera por matérias-primas de fornecedores ou pela entrega de produtos de fabricantes, distribuidores ou varejistas
Processamento inadequado	D11	Esforço em série desnecessário devido ao fornecimento de um produto / peça errado ao cliente
	D12	Pedido de compra ou entrada de pedido do cliente processado incorretamente
	D13	Verificação/contagem desnecessária, inspeção de produtos no envio do fabricante, bem como no recebimento do distribuidor/revendedor
Movimento desnecessário	D14	Layout inadequado nos armazéns em várias etapas da cadeia de suprimentos, resultando em mais movimentos de trabalhadores
Defeitos	D15	Fazer uma remessa errada para um cliente, varejista ou distribuidor
	D16	Fornecedores enviam muitas peças defeituosas ao fabricante e o fabricante envia um lote de produtos com defeitos
	D17	Erros cometidos no pedido de compra do fabricante enviado ao fornecedor e erros cometidos pelos varejistas ou distribuidores na entrada do pedido

Sete desperdícios do LM	Código do Desperdício	Explicação do desperdício nos processos da SC
	D18	Entrega atrasada de peças / produtos para os clientes imediatos da cadeia de suprimentos
	D19	Remessa de quantidade excessiva ou quantidade insuficiente de lotes por fornecedores, fabricantes, distribuidores
	D20	Devolução de mercadorias pelos clientes por várias razões, como o produto não funcionar corretamente, um produto ou peça danificada devido ao transporte, etc.
	D21	Previsões de demanda incorretas ou imprecisas ou vários tipos de previsões usadas em diferentes estágios da cadeia de suprimentos

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Ao observar o resultado do preenchimento da submatriz de relações R, é possível verificar algumas práticas que apresentam impacto mais forte na resolução de vários desperdícios, o que indica que merecem maior atenção das empresas visando atenuar um maior número de problemas na LSC. Entre os destaques, encontram-se BP3 - reabastecimento eficiente e contínuo, BP24 - procedimentos de trabalho padronizados para garantir a qualidade e BP27 - sistema integrado de tecnologia da informação.

Já entre os desperdícios, alguns mostram relações fortes com um número maior de práticas e, conseqüentemente, com mais áreas da empresa. Entre eles é possível destacar o problema D21, previsões de demanda incorretas ou imprecisas ou vários tipos de previsões usadas em diferentes estágios da SC, o problema D9, efeito de amplificação de demanda devido à falta de sincronização entre demanda e atividades, o que pode levar ao efeito chicote, e o problema D5, ou seja, armazenar mais do que o exigido pelo cliente em várias etapas da cadeia de suprimentos.

A submatriz preenchida com a média ponderada das respostas dos especialistas foi inserida na matriz final do modelo de maturidade, presente no Apêndice B. Com isso o modelo apresentou-se pronto para ser aplicado em empresas, como mostrado no próximo tópico.

5.3 APLICAÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE EM EMPRESAS

O estudo de campo do presente trabalho consiste na aplicação do modelo de maturidade em três empresas de diferentes setores de atuação na região da Grande Florianópolis. Essa aplicação se deu por meio do preenchimento do questionário sobre

frequência e impacto da ocorrência dos desperdícios de LSC. O questionário enviado apresenta-se no Apêndice A.

As empresas respondentes são melhor descritas a seguir e, por questões de sigilo, são denominadas Empresa A, Empresa B e Empresa C. A Empresa A consiste em uma empresa multinacional britânica-neerlandesa de grande porte, fundada na década de 1920. A empresa atua no ramo de bens de consumo e possui mais de 400 marcas. Em seu setor de atuação, a empresa apresenta destaque e conta com uma atuação global, em cerca de 190 países, o que torna sua cadeia de suprimentos mais complexa e dificulta seu controle, propiciando a ocorrência de problemas. A filial analisada na pesquisa está localizada nos Estados Unidos, em Nova Jersey.

A Empresa B consiste em uma empresa do ramo óptico de médio porte com destaque de atuação no estado de Santa Catarina há mais de 40 anos. A empresa atua em todo o estado e apresenta filiais espalhadas por ele, além de sua matriz na capital, onde foi realizada a análise para o presente trabalho. Devido a seu setor de atuação, a empresa necessita de grande agilidade e flexibilidade em sua cadeia de suprimentos, uma vez que problemas acarretam grande impacto no nível de serviço entregue a seus clientes.

A Empresa C, uma empresa de grande porte, consiste em um dos maiores estaleiros do Brasil, focado na produção de iates de luxo há mais de 25 anos. Por atuar em um mercado bem específico e exigente, além de entregar seus iates para clientes ao redor do mundo, a empresa tem uma cadeia de suprimentos diferenciada, que necessita de uma busca pela perfeição e redução da incidência de problemas, visando agradar seus clientes de um mercado seletivo.

Para a definição do nível de maturidade de cada uma das empresas, foi enviado para seus *experts* o questionário do Apêndice A, sendo devolvido preenchido de acordo com a realidade da empresa, com a frequência e impacto da ocorrência dos desperdícios de LSC. Essas respostas se deram na escala da Tabela 2 do Capítulo 4, sendo posteriormente convertidas em valores numéricos conforme a mesma tabela.

As respostas das três empresas ao questionário enviado podem ser vistas no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 - Respostas das empresas ao questionário.

Problema/ desperdício	Empresa A		Empresa B		Empresa C	
	Frequência	Impacto	Frequência	Impacto	Frequência	Impacto
D1	Raramente ocorre	Moderado	Sempre ocorre	Moderado	Raramente ocorre	Extremamente alto
D2	Excepcionalmente ocorre	Alto	Frequentemente ocorre	Moderado	Frequentemente ocorre	Muito alto
D3	Nunca ocorre	Alto	Excepcionalmente ocorre	Baixo	Excepcionalmente ocorre	Alto
D4	Excepcionalmente ocorre	Muito alto	Raramente ocorre	Alto	Frequentemente ocorre	Moderado
D5	Raramente ocorre	Alto	Frequentemente ocorre	Moderado	Raramente ocorre	Muito alto
D6	Nunca ocorre	Baixo	Frequentemente ocorre	Moderado	Frequentemente ocorre	Alto
D7	Excepcionalmente ocorre	Moderado	Frequentemente ocorre	Moderado	Raramente ocorre	Muito alto
D8	Nunca ocorre	Muito alto	Raramente ocorre	Baixo	Sempre ocorre	Muito alto
D9	Raramente ocorre	Moderado	Frequentemente ocorre	Moderado	Frequentemente ocorre	Alto
D10	Nunca ocorre	Extremamente alto	Frequentemente ocorre	Alto	Frequentemente ocorre	Muito alto
D11	Nunca ocorre	Baixo	Excepcionalmente ocorre	Moderado	Frequentemente ocorre	Alto
D12	Nunca ocorre	Baixo	Raramente ocorre	Alto	Frequentemente ocorre	Alto
D13	Nunca ocorre	Baixo	Frequentemente ocorre	Moderado	Sempre ocorre	Alto
D14	Nunca ocorre	Alto	Raramente ocorre	Moderado	Excepcionalmente ocorre	Moderado
D15	Nunca ocorre	Moderado	Excepcionalmente ocorre	Muito alto	Nunca ocorre	Extremamente alto
D16	Nunca ocorre	Muito alto	Sempre ocorre	Alto	Excepcionalmente ocorre	Extremamente alto
D17	Nunca ocorre	Moderado	Excepcionalmente ocorre	Alto	Frequentemente ocorre	Alto
D18	Excepcionalmente ocorre	Moderado	Excepcionalmente ocorre	Muito alto	Frequentemente ocorre	Alto
D19	Excepcionalmente ocorre	Alto	Excepcionalmente ocorre	Muito alto	Raramente ocorre	Muito alto
D20	Nunca ocorre	Muito baixo	Excepcionalmente ocorre	Alto	Excepcionalmente ocorre	Extremamente alto
D21	Raramente ocorre	Muito alto	Raramente ocorre	Muito alto	Sempre ocorre	Extremamente alto

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

As respostas convertidas em valores numéricos foram inseridas na matriz de maturidade nos campos referentes à frequência e ao impacto dos desperdícios para que fosse

possível calcular o nível de maturidade das empresas. Para cada empresa foi possível obter o nível de maturidade dentro de cada pilar de práticas do LSC e o nível de maturidade geral da empresa na área de LSC.

A Empresa A obteve um nível de maturidade 4, de acordo com a escala da Tabela 4, e sua matriz de maturidade pode ser vista na Tabela 6.

Tabela 6 - Matriz de Maturidade de LSC da Empresa A.

		Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM
Produção JIT	BP1	8555,76	112566,16	693016,56	8,480	8,559	4	4
	BP2	6887,04	84805,96	557850,24	8,586			
	BP3	8682,28	106042,12	703264,68	8,598			
	BP4	7770,68	96418,8	629425,08	8,574			
Gerenciamento do relacionamento com o cliente	BP5	9743,56	116547,92	789228,36	8,630	8,483	4	
	BP6	7525,32	107526,88	609550,92	8,339			
Melhoria Contínua	BP7	6710,16	71547,6	543522,96	8,792	8,772	4	
	BP8	6366,4	70341,32	515678,4	8,744			
	BP9	6924,4	74501,88	560876,4	8,780			
Compromisso e liderança da alta gerência	BP10	7678,84	82300,44	621986,04	8,785	8,576	4	
	BP11	9144	91364,2	740664	8,876			
	BP12	5300,96	73164,88	429377,76	8,400			
	BP13	5642	81174,08	457002	8,327			
	BP14	5666,8	73423,08	459010,8	8,505			
Gerenciamento de Fornecedores	BP15	9189,04	113468,12	744312,24	8,581	8,532	4	
	BP16	7590,92	96919,28	614864,52	8,529			
	BP17	5456,48	63238,76	441974,88	8,676			
	BP18	6044,04	82501,84	489567,24	8,419			
	BP19	7364,56	98352,2	596529,36	8,456			
Gerenciamento da Logística	BP20	6332,84	73695	512960,04	8,670	8,800	4	
	BP21	6174,64	62380,32	500145,84	8,862			
	BP22	6341,64	61085,04	513672,84	8,921			
	BP23	7434,36	81875,4	602183,16	8,748			

		Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM
Eliminação de desperdícios	BP24	7310,36	57368,84	592139,16	9,144	9,083	4	
	BP25	5044,72	44537,92	408622,32	9,021			
Gerenciamento da Tecnologia da Informação	BP26	5588,2	52039	452644,2	8,961	8,831	4	
	BP27	9140,88	103933,24	740411,28	8,704			

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Já a Empresa B atingiu pontuação para o nível de maturidade 3 para LSC, apresentando maturidade 4 em alguns dos pilares de práticas, como pode ser visto em sua matriz de maturidade na Tabela 7.

Tabela 7 - Matriz de Maturidade de LSC da Empresa B.

		Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM
Produção JIT	BP1	8555,76	212333,8	693016,56	7,023	7,102	3	3
	BP2	6887,04	164445,8	557850,24	7,140			
	BP3	8682,28	209119,7	703264,68	7,114			
	BP4	7770,68	186019,7	629425,08	7,133			
Gerenciamento do relacionamento com o cliente	BP5	9743,56	233518,1	789228,36	7,129	7,083	3	
	BP6	7525,32	185927,9	609550,92	7,037			
Melhoria Contínua	BP7	6710,16	153496,2	543522,96	7,266	7,240	3	
	BP8	6366,4	147500,7	515678,4	7,229			
	BP9	6924,4	160597	560876,4	7,226			
Compromisso e liderança da alta gerência	BP10	7678,84	171400,2	621986,04	7,335	7,187	3	
	BP11	9144	207382,8	740664	7,290			
	BP12	5300,96	132279,8	429377,76	7,006			
	BP13	5642	138515,6	457002	7,056			

		Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM
	BP14	5666,8	130183,4	459010,8	7,253			
Gerenciamento de Fornecedores	BP15	9189,04	214846,2	744312,24	7,202	7,147	3	
	BP16	7590,92	179487,5	614864,52	7,169			
	BP17	5456,48	134126,2	441974,88	7,052			
	BP18	6044,04	142889,2	489567,24	7,170			
	BP19	7364,56	175673	596529,36	7,143			
Gerenciamento da Logística	BP20	6332,84	144317	512960,04	7,276	7,297	4	
	BP21	6174,64	138482,6	500145,84	7,322			
	BP22	6341,64	140457,4	513672,84	7,356			
	BP23	7434,36	172010	602183,16	7,233			
Eliminação de desperdícios	BP24	7310,36	160917,8	592139,16	7,373	7,461	4	
	BP25	5044,72	103903,7	408622,32	7,550			
Gerenciamento da Tecnologia da Informação	BP26	5588,2	127434,3	452644,2	7,274	7,272	4	
	BP27	9140,88	208823	740411,28	7,269			

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A Empresa C também apresentou nível de maturidade 3 para LSC, com esse mesmo nível de maturidade para todos os pilares de práticas. Sua matriz de maturidade pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 - Matriz de Maturidade de LSC da Empresa C.

		Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM
Produção JIT	BP1	8555,76	325579,6	693016,56	5,368	5,374	3	3
	BP2	6887,04	260686,5	557850,24	5,394			
	BP3	8682,28	335605,9	703264,68	5,293			
	BP4	7770,68	291100,1	629425,08	5,442			
Gerenciamento do	BP5	9743,56	373484,1	789228,36	5,334	5,245	3	
	BP6	7525,32	299037,3	609550,92	5,158			

		Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. Dsi	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nível de maturid. pilar k MLk	Nível de maturid. da empresa GM
relacionamento com o cliente								
Melhoria Contínua	BP7	6710,16	243259,9	543522,96	5,593	5,700	3	
	BP8	6366,4	217013,8	515678,4	5,864			
	BP9	6924,4	248098	560876,4	5,646			
Compromisso e liderança da alta gerência	BP10	7678,84	268905,2	621986,04	5,748	5,336	3	
	BP11	9144	321720	740664	5,727			
	BP12	5300,96	216360,1	429377,76	5,023			
	BP13	5642	223488,8	457002	5,174			
	BP14	5666,8	229852,5	459010,8	5,055			
Gerenciamento de Fornecedores	BP15	9189,04	353675,7	744312,24	5,314	5,172	3	
	BP16	7590,92	299886,3	614864,52	5,187			
	BP17	5456,48	207838,4	441974,88	5,364			
	BP18	6044,04	249922,6	489567,24	4,956			
	BP19	7364,56	299064,8	596529,36	5,049			
Gerenciamento da Logística	BP20	6332,84	235120,2	512960,04	5,484	5,725	3	
	BP21	6174,64	211167,7	500145,84	5,850			
	BP22	6341,64	213875,2	513672,84	5,909			
	BP23	7434,36	265213,4	602183,16	5,666			
Eliminação de desperdícios	BP24	7310,36	250327,9	592139,16	5,845	5,946	3	
	BP25	5044,72	164455	408622,32	6,050			
Gerenciamento da Tecnologia da Informação	BP26	5588,2	194279	452644,2	5,779	5,544	3	
	BP27	9140,88	351540,8	740411,28	5,318			

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

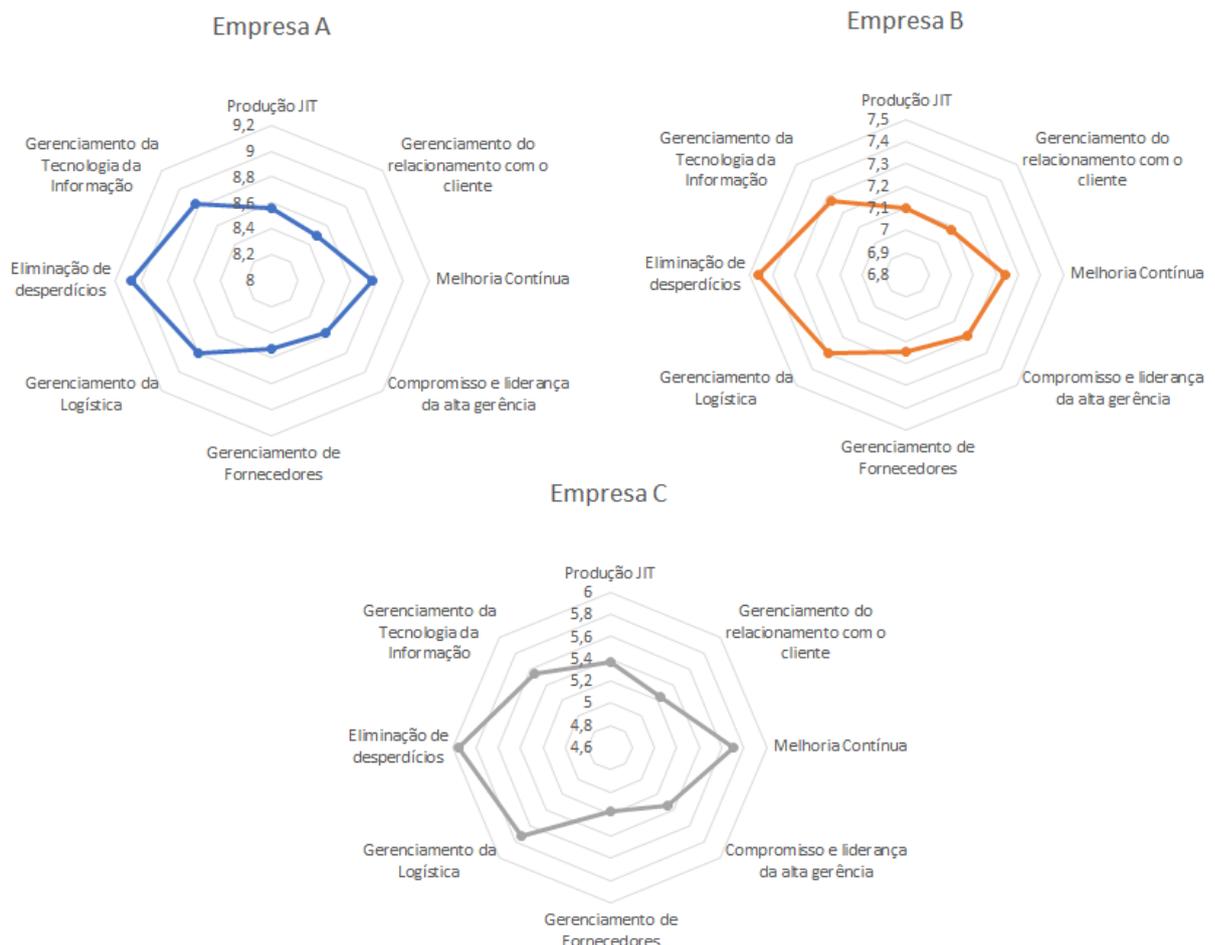
Os resultados encontrados com a aplicação do modelo de maturidade nas três empresas são analisados e comparados no tópico a seguir.

5.4 ANÁLISE COMBINADA DOS RESULTADOS

Com base nos resultados da aplicação do modelo de maturidade em três empresas, apresentados no tópico anterior, foi possível comparar as pontuações obtidas por cada empresa e seus respectivos níveis de maturidade.

Conforme exposto no tópico anterior, a Empresa A apresentou nível 4 para maturidade de LSC, enquanto a Empresa B e a Empresa C apresentaram nível de maturidade 3. Já observando a pontuação de maturidade de cada empresa dentro dos pilares de LSCM, as três obtiveram destaque no pilar de Eliminação de Desperdícios, sendo essa a maior pontuação das três. Os pilares de Gerenciamento da Logística, Melhoria Contínua e Gerenciamento da Tecnologia da Informação também se destacaram nos resultados das três empresas. A pontuação de maturidade das empresas em todos os pilares pode ser vista na Figura 16.

Figura 16 - Pontuação de Maturidade nos Pilares de LSCM de cada empresa, com escalas adaptadas para os valores obtidos por cada uma.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

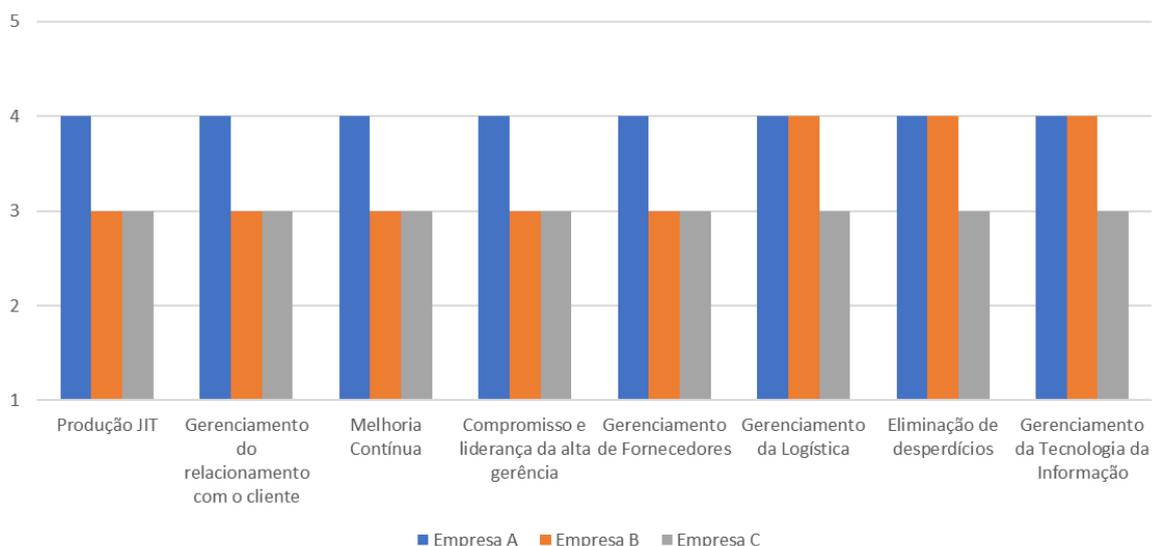
A partir dessas pontuações de maturidade em cada pilar foi possível identificar o nível de maturidade da empresa nas práticas de cada pilar, como mostrado nas Tabelas 5, 6 e 7 do

tópico anterior. A Empresa A, a qual apresentou nível de maturidade 4 para LSCM, também apresentou esse mesmo nível em todos os pilares de práticas. A Empresa C apresentou nível de maturidade 3 para LSCM e esse mesmo nível para todos os pilares de práticas.

Já a Empresa B, apesar de apresentar nível de maturidade 3 para LSCM, apresentou nível 4 nos pilares de Gerenciamento da Logística, Eliminação de Desperdícios e Gerenciamento da Tecnologia da Informação, apresentando nível 3 nos outros cinco pilares. É relevante ressaltar que esses foram os três pilares de maior pontuação para essa empresa, com o pilar de Melhoria Contínua ficando em quarto lugar, diferentemente das outras duas empresas, nas quais Melhoria Contínua ficou em terceiro lugar e Gerenciamento da Tecnologia da Informação em quarto. As duas maiores pontuações foram nos mesmos pilares para as três empresas, sendo Eliminação de Desperdícios o pilar de maior pontuação e Gerenciamento da Logística o pilar com a segunda maior pontuação.

Os níveis de maturidade das três empresas nos pilares de LSCM podem ser vistos na Figura 17.

Figura 17 - Nível de Maturidade nos Pilares de LSCM de cada empresa.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Conforme apresentado anteriormente, a Empresa A foi a que apresentou melhores resultados de maturidade em LSCM. Pelo fato de se tratar de uma empresa de grande porte, com presença global e do setor de bens de consumo, com política de produção *make to stock*, o que facilita a programação de sua produção e suprimentos, já se esperava que a empresa apresentasse uma cadeia de suprimentos com práticas melhor estruturadas e com menor

incidência de problemas. Além disso, trata-se da empresa mais antiga entre as três analisadas, o que a torna mais experiente em seu mercado de atuação.

A Empresa C, a qual apresentou as menores pontuações entre as três empresas analisadas, é também a de fundação mais recente. Além disso, um fator que dificulta o controle e previsibilidade de sua cadeia de suprimentos é a política de produção *make to order*, ou seja, produção sob encomenda. O fato de aguardar as encomendas e especificações do cliente para efetuar parte de suas compras e produção torna toda sua cadeia de suprimentos mais complexa, principalmente por se tratar de um mercado exigente quanto a prazos e qualidade, o mercado de luxo.

A Empresa B, com pontuação intermediária entre as três empresas, é também a de idade mediana. Essa empresa trabalha com uma estratégia entre *make to stock* e *make to order*: o *postponement*. Seus produtos são estocados semiacabados e são finalizados apenas com o pedido do cliente. Dessa forma a parte *inbound* de sua cadeia de suprimentos se torna mais simplificada, de maneira similar à estratégia *make to stock*. Já a parte *outbound*, ou seja, a parte de distribuição, se torna mais complexa como na estratégia *make to order*.

Esses resultados encontrados para cada uma das empresas são melhor discutidos no tópico a seguir.

5.5 DISCUSSÃO

Conforme a extensa revisão de literatura feita por Tortorella et al. (2017), algumas práticas de LSCM se destacam em números de citações. Entre as práticas mais citadas encontram-se sistema puxado e planejamento nivelado, práticas do pilar de produção JIT. Essas práticas são tradicionalmente associadas ao *lean* por serem provenientes do *lean manufacturing*, porém as empresas analisadas nesta pesquisa não apresentaram nível de maturidade elevado nesse pilar. Isso se deve, possivelmente, ao fato de serem empresas com sistemas de produção já consolidados e estruturados antes da preocupação com a adoção de práticas *lean*.

Por outro lado, práticas como estabelecimento de centros de distribuição e estoque em consignação, vinculadas ao pilar de gerenciamento da logística, estão mais recentemente sendo associadas ao LSCM (TORTORELLA; MIORANDO; MARODIN, 2017). Esse foi um dos pilares com maior pontuação de maturidade para as empresas, o que explica sua recente ascensão na literatura da área.

O pilar de eliminação de desperdícios foi o que apresentou maior pontuação de maturidade nas três empresas analisadas. Esse pilar representa um dos princípios da filosofia *lean*, a eliminação dos sete desperdícios de Ohno (1997), por isso tende a ser o primeiro a ser desenvolvido na tentativa de implementação dessa filosofia nas empresas. Anand e Kodali (2008) afirmam que utilização de elementos de TI pode resultar na resolução ou eliminação da maioria dos sete desperdícios. Isso vai de acordo com os resultados encontrados, uma vez que o pilar de gerenciamento da tecnologia da informação apresentou destaque na pontuação, principalmente nas duas empresas com melhores pontuações de maturidade, o que aponta para menor incidência de desperdícios.

Para Jasti e Kodali (2015), o compromisso e a liderança da alta gerência são obrigatórios para implementar qualquer tipo de estratégia operacional na organização. As práticas associadas a esse pilar não obtiveram grande pontuação de maturidade, o que poderia explicar a falta de desenvolvimento das empresas nos outros pilares. Conforme a Figura 9 do Capítulo 2, esse pilar sustenta todos os outros na busca por um alto grau de desenvolvimento em LSCM.

Com isso, é possível observar que os resultados do modelo se mostraram coerentes com a literatura existente na área. O modelo de maturidade em LSCM proposto neste trabalho se diferencia por representar uma forma de mensuração da aplicação da filosofia *lean* na SC que aponta áreas passíveis de melhorias, podendo ser associadas às práticas mais citadas na literatura ou à eliminação dos desperdícios com maiores impactos.

6 CONCLUSÃO

Este capítulo é visa trazer as considerações finais deste trabalho, por meio de uma revisão dos resultados atingidos ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e de um tópico sobre as limitações da pesquisa e sugestões para futuras pesquisas relacionadas à área.

6.1 ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo para mensurar o grau de maturidade de empresas em *Lean Supply Chain Management*. Esse objetivo foi alcançado e a ferramenta desenvolvida, o modelo de maturidade, pode ser aplicada em três empresas para que os resultados fossem analisados.

Entres os objetivos específicos estava definir as práticas e os desperdícios de *lean supply chain*. Este objetivo foi atingido por meio dos tópicos 2.1.2.1 e 2.1.2.2, na fundamentação teórica da pesquisa. Outro objetivo específico alcançado era selecionar práticas e desperdícios mais relevantes entre os levantados na revisão de literatura, com validação de especialistas. As práticas de LSC citadas na literatura e trazidas na fundamentação teórica do trabalho foram todas utilizadas no modelo de maturidade. Já os desperdícios foram selecionados com o auxílio de especialistas, conforme tópico 5.1. Com esses dois objetivos atingidos foi possível desenvolver o próximo, criar a matriz de relação entre práticas e desperdícios de LSC. Esse objetivo foi contemplado pelo tópico 5.2.

Por fim, o último objetivo específico era aplicar o modelo de maturidade proposto em empresas, para refinamento e melhorias no mesmo. Esse objetivo foi concretizado nos tópicos 5.3, 5.4 e 5.5, com a aplicação do modelo de maturidade em três empresas e a análise e discussão dos resultados encontrados.

6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E OPORTUNIDADES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Apesar de que os objetivos desta pesquisa foram atingidos, conforme o que foi exposto no tópico anterior, algumas limitações puderam ser observadas ao longo da execução deste trabalho. Com base nas limitações da pesquisa podem ser listadas oportunidades e sugestões para pesquisas futuras. A primeira a ser citada é a criação de um portfólio de melhorias para as

empresas, com base em seu nível de maturidade e as práticas de mais baixa pontuação de maturidade. Além do portfólio de melhorias, poderia ser desenvolvido um plano de ação conjunto com a empresa visando elevar seu nível de maturidade nos principais pontos levantados. Apesar de o modelo proposto permitir esse tipo de análise, a presente pesquisa não apresentou os resultados dessa maneira. Uma das limitações para isso foi a impossibilidade da apresentação dos resultados para as empresas, principalmente devido a limitação de tempo desta pesquisa.

Outro possível ponto a ser explorado em futuros trabalhos é uma análise da estrutura do modelo de maturidade posterior a sua aplicação. Essa análise poderia ser feita junto a *experts* da área, visando um refinamento do modelo de maturidade proposto para tornar seus resultados mais acurados. O modelo foi aplicado em três empresas e os resultados foram analisados quanto a coerência e concordância com a literatura existente na área, porém não foi feita uma análise mais profunda que visasse melhorar a estrutura do modelo.

Ademais, futuras pesquisas podem visar a aplicação do modelo de maturidade em uma amostra maior de empresas de diversos portes e setores, buscando criar relações fidedignas entre os contextos nos quais as empresas estão inseridas e seus níveis de maturidade alcançados com a aplicação do modelo.

Isto posto, ao considerar o trabalho realizado e os resultados atingidos com esta pesquisa, é possível afirmar que o estudo ofereceu contribuições relevantes na área abrangida, ajudando a enriquecer a literatura existente e fomentar o aprofundamento da pesquisa no tema.

Por fim, é pertinente ressaltar a grande importância do Trabalho de Conclusão de Curso no processo de transição do estudante a um profissional formado, uma vez que possibilita que os saberes adquiridos ao longo do curso sejam assimilados e colocados em prática.

REFERÊNCIAS

- ANAND, G.; KODALI, R. A conceptual framework for lean supply chain and its implementation. **International Journal of Value Chain Management**, [s.l.], 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**, [s.l.], v. 63, n. 5, p. 588–612, 2014.
- BALLOU, R. **Gerenciamento Da Cadeia De Suprimentos/Logística Empresarial**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616p.
- BATENBURG, R.; NEPPELENBROEK, M.; SHAHIM, A. A maturity model for governance, risk management and compliance in hospitals. **Journal of Hospital Administration**, [s.l.], v. 3, n. 4, p. 43-52, 2014.
- BATTISTA, C.; SCHIRALDI, M. M. The logistic maturity model: Application to a fashion company. **International Journal of Engineering Business Management**, [s.l.], v. 5, n. Godište 2013, p. 5-29, 2013.
- BAUDIN, M. **Lean Logistics : The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods**. 1. ed. New York: Productivity Press, 2005. 400p.
- BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUSS, J. Developing Maturity Models for IT Management. **Business & Information Systems Engineering**, [s.l.], v. 1, n. 3, p. 213-222, 2009.
- BOUER, R.; CARVALHO, M. M. DE. Metodologia singular de gestão de projetos: condição suficiente para a maturidade em gestão de projetos? **Production**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 347-361, 2006.
- BOUZON, M. *et al.* Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. **Resources, Conservation and Recycling**, [s.l.], v. 108, p. 182-197, 2016.
- BRUIN, T. DE *et al.* Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. In: Australasian Conference on Information Systems, 16, Sydney, 2005. **Anais [...]**. Sydney: QUT, 2005.
- CAMELO, G. R. *et al.* Logística Enxuta: a abordagem Lean na cadeia de suprimentos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, São Carlos, 2010. **Anais [...]**. São Carlos: ABEPRO, 2010.
- CARBONARA, N.; COSTANTINO, N.; PELLEGRINO, R. Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing. **International Journal of Project Management**, [s.l.], v. 32, n. 7, p. 1223-1232, 2014.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. 2ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 280p.

CHEN, C. W. *et al.* Developing indicators for sustainable campuses in Taiwan using fuzzy Delphi method and analytic hierarchy process. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 193, p. 661-671, 2018.

CHEN, H.; LIU, S.; ODERANTI, F. A knowledge network and mobilisation framework for lean supply chain decisions in agri-food industry. **International Journal of Decision Support System Technology**, [s.l.], v. 9, n. 4, p. 37-48, 2017.

CHENG, C. H.; LIN, Y. Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. **European Journal of Operational Research**, [s.l.], v. 142, n. 1, p. 174-186, 2002.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 344p.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & Supply Chain Management**. 5ed. Nova Jersey: FT Press, 2016. 328p.

CORBETT, C. J. Stochastic inventory systems in a supply chain with asymmetric information: Cycle stocks, safety stocks, and consignment stock. **Operations Research**, [s.l.], v. 49, n. 4, p. 487-500, 2001.

CURTIS, B.; HEFLEY, W. E.; MILLER, S. A. **The People Capability Maturity Model (P-CMM)**. 2ed. Boston: Pearson Education, 2002. 624p.

DAUD, A.; ZAILANI, S. Lean Supply Chain Practices and Performance in the Context of Malaysia. In: ONKAL, D. **Supply Chain Management - Pathways for Research and Practice**. 1ed. Londres: IntechOpen, 2011. p 1-14.

DE PAULA, I. C.; FOGLIATTO, F. S.; CRISTOFARI, C. A. Method for assessing the maturity of product development management: A proposal. **African Journal of Business Management**, [s.l.], v. 6, n. 38, p. 10285-10302, 2012.

ELLRAM, L. M.; COOPER, M. C. The Relationship Between Supply Chain Management and Keiretsu. **The International Journal of Logistics Management**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 1-12, 1993.

ESTAMPE, D. *et al.* A framework for analysing supply chain performance evaluation models. **International Journal of Production Economics**, [s.l.], v. 142, n. 2, p. 247-258, 2013.

FOLLMANN, N. **Modelo de Maturidade Logística para Empresas Industriais de Grande Porte**. 2012. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

FRASER, P.; MOULTRIE, J.; GREGORY, M. The use of maturity models/grids as a tool in

assessing product development capability. In: IEEE International Engineering Management Conference, Cambridge, 2002. **Anais [...]**. Nova Iorque: IEEE, 2002. p. 244-249.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008. 216p.

HINES, P. Network Sourcing: A Hybrid Approach. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, [s.l.], v. 31, p. 17-17, 1995.

HRIBAR RAJTERIČ, I. Overview of business intelligence maturity models. **Management: Journal of Contemporary Management Issues**, [s.l.], v. 15, p. 47–67, 2010.

HSU, Y. L.; LEE, C. H.; KRENG, V. B. The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. **Expert Systems with Applications**, [s.l.], v. 37, n. 1, p. 419-425, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 9004:2009 Managing for the sustained success of an organization — A quality management approach**. 3. ed. Genebra: ISO, 2009. 46 p.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. A critical review of lean supply chain management frameworks: Proposed framework. **Production Planning and Control**, Londres, v. 26, n. 13, p. 1051–1068, 2015.

JASTI, N. V. K.; KURRA, S. An empirical investigation on lean supply chain management frameworks in Indian manufacturing industry. **International Journal of Productivity and Performance Management**, [s.l.], v. 66, n. 6, p. 699-723, 2017.

JOHNSEN, T. E. Supply network delegation and intervention strategies during supplier involvement in new product development. **International Journal of Operations and Production Management**, [s.l.], v. 31, n. 6, p. 686-708, 2011.

JOHNSEN, T. E.; FORD, D. Customer approaches to product development with suppliers. **Industrial Marketing Management**, [s.l.], v. 36, n. 3, p. 300-308, 2007.

JUTRAS, C; BUXTON, M. **The Lean Supply Chain Report**. Boston: Aberdeen Group. 2006. 39p.

KARLIN, J. N. **Defining the lean logistics learning enterprise: Examples from Toyota's North American supply chain**. 2004. 214 f. Tese (Doutorado) - Industrial And Operations Engineering, University Of Michigan, Ann Arbor, 2004.

KUO, Y. F.; CHEN, P. C. Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using Fuzzy Delphi Method. **Expert Systems with Applications**, [s.l.], v. 35, n. 4, p. 1930-1939, 2008.

LAMMING, R. C. *et al.* Sharing sensitive information in supply relationships: The flaws in one-way open-book negotiation and the need for transparency. **European Management Journal**, [s.l.], v. 23, n. 5, p. 554-563, 2005.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean**. 5. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011. 130 p.

LOOS, M. J. **Método para avaliação do grau de desenvolvimento de práticas lean na logística interna de empresas industriais**. 2016. 365 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MAIER, A.; MOULTRIE, J. Developing maturity grids for assessing organisational capabilities: Practitioner guidance. In: International Conference on Management Consulting: Academy of Management, 4, Viena, 2009. **Anais [...]**. Viena: Academy of Management, 2009.

MATZKA, J.; DI MASCOLO, M.; FURMANS, K. Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. **Journal of Intelligent Manufacturing**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 49-60, 2012.

MELTON, T. The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. **Chemical Engineering Research and Design**, [s.l.], v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005.

MENTZER, J. T. *et al.* Defining Supply Chain Management. **Journal of Business Logistics**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MYERSON, P. **Lean Supply Chain and Logistics Management**. 1ed. New York: McGraw-Hill, 2012. 292p.

NIMEH, H. A.; ABDALLAH, A. B.; SWEIS, R. Lean supply chain management practices and performance: empirical evidence from manufacturing companies. **International Journal of Supply Chain Management**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 1-15, 2018.

NORDIN, N.; DEROS, B. M. Organisational Change Framework for Lean Manufacturing Implementation. **International Journal of Supply Chain Management**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 309-320, 2017.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 1ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150p.

REEFKE, H.; SUNDARAM, D.; AHMED, M. D. Maturity progression model for sustainable supply chains. In: International Heinz Nixdorf Symposium, 8, Paderborn, 2010. **Anais [...]**. Berlin: Springer, 2010.

RODRÍGUEZ, C. M. T. *et al.* Lean na Logística: uma reflexão da agregação de valor e desperdícios. **Revista Mundo Logística**, Curitiba, v. 5, n. 26, p. 18-23, 2012.

RODRIGUEZ, C. M. T.; CASARIN, N.; CERYNO, P. S. Aplicação da abordagem lean na logística. SEPROSUL –Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana, 10, Santiago, 2010. **Anais [...]**. Florianópolis: LabSad, 2010.

ROSSI, E. M. F.; CUNHA, J.; PACHECO, D. A. J. Logística interna enxuta : uma

investigação na indústria automotiva. **Latin American Journal of Business Management**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 173-199, 2016.

RUDNICKA, A. Sustainable supply chain maturity model. **Research in Logistics & Production**, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 201–209, 2017.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, [s.l.], v. 52, p. 161–166, 2016.

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

SILVA, F. L. R. DA. **Aplicação do Projeto Axiomático no Desenvolvimento de um Sistema de Logística Interna e Implementação Piloto**. 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

STACHOWIAK, A.; OLEŚKÓW-SZŁAPKA, J. Agility Capability Maturity Framework. In: International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, 28, Columbus, 2018. **Anais[...]**. Amsterdã: Elsevier, 2018.

STEVENS, G. C.; JOHNSON, M. Integrating the Supply Chain ... 25 years on. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 19-42, 2016.

TARHAN, A.; TURETKEN, O.; REIJERS, H. A. Business process maturity models: A systematic literature review. **Information and Software Technology**, [s.l.], v. 75, p. 122-134, 2016.

TORTORELLA, G. *et al.* Lean supply chain practices: an exploratory study on their relationship. **The International Journal of Logistics Management**, [s.l.], v. 29, n. 3, p. 1049–1076, 2018.

TORTORELLA, G. L.; MIORANDO, R.; MARODIN, G. Lean supply chain management: Empirical research on practices, contexts and performance. **International Journal of Production Economics**, [s.l.], v. 193, p. 98-112, 2017.

VAFADARNIKJOO, A. *et al.* Assessment of consumers' motivations to purchase a remanufactured product by applying Fuzzy Delphi method and single valued neutrosophic sets. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 196, p. 230-244, 2018.

WOMACK, JAMES P.; JONES, D. T. From Lean Production to the Lean Enterprise. **Harvard Business Review**, Boston, v. 72, n. 2, p. 93-103, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. 1ed. Nova Iorque: Scribner, 1990. 323p.

YANG, T.; HSIEH, C. H. Six-Sigma project selection using national quality award criteria

and Delphi fuzzy multiple criteria decision-making method. **Expert Systems with Applications**, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 7594-7603, 2009.

APÊNDICE A – Questionário enviado para os especialistas das empresas

	Problema/ desperdício	Frequência	Impacto
D1	Produzir mais do que é demandado pela próxima etapa de clientes na cadeia de suprimentos		
D2	Ter muitas variedades e modelos de produtos, que podem não ter a demanda adequada		
D3	O desenvolvimento redundante de peças, como a reutilização de projetos, não é praticado, resultando no desenvolvimento de múltiplas peças e, conseqüentemente, no uso de múltiplos fornecedores.		
D4	Envio de informações erradas para fornecedores, distribuidores, varejistas		
D5	Armazenar mais do que o exigido pelo cliente em várias etapas da cadeia de suprimentos		
D6	Ter uma quantidade grande de SKUs com componentes/designs desnecessários e obsoletos		
D7	Comprar em grandes quantidades devido à distância ou à singularidade das peças / componentes		
D8	A falta de uso de peças padrão ou a falta de comunalidade para várias variantes de produtos		
D9	Efeito de amplificação de demanda devido à falta de sincronização entre demanda e atividades		
D10	Espera por matérias-primas de fornecedores ou pela entrega de produtos de fabricantes, distribuidores ou varejistas		
D11	Esforço em série desnecessário devido ao fornecimento de um produto / peça errado ao cliente		
D12	Pedido de compra ou entrada de pedido do cliente processado incorretamente		
D13	Verificação/contagem desnecessária, inspeção de produtos no envio do fabricante, bem como no recebimento do distribuidor/revendedor		
D14	Layout inadequado nos armazéns em várias etapas da cadeia de suprimentos, resultando em mais movimentos de trabalhadores		
D15	Fazer uma remessa errada para um cliente, varejista ou distribuidor		
D16	Fornecedores enviam muitas peças defeituosas ao fabricante e o fabricante envia um lote de produtos com defeitos		
D17	Erros cometidos no pedido de compra do fabricante enviado ao fornecedor e erros cometidos pelos varejistas ou distribuidores na entrada do pedido		
D18	Entrega atrasada de peças / produtos para os clientes imediatos da cadeia de suprimentos		
D19	Remessa de quantidade excessiva ou quantidade insuficiente de lotes por fornecedores, fabricantes, distribuidores		

Problema/ desperdício		Frequência	Impacto
D20	Devolução de mercadorias pelos clientes por várias razões, como o produto não funcionar corretamente, um produto ou peça danificada devido ao transporte, etc.		
D21	Previsões de demanda incorretas ou imprecisas ou vários tipos de previsões usadas em diferentes estágios da cadeia de suprimentos		

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

APÊNDICE B – Matriz de maturidade completa, com submatriz R em verde e a frequência e impacto dos problemas, respondidos pela empresa, e o grau de maturidade da mesma em amarelo

		problemas/desperdícios																				Melhor pontuação ili	Nível crítico cri	Pior pontuação sli	Nota de desenv. pilar k Dsk	Nota de desenv. pilar k Dsk1	Nível de maturid. pilar k MLK	Nível de maturid. empresa GM			
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20								D21		
		f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	f14	f15	f16	f17	f18	f19	f20								f21		
f	i1	12	13	14	15	16	17	18	19	i10	i11	i12	i13	i14	i15	i16	i17	i18	i19	i20	i21										
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g17	g18	g19	g20	g21										
Produção JIT	BP1	8,4	1,2	1,2	4,2	8,4	4,2	4,8	1,2	6,6	5,2	3,6	4,0	3,0	2,0	2,6	2,4	1,8	6,6	4,4	1,6	6,0	8555,76	cr1	693016,56	DS1					
	BP2	5,0	3,0	2,4	1,8	7,6	5,2	3,0	1,2	3,0	6,6	3,2	1,8	1,2	0,6	2,6	1,2	1,8	5,2	5,0	1,8	3,8	6887,04	cr2	557850,24	DS2	DSK1	ML1			
	BP3	5,0	3,6	1,8	2,2	7,0	6,0	9,0	1,2	6,6	7,8	3,2	2,6	2,4	1,2	1,2	1,2	1,2	6,4	7,2	2,4	5,2	8682,28	cr3	703264,68	DS3					
	BP4	5,8	4,2	2,4	2,4	7,2	4,6	6,0	1,8	6,0	6,0	1,2	2,4	1,8	2,4	1,2	1,2	1,2	6,0	6,0	2,4	3,6	7770,68	cr4	629425,08	DS4					
Gerenciamento do relacionamento com o cliente	BP5	6,6	4,6	3,0	5,2	5,4	4,6	4,4	3,0	7,2	7,6	6,0	2,4	4,2	1,8	4,0	4,0	2,8	5,6	6,0	3,6	6,6	9743,56	cr5	789228,36	DS5	DSK2	ML2			
	BP6	7,8	6,4	2,4	4,2	6,6	4,8	2,4	1,2	7,2	3,6	1,8	1,2	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2	3,8	3,8	2,4	6,8	7525,32	cr6	609550,92	DS6					
Melhoria Contínua	BP7	2,4	2,4	3,0	6,2	3,2	5,0	1,8	3,6	5,0	3,6	3,6	3,8	3,0	1,8	4,4	3,6	3,8	2,4	1,8	3,0	3,6	6710,16	cr7	543522,96	DS7					
	BP8	5,2	3,0	2,6	4,4	4,4	3,8	2,4	3,2	2,6	1,8	1,2	3,6	6,2	2,6	2,6	2,0	1,8	5,2	2,0	1,8	1,8	6366,4	cr8	515678,4	DS8	DSK3	ML3			
	BP9	3,2	3,0	1,8	4,6	3,6	5,6	2,4	1,8	5,4	4,6	3,2	2,4	1,2	1,2	4,2	3,2	4,0	4,0	2,4	5,6	3,6	6924,4	cr9	560876,4	DS9					
Compromisso e liderança da alta gerência	BP10	3,6	5,0	4,4	4,2	4,4	4,4	3,2	3,0	5,0	3,8	2,4	2,4	3,8	5,8	3,0	3,2	2,4	4,4	5,0	4,6	3,0	7678,84	cr10	621986,04	DS10					
	BP11	4,0	5,0	5,0	6,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	6,0	7,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	9144	cr11	740664	DS11					
	BP12	5,4	6,0	2,4	3,0	3,6	6,2	1,8	1,2	3,0	1,2	1,2	0,6	0,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	6,2	5300,96	cr12	429377,6	DS12	DSK4	ML4			
	BP13	6,0	2,6	3,0	4,6	3,8	3,0	2,4	3,0	5,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	1,8	1,2	0,6	3,2	1,2	6,0	5642	cr13	457002	DS13					
	BP14	3,2	5,4	4,8	1,2	4,0	4,8	3,6	3,8	3,8	1,8	1,2	1,2	1,2	3,2	1,2	1,2	1,2	2,4	1,2	1,2	6,0	5666,8	cr14	459010,8	DS14					
Gerenciamento de Fomecedores	BP15	6,0	5,0	3,8	6,6	5,2	3,8	4,4	3,6	7,2	4,6	4,0	5,0	3,6	2,4	3,4	2,4	3,2	5,6	4,8	2,0	6,8	9189,04	cr15	744312,24	DS15					
	BP16	5,2	3,6	5,0	3,0	5,0	4,8	4,2	4,8	6,2	3,6	1,8	1,8	2,0	0,6	1,2	3,6	3,2	3,2	5,6	1,8	6,2	614864,52	cr16	614864,52	DS16					
	BP17	3,8	1,8	2,4	2,0	2,4	1,2	2,6	3,0	3,8	3,8	1,8	1,8	3,6	2,4	2,4	4,8	3,0	2,6	2,4	2,4	4,0	5456,48	cr17	441974,88	DS17	DSK5	ML5			
	BP18	4,4	4,4	4,4	2,4	4,0	4,4	1,2	4,2	5,6	3,2	1,8	1,2	0,6	1,4	0,6	1,4	1,2	1,8	2,6	2,4	6,6	6044,04	cr18	489567,24	DS18					
	BP19	6,0	3,6	3,6	2,4	4,8	6,0	2,4	3,0	6,6	3,8	2,4	2,4	1,2	1,2	0,6	1,2	1,2	4,0	6,0	1,8	7,2	7364,56	cr19	596529,36	DS19					
Gerenciamento da Logística	BP20	4,4	1,2	0,6	4,0	3,8	2,4	1,2	1,8	3,2	2,6	5,4	5,0	2,4	3,0	5,0	1,8	2,6	4,4	3,8	2,4	5,0	6332,84	cr20	512960,04	DS20					
	BP21	2,4	1,2	2,4	3,6	3,2	0,6	5,0	1,2	1,8	7,2	3,2	1,8	0,6	1,8	4,4	2,4	2,4	7,8	2,4	6,6	2,4	6174,64	cr21	500145,84	DS21	DSK6	ML6			
	BP22	2,4	2,4	2,4	3,6	3,6	3,0	3,6	1,2	1,2	5,6	2,4	3,6	2,4	6,0	4,8	1,8	3,0	7,8	2,4	2,4	1,8	6341,64	cr22	513672,84	DS22					
	BP23	4,6	5,6	3,6	2,4	6,6	7,2	3,6	1,8	3,8	3,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	3,0	3,0	3,6	5,6	3,0	2,4	7434,36	cr23	602183,16	DS23					
Eliminação de desperdícios	BP24	2,4	3,0	3,6	7,2	1,8	3,8	1,8	5,0	1,8	3,0	6,6	7,2	7,0	1,2	4,8	7,0	7,8	1,0	1,2	6,2	1,2	7310,36	cr24	592139,16	DS24	DSK7	ML7			
	BP25	2,4	3,0	3,0	1,8	1,8	2,4	4,2	3,6	1,8	1,2	1,2	1,2	2,4	6,0	2,4	2,4	3,0	2,4	2,4	7,0	1,2	5044,72	cr25	408622,32	DS25					
Gerenciamento da Tecnologia da Informação	BP26	1,2	1,2	1,2	1,8	2,4	1,8	2,4	1,8	3,2	6,6	2,4	3,6	2,4	3,0	5,6	3,0	3,0	7,2	3,0	1,2	1,2	5588,2	cr26	452644,2	DS26	DSK8	ML8			
	BP27	4,8	4,8	3,0	7,2	4,0	4,6	1,2	2,0	5,2	4,6	4,6	7,8	5,8	1,2	6,6	1,8	7,8	5,0	4,4	1,8	7,2	9140,88	cr27	740411,28	DS27					
pi	121,60	96,20	79,20	102,20	121,80	113,80	91,40	70,40	122,80	112,20	77,60	77,00	70,20	66,40	81,40	71,00	75,20	110,80	103,00	79,60	119,40										

Fonte: Elaborado pela autora (2019)