

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO
ENXUTA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS**

LÍVIA MARIA ALBUQUERQUE REUL

JOÃO PESSOA

2015

LÍVIA MARIA ALBUQUERQUE REUL

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO
ENXUTA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Luciano Costa Santos
Co-orientadora: Prof.^a Cláudia Fabiana Gohr

JOÃO PESSOA
2015

R443m Reul, Livia Maria Albuquerque.
Modelo de avaliação do nível de implementação da
produção enxuta em cadeias de suprimentos / Livia Maria
Albuquerque Reul.- João Pessoa, 2015.
152f. : il.
Orientador: Luciano Costa Santos
Coorientadora: Cláudia Fabiana Gohr
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT
1. Engenharia da produção. 2. Cadeias de suprimentos.
3. Produção enxuta. 4. Modelo de avaliação.

UFPB/BC

CDU: 62:658.5(043)

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO
ENXUTA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS**

LÍVIA MARIA ALBUQUERQUE REUL

Esta Dissertação foi julgada e aprovada em sua forma final para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

João Pessoa, 14 de dezembro de 2015.

Prof. Luciano Costa Santos, Dr.
(Orientador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof.^a Cláudia Fabiana Gohr, Dr.^a
(Co-Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba

Prof.^a Maria Silene Alexandre Leite, Dr.^a
(Examinador interno)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Enzo Morosini Frazzon, Dr.
(Examinador externo)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Mais que um trabalho de conclusão de mestrado, esta dissertação representa o fim de mais uma etapa realizada com o apoio de muitas pessoas, que merecem os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder forças e suporte que fizeram com que este trabalho fosse realizado.

Ao meu esposo Tiago, pelo incentivo, compreensão, paciência e carinho.

Ao meu orientador Luciano, pela confiança, paciência, dedicação e ensinamentos de vida.

À minha co-orientadora Cláudia, pelos ensinamentos, apoio e palavras no momento crítico e de decisão.

Aos meus pais e meus irmãos, pelo incentivo, desejando sempre o meu sucesso.

À minha segunda família, em especial à minha sogra D. Célia, pelo apoio e acolhimento.

Às minhas amigas Taíse e Luanna, pelo companheirismo na trajetória acadêmica, dividindo as angústias e tornando os momentos mais fáceis.

À minha amiga de trabalho Danielly, pelo apoio e colaboração, assumindo partes das minhas responsabilidades do trabalho, essenciais para que a realização desta dissertação fosse possível.

Aos meus colegas do mestrado, em especial Bruno e Tatyana, pelos conhecimentos compartilhados.

Aos amigos e familiares, pelo carinho importante nos momentos difíceis da minha vida.

Aos professores membros da banca e a empresa, pelo conhecimento transmitido contribuindo para o enriquecimento desta pesquisa.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização da pesquisa.

O meu muito obrigada nunca será suficiente para demonstrar a grandeza que recebi de todos vocês.

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver um modelo de avaliação da implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos. Com este intuito, foi realizada uma análise da literatura nos temas produção enxuta e produção enxuta em cadeias de suprimentos. Com base na revisão da literatura, foi possível identificar atributos característicos de cadeias de suprimentos enxutas que foram utilizados para construir a estrutura conceitual do modelo, sendo considerados como fatores e subfatores de avaliação. O método *Graph Theoretic Approach* (GTA) foi utilizado como ferramenta para modelar os elementos de avaliação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, assim, a avaliação considera as inter-relações entre os fatores de avaliação, como também analisa as inter-relações entre as empresas que fazem parte da cadeia de suprimentos. Desta forma, é possível realizar ponderações necessárias ao sistema avaliado, considerando que as empresas de uma cadeia e os fatores avaliados possuem relações mútuas de influência. O modelo avalia, inicialmente, a implementação dos fatores individualmente para cada empresa, para então compor a avaliação geral da cadeia de suprimentos. O modelo desenvolvido foi aplicado por meio de quatro estudos de caso em uma cadeia de suprimentos do setor automotivo, com realização de entrevistas estruturadas e semiestruturadas com gestores diretamente ligados ao setor de logística de cada empresa. Como resultado da avaliação, pode-se concluir que a cadeia de suprimentos estudada apresenta um nível médio de implementação da produção enxuta. A partir dos estudos de caso, foi possível concluir que o modelo proposto é adequado para os seus devidos fins, estabelecendo uma avaliação geral da implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos.

Palavras-chave: Cadeias de suprimentos; Produção enxuta; Modelo de avaliação.

ABSTRACT

This work aims to develop a model for assessing the implementation of lean production in supply chains. In order to reach this aim, an analysis of the relevant literature on lean production and lean supply chains was carried out and, based on this literature review, it was possible to identify attributes of lean supply chains that were used to build the conceptual framework and were classified as factors and sub-factors for the assessment model. The Graph Theoretic Approach (GTA) was used as a tool to model the evaluation elements of lean production supply chains, thus the evaluation considers the interrelations between the assessment factors and analyzes the interrelationships between companies that are part of the supply chain. Thus, it brings the required weights for the assessed system, considering that the companies of a supply chain and the assessment factors have mutual relations of influence. Initially, the model evaluates the implementation of the factors individually for each company, and then compose the overall assessment of the supply chain. The model was applied through four case studies from an automotive supply chain, conducted with structured and semi-structured interviews with managers from the logistics department of each company. As a result of the evaluation, it can be concluded that the studied supply chain has an moderate level of implementation of lean production. From the case studies, it was concluded that the proposed model is suitable for their intended purposes, establishing an overall assessment of the implementation of lean production in supply chains.

Keywords: Supply chains; Lean production; Assessment model.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do trabalho de dissertação	23
Figura 2 - Hierarquia das necessidades para os fornecedores.	41
Figura 3 - Hierarquia da parceria com fornecedor.	41
Figura 4 - Fases da pesquisa	81
Figura 5 - Pesquisa sistemática.....	83
Figura 6 - Representação de um dígrafo.....	85
Figura 7 - Modelo de avaliação de implementação da PE na cadeia de suprimentos	89
Figura 8 - Representação esquemática do modelo de avaliação	95
Figura 9 - Representação esquemática da cadeia de suprimentos estudada	101
Figura 10 - Representação esquemática dos estudos de caso	102
Figura 11 - Representação gráfica e matricial do dígrafo dos fatores de avaliação	113
Figura 12 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F1 - Melhoria contínua ...	113
Figura 13 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F2 - Redução de perdas ..	113
Figura 14 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F3 - Gestão de fornecedores	114
Figura 15 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F4 - Integração da cadeia	114
Figura 16 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do subfator F41 - Compartilhamento de informações.....	114
Figura 17 - Representação gráfica e matricial do dígrafo da cadeia	115
Figura 18 - Escalas de avaliação.....	117
Figura 19 - Avaliação da Empresa Focal.....	122
Figura 20 - Avaliação da empresa Fornecedor FP1	123
Figura 21 - Avaliação da empresa Fornecedor FP2	124
Figura 22 - Avaliação da empresa Fornecedor FL	125
Figura 23 - Comparação das avaliações dos fatores das empresas analisadas	125
Figura 24 - Avaliação da cadeia de suprimentos	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de desperdícios	26
Quadro 2 - Definições de produção enxuta	28
Quadro 3 - Objetivos de desempenho da utilização da produção enxuta.....	30
Quadro 4 - Princípios da produção enxuta	33
Quadro 5 - Problemas no sistema de relacionamento com fornecedores	35
Quadro 6 - Definições de cadeia de suprimentos enxuta.....	38
Quadro 7 - Benefícios de investimentos em parcerias com fornecedores.....	39
Quadro 8 - Elementos-chave das características da cadeia de suprimentos enxuta	42
Quadro 9 - Competências e elementos da cadeia de suprimentos enxuta	43
Quadro 10 - Publicações por periódicos.....	45
Quadro 11 - Quantificação dos artigos por setor da indústria analisado	47
Quadro 12 - Itens de avaliação das variáveis	49
Quadro 13 - Dimensões do modelo de Cadeias de Suprimentos Enxuta	50
Quadro 14 - Habilitadores e Atributos Enxutos	51
Quadro 15 - Itens de avaliação desenvolvidos por Chae, Olson e Sheu (2013).....	52
Quadro 16 - Itens de medição utilizados por Olhager e Prajogo (2012).....	53
Quadro 17 - Itens e pré-requisitos de uma cadeia de suprimentos enxuta	54
Quadro 18 - Fases e passos para desenvolvimento de Cadeia de Suprimentos Enxuta	55
Quadro 19 - Resumo dos trabalhos abordando análise de variáveis sobre desempenho da LSC	56
Quadro 20 - Elementos de avaliação da pesquisa de Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012).....	58
Quadro 21 - Itens de medição adotados por So e Sun (2010)	60
Quadro 22 - Medidas de desempenho	61
Quadro 23 - Resumo dos trabalhos abordando análise de variáveis sobre adoção da PE na cadeia de suprimentos.....	62
Quadro 24 - Resumo dos trabalhos abordando outras variáveis sobre o desempenho da CS ..	63
Quadro 25 - Critérios e indicadores enxutos de pesquisa.....	64
Quadro 26 - Resumo dos trabalhos abordando PE e produção ágil	66
Quadro 27 - Resumo dos trabalhos sobre a abordagem leagile.....	69
Quadro 28 - Aspectos enxutos do modelo.....	70
Quadro 29 - Resumo dos trabalhos sobre outras abordagens.....	72

Quadro 30 - Atributos de cadeias de suprimentos enxutas.....	74
Quadro 31 - Agrupamento dos atributos de LSC em aspectos-chave	77
Quadro 32 - Exemplo de escala de quantificação dos fatores que afetam o sistema	87
Quadro 33 - Exemplo de escala de quantificação das relações de interdependências entre os atributos	87
Quadro 34 - Fatores e subfatores de avaliação da produção enxuta em cadeias de suprimentos utilizados no modelo.....	90
Quadro 35 - Caracterização da coleta de dados.....	99
Quadro 36 - Caracterização das empresas pesquisadas.....	103
Quadro 37 - Quantificação do grau de implementação de cada subfator	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores encontrados nos cálculos dos permanentes das matrizes	118
Tabela 2 - Índice de avaliação dos fatores para cada empresa	121
Tabela 3 - Índice de avaliação de cada empresa.....	122

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução das publicações	44
Gráfico 2 - Métodos de pesquisa utilizados.....	46

3.2.2.1 <i>Graph Theoretic Approach</i> (GTA)	84
3.2.2.2 Descrição do modelo de avaliação	88
3.2.3 Fase III - Validação empírica do modelo	95
3.2.3.1 Estudo de caso na empresa focal da cadeia.....	96
3.2.3.2 Estudos de caso em empresas da cadeia de suprimentos da empresa focal	97
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	98
4. RESULTADOS	100
4.1 DESCRIÇÃO GERAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS ESTUDADA	100
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	102
4.2.1 Empresa focal.....	102
4.2.2 Fornecedor FP1	105
4.2.3 Fornecedor FP2	107
4.2.4 Fornecedor FL.....	108
4.3 VALIDAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO PROPOSTO	111
4.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	127
4.4.1 Análise dos resultados da avaliação da cadeia de suprimentos.....	128
4.4.2 Análise geral do modelo proposto.....	128
4.4.3 Análise da aplicabilidade do modelo proposto	129
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	131
5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	132
5.1 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS	132
5.2 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA	133
5.3 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	134
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DAS INTER- RELAÇÕES ENTRE OS FATORES E ENTRE OS SUBFATORES DA PRODUÇÃO ENXUTA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	142
APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DAS INTER- RELAÇÕES ENTRE AS EMPRESAS DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	146
APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA QUANTIFICAÇÃO DO GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DOS SUBFATORES.....	147

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada a introdução do trabalho com a delimitação do tema e do problema de pesquisa. Primeiramente apresenta-se o tema de pesquisa com uma breve explanação do assunto abordado. Em seguida, o problema de pesquisa e os objetivos geral e específicos são descritos. Posteriormente, apresenta-se a justificativa teórica e prática para a pesquisa. Ao final, será apresentada a estrutura do trabalho identificando sua organização em capítulos.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA

Ambientes competitivos exigem muitas mudanças em organizações e sistemas de produção e, a fim de aumentar a produtividade, ferramentas e técnicas são desenvolvidas e implementadas, sendo a produção enxuta (PE) uma das mais populares (SHAHBAZKHAN; SHAHRIARI; NAJAFI, 2012). Segundo Shahin e Jaber (2011), a produção enxuta é considerada uma estratégia tanto gerencial como de processos que tem como objetivos a identificação e a eliminação do desperdício de recursos, a fim de minimizar os custos e avançar no sentido de melhoria da produtividade.

De acordo com Kisperska-Moron e Haan (2011), as constantes mudanças de redução de tempo de ciclos de vida dos produtos e a proliferação da variedade de produtos dificulta a competição de empresas de forma individual. Para adaptarem-se às necessidades dos clientes, as empresas perceberam a importância de melhorar o desempenho de toda a cadeia de suprimentos da qual são membros (BEHROUZI; WONG, 2013).

A produção enxuta como modelo de gestão atua inicialmente no nível interno da empresa (ZACHER, 2004). Embora leve em consideração uma abordagem de produção de chão de fábrica, ela se esforça para eliminar o desperdício em quaisquer atividades que não agreguem valor para a empresa, ou seja, não só dentro de uma organização, mas também ao longo de sua rede de suprimentos (MEHRJERDI, 2011). Então, para atingir um alto grau de desempenho, as organizações passaram a utilizar uma combinação de práticas enxutas em toda a cadeia de suprimentos com a finalidade de simplificar, ou até mesmo reduzir as operações, tanto dentro como fora de suas empresas (BEHROUZI; WONG, 2013).

Essa associação da produção enxuta com a cadeia de suprimentos origina o termo cadeia de suprimentos enxuta, ou no inglês, *Lean Supply Chain* (LSC). Segundo Chen, Cheng

e Huang (2013), LSC é a utilização de princípios e práticas enxutas relacionadas desde a extração de matérias-primas até a entrega de bens ou serviços para o usuário final, com o objetivo de melhorar e promover a gestão da cadeia de suprimentos. Pode ser utilizada como uma maneira de estreitar as relações de fornecimento e de parceria para que progrida no sentido de abranger os demais elos da cadeia, alterando a própria estrutura e lógica de funcionamento desta (LIMA; ZAWISLAK, 2003). De acordo com Mehrjerdi (2011), essa nova relação pode colocar a empresa no caminho certo para atingir seus objetivos de longo prazo, aumentando o grau de satisfação dos clientes e garantindo a sobrevivência da empresa.

Apesar de a produção enxuta ter evoluído para outras áreas, inclusive para a cadeia de suprimentos, pouco foi desenvolvido sobre essa abordagem (WU, 2003; GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004). Recentemente, Jasti e Kodali (2015) observaram crescimento das publicações de artigos sobre cadeias de suprimentos enxuta nos últimos anos, mas ainda consideram um número pequeno quando comparado com a quantidade de publicações em produção enxuta. De uma forma geral, os autores observam uma relativa escassez de estudos em LSC e sugerem que sejam feitas mais pesquisas sobre o tema. Assim, como apontado por Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012) e Naim e Gosling (2011), o foco na abordagem da produção enxuta em cadeia de suprimentos ainda é considerado tema recente de pesquisas.

Segundo Wu (2003), a literatura sobre PE tem versado principalmente sobre seu impacto estratégico positivo na competitividade de uma empresa, concentrando-se principalmente no desempenho e na eficiência interna como redução de custos, qualidade, *design*, eficiência administrativa e produtividade. Para o autor, relativamente poucas análises empíricas foram realizadas para entender se a adoção de práticas internas de produção enxuta também está relacionada com práticas logísticas externas.

Godinho Filho e Fernandes (2004) em sua pesquisa bibliográfica sobre a produção enxuta, também identificou que a maioria dos trabalhos, tanto teóricos como práticos, concentrou-se no estudo da produção enxuta voltado ao chão de fábrica, sendo que uma pequena minoria abrangia a cadeia de suprimentos como foco de análise.

Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012), também afirmam que as definições mais recentes de PE ainda focam sobre o seu impacto na entrega de valor, concentrando-se em operações realizadas dentro da empresa ou no nível do chão de fábrica. Nesse sentido, os autores enfatizam a atual importância da produção enxuta no contexto da cadeia de suprimentos. Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012) ainda afirmam que a área de estudo da produção enxuta que se destaca como foco de atenção atual é a gestão da cadeia de

suprimentos, uma das áreas-chave de pesquisa para gestão de operações. Igualmente evidenciado por Naim e Gosling (2011) em seu trabalho, que identificaram a integração da cadeia de suprimentos como um dos temas emergentes das pesquisas atuais.

Apesar da importância da produção enxuta no contexto da cadeia, bem como a integração das empresas e sua cadeia de suprimentos para alcance de melhorias, o que se identifica na literatura é que muitas empresas ainda não estão envolvidas com sua cadeia. Como evidencia a pesquisa de Huehn-Brown e Murray (2010) que, ao estudarem cadeias de suprimentos, apontaram que apenas 44% dos participantes de sua pesquisa concordaram que os fornecedores estavam envolvidos com iniciativas de melhoria conjuntamente com a empresa. Entretanto, dos poucos que afirmaram estar colaborando com a integração da cadeia de suprimentos, como saber se as atividades executadas por eles estão de fato contribuindo para o alcance de melhorias?

Uma forma de identificar e avaliar a implementação da abordagem da produção enxuta na cadeia de suprimentos, pode ser através da avaliação do grau de utilização de suas características-chave de forma consistente. Conforme abordado por Behrouzi e Wong (2013), as medidas de avaliação e as métricas são essenciais para o sucesso de uma cadeia de suprimentos, uma vez que ajudam na fixação de objetivos, monitoram o desempenho e determinam o curso futuro das ações. Para os autores, medir o nível de utilização da produção enxuta é útil para avaliar o estado atual, a fim de identificar as oportunidades de melhorias, e aumentar a eficiência e a produtividade. Igualmente evidenciado por Azevedo *et al.* (2012), que afirmam que através de um índice de pontuação e avaliação da implementação da abordagem enxuta na cadeia de suprimentos as empresas podem quantificar a real situação do seu nível de implementação e ajustar seu comportamento para o nível desejado previamente definido, além de permitir uma ampla visão da avaliação em toda a cadeia e a contribuição de cada empresa para isso.

Segundo Behrouzi e Wong (2013), não há uma definição clara do nível de utilização de produção enxuta na cadeia de suprimentos, quais as características que a compõem e quais as medidas de cada categoria, ambas ainda são muito dispersas. Para os autores, um método de avaliação do nível de utilização da produção enxuta é necessário para sintetizar os diferentes aspectos da cadeia de suprimentos enxuta. Dessa forma, os autores sugerem que seja desenvolvido um índice integrado e unificado como um método de avaliação robusta para obter um valor significativo que representa o quão enxuta está a cadeia de suprimentos.

Assim, uma metodologia de avaliação da implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos se insere nos processos de reestruturação externa realizados pelas empresas como forma de relacionamento colaborativo com seus clientes e fornecedores. Dessa forma, e diante da importância de utilização da abordagem enxuta na cadeia de suprimentos, indaga-se: **Como desenvolver um modelo estruturado para avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos?**

Procurando preencher as lacunas na literatura apresentada, este trabalho se propôs a desenvolver uma abordagem para avaliar o nível de implementação de características de uma cadeia de suprimentos enxuta, a fim de auxiliar os gestores e profissionais para gerir eficazmente a sua cadeia de suprimentos, ao mesmo tempo guiar ações de melhorias de desempenho da mesma. Portanto, pretendeu-se estudar sobre cadeias de suprimentos enxutas e os fatores de influência sobre elas, de forma a melhorar e promover a gestão da cadeia de suprimentos e estruturar um modelo de avaliação da aplicação da produção enxuta na mesma.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos.

1.2.2 Objetivos específicos

- i. Analisar, por meio da revisão da literatura, as características de cadeias de suprimentos enxutas;
- ii. Estabelecer os fatores de avaliação relacionados às características de uma cadeia de suprimentos enxuta;
- iii. Validar o modelo desenvolvido por meio de estudos de caso em empresas de uma cadeia de suprimentos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Muitos estudos que abordam o tema produção enxuta no contexto das cadeias de suprimentos têm desenvolvido pesquisas com foco na análise do desempenho influenciado pela adoção de características específicas de cadeias de suprimentos enxutas e indicadores de desempenho, como pode ser observado nos trabalhos de Ding *et al.* (2014), Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011), Chae, Olson e Sheu (2013) e Olhager e Prajogo (2012). Outros pesquisadores têm estudado de forma comparativa cadeias de suprimentos enxutas e cadeias de suprimentos ágeis, conforme pode ser observado nos trabalhos de Qrunfleh e Tarafdar (2013), Kisperska-Moron e Haan (2011), Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012) e Qrunfleh e Tarafdar (2014). Outros pesquisadores têm avançado na ideia de estratégias de produção enxuta e ágil que coexistem através da estratégia "*leagile*" aplicada à cadeia de suprimentos, como pode ser observado nos trabalhos de Banihashemi (2011), Agarwal, Shankar e Tiwari (2006), Naylor, Naim e Berry (1999) e Stavroulaki e Davis (2010).

Apesar dos estudos desenvolvidos sobre produção enxuta aplicada a cadeias de suprimentos, como os citados, este tema ainda vem sendo recomendado por pesquisadores. Por exemplo, Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012), em uma revisão da literatura sobre produção enxuta, apontam como proposta de futuras pesquisas o estudo da produção enxuta na cadeia de suprimentos, identificando a necessidade de descobrir quais são as características de uma cadeia enxuta e aplicações práticas das mesmas.

Behrouzi e Wong (2013) desenvolveram um método para avaliar o nível de utilização da produção enxuta em uma cadeia de suprimentos. Para isso, identificaram e categorizaram as mais importantes medidas de desempenho das pequenas e médias empresas que declaravam ter uma cadeia de suprimentos enxuta para compor o modelo de avaliação. No entanto, uma crítica a essa aplicação é que o estudo de medidas de desempenho pode identificar ótimos resultados sem necessariamente estarem relacionadas à implementação de práticas da produção enxuta aplicadas à gestão da cadeia de suprimentos.

Azevedo *et al.* (2012) também propuseram um método de avaliação, resultando em um índice para avaliar as abordagens enxuta e ágil de empresas individuais e da cadeia de suprimentos correspondente. O índice foi nomeado *Agilean*, obtido a partir de um conjunto de práticas ágeis e práticas enxutas integradas em um modelo de avaliação. Os dados para a determinação de ponderação das práticas de gestão de cadeia de suprimentos foi fornecido através do método Delphi, porém, foi sugerida para futuras pesquisas pelos próprios autores, a utilização de métodos mais robustos para determinar as práticas de gestão de cadeia de

suprimentos e aplicar ponderações nos fatores relacionados à produção enxuta no contexto da cadeia. Além da necessidade de um método mais robusto, outra crítica a esse método é em relação a utilização de média aritmética simples dos resultados das empresas para o cálculo do índice de avaliação da cadeia. Dessa forma, não leva em consideração uma ponderação adequada do grau de influência das diferentes empresas que compõem a cadeia.

Assim como a produção enxuta é vista como um sistema integrado de combinação de características enxutas, a cadeia de suprimentos é vista como um sistema integrado de elementos. Desta forma, pressupõe-se que uma avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos deve considerar as inter-relações entre as dimensões que a compõem.

Um método que considera as inter-relações entre dimensões de avaliação foi utilizado por Anand e Bahinipati (2012) com o objetivo de estabelecer uma medida quantitativa da intensidade da colaboração horizontal em uma cadeia de suprimentos. Os autores propuseram um modelo que possui uma abordagem baseada na teoria dos grafos e álgebra matricial, o método *Graph Theoretic Approach* (GTA). Para eles, esse método possui uma estrutura que considera as propriedades de interdependências e a colaboração entre os atributos críticos de um sistema.

Gurumurthy, Mazumdar e Muthusubramanian (2013) também utilizaram a GTA para propor um método de avaliação, no entanto, o objetivo foi avaliar a prontidão organizacional antes de implementar ou adaptar os princípios do pensamento enxuto (*Lean Thinking*) nas organizações. No entanto, não foi observada a aplicação do método para a análise no contexto específico da produção enxuta em cadeias de suprimentos.

De acordo com Baykasoglu (2012), a GTA vem sendo aplicada em diversos contextos para modelar e resolver problemas decisórios complexos com algumas propriedades desejáveis como capacidade de modelar interações de critérios e capacidade de estruturar problemas hierarquicamente.

Segundo Darvish, Yasaei e Saeedi (2009), a GTA se assemelha a outros métodos, como por exemplo, *Analytical Hierarchy Process* (AHP), *Analytical Network Process* (ANP). Porém, na AHP a decisão é exercida utilizando uma relação hierárquica unidirecional entre os níveis de decisão. Já o método ANP é utilizado para avaliar uma relação multidirecional dinâmica entre os atributos de decisão. Embora ele possa capturar as interdependências entre os critérios em questão, uma das limitações do modelo é que exige mais comparações que o

AHP se tornando uma metodologia complexa. Para os autores, a GTA se torna um método vantajoso, pois, além de incorporar as interdependências dos fatores analisados, o seu procedimento de cálculo é relativamente simples.

Behrouzi e Wong (2013) e Zarei, Fakhrazad, e Paghaleh (2011) usaram lógica *fuzzy* e AHP e QFD, respectivamente, como ferramenta para modelar a avaliação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, porém, essas ferramentas não consideram as inter-relações entre os fatores avaliados, tal como faz o GTA.

Assim, considerando a natureza do problema a ser modelado neste trabalho, se faz necessário o uso de uma ferramenta que sintetize a análise de fatores e considere as suas inter-relações em uma abordagem numérica. Neste caso, pode-se considerar a GTA como um método adequado, e por isso foi utilizado para construir a avaliação do nível de implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos.

De acordo com Behrouzi e Wong (2013), há quatro principais abordagens para medir a utilização da produção enxuta: (i) medir o grau de implementação de práticas enxutas; (ii) medir o desempenho como resultado da implementação enxuta; (iii) uma modalidade mista da primeira e segunda abordagem, em outras palavras, medir tanto implementação de práticas enxutas, como os aspectos de desempenho, considerados e agregados em um índice unificado; e, por fim, (iv) medir, por meio de um mapeamento do fluxo de valor, como concentrou uma ferramenta gráfica de avaliação de estado atual e estado futuro. Este trabalho buscou desenvolver um modelo para avaliar o nível de implementação da produção enxuta em uma cadeia de suprimentos por meio da verificação da implementação de fatores característicos de cadeias de suprimentos enxuta.

Bhamu e Sangwan (2014), ao desenvolverem uma revisão da literatura sobre PE, identificaram a necessidade de desenvolver um padrão ou também chamadas métricas críticas da produção enxuta que conseguissem avaliar antes, durante e após a sua implementação, propondo esse tema para futuras pesquisas. Portanto, de forma relevante, este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo para avaliação do nível de implementação de práticas enxutas na cadeia de suprimentos que também possa ser utilizado como uma avaliação da estruturação de uma cadeia de suprimentos enxuta, avaliando o nível da cadeia antes, durante e após a implementação, de forma a auxiliar os gestores a desenvolverem eficazmente o seu plano de implementação. Essa avaliação servirá como guia para novas ações e poderá auxiliar a obter *feedback* de ações já desenvolvidas da implementação da produção enxuta na cadeia.

O desenvolvimento deste trabalho é relevante, pois a literatura da área apresenta evidências que demonstram uma relação positiva entre a produção enxuta e o gerenciamento da cadeia de suprimentos (MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ; MARTÍNEZ-JURADO, 2012; MEHRJERDI, 2011; LAZZAROTTO, 2010; SANTOS, 2009; LIMA; ZAWISLAK, 2003). Neste sentido, é importante ter instrumentos que contribuam para a avaliação dessa relação.

Outro fator que contribui para a importância deste trabalho é a contribuição prática desta pesquisa para as empresas. Segundo Mehrjerdi (2011), conseguir a aplicação de preceitos enxutos na cadeia pode reduzir as despesas e aumentar a qualidade, e assim atender mais clientes e garantir a sobrevivência da organização. Para Lazzarotto (2010), estes são alguns dos motivos que levam as empresas a reconfigurarem suas cadeias de suprimentos, adotando os preceitos da produção enxuta tornando-as mais enxutas e organizadas, visando melhor alinhamento de processos.

Nesse sentido, foi desenvolvido um modelo que permite avaliar a implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos. O modelo enxerga as práticas de gestão de cadeias de suprimentos enxuta como entrada para identificar ações necessárias ao aumento do grau de adesão da metodologia e, conseqüentemente, proporcionar melhorias para a cadeia inteira, como aumento de desempenho e eficiência.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de dissertação está estruturado em cinco capítulos de acordo com a seguinte seqüência (a estrutura está ilustrada conforme Figura 1):

Capítulo 1 – Introdução. Tem como objetivo a apresentação das considerações iniciais do assunto com uma visão geral do que se pretende estudar, compreensão do tema, exposição do problema e estabelecimento dos objetivos geral e específicos do estudo, apresentação da justificativa e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – Referencial Teórico. Tem como objetivo a explanação teórica e o estágio atual da literatura nos temas abordados: a produção enxuta, o relacionamento com os fornecedores e a produção enxuta aplicada na cadeia de suprimentos.

Capítulo 3 – Procedimentos Metodológicos. Esse capítulo possui como objetivo expor o planejamento da pesquisa de campo, apresentando a classificação da abordagem metodológica, as técnicas utilizadas e a forma de coleta e análise de dados.

Capítulo 4 – Descrição e Análise dos Resultados. Esse capítulo possui como objetivo descrever a aplicação do modelo, como também, apresentar uma análise dessa aplicação com o objetivo de discutir os resultados obtidos.

Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações. Esse capítulo possui como objetivo apresentar as conclusões da pesquisa, as contribuições científicas e as sugestões para futuros trabalhos.

Figura 1 - Estrutura do trabalho de dissertação

Capítulo 1 - Introdução	Capítulo 2 - Referencial Teórico	Capítulo 3 - Procedimentos metodológicos	Capítulo 4 - Resultados	Capítulo 5 - Conclusões
<ul style="list-style-type: none"> • Exposição do tema, problema, objetivos justificativas e estrutura do trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão da literatura relevante sobre os temas abordados na pesquisa. • Revisão sistemática da literatura sobre cadeias de suprimentos enxutas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definição da metodologia e a descrição das atividades para operacionalização da pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição da aplicação do modelo e discussão dos resultados obtidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação das conclusões da pesquisa, contribuição científica e sugestões para futuros trabalhos.

Fonte: Elaborado pela autora.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada a revisão da literatura com o objetivo de fornecer uma base conceitual da produção enxuta e de sua aplicação na cadeia de suprimentos. Primeiramente, apresenta-se uma visão geral sobre produção enxuta abordando sua contextualização histórica, definição, seus princípios e práticas e sua dinâmica de relacionamento com fornecedores. Posteriormente, apresenta-se a contextualização sobre cadeias de suprimentos enxutas abordando sua definição e características. Ao final, são apresentadas as pesquisas recentes sobre cadeias de suprimentos enxutas.

2.1 PRODUÇÃO ENXUTA

Womack, Jones e Roos (2004) afirmam que logo após a Segunda Guerra Mundial, a fábrica de automóveis da Toyota Motor Company, localizada no Japão, enfrentava uma série de problemas na fabricação de carros e caminhões comerciais em larga escala. O mercado doméstico era limitado e demandava uma vasta gama de veículos; as novas leis trabalhistas exigiam melhores condições de emprego, a força de trabalho não podia ser tratada como custo variável, assim, o direito de demissão da empresa foi rigidamente restrito; a economia do país, devastada pela guerra, não permitia compras maciças em tecnologias de produção ocidentais mais recentes e; o mundo exterior estava repleto de imensos produtores de veículos motorizados, ansiosos por operarem no Japão.

Devido à crise e a todas as características enfrentadas pelo Japão, não tinha como continuar a produzir em um sistema de produção de larga escala (em massa) como nos Estados Unidos. Então, o sistema da Toyota tinha que cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir em pequenas quantidades de muitos tipos de carros, ou seja, muitos modelos em pequenas quantidades (OHNO, 1997).

Agravado pela crise do petróleo em outubro de 1973 e a recessão que afetou as sociedades do mundo inteiro, aumentava ainda mais a escassez dos recursos, inviabilizando de vez a produção em massa. Assim, devido a essas condições, Ohno (1997) considerou que as características do sistema Toyota de produção começaram ser desenvolvidas no Japão pelo Sr. Taiichi Ohno na empresa Toyota Motor Company que, segundo Godinho Filho e Fernandes (2005), o sistema foi surgindo nos meados da década de 1950, e se consolidou na década de 1970.

Segundo Ohno (1997), para a indústria Japonesa sobreviver teria que alcançar os Estados Unidos, e, para isso, era necessário aumentar a sua produtividade. Entretanto, a

produtividade japonesa estava defasada em comparação com outros países, se entre trabalhadores alemães e americanos a razão era de 1 pra três, a razão entre as forças de trabalho americana e japonesa ficava de 1 para 9, ou seja, era preciso nove japoneses para fazer o trabalho de um americano.

Nesse sentido, para alcançar o objetivo de aumentar a produtividade, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *setup*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram desenvolvidas e utilizadas na fábrica da Toyota. Dessa forma, essa nova abordagem de produção passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004).

Para todas as dificuldades de produção que apareciam na fábrica da Toyota, a solução inovadora e eficaz identificada por Ohno e os funcionários, iria se tornando a característica do novo modelo de produção, difundido mundialmente. Segundo Shingo (1996) a difusão dessa nova metodologia chegou ao Brasil na metade da década de 1980, ganhando força de movimento generalizado durante os ajustes de 1989-1994.

O Sistema Toyota de Produção (STP) também é conhecido pela definição de maximização de utilização de recursos, por conter em suas características o princípio de economizar recursos fruto da escassez que o país atravessava. Assim, para Ohno (1997) esse novo sistema, possui como base a absoluta eliminação do desperdício e como dois pilares necessários à sustentação do sistema o *just-in-time* e a autonomia, ou automação com toque humano.

Para Ohno (1997), desperdício é tudo o que não agrega valor ao produto em seu processamento, portanto, a verdadeira melhoria na eficiência surge quando se produz zero desperdício. Dessa forma, um passo preliminar para a aplicação da PE é identificar completamente os desperdícios que são: superprodução; tempo disponível (espera); transporte; processamento; estoque disponível (estoque); movimento; produzir produtos defeituosos (OHNO, 1997). Liker (2005) retrata muito bem cada um desses sete desperdícios e considera um oitavo tipo, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Para Shingo (1996) produzir *just-in-time* significa realizar uma produção no momento certo e sem estoques (estoque zero), ou seja, cada processo deve ser abastecido com itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário. Já a autonomia evita a superprodução, considerado um desperdício significativo na manufatura, assim como evita a produção de produtos defeituosos.

Quadro 1 - Tipos de desperdícios

N.	Desperdício	Descrição
1.	Superprodução	Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo.
2.	Espera (tempo sem trabalho)	Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc., ou que simplesmente não tem trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.
3.	Transporte ou movimentação desnecessário	Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.
4.	Superprocessamento ou processamento incorreto	Passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.
5.	Excesso de estoque	Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando <i>lead times</i> mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Além disso, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de <i>setup</i> (preparação).
6.	Movimento desnecessário	Qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Caminhar também é perda.
7.	Defeitos	Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.
8.	Desperdício da criatividade dos funcionários	Perca de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários.

Fonte: Baseado em Liker (2005).

O primeiro passo realizado por esse sistema foi estabelecer um sistema sincronizado de fluxo de fábrica. Com o intuito de reduzir a grande população dentro das fábricas e tentando evitar muitos operadores que faziam e sabiam fazer apenas uma especialidade, foi necessário estabelecer um fluxo de produção e uma forma de manter um constante suprimento externo de matérias-primas, modo pelo qual o sistema Toyota deveria ser operado para evitar grandes estoques em processos que demandavam um grande espaço físico para armazenamento, os estoques deveriam existir apenas para nivelar toda a produção (OHNO, 1997). Para o autor, se um processo inicial enviar continuamente produtos para o próximo processo, independente da exigência de produção desse processo, montanhas de peças são acumuladas e os trabalhadores gastam tempo procurando espaço para estocagem e catando peças, ao invés de fazer progresso na parte mais importante do seu trabalho, a produção.

Além do fluxo de produção nivelado, característica do sistema, existe também muitos aspectos importantes, como os aspectos organizacionais fundamentais desse novo método que é a transferência do máximo de tarefas e responsabilidades para os trabalhadores e que essas tarefas realmente agreguem valor ao produto, além do sistema possuir um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema, uma vez descoberto, até a sua última causa (WOMACK; JONES, ROOS, 2004). Para os autores, uma dimensão fundamental do conceito desse sistema é sua eficiência ao requerer menores recursos de uma maneira em geral, não apenas maximizando a eficiência, mas, e principalmente, maximizando a flexibilidade, sendo mais ágil, inovador e capaz de enfrentar melhor as mudanças.

Não somente na forma de produzir, mas nos métodos utilizados para projetar os produtos também são encontradas alterações, como as quatro diferenças básicas nos métodos de projetar utilizados pelos produtores em massa em comparação aos utilizados pelo sistema Toyota de produção trazidos por Womack, Jones e Roos (2004) e que consistem em: diferenças na liderança, trabalho em equipe, comunicação e desenvolvimento simultâneo, onde as técnicas nessas quatro áreas, tomadas em conjunto, tornam possível um trabalho melhor.

De acordo com Liker (2005) no início da década de 1990, todos os grandes fabricantes de automóveis tinham despertado para a realidade da qualidade japonesa e concluíram que a Toyota era a empresa a ser seguida, por isso, a tomaram como *benchmarking* quanto ao seu sistema de produção, de desenvolvimento de produtos e sua forma de administrar as relações com seus fornecedores, passaram a estudar ativamente suas ações e criaram suas próprias versões do sistema. Segundo o autor, devido a essa popularização e importância do Sistema Toyota de Produção para sua aplicação na indústria automobilística e para demais indústrias, pode-se encontrar os princípios, os métodos e as técnicas desse sistema sobre diversas nomenclaturas.

Segundo Bruun e Mefford (2004), a publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo” foi responsável por popularizar o termo produção enxuta (PE), do inglês *lean production*. De acordo com Womack, Jones e Roos (2004) a expressão “produção enxuta” foi definida pelo pesquisador do IMVP (*International Motor Vehicle Program* – Programa Internacional de Veículos Automotores), John Krafcik, que utilizou o termo “enxuta”, por esse sistema de produção utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa.

Atualmente pode-se encontrar na literatura várias definições importantes para produção enxuta segundo diferentes autores em várias áreas do conhecimento, tais como

manufatura, estratégia, recursos humanos, etc. Algumas dessas definições são descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Definições de produção enxuta

Autor(es)	Definição
Warnecke e Hüser (1995)	Sistema de medidas e métodos que, quando tomadas em conjunto têm o potencial para provocar um estado “ <i>enxuto</i> ” e, portanto, particularmente um estado competitivo, não só na área de fabricação, mas em toda a empresa.
Shingo (1996)	É um sistema que visa a eliminação total das perdas.
Ohno (1997)	Pacote de “políticas e técnicas”, e que cabe àqueles responsáveis por sua implementação desvendar a lógica subjacente ao sistema produtivo real que lhe serviu de base.
Godinho Filho e Fernandes (2005)	Paradigma estratégico de gestão da manufatura que denomina ser como modelos/padrões estratégicos e integrados de gestão, direcionados a certas situações do mercado, que se propõem a auxiliar as empresas a alcançarem determinado(s) objetivo(s) de desempenho (qualidade e produtividade) (daí o nome estratégico).
Narasimhan, Swink e Kim (2006)	Apoia o uso eficiente de recursos por meio da eliminação de desperdícios de operações desnecessárias ou operações ineficientes ou através da eliminação de desperdício de um excedente de estoque entre operações.
Krishnamurthy e Yauch (2007)	É uma metodologia de desenvolvimento de um fluxo de valor para todos os produtos que elimina o desperdício de tempo, transporte, estoques, e defeitos de espera, e se concentra em um cronograma nivelado de produção.
Mehrjerdi (2011)	Um sistema de produção que considera os benefícios completos da produção em massa e do chão de fábrica, ao tentar reduzir os desperdícios e eliminar quaisquer processos que não agregam valor.
Behrouzi e Wong (2013)	Situação livre de desperdícios, com o objetivo final de perfeição em todos os aspectos de desempenho, tais como qualidade, entrega, flexibilidade, custo, etc.
Chen, Cheng and Huang (2013)	Uma abordagem de melhoria contínua que visa eliminar o desperdício e melhora a produção, incluindo a manutenção dos estoques para apenas o que for necessário e redução dos tempos de <i>setup</i> para diminuir os prazos de entrega, comprimentos de fila e tamanhos de lotes para alcançar um custo mínimo.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as definições expostas no Quadro 2, pode-se perceber que algumas possuem características similares, outras nem tanto. Tal fato leva a alguns desencontros de consensos. Essa falta de consenso é retratada por Pettersen (2009) em seu estudo que ao investigar sobre as definições existentes de produção enxuta concluiu que não há consenso entre os autores examinados por ele, e as formulações do objetivo geral do conceito são divergentes.

A consequente falta de definição leva à confusão e fronteiras difusas com outros conceitos de gestão (HINES; HOLWEG; RICH, 2004). Porém, Pettersen (2009) afirma que a organização não deve aceitar qualquer variante aleatória de produção enxuta, mas fazer

escolhas ativas no que diz respeito aos princípios e práticas, assim aumentam as chances de sucesso na melhoria do sistema de produção ao adaptar o conceito para atender às necessidades da empresa, levando em consideração os fatores contextuais e práticas de produção anteriores que existem dentro da organização. O autor ainda complementa que é por meio deste processo de adaptação que a organização será capaz de aumentar as chances de realização de uma previsível e bem sucedida implementação.

Portanto, ao embarcar em uma viagem rumo à produção enxuta, é importante reconhecer as diferentes perspectivas que o conceito compreende e despertar a consciência de que essas diferenças podem ajudar a tornar a mensagem mais clara e evitar opiniões conflitantes sobre qual conceito a organização está implantando (PETTERSEN, 2009). Ohno (1997) complementa que é preciso criatividade diante da necessidade, entender porque deu certo, quais os princípios e técnicas pertinentes (discutidas no próximo tópico), e como eles poderiam servir para resolver a situação concreta em que o sistema produtivo está inserido. Assim, o sistema de produção enxuta não deve ser considerado padrão, uma metodologia a ser seguida sem adaptações, mas necessita de adaptações para cada realidade, com ferramentas que são aplicáveis para determinado sistema produtivo e outras não.

Segundo Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012), o modelo da PE tem sido foco crescente de atenção da comunidade científica por ser considerado como um método de gerenciamento para melhorar a competitividade das empresas. Por ser assim considerada, a PE vem sendo bastante utilizada nas organizações. A maioria das empresas quando estão interessadas em modificar suas formas de produção por meio dos conceitos da produção enxuta e passam a utilizar de seus princípios e práticas almejam atingir determinados objetivos de desempenho impostos por elas mesmas.

Encontra-se na literatura vários exemplos desses objetivos de desempenho que as empresas almejam por meio da implementação da produção enxuta em suas operações, como pode ser o Quadro 3. De acordo com o exposto no Quadro 3, muitos são os exemplos de objetivos de desempenho que podem ser alcançados com a implantação da produção enxuta, cabe as empresas determinarem os seus e utilizar dos princípios e práticas que mais se adequam a sua realidade, as suas características e necessidades. Medir os avanços de desempenho é uma forma de saber o que está dando certo e o que não está, com a finalidade de identificar possíveis melhorias na aplicação da produção enxuta.

Outro aspecto bastante discutido na literatura sobre produção enxuta diz respeito ao foco utilizado na sua aplicação. Alguns autores apontam o olhar para a vertente da produção enxuta que enfatiza o foco nos clientes, ou seja, o objetivo é fornecer valor aos clientes

(WOMACK; JONES; ROOS, 2004; LIKER, 2005). Porém, existem discordâncias em relação a esse aspecto, como por exemplo, Pettersen (2009) que afirma que apesar de alguns autores argumentam que a própria finalidade da produção enxuta seja agradar o cliente, são extremamente raros na literatura os métodos para analisar os requisitos do cliente, sugerindo que esta não é uma intervenção típica da produção enxuta. O autor complementa que o foco no cliente é uma das marcas da gestão da qualidade total, onde cada melhoria deve ser baseada em uma investigação das necessidades do cliente.

Quadro 3 - Objetivos de desempenho da utilização da produção enxuta

Autor	Objetivos da utilização da produção enxuta
Karlsson e Åhlström (1996)	Aumentar a produtividade, melhorar a qualidade, reduzir os tempos de <i>lead time</i> , reduzir custos, etc.
Ohno (1997)	Aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios, reduzir o que não agrega valor, reduzir a linha do tempo do momento que o cliente entrega um pedido até o ponto em que se recebe o dinheiro e reduzir custos.
Wu (2003)	Aumentar o desempenho e eficiência como redução de custos, qualidade, eficiência administrativa e produtividade.
Bruun e Mefford (2004)	Incentivar os funcionários a procurar continuamente por melhores formas de fazer as coisas para melhorar a qualidade, a eficiência e a velocidade, utilizando as metas de zero defeitos e zero estoques, embora inatingível, em muitos casos, mas estão motivando o aperfeiçoamento.
Krishnamurthy e Yauch (2007)	Redução dos desperdícios de recursos, simplificação do fluxo de produção, aumento de eficiência, produzindo uma maior variedade de produtos.
Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012)	Executar operações no mínimo custo e sem desperdício.

Fonte: Elaborado pela autora.

Liker (2005) define que o que agrega valor em qualquer tipo de processo é a transformação, física ou de informações, do produto, serviço ou atividade em algo que o cliente deseja. Segundo Hines, Holweg e Rich, (2004), há duas formas de se criar valor: (i) na redução de desperdícios internos, como eliminação das atividades desnecessárias e redução dos custos associados, aumentando a proposição geral de valor para o cliente; e, (ii) oferecendo recursos ou serviços adicionais, que são valorizadas pelo cliente, como um ciclo de entrega mais curto ou mais lotes de entrega menores, o que pode não adicionar custo, mas agregar valor ao cliente.

Hines, Holweg e Rich, (2004) analisaram a evolução da pesquisa em produção enxuta em conjunto com a evolução do próprio conceito de enxuto e identificaram quatro fases

fundamentais em seu desenvolvimento, cada fase com foco em diferentes prioridades competitivas, dentre elas a criação de valor. As fases por eles identificadas são: células e linhas de montagem, chão de fábrica, fluxo de valor e sistemas de valor. A primeira se destaca pela geração da consciência da produção enxuta com mudança no *design* organizacional e a aplicação altamente prescritiva de um conjunto de ferramentas e métodos. A segunda fase possui o foco nas melhorias de chão de fábrica, a terceira enfoca na qualidade, custo e entrega e, por fim, a quarta inclui abordagens para a captura ativa das necessidades dos clientes como forma de desenvolver a característica de valor para o cliente (HINES; HOLWEG; RICH, 2004).

Como se percebe, a questão do desenvolvimento do foco no cliente por parte da empresa é também uma questão de desenvolvimento da cultura e do conceito enxuto. Com prioridades iniciais dadas ao desenvolvimento do chão de fábrica, estimulados também devido à facilidade de implantação de mudanças e percepção de resultados em curto prazo de tempo, para então desenvolver o enfoque na análise do cliente.

Assim, a produção enxuta se preocupa em satisfazer os clientes no sentido de criar valor de produto perceptível, como por exemplo, maior qualidade de produtos, entregas mais rápidas, porém esse não é seu principal objetivo, sendo, portanto, a eliminação dos desperdícios de processos o foco principal.

Para alcançar os objetivos, a implantação da produção enxuta lança mão de princípios norteadores e práticas características, que serão discutidas na próxima seção.

2.1.1 Princípios e práticas da produção enxuta

O modelo de produção enxuta possui princípios norteadores e práticas características. Segundo Godinho Filho (2004), os princípios são os fundamentos, ensinamentos ou “o que” deve ser feito para se atingir os objetivos de desempenho da produção. O mesmo autor considera as práticas como sendo ferramentas, tecnologias e metodologias que devem ser implementadas, representam o “como” seguir os princípios, alcançando-se desta forma excelentes resultados com relação aos objetivos de desempenho da produção. Em outras palavras, Saurin e Ferreira (2008) definem que os princípios são aqueles que determinam os alicerces do sistema, são as regras que o sistema produtivo como um todo deve seguir, já as práticas viabilizam a implementação dos princípios.

Godinho Filho e Fernandes (2005) consideram a produção enxuta como paradigma estratégico, composto de uma série de princípios e capacitadores, e considera que estes

princípios são ideias, fundamentos, regras que norteiam a empresa, já os capacitadores são as ferramentas, tecnologias e metodologias utilizadas, os quais possibilitam que a empresa, a partir de sua função manufatura, atinja determinados objetivos, aumentando, dessa forma, seu poder competitivo.

Percebe-se que apesar de utilizar nomenclaturas diferentes, é possível identificar convergências entre os autores no sentido de suas definições. Portanto, este estudo utiliza a nomenclatura “princípios e práticas” da produção enxuta.

Entretanto, devido ao fato de que a PE teve origem empírica a partir da experiência da indústria, ainda não existe consenso na literatura a respeito de quais são seus princípios e quais são práticas fundamentais (SAURIN; FERREIRA, 2008). Segundo os autores, isso pode também ser explicado pela constante evolução desse sistema, bem como pela disseminação da PE em diversos ramos da indústria e serviços, o que por vezes têm gerado dificuldades de adaptação de conceitos.

Exemplos de princípios retratados na literatura são os apresentados pelos autores Godinho Filho (2004), Liker (2005), Krishnamurthy e Yauch, (2007), Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012), Krishnamurthy e Yauch, (2007) e Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012) consideram que existem cinco princípios básicos por trás do pensamento enxuto: (1) especificar o valor por produto; (2) identificar o fluxo de valor para cada produto; (3) fazer o fluxo de valor sem interrupções; (4) puxar valor do fabricante; e (5) buscar a perfeição.

Já Godinho Filho (2004) abordou 11 princípios, sendo eles: determinar valor para o cliente; identificar a cadeia de valor; trabalho em fluxo/simplificação do fluxo; produção puxada; busca da perfeição; foco na qualidade, manter o ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro; fornecer aos clientes ampla diferenciação de produtos e pouca diversidade; desenvolvimento e capacitação de recursos humanos; gerenciamento visual; e, por fim, adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto.

Para este estudo será adotado os princípios apresentados por Liker (2005), que, de uma forma mais abrangente, considera que o modelo Toyota é constituído de 14 princípios que estão organizados em quatro categorias amplas, filosofia, processo, pessoal/parceiros e resolução de problemas, conforme pode ser observado no Quadro 4.

Este trabalho aborda principalmente o relacionamento de benefícios mútuos com fornecedores, incentivado pela produção enxuta como é retratado no princípio 11. Entretanto, no decorrer do trabalho, verificar-se-á também a presença dos outros princípios, uma vez que todos eles trabalham de forma conjunta e inter-relacionada.

Quadro 4 - Princípios da produção enxuta

• Filosofia - Pensamento de longo prazo	
Princípio 1:	Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.
• Processo - Eliminação de perdas	
Princípio 2:	Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.
Princípio 3:	Utilizar sistemas puxados para evitar superprodução.
Princípio 4:	Nivelar a carga de trabalho (<i>heijunka</i>).
Princípio 5:	Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.
Princípio 6:	Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários.
Princípio 7:	Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.
Princípio 8:	Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.
• Funcionários e Parceiros - Respeitá-los, desafiá-los e desenvolvê-los	
Princípio 9:	Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.
Princípio 10:	Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
Princípio 11:	Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.
• Solução de problemas - Aprendizagem e melhorias contínuas	
Princípio 12:	Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (<i>genchi genbutsu</i>).
Princípio 13:	Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez.
Princípio 14:	Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (<i>hansei</i>) e da melhoria contínua (<i>kaizen</i>).

Fonte: Baseado em Liker (2005).

Exemplos de práticas retratados na literatura são os apresentados pelos autores Bruun e Mefford (2004) e Godinho Filho (2004). Bruun e Mefford (2004) consideraram que as práticas incluem: abordagem puxada e controle de produção *kanban*; redução de estoques; pedidos e *setups* rápidos; qualidade na fonte (*Jidoka*); redes de fornecedores; trabalho em equipe e participação; melhoria contínua (*Kaizen*).

Dentre as práticas que viabilizam a implementação dos princípios, destacam-se as apresentadas por Godinho Filho (2004) que elencou 23 práticas, que serão adotadas neste trabalho, sendo elas: mapeamento do fluxo de valor, melhoria na relação cliente-fornecedor/redução do número de fornecedores, recebimento/fornecimento *just in time*, tecnologia de grupo/*layout* celular, trabalho em fluxo contínuo/redução do tamanho de lote, trabalhar de acordo com o *takt time*/produção sincronizada, manutenção produtiva total (TPM), *kanban*, redução do tempo de *setup*, *kaizen*, ferramentas de controle de qualidade, zero defeito, ferramentas *poka yoke*, 5S, *empowerment*, trabalho em equipes,

comprometimento dos funcionários e da alta gerência, trabalhador multi-habilitado/rodízio de funções, treinamento de pessoal, medidas de *performance/balanced scorecard*, gráficos de controle visuais, modificação de estrutura financeira/custos, ferramentas para projeto enxuto (projeto manufatura e montagem - DFMA, *etc.*).

Igualmente ao que acontece com as definições, percebe-se que existem vários princípios e práticas da produção enxuta, cabe as empresas compreenderem as necessidades e utilizar aquelas que são mais pertinentes e assim contribuir para o sucesso da aplicação da produção enxuta. Outro fator que contribui para o sucesso da produção enxuta é a motivação de seu pessoal. Liker (2005) afirma que apenas os princípios e práticas não eram a chave do sistema da produção enxuta, o poder por trás dele era o comprometimento administrativo de uma empresa com o permanente investimento em seu pessoal e promoção de uma cultura de melhoria contínua. Portanto, o contínuo sucesso da Toyota na implementação dessas práticas origina-se de uma filosofia empresarial mais profunda baseada na compreensão das pessoas e da motivação humana. Segundo o autor, seu sucesso baseia-se em sua habilidade de cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização de aprendizagem.

Considerando o incentivo da produção enxuta em construir e manter um relacionamento com sua rede de fornecedores, a seção a seguir discute este aspecto.

2.1.2 A produção enxuta e o relacionamento com fornecedores

Durante o processo de melhorias na empresa Toyota e a consolidação da produção enxuta foi lançada atenção à forma de relacionamento que as empresas mantinham com os seus fornecedores. Segundo Womack, Jones e Roos (2004), no método de produção em massa praticado pelas empresas trabalhava-se para integrar todo o sistema de produção numa estrutura de comando intensa e burocrática, com as ordens emanando de cima para baixo e uma seleção de fornecedores realizada por meio de pesquisa de preços, sistema esse que a Toyota identificou vários problemas, conforme pode ser observado no Quadro 5.

Nesse sistema de relacionamento, o bloqueio de informações entre o fornecedor e a empresa impedem melhorias de processo, de produto e de qualidade, além de impedir avanços nas técnicas de fabricação. Assim, de acordo com Womack, Jones e Roos (2004), essa forma de relacionamento não chamou atenção da Toyota, que questionava como os montadores e os fornecedores também poderiam colaborar entre si, para reduzir custos e melhorar a qualidade, qualquer que fosse o relacionamento legal e formal entre eles.

Quadro 5 - Problemas no sistema de relacionamento com fornecedores

	Descrição dos problemas encontrados
1	As empresas fornecedoras trabalhavam para atender a um desenho já pronto, possuindo pouca oportunidade ou incentivo para sugerir aperfeiçoamento no esquema de produção, com base em suas próprias experiências de fabricação.
2	O sistema utilizado para o relacionamento com o fornecedor bloqueia a troca de informações entre empresa e fornecedor que poderiam ser utilizadas para desenvolvimento de melhorias de processo e produto, com troca de experiências.
3	O sistema utilizado bloqueia também a troca de experiências entre os fornecedores, por existir uma concorrência, impedindo avanço nas técnicas e tecnologias de fabricação.
4	Impede o desenvolvimento de melhorias da qualidade das peças desenvolvidas por falta de <i>feedback</i> da empresa produtora para o fornecedor, prejudicando sua produção, como também altos estoques de peças são acumulados para não atrasarem uma futura entrega de um pedido, ameaçados de terem contratos cancelados além de que as peças podiam conter defeitos que só eram detectadas após entrega.

Fonte: Baseado em Womack, Jones e Roos (2004).

Com o objetivo também de manter um fluxo sincronizado de suprimento de estoques, o grande desafio, segundo Womack, Jones e Roos (2004), era coordenar o processo de fabricação, de modo que tudo combinasse na hora certa, com alta qualidade e custo baixo. Para que o sistema de fluxo sincronizado desse certo, e para obter vantagens também por meio da eliminação dos problemas encontrados no sistema de relacionamento, era necessário envolver os fornecedores.

Assim, a Toyota começou a estabelecer um novo enfoque de PE agora envolvendo o suprimento de componentes, esse novo enfoque foi iniciado nos anos 1950 (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Para isso, a Toyota organizou os fornecedores em níveis funcionais e cada nível com diferentes responsabilidades, os fornecedores de primeiro nível passaram a participar integralmente do desenvolvimento do novo produto e todos os fornecedores foram estimulados a trocarem ideias entre si de como melhorar os projetos. Womack, Jones e Roos (2004) afirmam que dessa forma os fornecedores passaram a trocar informações sobre avanços nas técnicas de fabricação, compartilhar recursos humanos, se envolveram no desenvolvimento dos produtos, acarretando em consequências extraordinárias para a produtividade, qualidade dos produtos e agilidade no atendimento à flutuante demanda do mercado.

Esse novo enfoque caracterizou a PE como uma nova concepção das relações com fornecedores com base em acordos de cooperação a longo prazo e são gerenciados com o objetivo de eliminar o desperdício em todas as fases da cadeia de suprimentos (RICH; HINES, 1997). Também apresentou um profundo impacto nas indústrias, pois trouxe consigo uma ênfase na criação de boas parcerias com fornecedores, reduzindo a sua quantidade e

transferindo para eles a responsabilidade com as entregas no modelo *just-in-time* e com o fornecimento de produtos de qualidade (ARONSSON; ABRAHAMSSON; SPENS, 2011).

Considerando que o foco deste trabalho consiste na aplicação da PE na cadeia de suprimentos, a seção a seguir discute este aspecto.

2.2 GESTÃO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS ENXUTAS

Segundo Hines, Holweg e Rich (2004), depois de 1990, houve uma ampliação gradual de foco da produção enxuta para longe do chão de fábrica, dessa forma, o conceito de fluxo de valor evoluiu e se estendeu para além da fabricação ou apenas de uma única empresa, englobando desde as necessidades do cliente até as fontes de matérias-primas. Tal aspecto proporcionou a ligação entre PE e toda a cadeia de suprimentos, pela primeira vez, a produção "puxada" foi estendida para além do limite da fábrica e incluiu os parceiros a montante e a jusante na cadeia.

O termo "cadeia de suprimentos" é usado para descrever o fluxo de produtos a partir do primeiro processo encontrado na produção de um produto para a direita através da venda final para o consumidor final (BRUCE; DALY; TOWERS, 2004). Composta por todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, no cumprimento de um pedido do cliente, não inclui apenas o fabricante e os fornecedores, mas também transportadores, armazéns, varejistas e os próprios clientes (BANIHASHEMI, 2011).

Apesar da extensão da produção enxuta e sua integração com a cadeia de suprimentos, de acordo com Wu (2003), a riqueza da literatura abordou sobre o impacto estratégico positivo de produção enxuta sobre a competitividade de uma empresa, ou seja, concentrou-se principalmente no desempenho e eficiência interno como redução de custos, qualidade, eficiência administrativa e produtividade.

Ao realizarem uma revisão bibliográfica sobre a PE, Godinho Filho e Fernandes (2004) perceberam que a maioria das publicações, em sua abrangência, possuía uma análise voltada ao nível do chão-de-fábrica, ou seja, os princípios e práticas da PE são bastante utilizados em mudanças organizacionais e sistemas de produção para desenvolvimento de operações internas da empresa como forma de aumentar seu desempenho e produtividade. Relativamente, poucas análises empíricas foram realizadas para entender se a adoção de técnicas internas de produção enxuta também está relacionada com práticas logísticas da cadeia de suprimentos (WU, 2003; GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004). Dessa forma, Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012) enfatizam em sua pesquisa que a área de estudo da

PE que se destaca é a gestão da cadeia de suprimentos, uma das áreas-chave de pesquisa para gestão de operações.

Para adaptarem-se as necessidades dos clientes, as empresas perceberam a importância de melhorar o desempenho de toda a cadeia de suprimentos da qual são membros (BEHROUZI; WONG, 2013). Assim, atualmente já não se discute em empresas trabalhando de forma individual, mas inter-relacionadas e em contato com seus fornecedores e clientes, com a finalidade de acumular e desenvolver vantagens competitivas necessárias à suas sobrevivências, em outras palavras, a atenção começa a ser lançada para além da fábrica, enxergando a cadeia de suprimentos e priorizando as relações de parcerias com fornecedores. Neste contexto, para Agarwal, Shankar, Tiwari, (2006) e Banihashemi, (2011) a Gestão da Cadeia de Suprimentos ganha atenção uma vez que incide sobre materiais, informações e fluxos de caixa de fornecedores a clientes, ou vice-versa.

Para o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2015), a gestão da cadeia de suprimentos engloba o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas no fornecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gestão de logística. Importante, também inclui a coordenação e a colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, terceiros prestadores de serviços e clientes. Em essência, a gestão da cadeia de suprimentos integra a oferta e gestão da demanda dentro e entre empresas.

Segundo Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012) e Banihashemi (2011), a gestão da cadeia de suprimentos é considerada uma ferramenta para alcançar a receita econômica de curto prazo e as vantagens competitivas de longo prazo utilizando um conjunto de abordagens que suportam os esforços dos fabricantes, fornecedores e distribuidores e coordena a cadeia de valor de tal forma que os produtos são entregues no volume certo, na hora certa e no lugar certo, a fim de alcançar a satisfação do cliente.

De acordo com Godinho Filho e Fernandes (2004), Produção enxuta é mais do que uma mera aplicação de princípios e técnicas no chão de fábrica, também compreende as relações com fornecedores e clientes (HINES; HOLWEG; RICH, 2004). Para atingir um alto grau de desempenho, os fabricantes passaram a utilizar uma combinação de práticas enxutas em toda a cadeia de suprimentos para criar rapidamente novas operações simplificadas, tanto dentro como fora de suas empresas (BEHROUZI; WONG, 2013).

Segundo Chen *et al.* (2013), com a utilização de princípios e práticas enxutas relacionadas desde a extração de matérias-primas até a entrega de produtos ou serviços para o

usuário final, nasce a ideia de cadeia de suprimentos enxuta, ou *Lean Supply Chain* (LSC), a fim de melhorar e promover a gestão da cadeia de suprimentos.

Como o termo cadeia de suprimentos enxuta deriva da extensão da aplicação da PE às cadeias de suprimentos, muitos conceitos são descritos utilizando a sua finalidade, conforme pode ser observado no Quadro 6.

Quadro 6 - Definições de cadeia de suprimentos enxuta

Autores	Definição
Phelps, Hoenes e Smith (2003)	É um conceito construído sobre o objetivo mais amplo de fornecimento de valor para os clientes, otimizando o desempenho de toda a cadeia como um sistema.
Bruce, Daly e Towers (2004)	Busca eficientemente sequenciar e gerenciar o processo de fabricação, a fim de reduzir os prazos de entrega, utilizando a melhoria da gestão da demanda de pedidos de clientes e uma redução de atividades desnecessárias focado contra o desperdício na fabricação e na cadeia de suprimentos.
Vonderembse <i>et al.</i> (2006); Banihashemi (2011)	Emprega esforços de melhoria contínua com foco na eliminação de desperdícios e atividades sem valor ao longo da cadeia, para alcançar a eficiência da fabricação interna e redução do tempo de atividades, que permitem a produção econômica de pequenas quantidades, a redução de custos, e o aumento da rentabilidade e flexibilidade de fabricação em algum grau.
Azevedo <i>et al.</i> (2012)	É um paradigma que cuja implementação resulta em melhoria em termos de flexibilidade, custo, giro de estoque, prazo de execução e prevenção de defeitos.
Behrouzi e Wong (2013)	Considerada como uma estratégia de relação com fornecedores de ganha-ganha para todos os membros, dos primeiros fornecedores aos clientes finais, com o objetivo de alcançar maior valor. É uma longa jornada em busca da perfeição e eliminação dos desperdícios, que leva a um melhor desempenho.
Chen <i>et al.</i> (2013)	Integração de várias práticas da PE na cadeia de suprimentos, centrando-se na eliminação de desperdícios com o objetivo de reduzir custos, melhorar a qualidade e diminuir o tempo de espera, estoque e tempo de inatividade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando o Quadro 6, percebe-se diferentes enfoques para a definição de cadeia de suprimentos enxuta, mostrando que ainda há muito a ser estudado para uma melhor estruturação do conceito.

Segundo Liker e Meier (2012) e Bruun e Mefford (2004), investimentos em parcerias com fornecedores de longo prazo, sacrificando a redução de custos de curto prazo acontecem devido a alcance de benefícios, conforme descritos no Quadro 7. Porém, esses benefícios não virão automaticamente, como por exemplo, a confiança que terá que ser desenvolvida entre as empresas juntamente com os conhecimentos na análise de processos e resolução de problemas (BRUUN; MEFFORD, 2004). Segundo Bruun e Mefford (2004), se as empresas na cadeia de suprimentos aceitarem seu papel de parceria e cooperarem mais estreitamente, cada participante vai perceber os benefícios de contribuir para os esforços de melhoria contínua.

Quadro 7 - Benefícios de investimentos em parcerias com fornecedores

Benefícios	Abordagem
Qualidade	Além de manter a qualidade do produto final é necessário possuir qualidade para conduzir aos mais baixos custos por diminuir repetidas inspeções, retrabalhos e custos de garantia, para isso, o investimento em treinamento é realizado para que os fornecedores tenham uma cultura compatível de encontrar e eliminar problemas de qualidade por meio da melhoria contínua.
Engenharia de produtos e processos	A integração de produtos e processos nas fases de concepção e de engenharia tem um enorme impacto sobre a vida de um produto, integrar a engenharia do produto e do processo com a do fornecedor, é um fator crítico de sucesso.
Sistema <i>just-in-time</i>	O método da PE trabalha para aprender a eliminar o desperdício e ter fornecedores que não possuem esta capacidade cria elos fracos em toda a cadeia de valor, assim é necessário que cada <i>link</i> seja igualmente forte e capaz.
Inovação	O núcleo do sucesso em longo prazo tem sido inovação em produtos, processos e inúmeras pequenas melhorias em toda a empresa, para isso é necessário estabelecer metas específicas para a inovação para seus fornecedores também.
Saúde financeira	A saúde financeira geral da empresa depende da saúde financeira global de cada parte, assim é necessário que os fornecedores sejam fortes e capazes de contribuir para toda a empresa.

Fonte: Baseado em Liker e Meier (2012).

De acordo com Perez *et al.* (2010), quatro barreiras precisam ser abordadas pela cadeia de suprimentos para alcançar sucesso na implementação de políticas de cadeia de suprimentos enxuta que são:

- A necessidade de afastar-se das atuais estratégias de "negociação" com base em preços. A natureza cíclica dos preços de mercado é muito acentuada e altamente sazonal, e regula a oferta e a demanda.

- A necessidade de estabelecer uma equipe de gerenciamento de fluxo de valor para o sistema de suprimentos promovendo a colaboração em certos aspectos.

- A necessidade de comprometimento da alta administração e da administração de apoio. Em grandes empresas, há um grande número de executivos com experiência e compreensão sobre a gestão da cadeia de suprimentos e as formas de colaboração, para isso é importante o trabalho em rede entre as empresas com necessidade de comunicação entre os diferentes elos da cadeia.

- A necessidade de enfrentar as relações contraditórias, baseadas no poder existente e estabelecer acordos comerciais claros e compromissos no início de um projeto de desenvolvimento da cadeia de valor é outra importante barreira para atravessar. Assim, estabelecer políticas de suprimentos estáveis com seus fornecedores por meio de relações contratuais de longo prazo, baseadas unicamente em poder comercial.

Para Bruun e Mefford (2004) e Wu (2003), um problema potencial identificado é o compartilhamento de informação com os membros da cadeia de suprimentos. De acordo com Bruun e Mefford (2004), muitas empresas podem recusar abrir seus dados internos financeiros, de produção e de marketing para abastecer os membros da cadeia, como também, alguns fornecedores estão preocupados que qualquer informação que fornecer aos seus clientes pode ser usada contra eles. Muitas empresas também estão lutando contra a transição de deixar de ver os seus fornecedores como adversários oportunistas e passar a vê-los como parceiros (BRUUN; MEFFORD, 2004).

Alto desempenho em LSC, de acordo com Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012), é indicativo de uma relação de suprimentos bem estruturada, bem desenvolvida e altamente envolvida entre fornecedores e clientes, ou seja, o sucesso de sua adoção depende da gestão das relações com os parceiros da cadeia. É importante visualizar informações, recursos e fluxos de produtos ao longo dos dois sentidos da cadeia (BANIHASHEMI, 2011). Bruun e Mefford (2004) frisam a importância da questão da confiança que deve existir principalmente no compartilhamento das informações, assim, não só deve haver confiança na tecnologia ao longo da cadeia de suprimentos, mas também deve haver confiança suficiente desenvolvida entre todos os membros da cadeia.

Para facilitar o alcance de uma relação de suprimentos bem estruturada e minimizar os problemas de relacionamento e integração com os parceiros, Liker (2005) desenvolveu uma hierarquia das necessidades para os fornecedores, baseado na Pirâmide de Maslow que considera que os seres humanos só conseguem trabalhar com necessidades de nível mais alto se as necessidades de nível inferior forem satisfeitas, representado em formato de pirâmide conforme pode ser observado na Figura 2.

Para Liker (2005) a hierarquia das necessidades da cadeia de suprimentos apresentada na Figura 2 sugere que, enquanto o relacionamento não se estabilizar ao ponto em que as relações entre as empresas sejam justas, os processos estáveis e as expectativas claras, é impossível atingir níveis mais altos de sistemas habilitadores e verdadeiramente aprender juntos como empreendimento, sendo possível descer na hierarquia tão rápido quanto subir.

Considerando que para uma cadeia de suprimentos ser caracterizada como uma cadeia de suprimentos enxuta ela precisa ser bem estruturada de forma a apresentar algumas características, a seção a seguir discute este aspecto.

Figura 2 - Hierarquia das necessidades para os fornecedores.



Fonte: Liker (2005, p. 213)

2.2.1 Elementos-chave de cadeias de suprimentos enxutas

Liker e Meier (2012) ao estudarem a cadeia de suprimentos da Toyota identificaram alguns elementos-chave da parceria que a mesma desenvolvia com seus fornecedores. Os autores perceberam que esses elementos estavam relacionados entre si, por isso representaram-nas em uma hierarquia de sete níveis em forma de uma pirâmide, chamando de hierarquia da parceria com fornecedor e está representada na Figura 3.

Figura 3 - Hierarquia da parceria com fornecedor.



Fonte: Liker e Meier (2012, p. 274).

Liker e Meier (2012) também elencaram elementos-chave agrupando-os em características da parceria em cadeias de suprimentos enxuta conforme pode ser observado no Quadro 8. Já So e Sun (2010) identificaram na literatura elementos-chave agrupados em competências da cadeia de suprimentos enxuta como se verifica no Quadro 9.

Quadro 8 - Elementos-chave das características da cadeia de suprimentos enxuta

Característica da parceria	Elementos-chave
Compreensão mútua	Confiança
	Compromisso com a prosperidade mútua
	Respeito à capacidade de cada um
	<i>Genchi genbutsu</i> (parte real, lugar real)
Estruturas interligadas	Estrutura de Aliança
	Processos interdependentes
	Fontes paralelas
Sistemas de controle	Sistemas de avaliação
	<i>Feedback</i>
	Estabelecimento de preço-alvo
	Modelos de gerenciamento de custos
Capacitações compatíveis	Excelência em engenharia
	Excelência operacional
	Habilidades para resolver problemas
Compartilhamento de informações	Coleta e disseminação precisa de dados
	Linguagem comum
	Comunicações oportunas
Atividades conjuntas de melhorias	Adicionar valor/Engenharia de valor
	Desenvolvimento de fornecedores
	Grupos de estudo
<i>Kaizen</i> & aprendizagem	Lições compartilhadas
	PDCA
	Redução de custos anual

Fonte: Liker e Meier (2012, p. 276).

Como forma de considerar todos os aspectos importantes sobre cadeia de suprimentos enxuta abordados na literatura, a seção a seguir discute as pesquisas recentemente publicadas sobre o tema.

Quadro 9 - Competências e elementos da cadeia de suprimentos enxuta

Competências da cadeia de suprimentos	Elementos que contribuem	Táticas de Integração
Contexto operacional: envolver os processos que facilitem o atendimento de pedidos e de reabastecimento em toda a cadeia de suprimentos para fornecimento de materiais, peças e serviços		
Integração com fornecedor	Alinhamento estratégico	Estabelecer metas comuns/estratégias, por exemplo, manufatura enxuta, inovações de produtos
	Operação de fusão (aliança)	Inovações compartilhadas, design de produto, decisões de planejamento de produção, previsão de demanda, dados de inventário ou mesmo infraestrutura tecnológica
	Gestão dos suprimentos	Incluir seleção de fornecedores, gestão de relacionamento e envolvimento na tomada de decisões
Contexto de planejamento e controle: possibilitar a partilha de informação adequada entre os participantes da cadeia de suprimentos para aprimorar compras, fabricação, o atendimento de pedidos e planejamento de recursos		
Tecnologia e planejamento	Gestão da informação	Sistemas colaborativos ERP / <i>e-business</i> oferecer funções de processamento de informações e repositório de dados para apoiar o planejamento conjunto entre os participantes da cadeia de suprimentos
	Conectividade	Interligar os participantes da cadeia de suprimentos por EDI, <i>internet/extranet</i> , bem como processos de negócio onde B2B são fundamentadas
Medição	Desempenho	Medir o histórico, desempenho logístico
	Gestão de Custos	Fornecer aos gestores com dados de custos detalhados para que o desempenho de várias práticas da cadeia de suprimentos/logística podem ser determinadas
	Qualidade do produto	Colaboração em <i>design</i> de produto/desenvolvimento
Contexto comportamental: matéria de aplicação bem sucedida da estratégia de cadeia de suprimentos através da integração dos participantes da cadeia de suprimentos		
Relacionamento	Compartilhamento de informações	Informações compartilhadas, por exemplo, previsão de vendas, planos de custos/desenvolvimento de produtos, para melhorar as relações de colaboração
	Especificidade de funções, diretrizes, contrato	Estabelecer políticas para o desenvolvimento de relações significativas e distintas para confirmar as operações de colaboração a longo prazo, planejamento e controle

Fonte: So e Sun (2010, p. 476).

2.3 PESQUISAS SOBRE CADEIAS DE SUPRIMENTOS ENXUTAS

Nesta seção serão apresentadas as pesquisas recentes sobre cadeias de suprimentos enxutas. Para identificar as pesquisas recentes sobre esta temática, foi feito um levantamento sistemático da literatura na base de dados *Web of Knowledge* que compreendeu o período de 1999 a 2014, resultando em 36 trabalhos. A forma que este levantamento foi desenvolvido está descrito no capítulo três.

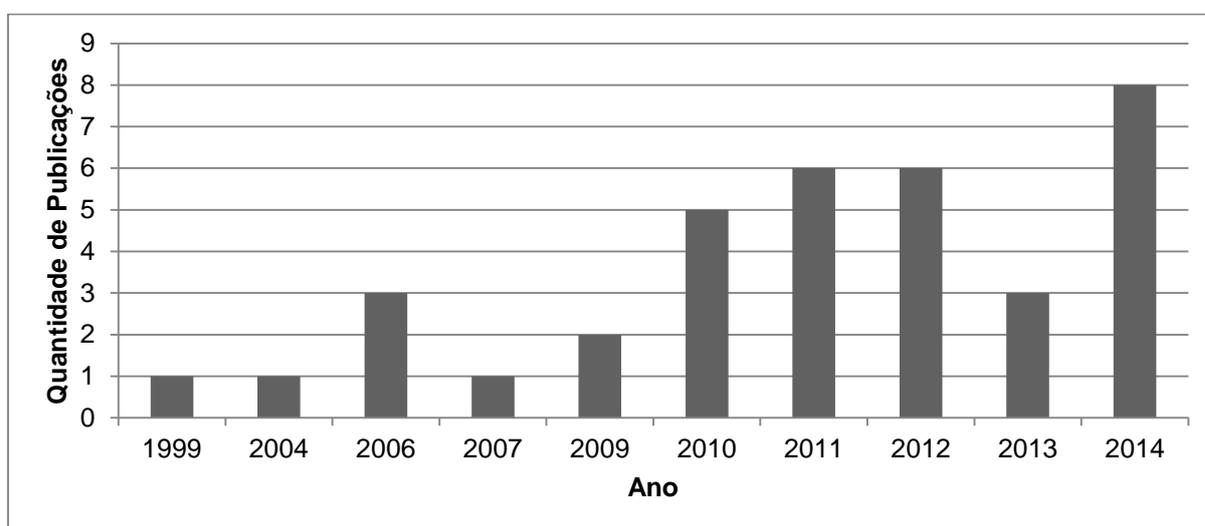
Nesta seção primeiramente apresenta-se uma visão panorâmica das pesquisas sobre cadeia de suprimentos enxuta, e, posteriormente será feita uma breve análise do conteúdo de cada trabalho. Ao final, é apresentada uma síntese dos atributos característicos de cadeias de suprimentos enxutas desenvolvida tomando como base as pesquisas analisadas.

2.3.1 Visão geral das pesquisas sobre cadeia de suprimentos enxutas

Analisando as publicações sobre cadeias de suprimentos enxutas, foi possível classificar os trabalhos segundo alguns parâmetros principais: evolução das publicações, periódicos mais publicados, tipo de pesquisa desenvolvida (teórica ou empírica), métodos empregados nas pesquisas e tipos de cadeias onde foram feitas as pesquisas.

O primeiro parâmetro analisa sobre a evolução das publicações que correlaciona o ano e a quantidade de publicações, representada no Gráfico 1. Analisando o Gráfico 1, percebe-se que a quantidade de publicações sobre o tema vem aumentando com o passar dos anos, evidenciando uma quantidade maior de pesquisas principalmente nos últimos 5 anos, o que representa a importância atual do assunto.

Gráfico 1 - Evolução das publicações



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação aos periódicos em que as pesquisas foram publicadas, pode-se verificar no Quadro 10 que os periódicos que tiveram o maior número de publicações sobre cadeia de suprimentos enxuta foi o *Supply Chain Management* e o *International Journal of Production Economics*, dois importantes periódicos da área de Gestão e Operações. Além disso, observou-se que as publicações estão bem distribuídas, no qual o total de 36 publicações identificadas está distribuído em 22 periódicos.

No que tange ao tipo de pesquisa desenvolvida, constatou-se que dentre os trabalhos, 32 deles são pesquisas empíricas e apenas 4 artigos focaram em uma pesquisa teórica. Assim, percebe-se que a maioria das pesquisas desenvolvidas são empíricas, o que evidencia a importância das implicações práticas dos estudos.

Quadro 10 - Publicações por periódicos

Periódico	Quantidade
Supply Chain Management	7
International Journal of Production Economics	5
International Journal of Operations & Production Management	3
European Journal of Operational Research	2
International Journal of Logistics Management	2
African Journal of Business Management	1
Cuadernos de Economia y Direccion de la Empresa	1
Dyna	1
Economic Modelling	1
Emj-Engineering Management Journal	1
Expert Systems with Applications	1
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	1
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	1
International Journal of Production Research	1
Journal of Business Logistics	1
Journal of Food Engineering	1
Journal of Operations Management	1
Life Science Journal-Acta Zhengzhou University Overseas Edition	1
Metalurgija	1
Omega-International Journal of Management Science	1
Proceedings Of The Institution of Civil Engineers-Civil Engineering	1
Production	1
Total Geral	36

Fonte: Elaborado pela autora.

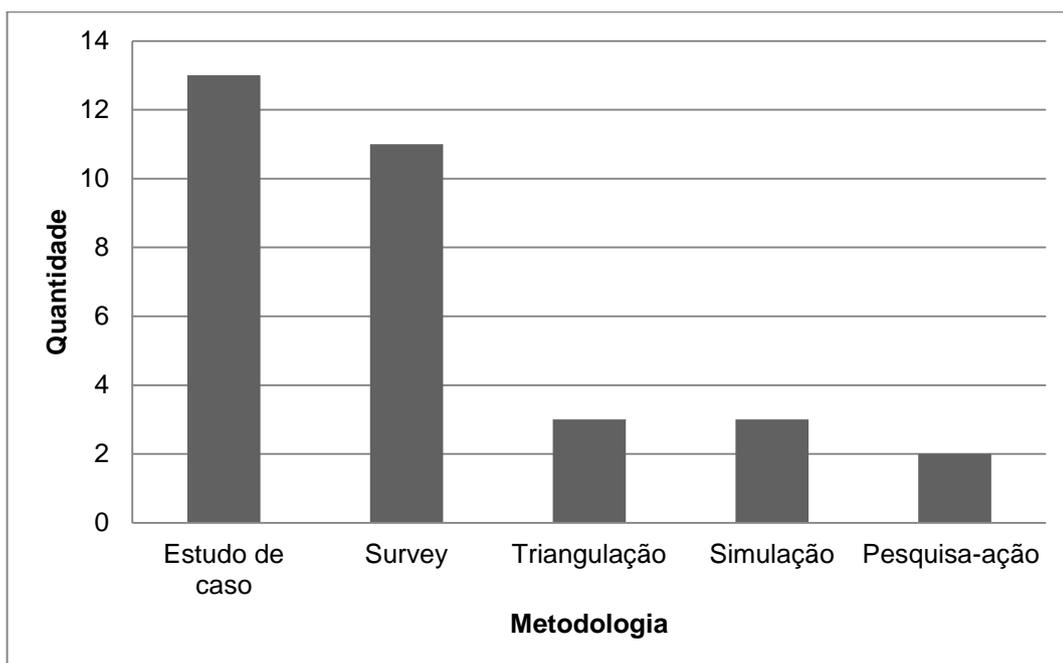
Dentre os trabalhos empíricos, pode-se verificar que as pesquisas utilizaram os seguintes métodos: estudo de caso, pesquisa-ação, simulação, *survey* e métodos mistos (abordagem combinada), conforme pode ser observado no Gráfico 2. Analisando o Gráfico 2, percebe-se que o método de pesquisa mais usual é o estudo de caso, seguido pelo *survey*, os demais métodos são uma pequena minoria.

A maioria dos trabalhos empíricos especifica o setor da indústria no qual realizaram suas pesquisas. Para avaliar os setores das indústrias estudados foi realizado um levantamento identificando os setores e a quantidade de trabalhos por setor, conforme pode ser observado no Quadro 11.

Analisando o Quadro 11, percebe-se que os trabalhos realizaram estudos empíricos em vários setores da indústria. Um dos trabalhos presentes nessa análise por ter desenvolvido sua pesquisa através de três estudos de caso em setores diferentes, contribuiu para que o total geral dessa análise não correspondesse ao somatório dos artigos empíricos. Observa-se que há

uma pequena concentração no setor indicado como “vários setores” que representam os trabalhos que utilizaram a metodologia *survey* abrangendo vários setores da indústria, assim, não realizaram a sua pesquisa em um setor específico. Os trabalhos que utilizaram a metodologia de simulação, não informaram o setor e por isso foram classificados no setor “não informado”.

Gráfico 2 - Métodos de pesquisa utilizados



Fonte: Elaborado pela autora.

2.3.2 Análise das publicações

Para a análise das publicações encontradas na revisão sistemática, optou-se por descrevê-las, levando em consideração o foco das pesquisas. Assim os trabalhos foram agrupados em: estudo das características e indicadores da cadeia de suprimentos enxuta e seu impacto sobre o desempenho; estudo dos fatores estratégicos e indicadores de desempenho sobre a adoção da produção enxuta na cadeia de suprimentos; estudo de outras variáveis no desempenho da cadeia como ferramentas de análise e características do setor e da empresa; estudos sobre PE e produção ágil; estudos da abordagem conjunta de PE e produção ágil (abordagem *leagile* ou *leagility*); e, por fim outras abordagens que inclui aplicação da PE em setores de serviços e de construção, análises conjuntas com o *six sigma* e gestão ambiental, etc.

Quadro 11 - Quantificação dos artigos por setor da indústria analisado

Setor da indústria	Quantidade
Vários setores	5
Automotivo	4
Eletrônicos	3
Alimentos	3
Não informado	3
Construção	2
Transporte	1
Aeroespacial	1
Bebidas	1
Componentes de máquinas	1
Conservas	1
Distribuidor	1
Eletrodomésticos	1
Equipamentos automotivos	1
Metalúrgico	1
Peças	1
Saúde	1
Serviço	1
Têxtil	1
Varejista	1
Total Geral	34

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base nesses aspectos, as publicações foram analisadas separadamente nas subseções seguintes, nas quais serão discutidos os trabalhos fazendo uma breve descrição sobre o objetivo da pesquisa, a metodologia utilizada e os principais resultados.

2.3.2.1 Estudo das características e indicadores da cadeia de suprimentos enxuta e seu impacto sobre o desempenho

Ding *et al.* (2014) elaboraram um modelo conceitual para práticas da cadeia de suprimentos com o objetivo de analisar se existe uma relação causal entre as práticas de cadeia de suprimentos e a qualidade alimentar, caracterizada com um indicador de desempenho da cadeia de suprimentos alimentícia. As práticas foram medidas sob cinco aspectos: aliança estratégica, foco no cliente, compartilhamento de informação, qualidade da informação e sistema enxuto. Itens de medição pré-validados também foram utilizados para medir o comportamento cooperativo antecedente: confiança e compromisso. Assim, por meio de um *survey* aplicado na cadeia de suprimentos da indústria de processamento de carne

bovina da Austrália os autores concluíram que três variáveis independentes (aliança estratégica; qualidade da informação; e, confiança e compromisso), têm efeitos positivos significativos na qualidade dos alimentos, um dos principais indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos, sendo a prática mais importante a qualidade da informação. Tal aspecto sugere que vale a pena para a indústria se concentrar em qualidade da informação como uma das práticas inovadoras para melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos alimentícia. O conjunto de itens de avaliação utilizado no modelo para medir os aspectos está organizado conforme pode ser observado no Quadro 12.

Albino, Carbonara e Giannoccaro (2007) estudaram a cooperação na cadeia de suprimentos em distritos industriais, ou seja, uma aglomeração de empresas de pequeno e médio porte integradas por meio de relacionamentos entre compradores e fornecedores e geridos por políticas cooperativas e competitivas. O estudo realizado por meio de simulação encontrou vários resultados, dentre eles, que a cooperação aumenta a eficiência em todos os cenários (variabilidade de demanda alta, média e baixa) e melhora a flexibilidade do sistema. Outro resultado importante da simulação foi a relevância da cooperação caracterizada pela presença de empresas líderes. Esse resultado sugere que as empresas líderes não devem tirar vantagem do seu maior poder de barganha, mas devem intensamente cooperar para melhorar a eficiência do distrito e usar sua posição de líder para promover a cooperação e desenvolver estratégias capazes de aumentar a flexibilidade das empresas. Dentre os objetivos considerados nas formas de cooperação da cadeia, destaca-se: reduzir estoques, equilibrar a utilização da capacidade de produção, minimizar demanda insatisfeita, reduzir sobrecarga de tráfego e fluxo, desenvolver *co-design* no processo de desenvolvimento de produtos, entre outros.

Nieuwenhuys e Vandaele (2006) ao estudarem a influência dos princípios da PE nas políticas da cadeia de suprimentos, perceberam a adoção de uma maior sincronização de entregas com remessas menores e mais frequentes entre os parceiros da cadeia de suprimentos. Então, com o objetivo de analisar o impacto da política de divisão de lote na confiabilidade de entrega em uma cadeia de suprimentos, provaram analiticamente que a confiabilidade de entrega melhora quando uma política de divisão de lotes é utilizada e, conseqüentemente, melhora a estabilidade no cronograma de produção do comprador. Os autores também desenvolveram uma aproximação que permite estimar a confiabilidade de entrega do fornecedor. Essa aproximação foi testada e validada por meio de resultados de uma simulação. Segundo os autores, o estudo proporcionou lógica adicional para a utilização da política divisão de lote em um ambiente com cadeia de suprimentos enxuta, pois do ponto de

vista do comprador, um aumento da confiabilidade de entrega implica que os planos de produção podem ser feitos com um nível de segurança mais elevado, de tal modo que a necessidade de reprogramação diminui; e, do ponto de vista do fornecedor, implica que há uma maior probabilidade de cumprir o cronograma de entrega, de modo a que as entregas atrasadas possam ser evitadas.

Quadro 12 - Itens de avaliação das variáveis

Variável	Descrição
Aliança estratégica	Nós e os nossos fornecedores trabalhamos regularmente em conjunto para resolver problemas Nós e nossos principais fornecedores temos um programa de melhoria contínua Nós ajudamos nossos fornecedores para melhorar a qualidade do produto Os nossos principais fornecedores estão envolvidos em nosso planejamento e em atividades de estabelecimento de metas
O foco no cliente	Nós frequentemente interagimos com os clientes para estabelecer a confiabilidade, capacidade de resposta, e outros padrões para nós Nós facilitamos a possibilidade do cliente para procurar a nossa ajuda Avaliamos regularmente a importância de nosso relacionamento com os nossos clientes
Compartilhamento de informações	Os nossos parceiros comerciais compartilham conhecimento empresariais de processos de negócio com a gente Os nossos parceiros comerciais compartilhar informações confidenciais com a gente Informamos aos parceiros comerciais com antecedência de nossas necessidades de mudança
Qualidade da informação	O intercâmbio de informações entre os nossos parceiros comerciais e nós é confiável O intercâmbio de informações entre os nossos parceiros comerciais e nós é adequado O intercâmbio de informações entre os nossos parceiros comerciais e nós é oportuno
Sistema enxuto	Nossa empresa tem melhoria contínua da qualidade Nossa empresa leva fornecedores para os tempos de entrega mais curtos Nossa empresa agiliza pedidos continuamente, recebimento e outros documentos de fornecedores
Confiança e compromisso	Nossos parceiros comerciais têm sido abertos e honestos em lidar com a gente Temos investido muito esforço em nosso relacionamento com os parceiros comerciais Nós e os nossos parceiros comerciais sempre tentamos manter as promessas um dos outros Os nossos parceiros comerciais respeitar a confidencialidade de todas as informações que recebem de nós
Qualidade dos alimentos	A segurança do produto e da saúde é um indicador importante em nossa empresa Nossa empresa presta muita atenção à saúde e segurança do trabalhador Temos trabalhadores qualificados e / ou experientes Consideramos aspectos ambientais em nossas empresas

Fonte: Ding *et al.* (2014, p. 97)

Perez *et al.* (2010) propuseram um modelo de cadeia de suprimentos enxuta como uma ferramenta para analisar as características e o desempenho da cadeia de suprimentos de carne de porco na Catalunha e avaliar se esta funciona de acordo com os parâmetros de uma cadeia enxuta. Por meio de um estudo de caso testaram a aplicabilidade do modelo e verificaram que o setor tem adotado ativamente as técnicas produtivas associadas à gestão enxuta e é adequado utilizar estratégias de cadeia de suprimentos enxuta de acordo com o modelo apresentado. A comparação do desempenho da cadeia com o modelo de cadeia de suprimentos enxuta é utilizada como base para desenvolver diretrizes para as unidades de negócio ao longo da cadeia. Essas diretrizes são propostas como uma estratégia de assegurar uma gestão eficiente da cadeia e, conseqüentemente, aumentar a sua competência para enfrentar os desafios futuros. O modelo foi estruturado em sete dimensões baseado na literatura de gestão de cadeia de suprimentos enxuta e possui cada dimensão categorizada em termos de cinco princípios enxutos: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição, conforme apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Dimensões do modelo de Cadeias de Suprimentos Enxuta

Princípio	Dimensão	Definição
Puxar	Gestão da procura	Uma cadeia de suprimentos opera sob a abordagem enxuta quando uma tendência é estabelecida entre os diferentes agentes da cadeia no sentido de um sistema que puxa em vez de empurrar os produtos e serviços onde eles são exigidos pelo usuário final.
Valor	Especificação do valor	Existe a necessidade de desenvolver uma compreensão conjunta dos requisitos do usuário final para que todos os intervenientes na cadeia possam trabalhar no sentido de fornecer valor ao cliente.
Fluxo	Padronização de processos e produtos	Padronização de processos e produtos ajudam as empresas a entender toda a cadeia e remover todos os obstáculos que não agregam valor. Isso permite fluxo contínuo ocorra em uma cadeia de suprimentos enxuta.
Fluxo	Eficiência da cadeia de valor	Melhoria da eficiência da cadeia de valor através da remoção de desperdícios como um princípio básico na gestão enxuta.
Puxar	Principais indicadores de processo	Desenvolvimento de indicadores-chave de desempenho (KPI's) da cadeia de suprimentos com base nos indicadores de cada agente da cadeia. Manter a transparência ao longo da cadeia melhora o seu desempenho.
Fluxos de valor	Alianças	Estabelecimento de fornecedores mais próximos, a reestruturação da cadeia e da colaboração entre os membros da cadeia, formalmente como alianças ou informalmente como relacionamentos de longo prazo.
Perfeição	Mudança cultural	O capital humano é o ativo mais importante de uma empresa que está iniciando a jornada enxuta. Tem que apoiar a mudança cultural do confronto para a colaboração, do desempenho individual para melhorias na cadeia.

Fonte: Perez *et al.* (2010, p. 60).

Zarei, Fakhrazad e Paghaleh (2011), com o objetivo de desenvolver uma abordagem integrada para melhorar a implementação da PE na cadeia de suprimentos alimentar, estabeleceu atributos enxutos e habilitadores enxutos vinculando-os à metodologia Quality Function Deployment (QFD) como forma de identificar habilitadores enxutos viáveis; e, a metodologia (AHP) para priorizar atributos enxutos à gestão da cadeia de suprimentos. Para os autores, atributos são definidos como elementos que constituem a estrutura subjacente de uma organização enxuta, são os principais conceitos de PE; já os habilitadores são ferramentas, tecnologias e métodos críticos para realizar com êxito a gestão da cadeia de suprimentos enxuta. O modelo é testado por meio de um estudo de caso na indústria de conservas para ilustrar a utilidade e a facilidade de aplicação do modelo apresentando. Como principais resultados, encontraram que os habilitadores gestão de fornecedores e eliminação dos desperdícios se mostraram com melhor desempenho, assim, são eles que devem ser mais explorados para alcance dos atributos mais relevantes. Os atributos enxutos e os habilitadores enxutos definidos para a cadeia de suprimentos enxuta estão listados no Quadro 14.

Quadro 14 - Habilitadores e Atributos Enxutos

Habilitadores enxutos	Atributos enxutos
Gestão de fornecedores	Conformidade com a Qualidade
Projeto para manufatura	Confiabilidade de entrega
Manutenção preventiva total	Baixo custo de armazenamento
Produção puxada	Baixa variabilidade no tempo do processo
Eliminar desperdícios óbvios	Baixa variabilidade nos tempos de entrega
A redução da variação	Baixa variabilidade nas taxas de procura
Melhoria contínua	Eficiência de custos
Fabricação JIT	Velocidade de entrega
Formação de recursos humanos	
Gestão da qualidade total	
Gestão do conhecimento	

Fonte: Zarei, Fakhrazad e Paghaleh (2011, p. 29).

Chae, Olson e Sheu (2013) desenvolveram um modelo de análise da cadeia de suprimentos combinando três conjuntos de recursos: (i) recursos de gerenciamento de dados; (ii) recursos de planejamento da cadeia de suprimentos baseada em tecnologia da informação; e, (iii) recursos de gerenciamento de desempenho a partir da perspectiva de uma visão baseada em recursos. Tais recursos foram selecionados com o objetivo de estudar a influência desses na satisfação do planejamento da cadeia de suprimentos e no desempenho operacional da cadeia. Os autores, por meio de um *survey* em empresas em vários segmentos, consideraram cada conjunto de recursos importantes para melhorar o desempenho operacional: (i) recursos de gerenciamento de dados é considerado o alicerce fundamental

para alcance da satisfação do planejamento e do desempenho operacional; (ii) recursos de planejamento da cadeia de suprimentos baseada em tecnologia da informação conduz para uma maior satisfação do planejamento e permite a adoção de recursos de gerenciamento de desempenho; (iii) que por sua vez foram encontrados para ser complementos importantes na implementação da cadeia. Os itens considerados no modelo de pesquisa para análise da cadeia de suprimentos podem ser observados no Quadro 15.

Quadro 15 - Itens de avaliação desenvolvidos por Chae, Olson e Sheu (2013)

Recursos de gerenciamento de dados
(1) O método de gravação de dados: manualmente escrito ou digitado em arquivos de papel / digitado manualmente no sistema informatizado / códigos de barras / captura automática de dados utilizando <i>RFID</i> (tecnologia de identificação por radiofrequência), etc. (2) A principal maneira de determinar dados de manufatura, tais como tamanho do lote de fabricação: experiência/métodos estatísticos otimização matemática. (3) Nível de investimento no repositório de dados centralizado, como o ERP. 1: não em todos - 7: em grande medida.
Recursos de planejamento da cadeia de suprimentos baseada em TI
(1) Como é realizado o planejamento de materiais (por exemplo, <i>Material Requirement Planning</i> , MRP)? (2) Como é realizado o controle de estoque (por exemplo, precisão Quantidade / localização)? (3) Como é realizado o planejamento de trabalho (por exemplo, Planejamento de Capacidade)? (4) Como é realizado o controle de chão de fábrica (por exemplo, Controle de Atividades de Produção)? (5) Como é realizado o planejamento de custos? 0: nenhum sistema formal. 1: manual. 2: <i>software desktop</i> . 3: <i>software</i> personalizado. 4: <i>software</i> comercial. 5: <i>software</i> comercial modificado.
Recursos de gerenciamento de desempenho
(1) Grau de investimento de recursos em TQM (2) Grau de investimento de recursos em controle estatístico de processo (3) Grau de investimento de recursos em <i>six sigma</i> . 1: não em todos - 7: em grande medida.
Satisfação sobre o planejamento da cadeia de suprimentos
Até que ponto você está satisfeito com seu atual (1) Planejamento de Materiais (2) Controle de estoque (3) Planejamento do Trabalho (4) Controle de chão de fábrica (5) Planejamento de custo. 1: muito insatisfeito - 7: muito satisfeito.
Desempenho operacional SCM
Comparar o desempenho com os seus principais concorrentes (1) Atendimento de pedidos (2) Entrega conforme prometido (3) Flexibilidade de entrega (4) Flexibilidade para alterar o volume de saída (5) Flexibilidade para mudar <i>mix</i> de produtos. 1: muito pior - 7: muito melhor.

Fonte: Chae, Olson e Sheu (2013, p. 4710).

Olhager e Prajogo (2012) investigaram se o impacto das iniciativas de melhoria de produção e da cadeia no desempenho dos negócios depende de a planta estar operando em uma base *make-to-order* (MTO) ou *make-to-stock* (MTS). Para isso, os autores realizaram um *survey* em diferentes indústrias australianas e os resultados mostraram uma clara distinção entre empresas MTO e MTS. Plantas MTO se beneficiam da integração da logística externa com os fornecedores, enquanto as plantas do MTS se beneficiam de práticas enxutas internas e racionalização de fornecedores. Os itens de medição para todos os constructos utilizados pelos atores podem ser observados no Quadro 16.

Quadro 16 - Itens de medição utilizados por Olhager e Prajogo (2012)

Escala	Item
Práticas enxutas internas	Temos projetado o fluxo de loja para que os processos e máquinas estejam em estreita proximidade um do outro Estamos trabalhando agressivamente para reduzir os tempos de ajuste em nossa planta Nós usamos um sistema de tração <i>kanban</i> para a nossa produção Nós usamos pequenos lotes em nossa produção
Integração logística externa	Atividades logísticas interorganizacionais são estreitamente coordenadas. Nossas atividades de logística estão bem integradas com atividades logística dos fornecedores Temos uma perfeita integração das atividades logísticas com os nossos principais fornecedores Nossa integração logística é caracterizada pela excelente distribuição, transporte e/ou instalações de armazenamento A distribuição de entrada e saída de mercadorias com os nossos fornecedores está bem integrada Informações e materiais fluem sem problemas entre os nossos fornecedores e nós
Racionalização de fornecedor	Contamos com um pequeno número de fornecedores de alta qualidade Contamos com um pequeno número de fornecedores altamente confiáveis Nós só mantemos fornecedores que contribuem para o nosso desempenho competitivo
Desempenho dos negócios	Vendas Retorno sobre o investimento Parcela de mercado

Fonte: Olhager e Prajogo (2012, p. 162).

Para responder aos itens dos três primeiros constructos do Quadro 16, foi utilizada uma escala de Likert de 7 pontos com as respostas variando de 1 (discordo totalmente) a 7 (concordo), já para responder aos itens do constructo desempenho, os respondentes foram solicitados a avaliar o desempenho dos negócios da empresa em relação ao melhor

concorrente no mercado com a escala que varia de 1 (mais fraco da indústria) a 7 (mais forte na indústria).

Taylor (2006), com o objetivo de identificar oportunidades e estratégias para a melhoria das cadeias de suprimentos de carne de porco do Reino Unido com vista a aumentar a sua competitividade, desenvolveu uma metodologia estruturada com base na aplicação de princípios da PE para desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos integrada, denominada de análise da cadeia de valor (VCA). Por meio de estudos de casos realizados em duas cadeias de suprimentos da indústria de carne suína descreveu as principais recomendações estratégicas que surgiu, a lógica por trás destas recomendações e os potenciais benefícios e implicações da adoção de uma abordagem integrada para a gestão das cadeias. A metodologia para análise e desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos de carne suína enxuta e integrada é composta por itens necessários e pré-requisitos organizacionais e comerciais, conforme apresentado no Quadro 17.

Quadro 17 - Itens e pré-requisitos de uma cadeia de suprimentos enxuta

Itens para o desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos enxuta integrada	
1	Melhorias operacionais
2	Mudança estratégica
3	Desenvolvimento de uma cadeia dedicada
4	Especificação de "valor para o usuário final"
5	A consideração da questão de desequilíbrio da "carcaça"
6	Determinação da especificação para o "porco ideal"
7	Desenvolvimento de uma nova estratégia de marketing
8	Desenvolvimento de uma associação de fornecedores para os agricultores
9	Melhoria da eficiência da cadeia de valor através da remoção de desperdícios e desenvolvimento de sistemas de fluxo
10	Desenvolvimento de KPIs da cadeia de suprimentos
11	Ligando a oferta à procura através da criação de um sistema de puxar
12	Estabelecimento de fornecedores de primeira camada
13	Reestruturação da cadeia
Pré-requisitos organizacionais e comerciais para realização de uma cadeia de valor enxuta integrada	
1	A necessidade de afastar-se dos atuais estratégias de "negociação" com base na flutuação dos preços de mercado
2	A necessidade de estabelecer uma equipe de gerenciamento de fluxo de valor
3	A necessidade de comprometimento da administração e apoio
4	A necessidade de enfrentar as relações, baseadas no poder contraditórias existentes
5	A necessidade de estabelecer acordos comerciais claros e compromissos no início de um projeto de desenvolvimento da cadeia de valor

Fonte: Baseado em Taylor (2006).

Santos e Alves (2014) desenvolveram um método de implantação da cadeia de suprimentos enxuta que funciona como um modelo de gestão visando aumentar a integração entre as organizações e assim o aumento da capacidade de resposta das empresas da cadeia ao mercado consumidor, proporcionando produtos de melhor qualidade, preços justos e com entregas mais rápidas. O modelo proposto utiliza os conceitos e princípios da teoria das restrições (TOC), os princípios e práticas da PE, as ferramentas da tecnologia da informação e comunicação (TIC) e os princípios do modelo SCOR (*Supply Chain Operations Reference*), e foi avaliado por meio de uma pesquisa-ação desenvolvida em uma empresa do segmento de eletrodomésticos. O modelo está estruturado em 20 passos, divididos em três fases, conforme pode ser observado no Quadro 18.

Quadro 18 - Fases e passos para desenvolvimento de Cadeia de Suprimentos Enxuta

Fase	Passo
1	1-Escolher o gerente para o fluxo de valor 2-Selecionar uma família de produtos 3-Mapear os riscos de abastecimento para a cadeia da família selecionada 4-Delimitar um campo de visão gerenciável 5-Montar uma equipe 6-Padronizar os símbolos a serem utilizados 7-Definir os indicadores de desempenho 8-Listar as etapas físicas para criar o produto no estado atual 9-Desenhar as etapas físicas do mapa do estado atual 10-Verificar o IGS (Indicador Geral de Sustentabilidade) de cada empresa da cadeia 11-Listar o fluxo de informações para criar o produto no estado atual 12-Completar o mapa do estado atual com o fluxo de informações
2	13-Projetar a nova cadeia utilizando como referência o SCOR e buscando transferir a restrição para a demanda 14-Dimensionar o pulmão e as cordas e subordinar os parceiros imediatos e fornecedores da última camada (contratos de parceria) 15-Listar as novas etapas físicas e fluxo de informações para criar o produto no estado futuro 16-Desenhar o mapa do estado futuro do fluxo de valor
3	17-Elaborar e implementar contratos de parceria de longo prazo 18-Implementar o mapa do estado futuro do fluxo de valor 19-Análises dos resultados obtidos 20-Voltar ao passo 1 e não deixar a inércia se tornar uma restrição no sistema

Fonte: Santos e Alves (2014, p. 137).

Wee e Wu (2009) com o objetivo de demonstrar como a qualidade e o custo do produto são afetados pela cadeia de suprimentos enxuta (por meio do mapeamento do fluxo de valor - MFV) utilizaram um estudo de caso para acompanhar o processo de resolução de um problema em uma empresa filial da Ford Motor Company. Assim, a resolução do problema foi feita por meio do MFV em quatro etapas, analisando o desempenho de índices mensuráveis úteis para identificar o impacto dos custos na qualidade do produto. Os passos adotados pelos autores foram: (i) constatação de problemas; (ii) constatação ideal; (iii) constatação de obstáculos, e; (iv) encontrando a solução.

Para finalizar esta seção, o Quadro 19 apresenta uma síntese dos trabalhos analisados.

Quadro 19 - Resumo dos trabalhos abordando análise de variáveis sobre desempenho da LSC

Autor (Ano)	Variáveis de análise	Objetivo
Ding <i>et al.</i> (2014)	(i) Práticas da cadeia de suprimentos: Aliança estratégica, foco no cliente, compartilhamento de informações, qualidade da informação e sistema enxuto. (ii) Comportamento cooperativo antecedente: confiança e compromisso.	Analisar se existe uma relação causal entre as práticas de cadeia de suprimentos e a qualidade alimentar.
Albino, Carbonara e Giannoccaro (2007)	Objetivos da cooperação: reduzir estoques, equilibrar a utilização da capacidade de produção, minimizar demanda insatisfeita, reduzir sobrecarga de tráfego fluxo, <i>co-design</i> no novo processo de desenvolvimento de produtos, minimizar compras, vendas e custos de distribuição, minimizar custos de vendas e distribuição, formação de recursos humanos e qualificação, desenvolver um ambiente inovador para sustentar a adoção da mais recente tecnologia, desenvolver um ambiente competitivo.	Analisar se as formas de cooperação na cadeia de suprimentos influenciam os resultados de eficiência e flexibilidade.
Nieuwenhuysen e Vandaele (2006)	Política de divisão de lote	Analisar o impacto da política de divisão de lote na confiabilidade de entrega
Perez <i>et al.</i> (2010)	Dimensões da cadeia enxuta: gestão da procura, especificação do valor, padronização de processos e produtos, eficiência da cadeia de valor, principais indicadores de processo, alianças e mudança cultural.	Analisar o desempenho da cadeia
Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011)	(i) Habilitadores enxutos (ii) Atributos enxutos	Melhorar a implementação da PE na cadeia
Chae, Olson e Sheu (2013)	Recursos de gerenciamento de dados, recursos de planejamento da cadeia de suprimentos baseada em tecnologia da informação, recursos de gerenciamento de desempenho.	Influência dos recursos na satisfação sobre planejamento e desempenho operacional da cadeia.
Olhager e Prajogo (2012)	Iniciativas de melhoria de produção e da cadeia de suprimentos: práticas enxutas internas, integração logística externa, racionalização de fornecedor, desempenho dos negócios	Impacto das iniciativas de melhorias no desempenho dos negócios

Autor (Ano)	Variáveis de análise	Objetivo
Taylor (2006)	Metodologia composta por itens para o desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos enxuta com base na aplicação de princípios da PE.	Identificar oportunidades e estratégias para a melhoria das cadeias de suprimentos de carne de porco do Reino Unido com vista a aumentar a sua competitividade
Santos e Alves (2014)	Metodologia para implantação de um modelo de gestão da cadeia de suprimentos, com base em: princípios da TOC, princípios e práticas da PE, ferramentas de TIC e princípios do modelo SCOR	Aumentar a integração entre as organizações e assim o aumento da capacidade de resposta das empresas da cadeia ao mercado consumidor
Wee e Wu (2009)	Índices mensuráveis do desempenho do LSC e do mapeamento da cadeia de valor: - ITF (primeira vez completa): a percentagem de unidades que completam um processo e atendem às diretrizes de qualidade no primeiro tempo. - BTS (construir a agenda): construir a agenda revela quão bem uma planta executa planos para construir os produtos certos no momento certo na sequência correta. - DTD (tempo doca para atracar): tempo Doca para atracar é o tempo decorrido entre a descarga de matérias-primas e produtos acabados liberação para embarque. - OEE (eficiência global do equipamento): OEE é uma medida da disponibilidade, eficiência e a qualidade do desempenho da taxa de uma peça de equipamento. - O tempo total de trabalho (segundos) - VA: Valor agregado tempo (cliente deseja pagar). - NVA: valor não agregado tempo (normalmente inclui desperdícios). -Taxa de Valor: a percentagem de todos os tempos valor agregado.	Demonstrar como a qualidade e o custo do produto são afetados pelo mapeamento da cadeia de valor

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3.2.2 Estudo dos fatores estratégicos e indicadores de desempenho sobre a adoção da produção enxuta na cadeia de suprimentos

Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012) com o objetivo de estudar empiricamente o impacto do nível de cooperação com os fornecedores e clientes na cadeia de suprimentos no que diz respeito à intensidade da adoção da PE, assim como o efeito conjunto de integração de cooperação e de informações com os clientes, realizaram um *survey* em unidades de produção que eram fornecedores de primeira camada para fabricantes de equipamentos originais da indústria automotiva espanhola. Os resultados encontrados pelos autores mostraram que maiores níveis de cooperação com os clientes e integração de informações possuem efeito significativo sobre a intensidade de adoção da PE, porém maiores

níveis de cooperação com os fornecedores não têm impacto sobre a intensidade da adoção PE, ou seja, para uma empresa, a adoção da PE pode ser estimulada a partir da exigência de algum de seus clientes, sendo difícil partir da exigência de algum de seus fornecedores. Os constructos utilizados no modelo de pesquisa e seus elementos de avaliação foram relacionados conforme pode ser observado no Quadro 20.

Quadro 20 - Elementos de avaliação da pesquisa de Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012)

Fator		Variável
Fator de análise de cooperação com clientes e fornecedores	Cooperação com clientes	Nós estabelecemos relacionamentos de longo prazo com os nossos clientes.
		Os clientes estão diretamente envolvidos no desenvolvimento de novos produtos.
		Clientes são cometidos por contrato para reduções anuais de custos.
	Cooperação com fornecedores	Nós estabelecemos relacionamentos de longo prazo com nossos fornecedores.
		Os fornecedores estão diretamente envolvidos no desenvolvimento de novos produtos.
		Os fornecedores são cometidos por contrato para reduções anuais de custos.
Fator de análises de integração de informações da produção entre a empresa e os clientes	Integração de informações com os clientes	Nossa planta recebe a informação de previsão de vendas de seus clientes.
		Nossa planta recebe informações de seus clientes sobre seus programas mestre de produção.
		Nossa planta recebe a informação de previsão de vendas de seus clientes sobre o estado de seus estoques.
		O cliente colabora com a gente para desenvolver em conjunto as necessidades de componentes líquidos que devemos entregar.
		Clientes autorizam nossa fábrica para repor os componentes automaticamente.
Fatores de análises de intensidade de adoção PE	PE	Fechar localização de máquinas e processos na planta.
		Células de manufatura.
		Disposição permite estoques baixos e fabricação rápida.
		TQM.
		Algum tempo dedicado a atividades de manutenção de equipamentos relacionados planejado todos os dias.
		A manutenção periódica de todos os equipamentos.
		Usamos JIT.
		Estamos ativamente responsáveis pelo desenvolvimento de habilidades de nossos funcionários.
		Não apenas os incentivos individuais são estabelecidos, mas para a equipe de trabalho como um todo.

Fonte: Baseado em Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012).

Para avaliar as variáveis indicadas no Quadro 20 e identificar o nível de cooperação com os parceiros comerciais, os respondentes foram questionados sobre o grau de cooperação

com fornecedores e clientes, em comparação com a média da indústria, utilizando uma escala de Likert de sete pontos. Para avaliar a integração de informações, os respondentes foram questionados sobre o grau em que eles concordaram com uma série de afirmações relacionadas com a integração de informações de produção entre as suas fábricas e os clientes, usando também uma escala de Likert de sete pontos. Já em relação à intensidade de adoção da PE, os respondentes foram questionados sobre o grau em que uma determinada prática de PE foi implementada na planta em comparação com a média da indústria, utilizando também uma escala de Likert de sete pontos.

So e Sun (2010) desenvolveram um modelo de pesquisa para explorar se a estratégia de integração com o fornecedor influencia na adoção da PE como uma prática regular e se a adoção da PE como uma prática regular influencia a adoção da mesma como uma prática contínua. Através de um *survey* realizado em cadeias de suprimentos de eletrônicos, os autores concluíram que os fatores influentes que compõem a estratégia de integração do fornecedor, ou seja, a partilha de informação, sistemas de *e-business* e seleção de fornecedores com base em políticas, têm influência positiva sobre a adoção de PE de longo prazo em pequenas e médias empresas e os fabricantes podem incentivar o uso contínuo da PE somente se eles a utilizarem regularmente. Além disso, os pequenos fabricantes tendem a adotar a PE, juntamente com táticas de integração de fornecedores relevantes porque possuem uma estrutura organizacional menos complexa. Os fatores influentes e seus itens de análise que foram utilizados para medir os constructos de pesquisa podem ser observados no Quadro 21.

Moyano-Fuentes *et al.* (2012) com o objetivo de determinar o impacto da tecnologia da informação e comunicação (TIC) interna e externa sobre o nível de implementação da PE e especificar a influência desses dois tipos na integração eletrônica com os fornecedores, realizaram um *survey* em indústrias automotivas, obtendo como principal resultado que o grau de implementação da PE está positivamente associado com o grau de utilização de TIC internas da empresa. Além disso, a utilização de TIC interna e externa e a integração com fornecedores de forma eletrônica possui melhor influência no nível de implementação da PE do que as formas não eletrônicas.

Behrouzi e Wong (2013) para avaliar o nível de utilização da PE em uma cadeia de suprimentos, identificaram e categorizaram as mais importantes medidas de desempenho das pequenas e médias empresas de cadeia de suprimentos enxuta na indústria automotiva no Irã, extraídas de vários estudos na literatura. Os autores selecionaram 28 medidas de desempenho por meio da avaliação de seis especialistas com base em alguns critérios. Posteriormente, por

meio de um *survey* com profissionais de cadeias de suprimentos, os autores avaliaram a importância de cada medida a fim de desenvolver um modelo *fuzzy* para avaliar a utilização da PE em uma cadeia de suprimentos. Após sua formulação, o modelo foi testado em um estudo de caso. Como resultado o trabalho identificou diferentes possibilidades de estágio de utilização de PE com a sugestão de algumas ações de gestão para os diferentes estágios.

Quadro 21 - Itens de medição adotados por So e Sun (2010)

Medidas
Estratégia de integração com fornecedores
<p>1. E-business apoiado na integração com fornecedor</p> <p>Extranet/EDI/B2B para fornecedores Extranet/EDI/B2B para as empresas</p> <p>2. Partilha de informação na integração com fornecedor</p> <p>Compartilhar informações sobre o nível de estoque Compartilhar informações sobre decisões de produção e previsão de demanda</p> <p>3. Seleção de fornecedores com base em políticas</p> <p>Selecionar fornecedor com base no desempenho de entrega Selecionar fornecedor com base na capacidade de fornecer inovação e <i>co-design</i> Selecionar fornecedor com base na vontade de divulgar custo Selecionar fornecedor com base no desempenho histórico</p>
Adoção contínua da produção enxuta
<p>4. O uso regular de produção enxuta</p> <p>Reestruturando a estratégia de suprimentos Implementando a produção puxada Obtendo foco do processo e racionalização Empoderamento da força de trabalho</p> <p>5. Uso contínuo de PE</p> <p>Reestruturando a estratégia de suprimentos Implementando a produção puxada Obtendo foco do processo e racionalização Empoderamento da força de trabalho</p>

Fonte: Baseado em So e Sun (2010).

As 28 medidas de desempenho que compõem o modelo de avaliação desenvolvido por Behrouzi e Wong (2013) foram agrupadas em quatro componentes de desempenho: qualidade; custo; flexibilidade; e, entrega e confiabilidade, conforme apresentado no Quadro 22.

Quadro 22 - Medidas de desempenho

Categoria	Medidas de desempenho ou métricas
Qualidade	1. Taxa de rejeição do Fornecedor (%) 2. Percentual de processos padronizados (%) 3. Reclamações dos clientes (%) 4. Taxa de rejeição do Cliente (%) 5. Taxa de defeitos de matérias-primas (%) 6. Percentual de retrabalhos (%) 7. Taxa de defeitos de produção (%)
Custo	8. Produtividade valor agregado do trabalho (%) 9. Percentual de tempo total de valor agregado (%) 10. Custo médio do frete por unidade (\$) 11. Inventário total (ton) 12. Custo de produção por unidade (\$) 13. Custos de garantia (\$) 14. Custo de energia (\$)
Entrega e confiabilidade	15. <i>Lead time</i> de entrega do cliente (dias) 16. Tempo de <i>setup</i> , tempo não programado e tempo ocioso (h) 17. Entrega dentro do tempo para os clientes (%) 18. Entrega dentro do tempo pelos fornecedores (%) 19. Perfeito atendimento de pedidos por parte de fornecedores (%) 20. <i>Lead time</i> de entrega do fornecedor (dias) 21. Produção dentro do prazo (%) 22. Perfeito atendimento de pedidos dos clientes (%)
Flexibilidade	23. Flexibilidade de entrega do fornecedor (1-5) 24. Flexibilidade de entrega Fabricante (1-5) 25. Flexibilidade de volume Fornecedor (1-5) 26. Flexibilidade de <i>mix</i> de produto do fornecedor (1-5) 27. Flexibilidade volume Fabricante (1-5) 28. Flexibilidade de <i>mix</i> de produto do fabricante (1-5)

Fonte: Baseado em Behrouzi e Wong (2013).

Por fim, no Quadro 23 podem ser visualizados, de forma resumida, os trabalhos cujo foco foi análise de fatores estratégicos e indicadores de desempenho sobre a adoção da PE na cadeia de suprimentos.

2.3.2.3 Estudo de outras variáveis sobre o desempenho da cadeia

Chen, Cheng e Huang (2013) exploraram a aplicação da PE e da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para melhorar a eficiência logística em cadeias de suprimentos. Segundo os autores, as tecnologias RFID oferecem várias contribuições para a cadeia de suprimentos por meio de suas propriedades avançadas, como a identificação única

de produtos, a facilidade de comunicação e a informação em tempo real, podendo ser utilizada em gestão de estoques, gestão de pedidos, gestão da produção, entre outros. Para tanto, desenvolveram um estudo de caso, abrangendo três níveis de uma cadeia de suprimentos de peças de reposição, utilizando o MFV analisaram os fatores que levam a operações insuficientes e redesenharam um novo processo da cadeia de suprimentos com PE e RFID para melhorar a eficiência e eficácia da cadeia. Os autores utilizaram a análise de retorno sobre o investimento para mostrar que a implementação de RFID foi eficaz e viável no contexto da cadeia de suprimentos.

Quadro 23 - Resumo dos trabalhos abordando análise de variáveis sobre adoção da PE na cadeia de suprimentos

Autor (Ano)	Característica de análise	Objetivo de análise
Behrouzi e Wong (2013)	Indicadores mensuráveis das prioridades competitivas: qualidade; custo; entrega e confiabilidade; flexibilidade;	Medir nível de utilização da produção enxuta na cadeia de suprimentos
Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012)	(i) Fator de cooperação com clientes e fornecedores (ii) Fator de análises de integração de informações da produção entre a empresa e os clientes	Medir nível de cooperação com os fornecedores e clientes na cadeia de suprimentos no que diz respeito à intensidade da adoção da produção enxuta
So e Sun (2010)	(i) Estratégia de integração com fornecedores (ii) Adoção contínua da produção enxuta	Avaliar a influência das estratégias na adoção da PE como uma prática regular e se a adoção desta como uma prática regular influencia a adoção da mesma como uma prática contínua.
Moyano-Fuentes <i>et al.</i> (2012)	Tecnologia da informação e comunicação (TIC) interna e externa à organização	Impacto da tecnologia sobre o nível de implementação da PE e a integração eletrônica com os fornecedores

Fonte: Elaborado pela autora.

Bozarth *et al.* (2009) com o objetivo de estudar o impacto das fontes de complexidade sobre o desempenho da organização, apresentaram um modelo de pesquisa no qual divide o nível de complexidade da cadeia de suprimentos em três partes distintas (complexidade a jusante, complexidade de fabricação interna e complexidade a montante), determinando seus respectivos condutores de complexidade. Por meio de um *survey* no setor de componentes de máquinas, eletrônicos e transporte, os autores identificaram que dentre os condutores de complexidade, três deles se destacam em relação ao seu impacto sobre o desempenho da empresa: longo prazo de entrega dos fornecedores, instabilidade no programa mestre de produção e variabilidade na demanda. Os autores destacam que a complexidade na cadeia de

suprimentos não é um aspecto negativo, os fabricantes devem se envolver em atividades e relacionamentos que aumentam a complexidade de suas cadeias de suprimentos como algo que as organizações precisam fazer por razões competitivas.

Safaei (2014) apresentou um modelo de programação multiobjetivo como um modelo de cadeia de suprimentos que visa determinar a alocação ideal para as fontes limitadas da cadeia. O objetivo era adotar estratégias mais adequadas considerando a capacidade limitada dos fornecedores, produtores, distribuidores, transporte e as condições de PE da cadeia. O modelo também considerou a seleção dos fornecedores, a produção, a distribuição, o menor custo, a maior renda, a maximização do lucro da cadeia, entre outros fatores. Os autores, ao final, apresentaram um exemplo numérico para ilustrar os cenários e a técnica de simulação é utilizada para verificar os resultados.

Para finalizar esta seção, no Quadro 24 a seguir pode ser visualizado um resumo das pesquisas que enfatizaram variáveis distintas sobre o desempenho da cadeia de suprimentos.

Quadro 24 - Resumo dos trabalhos abordando outras variáveis sobre o desempenho da CS

Autor (Ano)	Característica de análise	Objetivo de análise
Chen, Cheng e Huang (2013)	Aplicação da PE (MFV) e da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID)	Melhorar a eficiência logística em cadeias de suprimentos por meio da avaliação de melhorias e da análise de ROI
Bozarth <i>et al.</i> (2009)	(i) Complexidade a jusante (iii) Complexidade a montante	Impacto da complexidade no desempenho da CS
Safaei (2014)	O modelo considera a capacidade limitada dos fornecedores, produtores, distribuidores, e transporte e as condições de PE da cadeia	Modelo de programação para determinação da alocação ideal para as fontes de recursos

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3.2.4 Estudo sobre PE e produção ágil

Qrunfleh e Tarafdar (2014) analisaram a relação das estratégias de cadeia de suprimentos, enxuta e ágil, e as respectivas estratégias de sistemas de informação no desempenho da cadeia e no desempenho da empresa. Por meio do desenvolvimento de um *survey* em várias empresas, os autores concluíram que um desempenho superior da empresa depende do desempenho superior da cadeia de suprimentos, em empresas que adotam estratégia de cadeias de suprimentos ágil visando dar respostas rápidas às necessidades dos clientes. Já a estratégia de cadeia de suprimentos enxuta, além de impulsionar o desempenho da cadeia de suprimentos, pode aumentar diretamente o desempenho da empresa.

Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012) estudaram a cadeia de suprimentos enxuta e ágil e os fatores eficientes sobre ela, a fim de melhorar e promover a gestão da cadeia de suprimentos. Para tanto, identificaram modelos e fatores dessas cadeias e, por meio de um estudo de caso em uma empresa de bebidas em conjunto com uma pesquisa com especialistas, concluíram que os fatores identificados na pesquisa, em ordem de importância, são: (i) orientação para o cliente; (ii) PE; (iii) engenharia enxuta; (iv) cultura *Kaizen*; (v) organização enxuta; (vi) parceria; (vii) arquitetura de informações; (viii) gestão de equipamentos; e, (iv) liderança. Dentre os fatores mais importantes de PE, o fator orientação para o cliente tem o efeito mais importante. Os indicadores utilizados para avaliar a utilização da PE na cadeia de suprimentos foram relacionados com alguns critérios (ver Quadro 25). Para avaliar a utilização da PE através dos indicadores apresentados no Quadro 25, os entrevistados responderam utilizando uma escala de Likert de cinco pontos que variava de 1 indicando muito baixo a 5 que indica muito alta.

Quadro 25 - Critérios e indicadores enxutos de pesquisa

Critérios	Indicador enxuto
Estratégia	Orientação para o cliente Liderança
Estrutura	Organização enxuta Parceria Arquitetura de informação
Capacidade	Cultura <i>Kaizen</i> Produção enxuta Gestão de equipamentos Engenharia enxuta

Fonte: Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012, p. 1956).

Kisperska-Moron e Haan (2011) procuraram responder em que circunstâncias as estratégias das empresas podem mover-se de estratégias de cadeias de suprimentos enxuta para ágil. Para isso, desenvolveram um estudo de caso na Polônia em um distribuidor de bens de consumo orientado ao estilo de vida rápido. Os autores perceberam que durante o período de mercado volátil foi utilizada uma abordagem ágil para desenvolver a flexibilidade e a competitividade. No entanto, com o amadurecimento do mercado, a prioridade competitiva agilidade ficou excessivamente cara. Assim, a estratégia foi alterada para uma abordagem enxuta que permitiu a otimização dos processos. Os autores concluíram que as empresas

podem mudar de uma abordagem de cadeia de suprimentos para outra e devem fazê-lo quando as circunstâncias mudam.

Qrunfleh e Tarafdar (2013) procuraram analisar o efeito mediador das práticas enxutas da cadeia de suprimentos sobre a relação entre as estratégias da cadeia (tipos de metas e objetivos estratégicos) e sua capacidade de resposta para se adaptar rapidamente às mudanças nas preferências dos clientes. Para isso, desenvolveram, a partir da perspectiva da escolha estratégica e da visão baseada em recursos, um modelo de pesquisa para demonstrar a premissa de que a implementação de práticas de cadeia de suprimentos adequadas para apoiar e executar a estratégia da cadeia de suprimentos vai melhorar a capacidade de resposta da cadeia e o desempenho da empresa focal. Assim, por meio de um *survey* em vários segmentos de empresas, constataram que a parceria estratégica com o fornecedor intermedia totalmente a relação entre a estratégia de cadeia de suprimentos enxuta e a capacidade de resposta da cadeia. Além disso, os autores verificaram que a estratégia de adiamento (prática de avançar uma ou mais operações a um ponto muito mais tarde na cadeia) intermedia parcialmente a relação entre uma estratégia de cadeia de suprimentos ágil e a capacidade de resposta da cadeia. A pesquisa demonstrou também que a capacidade de resposta da cadeia de suprimentos está associada ao aumento de desempenho da empresa.

Para finalizar esta seção, um resumo sobre o enfoque de PE e produção ágil pode ser visualizado no Quadro 26.

2.3.2.5 Estudo da abordagem *leagile* ou *leagility*

Banihashemi (2011) com o objetivo de fornecer uma definição completa dos tipos de cadeia de suprimentos enxuta, ágil e *leagile*, mostram a estratégia que melhor se adequa a determinadas condições, como tipo e ciclo de vida de produtos padrão, inovador ou híbrido. O autor considerou que os produtos padronizados em todo o seu ciclo de vida exigem abordagens de cadeia de suprimentos enxuta, enquanto produtos inovadores nas duas primeiras fases do seu ciclo de vida (introdução e crescimento) exigem abordagens da cadeia de suprimentos ágil e, em fases posteriores (maturidade e declínio), requerem abordagens da cadeia de suprimento enxuto. As estratégias de abordagem híbrida, ou abordagem *leagile*, também são consideradas apropriadas para produtos híbridos. Como resultado geral, pode-se dizer que as cadeias de suprimentos enxutas e ágeis são altamente adequadas para melhorar o desempenho de gestão em um mercado turbulento.

Quadro 26 - Resumo dos trabalhos abordando PE e produção ágil

Autor (Ano)	Característica de análise	Objetivo de análise
Qrunfleh e Tarafdar (2014)	Estratégias de cadeia de suprimentos, enxuta e ágil, e as respectivas estratégias de sistemas de informação (eficiência e flexibilidade).	Avaliar as estratégias no desempenho da cadeia de suprimentos e no desempenho da empresa.
Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012)	- Fatores eficientes enxutos: (i) Estratégia (orientada para o cliente e liderança), (ii) Estrutura, (iii) Capacidade. - Fatores eficientes ágeis: (i) Responsabilidade, (ii) Competência, (iii) Flexibilidade, (iv) rapidez .	Analisar os fatores eficientes sobre a CS, a fim de melhorar e promover a gestão da cadeia de suprimentos.
Kisperska-Moron e Haan (2011)	O distribuidor como um integrador da cadeia; o sistema de distribuição; venda; apoio da tecnologia da informação, e; os problemas enfrentados pelo distribuidor.	Responder em que circunstâncias as estratégias das empresas podem mover-se de estratégias de cadeias de suprimentos enxuta para ágil.
Qrunfleh e Tarafdar (2013)	- Estratégia de cadeia de suprimentos enxuta; - Estratégia de cadeia de suprimentos ágil; - Estratégia de parceria com o fornecedor como mediadora entre uma estratégia de cadeia de suprimentos enxuta e a capacidade de resposta da cadeia; - Estratégia de adiamento como mediadora entre uma estratégia de cadeia de suprimentos ágil e a capacidade de resposta da cadeia.	Analisar o efeito mediador das práticas enxutas da cadeia de suprimentos sobre a relação entre as estratégias da cadeia e sua capacidade de resposta para se adaptar rapidamente às mudanças nas preferências dos clientes.

Fonte: Elaborado pela autora.

Bruce, Daly e Towers (2004) com o objetivo de considerar as abordagens de gestão da cadeia de suprimentos enxuta e ágil, descreveram, por meio de estudos de casos como quatro empresas do setor têxtil e de vestuário se comportavam com os demais membros de suas cadeias. Os autores concluíram que as empresas do setor têxtil e de vestuário utilizam abordagens da cadeia de suprimentos enxuta e ágil devido ao setor ser caracterizado por mercados voláteis, ciclos de vida de produto curtos e variedade elevada de produtos, sendo que a combinação das duas perspectivas, abordagem *leagile*, foi considerado mais evidente.

Agarwal, Shankar e Tiwari (2006) desenvolveram um modelo de pesquisa para analisar o desempenho de três paradigmas para uma cadeia de suprimentos: enxuto, ágil e *leagile*, tomando com base os determinantes de desempenho: custo, qualidade, nível de serviço e prazo de entrega. Os determinantes de desempenho foram compostos por dimensões de desempenho: sensibilidade de mercado, integração de processos, condutores de informação e flexibilidade, cada um desse composto por seus respectivos habilitadores. Os autores utilizaram no modelo a metodologia ANP para avaliar a influência de diferentes dimensões de desempenho sobre os objetivos específicos de cadeia de suprimentos. A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso em uma cadeia de suprimentos de bens de consumo rápidos funcionais e inovadores para testar o modelo. Como resultados os autores

perceberam que paradigmas enxutos em uma cadeia de suprimentos maximizam os lucros por meio da redução de custos, enquanto cadeias ágeis maximizam o lucro oferecendo exatamente o que o cliente necessita. A cadeia de suprimentos *leagile* permite que a parte a montante da cadeia seja rentável e a parte a jusante atinja altos níveis de serviço em um mercado volátil.

Naylor, Naim e Berry (1999) com o objetivo de estudar os paradigmas enxuto, ágil e a combinação deles aplicados a cadeia de suprimentos, desenvolveram um estudo de caso em uma empresa de produtos eletrônicos. Por meio da pesquisa os autores conseguiram demonstrar que, apesar de diferentes, a combinação dos dois paradigmas, enxuto e ágil, na mesma cadeia de suprimentos, pode ser operado com sucesso. A necessidade por um paradigma enxuto ou ágil depende da estratégia global da cadeia, do conhecimento de mercado e do posicionamento do ponto de desacoplamento (ponto que separa a parte da cadeia de suprimentos orientada para atender aos pedidos de clientes da parte orientada para planejamento) que age como um amortecedor entre a demanda variável para uma ampla variedade de produtos e o cronograma de produção nivelada para uma variedade menor de componentes. Nesse caso, o paradigma ágil é mais adequado para satisfazer uma demanda flutuante (em termos de volume e variedade) e o paradigma enxuto exige e promove uma programação nivelada.

Naim e Gosling (2011), por meio de uma revisão sistemática da literatura, estudaram a extensão da abordagem *leagility*, verificando sua exploração desde o seu surgimento no ano de 1999, como também, das abordagens enxuto e ágil. Os autores concluíram que as abordagens foram testadas em sua grande maioria sob a forma de pesquisa e estudos de caso com base em pesquisa empírica. As abordagens foram estendidas para além do ponto de exploração original de enxuto e ágil para abranger outras formas de *leagility*. Por fim, os autores concluíram que há a necessidade de desenvolvimento de mais pesquisas sobre *leagility* enfocando diferentes setores de mercado.

Stavrulaki e Davis (2010) compreenderam a necessidade de uma perspectiva mais integrada de como produtos e processos devem ser alinhados com as decisões estratégicas da cadeia de suprimentos (enxuta, ágil ou *leagility*) para aumentar a vantagem competitiva. Com o objetivo de fornecer uma melhor compreensão de como deve ser feito esse alinhamento desenvolveram um quadro conceitual abordando quatro tipos de processos (*build-to-stock*, *assemble-to-order*, *make-to-order* e *design-to-order*) apropriados para diferentes produtos dependendo de suas características. Para cada tipo de processo os autores identificaram a estratégia de cadeia adequada, os objetivos operacionais dos seus processos de fabricação e de logística (eficiência ou flexibilidade), bem como as características dos produtos e as

características da cadeia de suprimentos. Os autores concluíram que o quadro conceitual unificado desenvolvido auxilia tanto pesquisadores como profissionais na avaliação da adequação estratégica entre os produtos de uma empresa, sua cadeia de suprimentos, sua produção e seus processos de logística.

Aronsson, Abrahamsson e Spens (2011) em sua pesquisa aplicaram técnicas de gestão da cadeia de suprimentos, ferramentas e conceitos para o fluxo de pacientes em um estabelecimento de saúde, combinando as estratégias enxuta e ágil em uma mesma análise. O principal objetivo era descobrir o que é importante no desenvolvimento e na orientação de uma cadeia de suprimentos integrada na área de saúde a fim de melhorar o seu desempenho. Os autores utilizaram como exemplo ilustrativo um estudo de caso em um ambiente de saúde sueco descrevendo o fluxo de pacientes e o planejamento de processos. Como resultado, eles verificaram que a gestão da cadeia de suprimentos tem potencial para funcionar bem como uma filosofia de gestão para o fluxo de pacientes, no entanto essa gestão não deve utilizar apenas a estratégia enxuta, mas também a estratégia híbrida de paradigmas enxuto e ágil, pois o setor de saúde demanda grande flexibilidade e capacidade de resposta da cadeia para o atendimento de pacientes, alcançados por meio da agilidade.

Por fim o Quadro 27 a seguir apresenta as dimensões de desempenho de apenas um dos trabalhos apresentados nesta seção, pois somente este apresentou características de cadeias de suprimentos enxutas.

2.3.2.6 Outras abordagens sobre produção enxuta no contexto de cadeias de suprimentos

Eriksson (2010), com o objetivo de aumentar a compreensão de como os vários aspectos do pensamento enxuto podem ser implementados em um projeto de construção e como eles afetam os atores da cadeia de suprimentos e o seu desempenho, desenvolveu um projeto piloto de desenvolvimento de construção enxuta contendo 21 aspectos enxutos organizados em seis elementos fundamentais que visam melhorar a colaboração e o desempenho da cadeia produtiva da construção. Por meio de uma pesquisa-ação o autor verificou e acompanhou a aplicação desses aspectos e relatou como os aspectos relacionados à PE podem ser implementados e como eles afetam os atores da cadeia de suprimentos e seu respectivo desempenho. Os participantes da pesquisa-ação ficaram mais satisfeitos com os aspectos alcançados relacionados à parceria na cadeia do que com aqueles relacionados à construção.

Quadro 27 - Resumo dos trabalhos sobre a abordagem *leagile*

Autor (Ano)	Característica de análise	Objetivo de análise
Agarwal, Shankar e Tiwari (2006)	Dimensões de desempenho: (i) a sensibilidade do mercado: entrega, introdução de novos produtos, a capacidade de resposta ao cliente. (ii) a integração de processo: colaboração entre processo de core business de cada parceiro, as questões específicas da empresa no lado da demanda, questões específicas da empresa na do lado da oferta. (iii) condutor informação: intercâmbio eletrônico de dados, meios de informação, precisão de dados. (iv) flexibilidade: fonte flexibilidade, faça flexibilidade, flexibilidade de entrega.	Analisar o desempenho da cadeia de suprimentos segundo três paradigmas para uma cadeia de suprimentos: enxuto, ágil e <i>leagile</i> ,

Fonte: Elaborado pela autora.

Os aspectos enxutos implementadas no projeto piloto foram agrupados em elementos fundamentais conforme pode ser observado no Quadro 28. Esses esforços de implementação da construção enxuta foram divididos em três fases distintas, de acordo com o aumento do grau de sofisticação. Após acompanhamento da aplicação do projeto de construção enxuta representado no Quadro 28 observou-se que a fase 1 é o padrão é e realizado em muitos projetos de construção eficientes, apesar de não envolver o pensamento enxuto explícito. Os aspectos relacionados à fase 2 foram explicitamente utilizados em grande medida, a fim de estabelecer relações de cooperação entre os atores da cadeia de suprimentos, o que era o objetivo explícito do projeto-piloto. Já os aspectos relacionados à fase 3 foram utilizados em menor escala, mostrando que ainda há um longo caminho a percorrer para obter construção enxuta.

Chen *et al.* (2012) estudaram a utilização da PE para o gerenciamento da cadeia de suprimentos em um setor de construção. A partir de um estudo de caso, descreveram como a agência executiva do Departamento de Transportes do Reino Unido, responsável pela operação, manutenção e melhoria de rede viária, tem utilizado práticas enxutas e se envolvido com sua cadeia de suprimentos, contribuindo para aumentar a sua capacidade de construção. A agência também contribuiu para a disseminação de princípios e práticas enxutas aos seus fornecedores de modo que eles também possam empreender projetos enxutos e defendê-los dentro de suas próprias organizações. Assim, o estudo demonstrou que uma ampla gama de práticas enxutas são relevantes e aplicáveis para práticas de trabalho dentro de um ambiente de construção de rodovias.

Quadro 28 - Aspectos enxutos do modelo

Elementos fundamentais	Aspectos
Redução de desperdícios	Arrumação ^b Entregas no tempo certo ^d Ferramentas de TI conjuntas ^d Pré-fabricação ^d
Foco no processo	Últimos planejadores ^e Autocontrole ^c Estabelecer marcos no processo ^a
Foco no cliente final	A engenharia simultânea ^a Convite de uma oferta limitada ^a Parâmetros macios em uma avaliação da proposta ^a
Melhorias contínuas	Contratos de longo prazo ^b Indicadores de desempenho ^a Especiais grupos de interesse ^e Treinamento ^c Sugestões dos trabalhadores ^c
Relações de cooperação	Ampla equipe parceria ^a Ferramentas colaborativas ^a Ganhe participação/pague participação ^a
Perspectiva sistêmica	Decisões de aquisição coerentes ^a Grandes escopos de contrato ^c Objetivos devidamente equilibrados ^b
Notas: a. Aspectos que foram explicitamente utilizados em grande medida; b. aspectos que foram implicitamente utilizados para uma grande extensão; c. aspectos que foram explicitamente utilizados para em certa medida; d. aspectos que foram utilizados implicitamente, em certa medida; e. aspectos e que não foram utilizados.	

Fonte: Eriksson (2010).

Arlbjørn, Freytag e Haas (2011) com o objetivo de investigar práticas enxutas do setor municipal no contexto de gestão da cadeia de suprimentos de serviços (realizaram um *survey* e três estudos de caso) chegando a conclusão de que os conceitos enxutos são aplicáveis a gestão da cadeia de suprimentos de serviços usada pelo setor público para ser mais eficaz em termos de redução de custos e melhorias de serviços.

Huehn-Brown e Murray (2010) identificaram que as empresas, ao utilizarem técnicas de melhorias como os paradigmas enxuto e *six sigma* ao nível de cadeia de suprimentos, parecem não dar a devida atenção a questão da melhoria contínua empregadas por esses paradigmas. Com o objetivo de identificar as causas desse problema, os autores realizaram um *survey* em empresas da cadeia de suprimentos automotiva, avaliando as características dos paradigmas no que diz respeito à liderança, ao aprendizado e à colaboração que precisam ser executadas de forma mais eficaz, e descobriram que as empresas não estão utilizando

adequadamente a abordagem enxuta e o *Six Sigma* para conduzir a melhoria contínua. Além disso, a execução de características-chave de melhoria contínua dentro das empresas que utilizam essas abordagens é inconsistente, essa inconsistência foi estatisticamente significativa em toda características de melhoria contínua do núcleo em relação à liderança, à aprendizagem e à formação de equipes ou colaboração.

Dohn (2014), por meio de um estudo de caso em uma indústria metalúrgica polonesa de uma cadeia de suprimentos de bens de aço, apresentou e analisou os processos que ocorrem na cadeia em estudo e elaborou uma abordagem holística para a gestão da cadeia visando uma melhor compreensão das relações entre os diversos elementos de gestão da cadeia. O autor concluiu que os atacadistas que querem construir, manter e expandir sua posição no mercado são forçados a adaptar suas ofertas para diferentes necessidades dos clientes e possuir apenas um armazém principal dificulta o fornecimento de materiais para lugares remotos. Porém, possuir outros armazéns, por sua vez, exige uma melhor capacidade de transporte e melhor funcionamento e desenvolvimento da cadeia, de forma a alcançar as vantagens de redução de custo e tempo.

Segundo Blokland *et al.* (2012), as atuais mudanças do valor alavancagem em direção aos fornecedores da CS foi responsável por transformar a empresa focal da cadeia de suprimentos em um integrador de sistemas em larga escala (LSSI). O valor alavancagem foi definido pelos autores como a capacidade de um LSSI em gerar valor por "produzir" uma parte do valor total da demanda da cadeia e alavancar o valor remanescente na cadeia de suprimentos, dessa forma, a cadeia de suprimentos "produz" a parte restante do valor total. Sob este aspecto, os autores desenvolveram um conjunto de indicadores para mensuração da capacidade de valor alavancagem de um ISSL nas cadeias de suprimentos aeroespacial. Por meio da análise da literatura os autores identificaram os seguintes indicadores de valor alavancagem: volume de negócios por trabalhador; P&D por trabalhador, e; lucro por empregado, que foram testados em uma análise utilizando dados de pesquisa documental. Depois de validados, os indicadores foram aplicados por meio de um estudo de caso em uma empresa aeroespacial, concluindo que as empresas podem ser medidas na sua capacidade de valor alavancagem.

Christopher e Ryals (2014) a partir do estudo de uma cadeia de suprimentos identificaram que o termo "gestão da cadeia de suprimentos" sugere foco na produção "empurrada", em vez de sugerir uma demanda "puxada" como é a lógica dominante atual. Tal fato, aliado com a necessidade de resposta das cadeias a um ambiente de negócios em constante mudança, incentivou os autores a desenvolverem uma nova abordagem conceitual, a

“gestão da cadeia de demanda”. Segundo os autores, essa nova abordagem demanda uma maior relação entre marketing e gestão da cadeia como também demanda uma maior integração à pesquisa e ao ensino do tema por acadêmicos. Tais aspectos criam a possibilidade de redução de desperdícios e a obsolescência da cadeia operando com menor volume de estoque e maior capacidade de respostas rápidas ao cliente.

Leguízamo-Díaz e Moreno-Mantilla (2014) com objetivo de avaliar a relação entre as prioridades competitivas (qualidade, entrega, custo e flexibilidade) e o desenvolvimento de práticas verdes da cadeia de suprimentos, através da mediação de uma das dimensões da produção enxuta (Gestão da Qualidade Total - TQM), desenvolveram um *survey* com os participantes de um programa do Departamento de Meio Ambiente de Bogotá. Durante o processo de contraste na análise do *survey* foi necessário retirar a variável flexibilidade da análise por apresentar variância média menor que 0,5. Os autores concluíram que o estudo forneceu uma evidência positiva para o papel mediador do TQM na associação entre prioridades competitivas - qualidade e entrega - e práticas verdes da cadeia de suprimentos. No entanto, o custo tem influência negativa na adoção de práticas verdes na cadeia.

Para finalizar esta seção, no Quadro 29 a seguir pode ser visualizado um resumo sobre os trabalhos que apresentaram outras abordagens sobre produção enxuta na cadeia de suprimentos.

Quadro 29 - Resumo dos trabalhos sobre outras abordagens

Autor (ano)	Características de análise	Objetivo de análise
Blokland <i>et al.</i> (2012)	Indicadores de valor alavancagem: volume de negócios por trabalhador; P&D por trabalhador, e; lucro por empregado,	Medir a capacidade de valor alavancagem.
Eriksson (2010)	Elementos fundamentais: (i) a redução de desperdícios: organização, entregas no tempo certo, ferramentas de TI conjuntas, pré-fabricação; (ii) foco no processo: últimos planejadores, autocontrole, estabelecer marcos no processo; (iii) foco no cliente final: engenharia simultânea, convite de uma oferta limitada, parâmetros da avaliação da proposta; (iv) melhorias contínuas: contratos de longo prazo, indicadores de desempenho, grupos de interesse, treinamento, sugestões dos trabalhadores; (v) relações de cooperação: ampla equipe parceria, ferramentas colaborativas, ganhe participação/pague participação; (vi) perspectiva sistêmica: decisões de aquisição coerentes, grandes escopos de contratos, objetivos devidamente equilibrados.	Implantar aspectos da cadeia de suprimentos enxuta na construção.

Autor (ano)	Características de análise	Objetivo de análise
(Arlbjørn, Freytag e Haas (2011))	<p><i>Survey:</i></p> <p>(i) razões para implementar produção enxuta nos municípios dinamarqueses ;</p> <p>(ii) o que você entende por produção enxuta?;</p> <p>(iii) filosofia da PE;</p> <p>(iv) princípios da PE;</p> <p>(v) ferramentas e técnicas.</p>	Investigar práticas enxutas do setor municipal no contexto de gestão da cadeia de suprimentos de serviço e verificar onde enxuta e ágil são aplicadas.
Leguizamodíaz e Morenomantilla (2014)	Prioridades competitivas (qualidade, entrega, custo e flexibilidade), dimensões da PE (gestão da qualidade total - TQM).	Avaliar a relação entre as prioridades competitivas e o desenvolvimento de práticas verdes da cadeia de suprimentos, através da mediação de uma das dimensões da produção enxuta (gestão da qualidade total - TQM).
Huehnbrown e Murray (2010)	<p>Foram identificadas onze características: relacionadas com a liderança, o aprendizado e a colaboração com as abordagens enxuta e <i>six sigma</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Liderança apoia iniciativas com o seu comportamento e decisões e fornecedores participam nas iniciativas; 2. Organizações implantam recursos adequados e os fornecedores participam nas iniciativas; 3. Gestão mostrando compromisso de longo prazo e fornecedores participam nas iniciativas; 4. Vinculando melhorias para os objetivos estratégicos, objetivos e métricas e fornecedores que participam nas iniciativas; 5. A aprendizagem contínua é compartilhada, incentivada e age em todos os níveis e fornecedores que participam em iniciativas; 6. A melhoria contínua praticada diariamente por todos é rápida e ampla o suficiente e as iniciativas focam no cliente. 7. Organizações que desafiam, sintetizam e compartilham resultados de projetos e fornecedores participam nas iniciativas; 8. Usam equipes multifuncionais e fornecedores que participam em iniciativas. 9. Fornecedores que participam em iniciativas e iniciativas com foco no cliente; 10. Fornecedores que participam em iniciativas e benefícios consistentemente percebem que tem um impacto positivo; 11. Iniciativas com foco no cliente e funcionários sendo envolvidos e satisfeitos em todos os níveis da organização. 	Identificar as causas que fazem com que as empresas deixem um pouco de lado a questão da melhoria contínua incentivadas pelos paradigmas de melhorias como produção enxuta e <i>six sigma</i> .

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3.3 Atributos característicos de cadeias de suprimentos enxutas

Analisando as pesquisas sobre produção enxuta em cadeias de suprimentos foi possível constatar um conjunto de atributos que caracterizam as cadeias de suprimentos enxutas, conforme pode ser visualizado no Quadro 30 a seguir.

Quadro 30 - Atributos de cadeias de suprimentos enxutas

Atributos	Autores de suporte	Definição
Programa de melhoria contínua/ <i>Kaizen</i>	Ding <i>et al.</i> (2014); Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011); Qrunfleh e Tarafdar (2013) Huehn-Brown e Murray (2010); Eriksson (2010)	Participação de funcionários em equipes de melhoria, operacionalizadas por equipes do comprador envolvidas com o fornecedor, nas quais os problemas são levantados e resolvidos de forma sistemática pelos envolvidos na cadeia.
Desenvolvimento e melhoria de produtos	Ding <i>et al.</i> (2014); Albino, Carbonara e Giannoccaro (2007); Perez <i>et al.</i> (2010); Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012); Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012)	Produtos são desenvolvidos de forma conjunta entre fornecedor e cliente e são vistos como parte de uma estratégia coerente que está alinhada com as mudanças e exigências do mercado e com a necessidade de mudanças internas.
Formação e qualificação de recursos humanos	Albino, Carbonara e Giannoccaro (2007); Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011)	Desenvolvimento de recursos humanos para apoiar o objetivo de melhoria contínua da produção enxuta com capacitação e treinamento dos funcionários (entre empresas) e criação de um ambiente de trabalho adequado para este objetivo.
Controle da qualidade zero defeitos	Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011); Perez <i>et al.</i> (2010); Ding <i>et al.</i> (2014); Qrunfleh e Tarafdar (2014); Qrunfleh e Tarafdar (2013); Moyano-Fuentes <i>et al.</i> (2012); Qrunfleh e Tarafdar (2014)	Controle da Qualidade Zero Defeito é um método que busca eliminar os defeitos por meio da identificação e controle das causas, com o objetivo principal de fabricar produtos sem defeitos. São consideradas todas as possibilidades de falhas no planejamento das operações e processos nas empresas de toda a cadeia certificando-se de que a qualidade é construída, desde o início.
Padronização de processos da cadeia	Perez <i>et al.</i> (2010); Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011); Behrouzi e Wong (2013)	Padronização se refere à existência de tarefas padronizadas e se essas normas de trabalho são formalizadas. Padronização de processos e produtos ajudam as empresas a entender toda a cadeia e remover todos os obstáculos que não agregam valor, isso permite que um fluxo contínuo ocorra em uma cadeia de suprimentos enxuta, reduzindo a complexidade e a mudança de trabalho para o ponto mais eficiente da cadeia.
Identificação de valor para o cliente final da cadeia	Perez <i>et al.</i> (2010); Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012)	Uma cadeia de suprimentos enxuta desenvolve-se na direção da gestão de valor da cadeia. Portanto, existe a necessidade de desenvolver uma compreensão conjunta dos requisitos do cliente final com o objetivo de todos os integrantes da cadeia possam trabalhar no sentido de entregar um produto que agrega valor ao cliente final.

Atributos	Autores de suporte	Definição
Mapeamento de fluxo de valor da cadeia	Santos e Alves (2014); Wee e Wu (2009); Chen, Cheng e Huang (2013)	O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma técnica que auxilia na compreensão dos fluxos de materiais e informações ao longo da cadeia por meio de um mapa que representa tanto o estado atual como o futuro do sistema. Este mapa irá medir, avaliar e integrar as atividades buscando identificar aquelas que não agregam valor ao sistema.
Ações de redução de desperdícios na cadeia	Perez <i>et al.</i> (2010); Qrunfleh e Tarafdar (2014); Qrunfleh e Tarafdar (2013)	Trabalho conjunto de redução ou eliminação de desperdícios ou etapas que não agregam valor ao produto ao longo da cadeia, como também, a eliminação de dados redundantes ou desnecessários que são coletados, gerenciados e armazenados sem motivo tático ou estratégico.
Sistema de produção puxada	Taylor (2006); Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011); Perez <i>et al.</i> (2010); Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012)	Uma cadeia de suprimentos opera sob a abordagem da produção puxada quando dispõe de mecanismos que disparam a produção a partir da identificação das necessidades de clientes, geralmente identificada pela baixa de níveis de estoque.
Política de entregas <i>just-in-time</i>	Nieuwenhuys e Vandaele (2006); Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011); Olhager e Prajogo (2012)	A ideia do <i>just-in-time</i> é fornecer itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário e no local correto, objetivando assim, reduzir estoques e perdas a fim de obter um fluxo contínuo de produção. Assim, é necessário que os fornecedores realizem entregas mais frequentes e em quantidades menores.
Racionalização de fornecedores	Olhager e Prajogo (2012)	Racionalização de fornecedores se refere à prática de limitar a base de fornecimento para um número reduzido de fornecedores estratégicos que podem fornecer alta qualidade e confiabilidade.
Política de seleção de fornecedores	So e Sun (2010); Qrunfleh e Tarafdar (2013); Olhager e Prajogo (2012)	O sucesso da implementação da produção enxuta depende da integração comprador-fornecedor, em que os fornecedores preferenciais são escolhidos com base em políticas de seleção como, por exemplo, métricas de desempenho, competências técnicas e capacidades de infraestrutura da cadeia de suprimentos.

Atributos	Autores de suporte	Definição
Relacionamentos de longo prazo	Perez <i>et al.</i> (2010); Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012)	O elevado desempenho no modelo de gestão da produção enxuta está diretamente interligado com uma relação bem estruturada com fornecedores e clientes. Portanto, ao invés de aumentar o número de fornecedores a fim de obter preços mais competitivos, é recomendável reduzir este número e desenvolver parcerias de longo prazo.
Compartilhamento de informação de controle de estoques	Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012); So e Sun (2010); Moyano-Fuentes <i>et al.</i> (2012); Chen, Cheng e Huang (2013); Qrunfleh e Tarafdar (2014); Qrunfleh e Tarafdar (2013); Chae, Olson e Sheu (2013)	A estratégia de integração da cadeia para a produção enxuta é formada com base na capacidade de troca de informações com os fornecedores, incluindo o nível de estoque.
Compartilhamento de informação de demanda e previsão de vendas	Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012); Perez <i>et al.</i> (2010); So e Sun (2010)	A estratégia de integração da cadeia para a produção enxuta é formada com base na capacidade de troca de informações com os fornecedores, incluindo a demanda e previsão de vendas.
Compartilhamento de informação de planejamento da produção e de materiais	So e Sun (2010); Chae, Olson e Sheu (2013)	A estratégia de integração da cadeia para a produção enxuta é formada com base na capacidade de troca de informações com os fornecedores, incluindo as decisões de planejamento de produção.
Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados	Chae, Olson e Sheu (2013); So e Sun (2010); Shahbazkhan, Shahriari e Najafi (2012)	Representa os recursos de TI da empresa para atividades como aquisição, armazenamento e gerenciamento de dados para planejamento e controle da cadeia de suprimentos.
Comprometimento e confiança	Nieuwenhuysse e Vandaele (2006); Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011); Ding <i>et al.</i> (2014); Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz e Martínez-Jurado (2012); Olhager e Prajogo (2012); Taylor (2006)	Uma maior integração da cadeia de fornecimento externo precisa de relações entre fornecedores e clientes com base na confiança. A redução da quantidade de fornecedores só é viável quando oferecem itens de qualidade assegurada e entregas confiáveis.

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base na definição de Shehabuddeen *et al.* (1999) que aponta que um *framework* tem a finalidade de dar suporte para o entendimento da estrutura de um sistema, considera-se que os atributos descritos no Quadro 30 constituem os elementos do *framework* conceitual desta pesquisa. Neste caso, o sistema se refere ao modelo de avaliação de cadeias de suprimentos enxutas. Considerando a literatura estudada, os atributos identificados podem ser agrupados em quatro aspectos-chave: melhoria contínua, redução de perdas, gestão de fornecedores e integração da cadeia, conforme pode ser observado no Quadro 31.

Quadro 31 - Agrupamento dos atributos de LSC em aspectos-chave

Aspectos-chave	Atributos de cadeias de suprimentos enxutas
Melhoria contínua	Programa de melhoria contínua/ <i>Kaizen</i>
	Desenvolvimento e melhoria de produtos
	Formação e qualificação de recursos humanos
	Controle da qualidade - zero defeitos
Redução de perdas	Padronização de processos da cadeia
	Identificação de valor para o cliente final da cadeia
	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia
	Ações de redução de desperdícios na cadeia
	Sistema de produção puxada
	Política de entregas <i>just-in-time</i>
Gestão de fornecedores	Racionalização de fornecedores
	Utilização de política de seleção de fornecedores
	Relacionamentos de longo prazo
Integração da cadeia	Compartilhamento de informações de controle de estoques
	Compartilhamento de informações de previsão de vendas
	Compartilhamento de informações de planejamento da produção e de materiais
	Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados
	Comprometimento e confiança

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a seleção e a análise do *portfólio* de pesquisa foi encontrado o artigo de Jasti e Kodali (2015) que corrobora com a definição dos atributos que este trabalho propõe para o seu *framework* conceitual (Quadro 30). Jasti e Kodali (2015), com o objetivo de propor um novo *framework* para a gestão de LSC, realizaram uma revisão da literatura e encontraram propostas de 30 *frameworks* nos quais identificaram 82 elementos distintos para a gestão de LSC. Os autores agruparam esses elementos em oito pilares: gestão do relacionamento com fornecedores, gestão do relacionamento com clientes, tecnologia da informação, produção JIT, eliminação de desperdícios, melhoria contínua, gestão da logística e compromisso da alta gestão. Neste sentido, foi possível perceber que muitos dos fatores identificados por Jasti e Kodali (2015) coincidem com os propostos neste trabalho, sendo, portanto, um conjunto viável de elementos para formular a estratégia de LSC.

Observa-se que a literatura sobre cadeia de suprimentos enxuta traz consigo muitas características que não necessariamente são específicas da produção enxuta, mas devem existir para dar suporte à mesma. Essas características são consideradas como habilitadores. Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011), classificam como habilitadores as ferramentas, tecnologias e métodos críticos para realizar com êxito a gestão da cadeia de suprimentos

enxuta. Segundo Agarwal, Shankar e Tiwari (2006), os habilitadores são aqueles que ajudarão a atingir a dimensão de controle de desempenho da cadeia de suprimentos.

Malmbrandt e Åhlström (2013) argumentam que um instrumento para avaliar a adoção de produção enxuta na cadeia de suprimentos deve incluir também tipos de itens habilitadores, de modo a refletir a sua adoção, pois, os habilitadores fornecem uma boa visão da estrutura de suporte para uma adoção da produção enxuta bem sucedida. Assim, no *framework* conceitual estão presentes alguns habilitadores de LSC, são eles: políticas de seleção de fornecedores, compartilhamentos de informações de controle de estoques, de previsão de vendas e de planejamento da produção e de materiais, recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados e, por fim, comprometimento e confiança. Os demais elementos são elementos essenciais de LSC.

Os atributos característicos identificados na literatura e categorizados em aspectos-chave, observados no Quadro 31, serviram de base para compor os fatores de análise do modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, apresentado no próximo capítulo.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O desenvolvimento deste capítulo foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, pois permitiu a revisão de conceitos importantes acerca da produção enxuta como base para o entendimento da literatura da produção enxuta em cadeias de suprimentos. Foram ressaltados os conceitos iniciais, os princípios e práticas da produção enxuta, bem como a forma inicial de relacionamento com seus fornecedores.

Diante da revisão bibliográfica acerca da literatura de produção enxuta em cadeia de suprimentos apresentadas neste capítulo, foi possível adquirir um conhecimento mais abrangente sobre o tema, bem como compreender as pesquisas que estão sendo realizadas nesta linha, a fim de se conhecer os atributos característicos de cadeias de suprimentos enxutas analisados, julgando aqueles mais importantes para o desenvolvimento do modelo de avaliação da implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos proposto nesta pesquisa e descrito no Capítulo 3.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é apresentada a metodologia desenvolvida no trabalho. Primeiramente apresenta-se a classificação da pesquisa quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos. Posteriormente, apresentam-se as fases da pesquisa, abordando a forma de levantamento bibliográfico para a revisão da literatura, as etapas de desenvolvimento do modelo de avaliação da implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos e, por fim, os procedimentos de validação empírica do modelo desenvolvido.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo as formas de classificação apresentadas por Silva e Menezes (2005), este trabalho utilizou uma pesquisa que se classifica, do ponto de vista de sua natureza, como uma pesquisa aplicada, uma vez que esta teve como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática para a solução de problemas específicos, através do desenvolvimento do modelo de análise da implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a pesquisa adotou uma abordagem combinada, quali-quantitativa. Os dados dos estudos de caso foram coletados por meio de observações e entrevistas (estruturada e semiestruturada). Parte das informações coletadas nas entrevistas foram analisadas de forma qualitativa e parte de forma quantitativa, pois se procurou entender como os agentes de uma cadeia de suprimentos se comportavam e, a partir daí atribuir notas relacionadas a esse comportamento, conforme será detalhado em seção posterior deste capítulo. A abordagem combinada seguiu a abordagem da triangulação, em que diferentes técnicas de coleta e análise dos dados são utilizadas simultaneamente e de forma complementar (CRESWELL; CLARK, 2013).

Sob o ponto de vista dos procedimentos, esta pesquisa utilizou o estudo de caso. Segundo Cauchick Miguel (2010), o estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos), possibilitando amplo e detalhado conhecimento sobre o fenômeno. Para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário testar o modelo proposto de forma a analisar sua aplicabilidade em contextos reais. Neste intuito, foram desenvolvidos estudos de caso em empresas que fazem parte de uma mesma cadeia de suprimentos, de modo a proporcionar maior familiaridade com o problema a ser analisado e possibilitasse um levantamento de dados para testar a aplicabilidade do modelo desenvolvido.

Para a condução do estudo de caso foi utilizada uma sequência baseada na proposta de Cauchick Miguel (2010), na qual inicialmente é necessário definir uma estrutura conceitual-teórica, em seguida planejar os casos, para então coletar os dados, analisar os dados e gerar relatório. A sequência inicial é descrita de forma detalhada nas fases da pesquisa.

Dentre os benefícios principais da condução de um estudo de caso está a possibilidade de aumentar o entendimento sobre eventos reais. No entanto, metodologicamente, a sua condução adequada não é tarefa trivial e, frequentemente, os trabalhos estão sujeitos a críticas em função de limitações na escolha do caso, coleta e análise dos dados, apresentações dos resultados e geração de conclusões suportadas pelas evidências (CAUCHICK MIGUEL, 2010). Assim, a adoção de estudo de caso atendeu às questões e aos objetivos da pesquisa no sentido de proporcionar a contribuição investigativa almejada, com a utilização de uma sequência adequada conduzida com rigor metodológico, composto por um bom embasamento teórico-conceitual estritamente relacionado ao conteúdo do estudo e um bom planejamento da pesquisa.

3.2 FASES DA PESQUISA

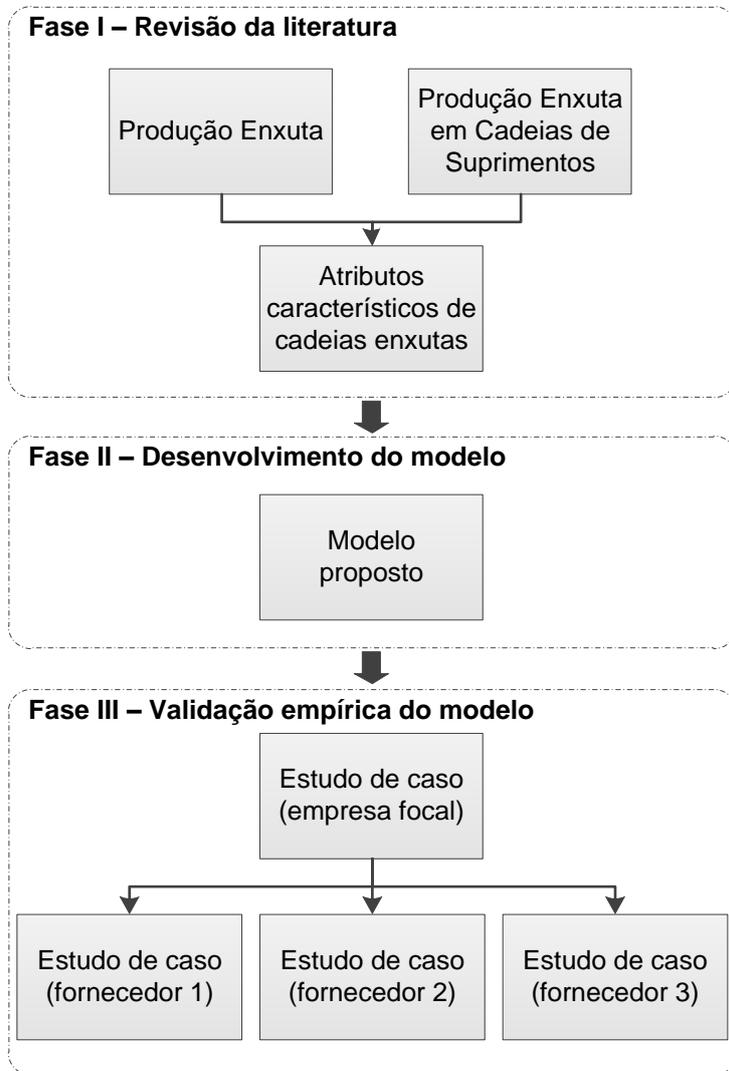
Esta pesquisa foi conduzida em três fases: (i) revisão da literatura, (ii) desenvolvimento do modelo de avaliação e, (iii) validação empírica do modelo por meio de estudos de caso em empresas de uma cadeia de suprimentos. Com o objetivo de facilitar a compreensão das fases necessárias para o desenvolvimento deste trabalho, a Figura 4 apresenta uma representação esquemática das fases da pesquisa. Cada fase da pesquisa será detalhada nas subseções seguintes.

3.2.1 Fase I - Revisão da literatura

A revisão da literatura foi realizada por meio da análise da literatura existente em livros e artigos abordando os assuntos de produção enxuta e produção enxuta em cadeia de suprimentos. Para uma análise mais focada e estruturada sobre o tema de pesquisa “produção enxuta em cadeias de suprimentos”, foi realizada a seleção de artigos por meio de uma pesquisa sistemática. A pesquisa sistemática consiste na elaboração de uma metodologia sistematizada de seleção de artigos relevantes para serem utilizados na revisão da literatura, sendo que os artigos selecionados devem proporcionar o embasamento teórico conceitual sobre o estado da arte da temática que se deseja estudar, os conceitos dessa temática, bem

como a realização da classificação e estruturação dos artigos selecionados (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

Figura 4 - Fases da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, os artigos selecionados ao final da pesquisa sistemática focam no problema de pesquisa e foram tomados como base dos estudos desenvolvidos sobre o assunto, compondo assim o *portfólio* para a revisão bibliográfica desenvolvida no capítulo dois.

De uma maneira geral, para o desenvolvimento de uma pesquisa sistemática, segundo Lacerda, Ensslin e Ensslin (2012), determina-se inicialmente a área do conhecimento foco do estudo, a escolha das palavras-chave e/ou a combinação delas utilizadas como eixo de pesquisa, bem como o banco de dados que possui um conjunto de artigos disponíveis, delimitando o campo amostral a ser considerado. Após a busca e o levantamento inicial dos

artigos no banco de dados utilizando as palavras-chave, é realizado um esquema de filtros que eliminarão aqueles artigos que não serão interessantes para compor o *portfólio* de revisão bibliográfica, por fim, os artigos restantes compõem o *portfólio* de pesquisa e serão analisados na íntegra (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

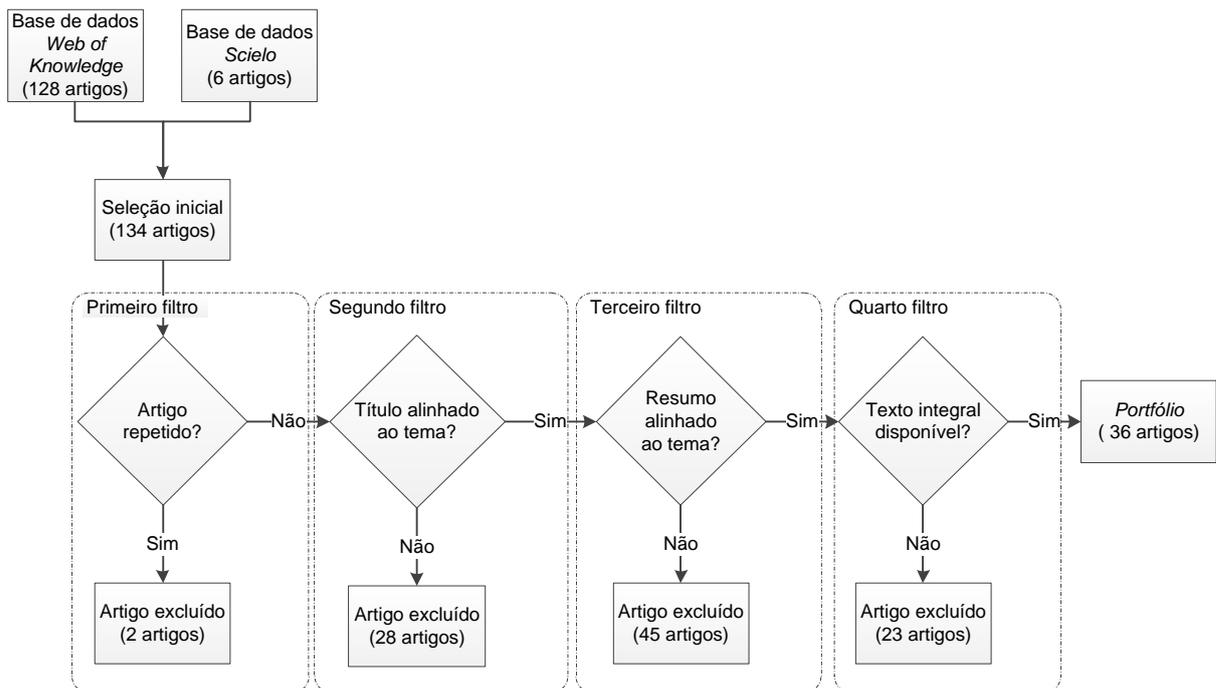
Para a pesquisa sistemática realizada neste trabalho, foram utilizadas as seguintes palavras-chave em buscas combinadas: produção enxuta e cadeia de suprimentos. Para a pesquisa de artigos internacionais foi selecionada a plataforma *Web of Knowledge* e para a pesquisa de artigos nacionais foi selecionada a base de dados *Scielo*, por se tratarem de bases de dados representativas para o assunto pesquisado. A forma de pesquisa avançada dos bancos de dados permite a indicação do campo de busca, a combinação de palavras-chave foi esquematizada da seguinte maneira: para o banco de dados *Web of Knowledge* foram utilizadas as palavras-chave “*lean*” e “*supply chain*” para uma busca realizada no campo do título e depois a busca da palavra-chave “*lean*” no tópico e “*supply chain*” no título; e, para o banco de dados *Scielo*, não foi restringido o campo de busca, foram utilizadas as palavras-chave “cadeia” e “enxuta” em todos os índices.

Na busca de artigos internacionais sobre o tema, optou-se por utilizar apenas a palavra-chave “*lean*” como forma de abranger as várias abordagens existentes como, “*lean production*”, “*lean manufacturing*”, “*lean thinking*”, entre outras. Da mesma forma, para a busca de artigos nacionais, utilizou-se apenas a palavra “enxuta” para abranger todas as possibilidades como produção enxuta, manufatura enxuta, cadeia enxuta, etc. Já a palavra “cadeia” foi utilizada por abranger as possibilidades "cadeia de suprimento", "cadeia de suprimentos", "cadeia enxuta", etc. Nas opções de pesquisa avançada também foi possível utilizar a restrição de tipo de documentos, selecionando a busca apenas para artigos, eliminando da busca as patentes, os livros e as conferências. Outra restrição aplicada foi em relação ao ano de publicação do artigo, optou-se por buscar artigos publicados nos últimos 15 anos, eliminando aqueles mais antigos.

Realizando a busca de artigos no banco de dados da *Web of Knowledge* com as palavras-chave indicadas, obteve-se um total de 128 publicações. Já na busca no banco de dados da *Scielo* só foi possível encontrar um total de 6 artigos. O total de 134 artigos do levantamento inicial foram submetidos a análise dos filtros: (i) o primeiro filtro consistiu na eliminação dos artigos repetidos; (ii) o segundo filtro correspondeu à leitura dos títulos dos artigos, eliminando aqueles cujos títulos não estavam alinhados com o tema da pesquisa; (iii) o terceiro filtro consistiu na leitura dos resumos dos artigos cujos títulos foram julgados como alinhados ao tema de pesquisa, eliminando aqueles resumos que não estavam alinhados com o

tema; e, (iv) por fim, no quarto filtro, buscou-se identificar os artigos que estavam disponibilizados para *download*. Os artigos resultantes desses filtros foram selecionados para compor o *portfólio* da revisão da literatura. A quantidade de artigos eliminados em cada filtro, bem como a sequência das etapas, podem ser observadas na representação esquemática da pesquisa sistemática conforme Figura 5.

Figura 5 - Pesquisa sistemática



Fonte: Elaborado pela autora.

Os artigos do *portfólio* foram lidos e analisados integralmente com o objetivo de construir uma visão panorâmica das pesquisas sobre cadeias de suprimentos enxutas e fundamentar esta pesquisa, os artigos foram estratificados por data, métodos de pesquisa utilizados e setores de aplicação. A partir da análise da literatura sobre o tema e dos artigos selecionados para o *portfólio* da pesquisa, foi possível identificar os atributos críticos da produção enxuta em cadeias de suprimentos que são relevantes para compor o modelo de avaliação desenvolvido. Esses atributos foram apresentados no Capítulo 2.

3.2.2 Fase II - Desenvolvimento do modelo de avaliação

Com o objetivo de desenvolver um modelo de avaliação do nível de implementação de produção enxuta na cadeia de suprimentos, se fez necessário o uso de uma ferramenta que sintetize a análise dos fatores (que serão considerados no modelo) em uma abordagem

numérica. Neste estudo foi utilizada a *Graph Theoretic Approach* (GTA) como um método que auxilie na avaliação, pois segundo Anand e Bahinipati (2012), essa ferramenta consegue representar um sistema em estudo por um único número, que pode ser utilizado para efeitos de comparação, classificação e seleção ótima. Segundo os mesmos autores, a abordagem proposta é uma das técnicas ideais para avaliar os fatores levando em consideração os seus diferentes impactos sob o sistema e para fornecer informações completas aos parceiros da cadeia para tomar decisões racionais.

O método considera os efeitos decorrentes das propriedades interdependentes de fatores que outras metodologias semelhantes, como por exemplo, o AHP, são incapazes de considerar (GURUMURTHY; MAZUMDAR; MUTHUSUBRAMANIAN, 2013). Outro método semelhante é o método ANP que, segundo Darvish, Yasaei e Saeedi (2009), é utilizado para avaliar uma relação multidirecional dinâmica entre os atributos de decisão, porém, embora ele possa capturar as interdependências entre os critérios em questão, uma das limitações do modelo é que exige mais comparações que o AHP, o que o torna uma metodologia complexa. Para Muduli *et al.* (2013), a GTA possui aplicação versátil, o método tem sido aplicado em áreas como qualidade, modelagem de sistemas, produção enxuta e no campo de cadeias de suprimentos.

Assim, para facilitar a compreensão do modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos, faz-se necessário, em um primeiro momento, explicar a ferramenta GTA, para posteriormente, apresentar o modelo proposto.

3.2.2.1 *Graph Theoretic Approach* (GTA)

De acordo com Baykasoglu (2012), a *Graph Theoretic Approach* (GTA), ou abordagem teórica de grafos, é uma abordagem baseada na teoria dos grafos e álgebra matricial para modelar e resolver problemas decisórios complexos com algumas propriedades desejáveis (como capacidade de modelar interações, capacidade de estruturar problemas hierarquicamente, etc.). Conhecido também como um método de tomada de decisão genérico, simples, fácil e conveniente que envolve menos esforço computacional (RAJESH; NIKHIL; VIVEK, 2013).

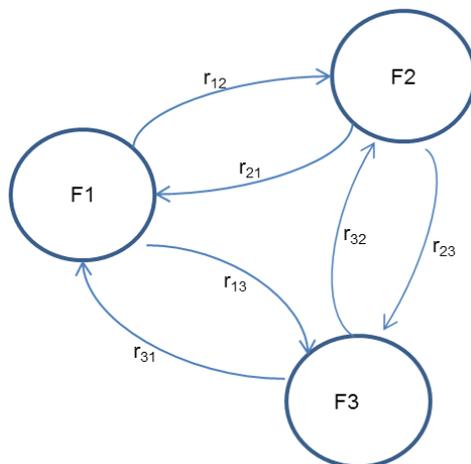
Segundo Rajesh, Nikhil e Vivek (2013), a GTA é útil para a modelagem e a análise de vários tipos de sistemas e problemas em vários campos da ciência e da tecnologia por ser uma

abordagem sistemática e lógica, que sintetiza a inter-relação entre os diversos parâmetros ou subsistemas de parâmetros e fornece uma pontuação síntese para todo o sistema, como também atenta para o relacionamento direcional e interdependência entre os parâmetros.

A metodologia consiste em três fases, a saber: representação do dígrafo, representação matricial e representação da função permanente, de acordo com a descrição a seguir (RAJESH; NIKHIL; VIVEK, 2013).

- **Representação do dígrafo:** um dígrafo é usado para representar a estrutura do sistema em termos de nós e arestas, em que os nós representam a medida dos fatores (características) e as arestas correspondem a relação entre as características. O total de nós é igual ao número de fatores considerados para o sistema. Se um nó “i” tem importância relativa em relação a outro nó “j”, então uma aresta ou uma seta dirigida é desenhada a partir do nó “i” para o nó “j”, essa relação é representada pela seta (r_{ij}). Se um nó “j” tem importância relativa sobre “i”, em seguida, uma aresta ou seta dirigida é desenhada do nó “j” para o nó “i”, representada pela seta (r_{ji}). Essa comparação de relação é realizada entre todos os fatores (nós) do sistema. A representação de um dígrafo de três fatores e suas relações pode ser observada na Figura 6.

Figura 6 - Representação de um dígrafo



Fonte: Baseado em Rajesh, Nikhil e Vivek (2013).

- **Representação matricial:** a representação em dígrafo é muito adequada para a análise visual, mas não é adequada para o processamento de dados. Além disso, se o sistema for grande, o seu dígrafo correspondente é complexo e isso dificulta a sua compreensão visual. Em vista disto, é necessário desenvolver uma representação que pode ser entendida, armazenada, recuperada e processada pelo computador de uma maneira eficiente.

A representação matricial é utilizada pela facilidade de processamento de dados, que também ajuda a analisar quantitativamente o modelo dígrafo. O objetivo destas matrizes no subsistema é compreender a importância da colaboração dos subfatores e do grau de relação entre eles (ou seja, as interdependências) em uma forma matemática (RAJESH; NIKHIL; VIVEK, 2013).

A matriz de adjacência é uma matriz quadrada e é utilizada para suprir a necessidade descrita. Para representar a matriz correspondente ao dígrafo do sistema, tem-se: os nós no dígrafo ocupam a posição diagonal da matriz, enquanto que as posições restantes, fora da diagonal, são preenchidas a partir da relação que existe entre os nós (fatores), que são representadas pelas setas. Se uma seta não está presente entre os nós, o seu valor correspondente na matriz será "0". A representação matricial do dígrafo da Figura 6, composta pelos fatores F1, F2 e F3 e suas relações, é descrita da seguinte forma:

$$M = \begin{bmatrix} F_1 & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & F_2 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & F_3 \end{bmatrix}$$

- **Representação permanente:** a última fase é desenvolver uma representação através do permanente do sistema de matrizes. O permanente é uma função da matriz padrão e é usado em matemática combinatória. A função permanente é obtida de um modo semelhante ao determinante de uma matriz, e é calculada através da fórmula apresentada por Baykasoglu (2012) relacionada pela Equação a seguir:

$$\begin{aligned} Per(M) = & \prod_{i=1}^N F_i + \sum_i \sum_j \sum_k \dots \sum_N (r_{ij}r_{ji})F_k F_l \dots F_n \\ & + \sum_i \sum_j \sum_k \dots \sum_N (r_{ij}r_{jk}r_{ki} + r_{ik}r_{kj}r_{ji})F_l F_n \dots F_N \\ & + \left\{ \sum_i \sum_j \sum_k \dots \sum_N (r_{ij}r_{ji})(r_{kl}r_{lk})F_n F_m \dots F_N \right. \\ & + \left. \sum_i \sum_j \sum_k \dots \sum_N (r_{ij}r_{jk}r_{kl}r_{li} + r_{il}r_{lk}r_{kj}r_{ji})F_n F_m \dots F_N \right\} \\ & + \left\{ \sum_i \sum_j \sum_k \dots \sum_N (r_{ij}r_{ji})(r_{kl}r_{ln}r_{nk} + r_{kn}r_{nl}r_{lk})F_m F_o \dots F_N \right. \\ & + \left. \sum_i \sum_j \sum_k \dots \sum_N (r_{ij}r_{jk}r_{kl}r_{ln}r_{ni} + r_{in}r_{nl}r_{lk}r_{kj}r_{ji})F_m F_o \dots F_N \right\} + \dots \end{aligned}$$

O cálculo do permanente de matrizes pode ser realizado com o auxílio de *softwares* de análise numérica como, por exemplo, o Matemática e o Máxima.

A fim de calcular o valor numérico da função permanente e obter o valor objetivo da análise, os valores dos fatores (F_i) do sistema e as relações (r_{ij}) entre os fatores devem ser apresentados. Os valores podem ser obtidos a partir de dados disponíveis ou podem ser estimados através da interpretação adequada das variáveis a partir de questionários (RAJESH; NIKHIL; VIVEK, 2013). Para atribuir valores para os fatores do sistema pode ser utilizada uma escala de medida conforme exemplo do Quadro 32. Para atribuir valores para a importância relativa entre os fatores do sistema pode ser utilizada a escala do Quadro 33.

Quadro 32 - Exemplo de escala de quantificação dos fatores que afetam o sistema

	Descrição qualitativa de fatores	Valor atribuído aos fatores (F_i)
1	Excepcionalmente baixo	1
2	Muito Baixo	2
3	Baixo	3
4	Abaixo da média	4
5	Média	5
6	Acima da média	6
7	Alto	7
8	Muito Alta	8
9	Excepcionalmente alta	9

Fonte: Rajesh, Nikhil e Vivek (2013, p. 52).

Quadro 33 - Exemplo de escala de quantificação das relações de interdependências entre os atributos

	Descrição qualitativa de interdependências	Valor atribuído às relações entre os fatores (r_{ij})
1	Muito Forte	5
2	Forte	4
3	Médio	3
4	Fraco	2
5	Muito fraco	1

Fonte: Rajesh, Nikhil e Vivek (2013, p. 52).

Os fatores do sistema principal, por sua vez, podem ser influenciados por um conjunto de outros fatores, nomeados de subfatores, que formam um subsistema de análise. Para determinação do índice síntese do sistema principal composto por subsistemas, primeiramente calcula-se o índice síntese do subsistema, esse valor corresponderá ao valor do fator do sistema principal para cálculo do índice síntese do sistema principal.

3.2.2.2 Descrição do modelo de avaliação

Para facilitar a compreensão do modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos desenvolvido neste trabalho, a Figura 7 apresenta de forma esquemática o “passo-a-passo” do modelo dividido em quatro etapas. Cada etapa da metodologia é composta por um conjunto de passos que serão detalhados a seguir.

a) Etapa 1 - Identificação dos fatores de análise. Esta etapa é composta por dois passos, conforme se verifica a seguir:

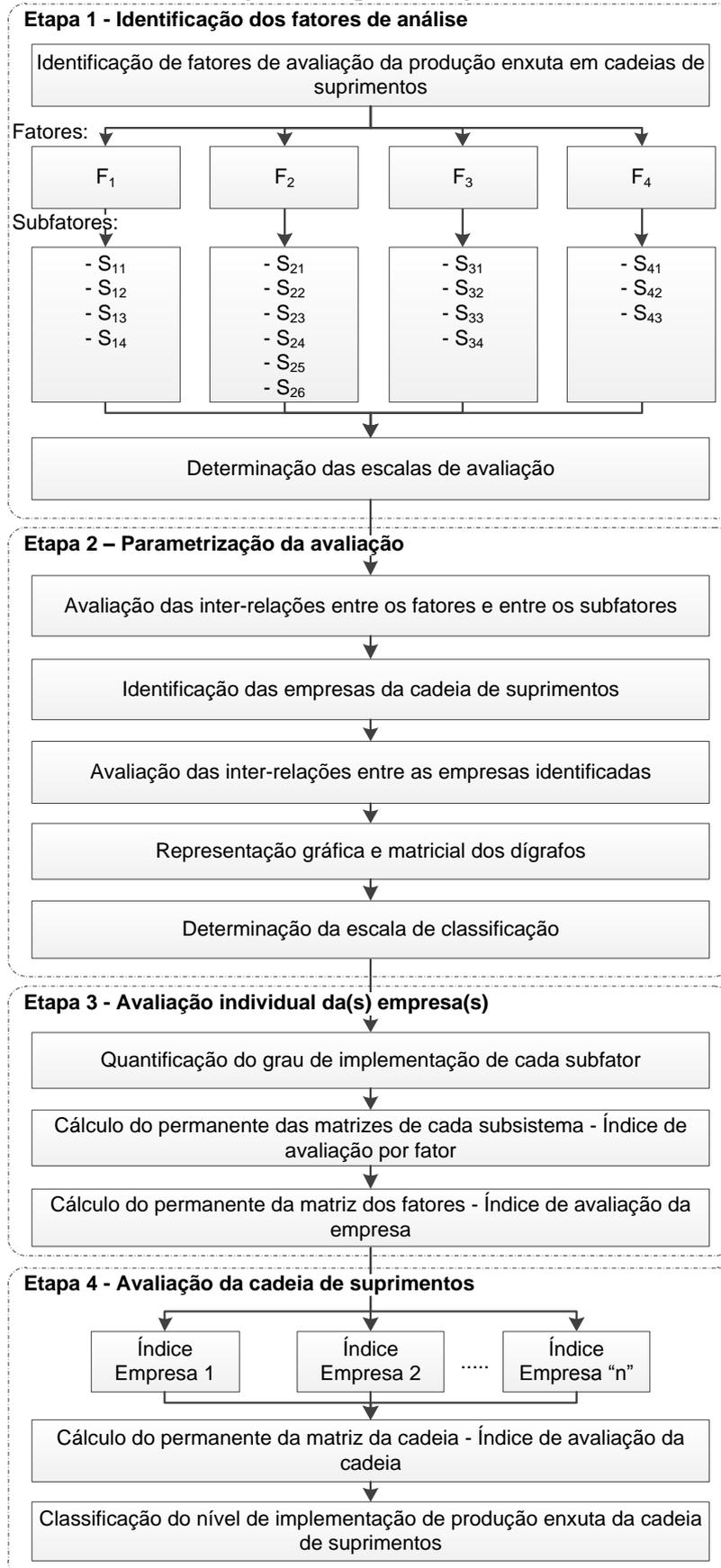
- Passo 1.1: Identificação dos fatores de avaliação da produção enxuta em cadeias de suprimentos. Neste passo, os principais fatores de avaliação da produção enxuta em cadeia de suprimentos têm de ser identificados. Através da revisão da literatura, essa pesquisa, realizou a identificação de 18 principais atributos característicos da produção enxuta em cadeias de suprimentos conforme abordado no Capítulo 2, Quadro 30. Por sua vez, esses atributos foram categorizados em 4 características-chave, que serão utilizados para compor o modelo de avaliação, e serão identificados por subfatores e fatores de avaliação do modelo, respectivamente, conforme identificados no Quadro 34. Neste passo, o modelo permite flexibilidade na identificação dos fatores de análise, comportando adicionar, retirar ou reorganizar os fatores conforme necessidades específicas.

- Passo 1.2: Determinação das escalas de avaliação. A fim de calcular o índice de avaliação por meio da abordagem GTA, é necessário quantificar o nível de implementação dos subfatores, como também, determinar e quantificar todas as relações de interdependência entre os subfatores, entre os fatores e entre as empresas que serão avaliadas pelo modelo. Para isso, é necessário adotar escalas de avaliação com descrição qualitativa, na qual, cada item qualitativo da escala corresponde a um valor quantitativo. No modelo, para capturar o grau de implementação de cada subfator, será considerada a escala de avaliação de nove pontos apresentada no Quadro 32. Para quantificar as relações de interdependências será utilizada uma escala qualitativa de avaliação de cinco pontos, apresentada no Quadro 33.

b) Etapa 2 - Parametrização da avaliação. Esta etapa é composta pelos seguintes passos:

- Passo 2.1: Identificação das empresas da cadeia de suprimentos. Neste passo, as empresas da cadeia de suprimentos têm de ser identificadas.

Figura 7 - Modelo de avaliação de implementação da PE na cadeia de suprimentos



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 34 - Fatores e subfatores de avaliação da produção enxuta em cadeias de suprimentos utilizados no modelo

Fatores		Subfatores	
F ₁	Melhoria Contínua	S ₁₁	Programa de melhoria contínua/ <i>Kaizen</i>
		S ₁₂	Desenvolvimento e melhoria de produtos
		S ₁₃	Formação e qualificação de recursos humanos
		S ₁₄	Controle da qualidade - zero defeitos
F ₂	Redução de perdas	S ₂₁	Padronização de processos da cadeia
		S ₂₂	Identificação de valor para o cliente final da cadeia
		S ₂₃	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia
		S ₂₄	Ações de redução de desperdícios na cadeia
		S ₂₅	Sistema de produção puxada
		S ₂₆	Política de entregas <i>just-in-time</i>
F ₃	Gestão de fornecedores	S ₃₁	Racionalização de fornecedores
		S ₃₂	Utilização de política de seleção de fornecedores
		S ₃₃	Relacionamentos de longo prazo
F ₄	Integração da cadeia	S ₄₁	Compartilhamento de informações
		S ₄₁₁	Compartilhamento de informações de controle de estoques
		S ₄₁₂	Compartilhamento de informações de previsão de vendas
		S ₄₁₃	Compartilhamento de informações de planejamento da produção e de materiais
		S ₄₂	Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados
		S ₄₃	Comprometimento e confiança

Fonte: Elaborado pela autora.

Em cadeias de suprimentos procura-se evidenciar a cadeia específica a uma empresa ou organização em particular, direcionando a análise para a cadeia de suprimentos de uma determinada empresa, ou empresa focal. Assim, as empresas do escopo de análise do modelo devem abranger a empresa focal e aquelas que ela (focal) exerce algum tipo de controle, sendo consideradas importantes para a gestão da sua cadeia.

- Passo 2.2: Avaliação das inter-relações entre os fatores e entre os subfatores. Nas relações entre os fatores e entre os subfatores de análise considerados no modelo, podem existir relações de influência e dependência entre eles quando comparados um a um. Essas relações de dependência são consideradas como o pressuposto fundamental para a ferramenta GTA (ANAND; BAHINIPATI, 2012). A fim de calcular o índice de avaliação por meio da abordagem GTA, é necessário determinar e quantificar todas as relações de interdependência entre os subfatores, entre os fatores e entre as empresas que serão avaliadas pelo modelo. Nesse passo, determina-se a existência de relações entre os fatores (r_{ij}) e, se existe relação, a

sua quantificação é feita utilizando uma escala qualitativa de avaliação de cinco pontos, determinada no passo 1.2 da Etapa 1 do modelo. Essa avaliação pode ser feita, por exemplo, por especialistas, como foi utilizado por Wagner e Neshat (2010) e Muduli *et al.* (2013), por grupos de foco compostos por pessoas com experiência prática na área, como foi utilizado por Anand e Bahinipati (2012), como também, por se tratar de um modelo para análise de cadeias de suprimentos, a avaliação pode ser feita por gestores “especialistas” da empresa focal da cadeia.

Neste caso, supõe-se que os subfatores são considerados como os nós do dígrafo que representa o sistema dentro do fator principal e os fatores são considerados os nós do dígrafo que representa o sistema dentro da empresa de referência. Então, para avaliar a relações entre os fatores F_1 e F_2 , os avaliadores julgam, com base em suas percepções e experiências, sob a medida qualitativa da escala esta relação, e o valor adequado é atribuído, por exemplo: se analisando a relação de influência do fator F_1 sobre o fator F_2 é considerado que existe uma relação, essa relação é representada por (r_{12}) e, se a influência de F_1 é considerada “forte” em relação a F_2 , um valor “4” é atribuído para r_{12} . Já, se é considerado que não existe relação entre os fatores avaliados, um valor “0” é atribuído para r_{12} .

- **Passo 2.3: Avaliação das inter-relações entre as empresas identificadas.** Nas relações entre as empresas da cadeia de suprimentos identificadas existem relações de influência e dependência entre eles quando comparados uma a uma. É necessário determinar e quantificar todas as relações de interdependência entre essas empresas que serão avaliadas pelo modelo. Nesse passo determina-se a existência de relações entre essas empresas e, se existe relação, a sua quantificação. Essa avaliação pode ser realizada por gestores das próprias empresas, que julgam a relação de influências das demais empresas na sua empresa. Neste caso, supõe-se que as empresas de uma cadeia são consideradas como os nós do dígrafo e cada empresa julgará as inter-relações levando em conta a relação de influência e dependência de uma empresa para a sua (e vice-versa), com base na a escala de avaliação qualitativa de cinco pontos, determinada no passo 1.2 da Etapa 1 do modelo.

- **Passo 2.4: Representação gráfica e matricial dos dígrafos.** Segundo Anand e Bahinipati (2012), a representação do dígrafo é usada para modelar um sistema por meio de uma análise visual, considerado como sendo o ponto de partida para posterior análise. Neste passo desenvolve-se a representação gráfica dos fatores principais e das relações entre eles, como também, a representação de cada subsistema composto pelos subfatores e suas relações de interdependências. O sistema dos fatores será composto pelos fatores (F_i) identificados no

passo 1.1 que serão representados por nós e as inter-relações (r_{ij}) entre esses fatores pelas setas identificadas no passo 2.2. Cada conjunto de subfatores identificados no passo 1.1 representarão um subsistema, composto pelos subfatores como sendo os nós e as relações entre eles as setas identificadas no passo 2.2. O sistema da cadeia será composto pelas empresas da cadeia identificadas no passo 2.1 representadas como os nós, e as relações pelas setas identificadas no passo 2.3.

Para representar matematicamente os dígrafos representados, cada dígrafo equivalerá a uma matriz, no qual os nós dos dígrafos representam os elementos da diagonal principal da matriz e as inter-relações entre os nós representam os demais valores. Como os valores das inter-relações dos dígrafos já estarão determinados após os passos 2.1 e 2.2 desta Etapa, substitua os valores identificados em cada matriz. Desta forma, ficam faltando apenas os valores atribuídos aos nós de cada dígrafo, representados pelos valores da diagonal principal de cada matriz, que serão determinados posteriormente no passo 3.1 da Etapa 3 do modelo.

- Passo 2.5: Determinação da escala de classificação. Para determinar o nível de implementação da produção enxutas em uma cadeia de suprimentos precisamos calcular um valor síntese da cadeia que comparado em uma escala que determinará em qual nível de implementação está a cadeia. O esquema lógico do modelo é inicialmente chegar a um valor síntese para cada fator que o compõe, que será utilizado no cálculo do valor síntese para avaliação de cada empresa e com o valor síntese de cada empresa se chegar a um valor síntese do sistema de toda a cadeia que permita a avaliação da implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos. Portanto, precisa-se determinar os níveis de classificação dessa avaliação. Esse nível é a escala dentro da qual o valor síntese pode variar e será determinada neste passo.

O valor síntese para cada fator será estimado a partir do julgamento do nível de implementação de cada subfator que compõe o seu sistema. O julgamento do nível de implementação de cada subfator é feito utilizando uma escala qualitativa de avaliação de nove pontos, determinada no passo 1.2 da Etapa 1 do modelo, com base na avaliação qualitativa, tem-se, portanto, a avaliação quantitativa referente. Porém, também pode acontecer do subfator não ser implementado, neste caso uma nota 0 é atribuída a avaliação quantitativa do subfator. Desta forma os possíveis valores quantitativos para o nível de implementação de cada subfator podem variar de 0 a 9.

Então para calcular o intervalo composto pelos valores máximos, intermediários e mínimos de variação, é necessário calcular o permanente das matrizes representadas no passo 2.4 desta

Etapa, substitui-se os valores das diagonais da matriz dos fatores pelos valores de 0 à 9, em seguida calcular o permanente de cada uma. Os valores encontrados serão substituídos na diagonal principal da matriz geral da empresa para o cálculo do permanente da mesma. O valor encontrado será substituído na matriz geral da cadeia para cálculo do permanente da mesma, esse valor final encontrado será um ponto da escala de avaliação. Desta forma, ao utilizar o valor 0 para todo esse cálculo, o valor final encontrado será o valor mínimo da escala, e assim por diante e, o valor encontrado ao utilizar o valor 9 será o valor máximo da escala. Desta forma, todos os pontos o mínimo, os intermediários e o máximo da escala estarão determinados.

Esses pontos serão utilizados para definição dos intervalos de classificação. Ou seja, a avaliação entre os pontos dos resultados utilizando os valores de 0 a 3 serão classificados como nível de implementação baixa. Já a avaliação entre os pontos dos resultados utilizando os valores de 3 a 6 serão classificados como nível de implementação parcial. Por fim, a avaliação entre os pontos resultados dos cálculos utilizando os valores de 6 a 9 serão classificados como nível de implementação alto.

c) Etapa 3 - Avaliação individual da(s) empresa(s). Esta etapa consiste nos seguintes passos:

- Passo 3.1: Quantificação do grau de implementação de cada subfator. Segundo Anand e Bahinipati (2012), os subfatores dentro dos subsistemas representam o grau de importância que pode ser avaliado através de uma escala adequada para capturar o grau de implementação do subfator sob o subsistema. A quantificação da implementação de cada subfator será determinada com base na própria avaliação da empresa levando em consideração a escala de avaliação qualitativa da implementação dos subfatores determinada no passo 1.2 da Etapa 1 do modelo. Após avaliação os valores adequados são atribuídos. Por exemplo, a empresa considera que o subfator "S₁₂" possui uma baixa implementação em sua cadeia, assim, um valor de "3" é inserido para "S₁₂".

- Passo 3.2: Cálculo do permanente das matrizes de cada subsistema - avaliação dos fatores. Os valores determinados no passo 3.1 desta etapa para os subfatores, alimentarão as matrizes dos subsistemas representadas no passo 2.4 na Etapa 2 do modelo, ou seja, eles representam os valores das diagonais que estavam faltando. Após a alimentação com os dados, calcula-se o permanente da matriz que representa cada subsistema por meio da

Equação apresentada na seção 3.2.2.1. O valor obtido no cálculo do permanente representa o índice de avaliação de cada fator. O permanente também pode ser calculado por meio da função permanente de matriz em *softwares* de análise numérica como, por exemplo, o *Matemática* e o *Máxima*.

- Passo 3.3: Cálculo do permanente da matriz dos fatores - avaliação da empresa. Após o cálculo dos permanentes dos subsistemas na etapa anterior, os valores encontrados alimentarão a matriz geral dos fatores representada no passo 2.4 na Etapa 2 do modelo, ou seja, eles representam os valores das diagonais que estavam faltando na matriz dos fatores. Após alimentação com os dados, calcula-se o permanente da matriz que representa o sistema dos fatores. O valor obtido no cálculo do permanente representa o índice de avaliação do nível de implementação de produção enxuta na cadeia de suprimentos para a empresa.

Os passos dessa etapa correspondem ao cálculo do índice de avaliação do nível de implementação da produção enxuta de apenas uma empresa da cadeia. Então, para analisar a cadeia de suprimentos, deve-se repetir esta etapa para todas as empresas determinadas no passo 2.1 da Etapa 2 do modelo, ou seja, as empresas que fazem parte da cadeia de suprimentos analisada. Como resultado final desta etapa, tem-se para cada empresa da cadeia um índice de avaliação e todos serão utilizados na avaliação da cadeia na Etapa 4.

d) Etapa 4 - Avaliação da cadeia de suprimentos. Esta etapa consiste nos seguintes passos:

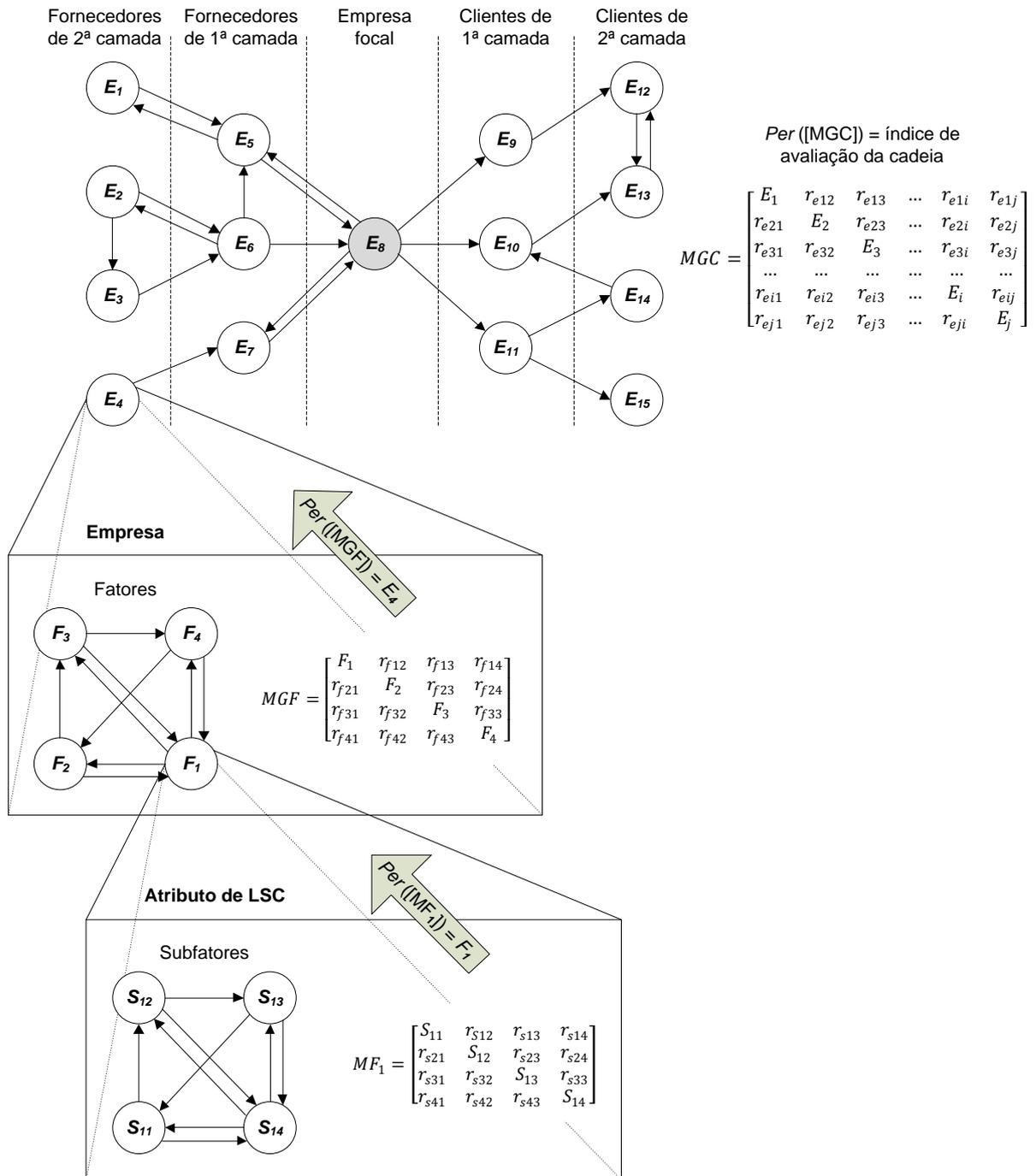
- Passo 4.1: Cálculo do permanente da matriz da cadeia - avaliação da cadeia. Os valores obtidos após o cálculo do permanente do sistema de fatores para cada empresa, determinado no passo 3.3 da Etapa 3 do modelo, representarão os valores das diagonais que estavam faltando na matriz da cadeia. Substituem-se esses valores na matriz e calcula-se o permanente da matriz do sistema. O valor obtido no cálculo do permanente representa o índice de avaliação do nível de implementação de produção enxuta na cadeia de suprimentos.

- Passo 4.2: Classificação do nível de implementação produção enxuta na cadeia de suprimentos. Por meio da análise do índice calculado no passo anterior, comparado com a escala de classificação da cadeia determinada no passo 2.5 da Etapa 2 do modelo, tem-se a avaliação final do nível de implementação de produção enxuta na cadeia de suprimentos.

De forma a permitir uma visão global do modelo de avaliação descrito, a Figura 8 ilustra a representação esquemática do modelo de avaliação.

Figura 8 - Representação esquemática do modelo de avaliação

Cadeia de suprimentos



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.3 Fase III - Validação empírica do modelo

Com o intuito de proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa em estudo, testar a aplicabilidade do modelo e gerar informações para refinar o modelo para a

avaliação de cadeias de suprimentos, faz-se necessário o uso de estudos de casos como forma de coletar dados concretos e reais que alimentem o modelo.

Nos estudos em cadeias de suprimentos procura-se evidenciar a cadeia específica a uma empresa ou organização em particular, direcionando a análise para a cadeia de suprimentos dessa determinada empresa, ou empresa focal. Assim, as empresas do escopo de análise deste modelo devem abranger a empresa focal e aquelas que são importantes para a gestão da sua cadeia. Para aplicação empírica do modelo de avaliação, foram utilizados estudos de caso em empresas de uma cadeia de suprimentos do setor automotivo com experiência na utilização de produção enxuta na cadeia. A análise foi direcionada para uma empresa montadora da indústria automotiva, sendo, portanto, considerada a empresa focal. A montadora foi escolhida por ser adequada para a validação do modelo e a partir dela foi possível determinar as demais empresas de sua cadeia de suprimentos.

Devido à restrição de tempo para desenvolvimento deste estudo, limitou-se à quantidade de 4 empresas para aplicação do modelo, neste caso, a validação empírica foi realizada por meio de quatro estudos de casos, sendo um estudo de caso na empresa focal e três estudos em empresas fornecedoras de 1ªcamada da empresa focal, identificadas por meio de entrevista ao Gestor de Cadeia de Suprimentos da empresa focal. Conforme acordado com as empresas pesquisadas, os seus nomes não serão divulgados. Assim, as empresas foram intituladas por Empresa focal, Fornecedor FP1, Fornecedor FP2, Fornecedor FL. A caracterização da cadeia de suprimentos, bem como das empresas dos estudos de caso serão apresentadas no Capítulo 4.

Os estudos de casos foram realizados durante os meses de setembro, outubro e novembro do ano de 2015 em um total de sete visitas às organizações, com a realização de seis entrevistas individuais formalizadas com os gestores de áreas ligadas à logística externa das empresas. As entrevistas duraram entre 30 minutos e 2 horas e 30 minutos. Os procedimentos para a realização desses estudos de caso serão descritos a seguir.

3.2.3.1 Estudo de caso na empresa focal da cadeia

Para aplicação empírica do modelo de avaliação, foi desenvolvido um estudo de caso na empresa focal da cadeia de suprimentos da indústria automotiva. Neste estudo de caso, foram realizadas 4 visitas à planta industrial, sendo que em uma primeira visita foi realizada uma entrevista não estruturada para explanação do funcionamento geral da gestão da cadeia

de suprimentos e atividades da logística interna e externa da empresa. Outra visita foi realizada para conhecimento das operações produtivas da empresa, etapa importante para o desenvolvimento do trabalho, pois forneceu uma noção da quantidade de insumos gerenciados em todo o processo, ressaltando a necessidade de um bom gerenciamento da sua cadeia de suprimentos. Por fim, duas visitas com a realização de três entrevistas formalizadas, guiadas por roteiros de entrevistas diferentes.

Os roteiros de entrevistas tinham como objetivo dar suporte a coleta de dados necessários para a validação do modelo de avaliação. Uma das entrevistas foi realizada com um Especialista na área de Gestão do Sistema de Produção da empresa com o objetivo de avaliar as inter-relações entre fatores e entre subfatores de avaliação do modelo, por meio da aplicação do roteiro de entrevista estruturado disponível no Apêndice A para a coleta de dados necessários ao desenvolvimento do passo 2.2 do modelo. Outra entrevista foi realizada com um Gerente da Engenharia Logística com o objetivo de quantificar, por parte da empresa, o grau de implementação dos subfatores de avaliação do modelo, por meio da aplicação do roteiro de entrevista semiestruturado disponível no Apêndice C para a coleta de dados necessários ao desenvolvimento do passo 3.1 do modelo. Neste roteiro de entrevista optou-se por realizar perguntas abertas antes das perguntas fechadas de avaliação qualitativa como forma de guiar a avaliação, fazendo com que o entrevistado entendesse e refletisse sobre o que estava sendo perguntado, tornando os dados coletados condizentes com realidade. A última entrevista foi realizada com o Gestor da Cadeia de Suprimentos da empresa com o objetivo de avaliar as inter-relações entre as empresas selecionadas para estudo, por meio da aplicação do roteiro de entrevista estruturado disponível no Apêndice B para a coleta de dados necessários ao desenvolvimento do passo 2.3 do modelo. Todos os dados coletados com a aplicação dos roteiros de entrevistas estão apresentados na aplicação do modelo no Capítulo 4.

3.2.3.2 Estudos de caso em empresas da cadeia de suprimentos da empresa focal

Continuando a aplicação do modelo, fez-se necessário o desenvolvimento de estudos de caso em outras empresas da cadeia, além da empresa focal, como forma de coletar os demais dados necessários para completar a análise do modelo. Neste sentido, foram realizados três estudos de casos em empresas fornecedoras da empresa focal, com uma visita em cada empresa para a realização da entrevista de avaliação. As entrevistas foram realizadas com os Gestores da Logística externa de cada empresa, com exceção de uma entrevista que teve um

complemento com a participação do Gerente de Compras, e, em cada entrevista foi utilizada a aplicação do roteiro de entrevista semiestruturado disponível no Apêndice C, com o objetivo de quantificar, o grau de implementação dos subfatores de análise do modelo, em cada empresa, coleta de dados necessários para o desenvolvimento da etapa 3.1 da aplicação do modelo. Ressaltando a utilização de perguntas abertas antes das perguntas fechadas de avaliação qualitativa como forma de guiar a avaliação, fazendo com que o entrevistado entendesse e refletisse sobre o que estava sendo perguntado, tornando os dados coletados condizentes com realidade. Nas entrevistas, após aplicação do roteiro estruturado questionou-se sobre as inter-relações entre as empresas selecionadas para estudo, conforme perguntas disponíveis no roteiro de entrevista do Apêndice B. Todos os dados coletados com a aplicação dos roteiros de entrevistas estão apresentados na aplicação do modelo no Capítulo 4.

Com a realização dos quatro estudos de caso, pôde-se coletar dados para alimentar todo o desenvolvimento do modelo abordado no Capítulo 4, concluindo assim a avaliação do nível de implementação da produção enxuta da cadeia de suprimentos selecionada para o desenvolvimento da pesquisa.

Para facilitar a compreensão dos procedimentos de coleta de dados, as informações estão detalhadas conforme mostra o Quadro 35.

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Diante da necessidade de se avaliar o progresso da implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, levando em consideração o índice de implementação de fatores característicos por parte de todas as empresas da cadeia, torna-se imprescindível um modelo que seja capaz de integrar essas avaliações, a fim de que as empresas obtenham uma implementação bem sucedida. Com base nisso, este capítulo apresentou um modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos, descrevendo em detalhe as etapas que o compõem. Além disso, detalhou os procedimentos metodológicos para a revisão de literatura que foi efetuada e para a validação empírica do modelo.

Quadro 35 - Caracterização da coleta de dados

Casos		Quant. de visitas	Entrevistados	Instrumentos de coleta de dados	Objetivo
1	Empresa focal	4 visitas	Gerente de Cadeia de Suprimentos	Entrevista não estruturada	Explicação do funcionamento da cadeia de suprimentos estudada
			Gestores de Logística	Entrevista não estruturada e observação assistemática	Conhecimento das operações produtivas
			Especialista de gestão do sistema de produção da empresa	Entrevista estruturada (Apêndice A)	Avaliar as inter-relações entre fatores e entre subfatores de avaliação do modelo
			Gerente da Engenharia Logística	Entrevista estruturada (Apêndice C)	Determinar o grau de implementação dos subfatores de análise do modelo na empresa
			Gerente de Cadeia de Suprimentos	Entrevista semiestruturada (Roteiro de entrevista Apêndice B)	Avaliar as inter-relações entre as empresas selecionadas para estudo
2	Fornecedor FP1	1 visita	Gerente de Logística	Entrevista estruturada e semiestruturada (Apêndice B e C)	Determinar o grau de implementação dos subfatores de análise do modelo na empresa e avaliar as inter-relações entre as empresas selecionadas para estudo
3	Fornecedor FP2	1 visita	Gerente de Logística e Gerente de Compras	Entrevista estruturada e semiestruturada (Apêndice B e C)	Determinar o grau de implementação dos subfatores de análise do modelo na empresa e avaliar as inter-relações entre as empresas selecionadas para estudo
4	Fornecedor FL	1 visita	Gerente de Logística	Entrevista estruturada e semiestruturada (Apêndice B e C)	Determinar o grau de implementação dos subfatores de análise do modelo na empresa e avaliar as inter-relações entre as empresas selecionadas para estudo

Fonte: Elaborado pela autora.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo será apresentada a validação empírica do modelo proposto através de estudos de casos realizados em empresas de uma cadeia de suprimentos. Primeiramente apresenta-se a descrição geral da cadeia de suprimentos em estudo e posteriormente, apresenta-se a aplicação do modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos, abordando o desenvolvimento de todas as suas etapas. Ao final do capítulo é realizada a análise da aplicação e os resultados obtidos.

4.1 DESCRIÇÃO GERAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS ESTUDADA

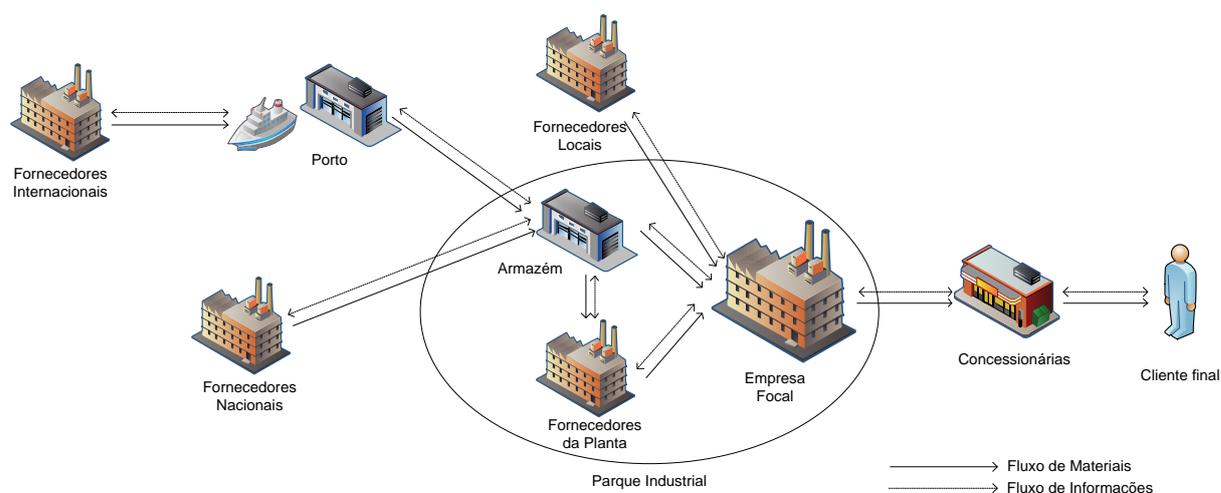
A cadeia de suprimentos em estudo é uma cadeia do setor automotivo liderada por uma montadora de marca internacional. Para a realização de suas operações a montadora (empresa focal) conta com uma estrutura configurada por um complexo industrial integrado composto pela empresa, fornecedores e um armazém. A montadora também conta com o suprimento de materiais de fornecedores externos, podendo ser fornecedores locais, nacionais e internacionais, com manutenção de estoques variando de acordo a distância do fornecedor, o tamanho da embalagem e seu consumo. São inúmeros fornecedores abastecendo a montadora com materiais metal-mecânicos, elétricos ou componentes químicos.

Para atendimento ao mercado a empresa conta com várias concessionárias que mantém o contato direto com os clientes finais da cadeia e é responsável por realizar pedidos junto ao departamento comercial.

De forma a permitir uma visão global e ao mesmo tempo resumida da cadeia de suprimentos, a Figura 9 ilustra a representação esquemática da cadeia.

Na Figura 9, estão representados, de forma resumida, os agentes da cadeia de suprimentos da empresa focal, com as setas contínuas identificando os fluxos de materiais entre as empresas e as setas tracejadas identificando os fluxos de informações. Os fluxos de informações estão representados por setas bidirecionais por existir, de fato, efeitos de influência de ambas as partes. Devido à complexidade da cadeia de suprimentos estudada, optou-se por representar apenas os fornecedores de 1ª camada, agrupados em 4 grupos: fornecedores da planta, fornecedores locais, fornecedores nacionais e fornecedores internacionais.

Figura 9 - Representação esquemática da cadeia de suprimentos estudada



Fonte: Elaborado pela autora.

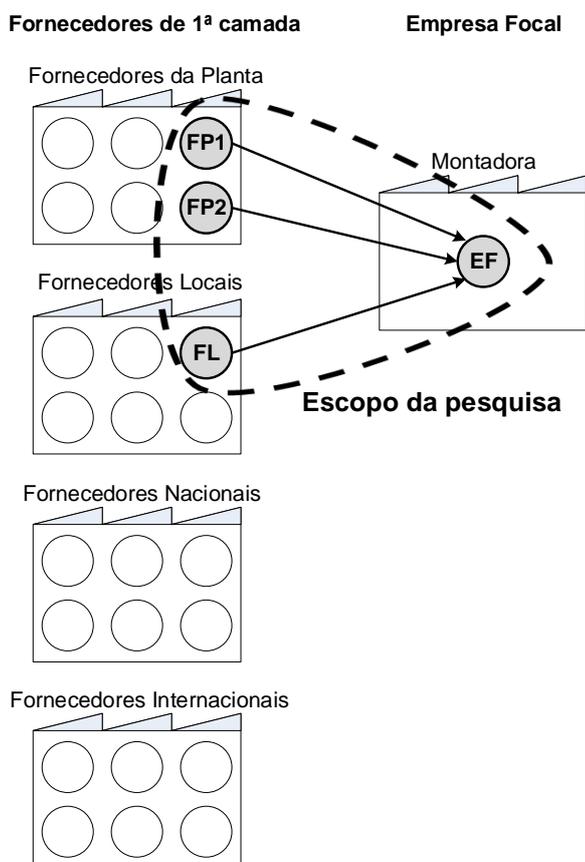
Os fornecedores da planta são aqueles que estão localizados no mesmo parque industrial que a empresa focal (montadora). O parque industrial é uma infraestrutura industrial que conta com investimento realizado pela empresa focal para estrategicamente localizar seus principais fornecedores bem próximos a sua planta. A grande maioria são empresas sistemistas, que possuem parcerias estratégicas com a empresa focal, acompanhando a empresa em suas demais unidades produtivas.

Os fornecedores locais são aqueles que não estão localizados no parque industrial, mas estão geograficamente localizados próximos a empresa focal. Os fornecedores nacionais são aqueles que estão geograficamente localizados nas demais regiões do país apresentando longas distâncias entre a planta da empresa fornecedora.

Os fornecedores internacionais são aqueles fornecedores que estão geograficamente localizados em diferentes países da localização da empresa focal, tendo como principal modal de transporte o meio hidroviário. Os produtos são recebidos em um complexo portuário e enviados para o centro de armazenamento da empresa focal no parque industrial. Vale destacar que a maioria dos fornecedores internacionais são parcerias estratégicas que a empresa mantém adotando um fornecedor único para um produto específico.

O estudo foi realizado envolvendo a empresa focal e três de seus fornecedores, representados na Figura 10 a seguir. Por questões de sigilo, as empresas estudadas não serão identificadas neste texto por seus nomes originais.

Figura 10 - Representação esquemática dos estudos de caso



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Para identificar as empresas dos estudos de casos, foi realizada uma breve descrição das mesmas, conforme pode ser observado no Quadro 36.

A caracterização de cada empresa com base nos fatores avaliados nos estudos de caso realizados será descrita a seguir.

4.2.1 Empresa focal

A empresa focal é uma indústria montadora de veículos automotivos que fornece carros para várias concessionárias da marca no país. Para isso, conta com um grande número de fornecedores, sendo os principais deles localizados no mesmo parque industrial.

Quadro 36 - Caracterização das empresas pesquisadas

Casos		Posicionamento na cadeia	Principais produtos	Relação com a empresa focal
1	Montadora	Empresa focal	Veículos automotivos	-
2	Fornecedor FP1	Fornecedor da planta	Bancos automotivos	Fornecedor de 1ª camada
3	Fornecedor FP2	Fornecedor da planta	Sistemas de suspensão, tanques plásticos de combustível, conjunto de pedais automotivos	Fornecedor de 1ª camada
4	Fornecedor FL	Fornecedor local	Sistemas de escapamento automotivos	Fornecedor de 1ª camada

Fonte: Elaborado pela autora.

A empresa possui um longo e rigoroso sistema de desenvolvimento e qualificação de fornecedores, no qual é avaliada uma série de requisitos que devem ser cumpridos pela empresa avaliada, por exemplo, ser certificada pela ISO 9000, ser financeiramente estável, estar de acordo com as leis trabalhistas, etc. Se ela atender a essa série de requisitos, a empresa fabrica peças piloto que vão passar por testes de qualidade de processo e produto. Após a aprovação da peça, são realizados testes com as peças dentro da linha de montagem. Depois que passa por todo esse processo, a empresa está aprovada e certificada para ser um fornecedor. Muitos dos fornecedores da empresa são sistemistas, ou seja, aqueles fornecedores que acompanham a empresa focal em todas as unidades de produção da mesma, sendo que a própria empresa focal investe em uma estrutura e fornece para esses fornecedores se instalarem trazendo seus recursos produtivos e prestação de serviço que a empresa focal já conhece.

Mesmo já sendo um fornecedor qualificado inicialmente, é realizada uma avaliação e acompanhamento de toda a relação de fornecimento. Esse acompanhamento é realizado pela qualidade de chão de fábrica, sendo que, toda vez que há algum problema em qualquer peça os responsáveis pela qualidade imediatamente estudam o caso para identificação do problema, é gerado um chamado via sistema, e o fornecedor vai *in loco* tentar resolver o problema. É acionada também a engenharia de qualidade do fornecedor, pessoal responsável por acompanhar o fornecedor no seu processo com ações de melhoria e monitoramento do seu processo. Todo esse processo é registrado e acompanhado, com identificação do problema, identificação do fornecedor, identificação de peça, ações realizadas, etc. Esse registro compõe um conjunto de indicadores que são acompanhados e utilizados para avaliação dos

fornecedores. Todos os fornecedores são avaliados pela qualidade do produto, qualidade de entrega, fornecimento, qualidade pós-venda (garantia), entrega de peças e acessórios, etc.

Desta forma, a empresa focal possui um acompanhamento bem rigoroso em relação a qualidade dos seus fornecedores, como também, promove reuniões semanais com os fornecedores que estão localizados na planta da empresa focal como forma de discutir melhorias e resolver problemas.

Com relação à padronização dos processos logísticos, a empresa possui uma série de normas que precisam ser seguidas por seus fornecedores, desde a embalagem utilizada até o padrão de qualidade logístico e de produtos a ser seguido. As embalagens são definidas e padronizadas para cada peça, de forma que a quantidade de peça dentro da embalagem seja padrão e garantam a qualidade da peça. As informações também são padronizadas.

A empresa focal possui sua equipe de pesquisa de mercado que busca compreender os requisitos dos clientes finais da cadeia como forma de identificar valor, bem como aceitação do produto, tendências de mercado, necessidade de novos *kits*, acessórios, etc. Uma vez identificada essa demanda, são repassados os requisitos para que os fornecedores possam atender.

O mapeamento de fluxo de valor é bastante utilizado na logística externa da empresa como forma de identificar qualquer tipo de desperdícios e propor ações de melhoria para minimizar os desperdícios identificados. As avaliações de melhorias são medidas e quantificadas principalmente pela redução de custos.

A programação da produção é realizada com base no atendimento de pedidos consolidados. Com base nos pedidos recebidos, a fábrica realiza sua programação através do SAP (é um sistema integrado de gestão empresarial) que automaticamente difunde a programação de pedidos para os fornecedores. A maioria dos fornecedores que estão localizados na mesma planta recebe sua programação de entregas alinhadas com a sequência da linha de montagem, devendo entregar suas peças sequenciadas conforme a mesma, esses fornecedores são classificados como fornecedores JIS (*just in sequence*). Dessa forma, o sistema foi declarado como um sistema de produção puxada. Todos os fornecedores que estão na planta da empresa fornecem seus materiais em pequenos estoques diretamente nas docas de recebimento da linha de montagem sem passar pelo armazém da empresa.

A empresa limita a base de seu fornecimento para alguns fornecedores estratégicos, a maioria dos fornecedores da empresa são fornecedores únicos. Muitos fornecedores são

únicos para todas as unidades da empresa, inclusive em alguns deles são realizadas compras conjuntas para todas as unidades. Assim são estabelecidos relacionamentos de longo prazo com os fornecedores, podendo ser observados pela estratégia de investimento em toda uma estrutura na sua planta e a disponibilização para os seus principais fornecedores. Para a estruturação da cadeia é mantido um canal de comunicação direto por meio de investimentos em tecnologia de informação compartilhada.

Para a empresa, o compartilhamento de informações é extremamente importante para garantir que toda a logística da cadeia funcione com o cumprimento da sua programação, o nível de estoque sempre baixo, a recepção de todo o material, etc. Para isso, mantém elevada frequência de troca de informações com os fornecedores, principalmente informações de planejamento da produção enviadas semanalmente via sistema SAP. Por considerar tão importante, a empresa investe fortemente em recursos de compartilhamento e gerenciamento de informações com os fornecedores.

4.2.2 Fornecedor FP1

O fornecedor FP1 está localizado na própria planta da empresa focal e fornece os bancos automotivos. Assim como a empresa focal, possui sistema de seleção de fornecedores, no qual os fornecedores passam por um processo de qualificação e validação. Os fornecedores passam por uma série de acompanhamentos, desde a validação dos recursos, dos equipamentos, até a aprovação dos ferramentais. A empresa possui uma equipe de engenharia de qualidade do fornecedor que possuem a atribuição de resolver ou tratar qualquer problema oriundo dos fornecedores, desde problemas direcionados a pontos de processo e de qualidade, como logísticos à área de materiais que também mantém contato com os fornecedores para tratar temas relacionados à embalagem ou entrega, de modo geral. Quando há ocorrência de um problema, o setor de compras e qualidade corporativa é acionado. O setor de compras se responsabiliza por questões comerciais, problemas de entrega ou uma alteração da relação com o fornecedor. Já o engenheiro de qualidade de fornecedor, vai a campo para entender o problema, tirar todas as referências, verificar o processo de aprovação da peça de produção, a liberação das peças, equipamentos, ferramental, se estavam ou não aprovados. Todo esse processo é realizado mesmo que na fase de escolha o fornecedor já tenha passado por uma cadeia extensa, crítica e severa de aprovação.

Em geral, a empresa e seus fornecedores não participam de ações de compreensão dos requisitos do cliente final. O contato mais próximo com o cliente final acontece em decorrência de problemas nos produtos, a empresa focal recebe as reclamações e, neste caso, procura o fornecedor com as evidências e é aberto um processo com vários documentos, incluindo plano de ação, reação e contenção.

A empresa realiza o mapeamento do fluxo de valor da cadeia de suprimentos, através de reuniões com as áreas envolvidas com o objetivo de aumentar a eficiência, identificando possíveis gargalos ou oportunidades de melhoria que permitam uma melhor utilização dos recursos internos. Essas ações também refletem na implantação da metodologia *Kaizen*, em fatores como, melhorias de embalagem, redução da quantidade de peças por caixa, mudança de rotas e de pontos de entrega.

Em relação aos métodos de produção, a empresa trabalha com o sistema puxado, tendo como base não só o *just in time*, como também o *just in sequence*, sistema no qual entrega os produtos já sequenciados com a linha de montagem da empresa focal. Para tanto, trabalha com um sistema de informação *online*, para manter todo o processo puxado. Dessa forma, toda a informação é eletrônica e automática. Semanalmente a empresa focal divulga a sua programação via EDI (*Electronic Data Interchange*), quando essa informação chega, analisa-se primeiramente se há alguma inconsistência nos dados. Depois de validada, a programação entra, o MRP é rodado e a programação é enviada para os fornecedores, também via EDI. Essa informação também aciona a manufatura interna. Com os fornecedores localizados geograficamente distantes a empresa trabalha com formação de estoques e política de ressuprimento, que podem ser variar dependendo da distância do seu fornecedor.

Em geral, para cada produto há apenas um fornecedor, ou seja, a empresa limita a base de fornecimento para apenas alguns fornecedores estratégicos. Só acontece de ter mais de um fornecedor por produto quando, por exemplo, um fornecedor se tornou financeiramente insuficiente para atender ao volume solicitado. Então, torna-se necessário o desenvolvimento de um outro fornecedor. Faz parte da política de negociação com os fornecedores, o relacionamento de longo prazo. Esta é uma condição comercial, uma vez que ao desenvolver-se um fornecedor, ele investe em equipamentos, com base no volume de compras repassado por ano. Para a manutenção desse relacionamento são utilizados critérios como a qualidade no produto, qualidade do atendimento, *knowhow*, expertise, saúde financeira, responsabilidade social e flexibilidade.

Há uma relação de confiança com os fornecedores, mas ainda assim, esporadicamente ocorrem problemas quanto ao cumprimento de prazos ou quantidade. Quando isso ocorre, é gerado um débito automaticamente para o fornecedor por ter causado divergências do que foi solicitado.

4.2.3 Fornecedor FP2

O fornecedor FP2 está localizado na própria planta da empresa focal e fornece componentes automotivos para a montadora, como por exemplo, o sistema de suspensão, os tanques plásticos de combustível e o conjunto de pedais do carro. A empresa entrega diariamente seus componentes na linha de montagem da empresa focal.

Assim como a empresa focal, a empresa possui equipe de desenvolvimento e qualidade de fornecedor que busca desenvolver um trabalho de melhoria contínua juntamente com os fornecedores no sentido de buscar resolver problemas que venham a surgir. A equipe de melhoria contínua da empresa focal também pode ajudar a resolver problemas juntamente com seu fornecedor. Porém, a maioria dos casos em que ocorre esse desenvolvimento com ações de melhorias estas são realizadas com os fornecedores que são considerados como fornecedores-chave.

A empresa e seus fornecedores participam do processo de desenvolvimento dos produtos da empresa focal, buscando alinhar da melhor forma possível produto e processamento. A padronização de processos logísticos é considerada um quesito importante, trabalhando fortemente em questões relacionadas a embalagens, com desenvolvimento conjunto de embalagens padronizadas viáveis tanto para a empresa como para o fornecedor. Outra preocupação importante dentro de melhorias de embalagens é a redução de desperdícios, a embalagem deve proporcionar integridade física do produto, evitar manuseios desnecessários com peças, ou seja, o objetivo principal é fazer embalagens que saiam do fornecedor e já possam ser introduzidas na linha de produção. Outra prática utilizada pela empresa e seus fornecedores com o objetivo de reduzir estoques é a utilização do sistema de *milk run*, que consiste na coleta programada de peças diretamente no fornecedor. Todas essas melhorias e redução de desperdícios para a empresa são identificadas através da prática de mapeamento e fluxo de valor tanto da logística externa como da logística interna.

Com relação à programação da produção e envio de ordens de compra para os fornecedores a empresa utiliza como base a informação da previsão de vendas que recebe da

empresa focal. A partir da previsão do fornecedor é calculado o número de *kanbans* e os níveis de estoque mínimo e máximo. Então é através do *kanban* que se dispara um pedido de entrega dos fornecedores. Esse acompanhamento é realizado em planilhas eletrônicas. Como forma de facilitar o planejamento do fornecedor, a mesma informação da previsão de vendas é compartilhada para que ele possa ir adequando sua produção antecipadamente, mas o fornecedor só pode enviar peças com a confirmação da sua puxada de materiais. Dessa forma, a empresa mantém um reduzido nível de estoque, que puxa ordens de compra para reposição de estoque mediante necessidade. Devido à distância de localidade do fornecedor, a empresa considera que não utiliza sistema de entregas *just in time* por ser necessário manter um estoque superior a 3 dias.

A empresa utiliza a prática de limitar a base de fornecimento para alguns fornecedores estratégicos, possuindo apenas um fornecedor para cada tipo de produto, considerando que no geral possui baixa quantidade de fornecedores com relacionamentos de longo prazo.

Quando vai ocorrer a troca de modelo de carro, empresa se preocupa em evitar itens obsoletos tanto para a empresa como para sua cadeia de fornecedores, então solicita a informação dos níveis de estoque tanto de produto acabado, como de matéria-prima dos fornecedores, juntamente com seus níveis de estoque, repassando para a empresa focal as quantidades de materiais que precisam ser consumidas antes da troca de modelo, como base para a negociação com a empresa focal de arcar com os custos dos mesmos.

A empresa considera o papel da troca de informações para o relacionamento na cadeia como uma forma de garantir o bom fornecimento das peças e materiais. Atualmente não mantém elevado nível de implementação de recursos de compartilhamento de informações, mas a empresa está investindo para em breve melhorar sua comunicação.

4.2.4 Fornecedor FL

O fornecedor FL é um fornecedor local que está localizado a aproximadamente 85 km de distância da planta da empresa focal e fornece toda a estrutura do sistema de exaustão dos carros. São diversos modelos de escapamentos que se diferenciam de acordo com o tipo de carro e o motor. A empresa envia diariamente seus caminhões para um centro de distribuição (CD) do fornecedor na planta da empresa focal, onde é realizado todo o sequenciamento de peças de acordo com a linha de montagem da empresa focal. Portanto, sua frequência de entrega de materiais é diária.

A empresa promove o contato com seus fornecedores com o objetivo de resolver qualquer problema que venha a acontecer, esse contato pode ser através de visitas ou por telefone e *e-mail*. As visitas tanto ao fornecedor quanto à planta podem ocorrer por vários motivos como, qualidade de peça, ajuste de produção e ajuste do processo produtivo. Um assunto bastante tratado dentro da logística é com relação a melhorias de embalagens. Essa preocupação com embalagens é grande, pois quando adequadas otimizam espaços no transportes reduzindo custos de fretes, facilitam o manuseio das peças e garantem a integridade da peça. Atualmente, a empresa está trabalhando conjuntamente com os fornecedores para substituir a maioria das embalagens de papelão por embalagens plásticas. Outro fator bastante discutido é o alinhamento da programação de materiais para garantir a entrega dos materiais programados, visto que a empresa trabalha com estoques reduzidos e a maioria de seus fornecedores estão localizados a grandes distâncias. Assim, tem que garantir as entregas semanais dentro dos prazos estabelecidos, com as quantidades estabelecidas. O fator distância dificulta a realização de visitas constantes.

Quando novas peças são introduzidas no processo produtivo da empresa focal, é necessário um grande trabalho de ajuste de processo e validação de peças seja desenvolvido juntamente com os fornecedores para estabelecer um padrão entre a empresa e seus fornecedores seja em relação a peças, componentes e processos de produção. Esse processo é chamado de processo de aprovação de peça de produção (PPAP). O desenvolvimento desse processo é uma das formas de certificar-se que a qualidade é construída desde o início do processo e mesmo após esse certificado são realizadas inspeções de peças nos lotes entregues. Essas inspeções são realizadas nos laboratório de metrologia da fábrica que verifica se todas as dimensões da peça estão dentro das tolerâncias exigidas. Ao identificar problemas com as peças, aciona-se uma equipe que visita o fornecedor para verificar o seu processo em busca de ajustes que venham a solucionar o problema detectado. Essa equipe é parte integrante de outra unidade central da empresa. Apesar de existir esse processo de ajustes entre a empresa e seus fornecedores ainda não ocorreu o desenvolvimento conjunto de conhecimentos, capacidades e habilidades, nem treinamento entre eles.

A empresa sempre busca padronizar seus processos logísticos, utilizando padronizações de embalagens, padronizações nas frequências de entregas, padronização das informações enviadas, padronização das formas de carga e descarga, entre outros.

Atualmente foi desenvolvido um mapeamento de fluxo de valor da cadeia de suprimentos da empresa de forma a reduzir as atividades que não agregam valor. Neste

trabalho foi identificada a oportunidade de substituir as rotas de entregas de fornecedores pelo sistema *milk run*, um planejamento de entrega no qual uma transportadora executa a coleta dos materiais nos fornecedores de forma programada, em quantidades estipuladas. Dessa forma, reduz-se estoques, tornam os *lead times* mais previsíveis e otimiza a taxa de ocupação do veículo, ao invés de ser transportadas as peças por vários caminhões cada um com grandes quantidades de uma determinada peça. É utilizado apenas um caminhão transportando variedades de peças, ou seja, sempre buscando ter o menor custo operacional possível, seja custo de frete, custo de estoque e custo de não qualidade. Esse processo foi implementado e está funcionando de forma padronizada. Neste processo os principais indicadores monitorados são custos logísticos e qualidade de entrega.

A empresa trabalha fortemente para reduzir desperdícios. Além da redução de desperdício de transportes conseguida através da reformulação da logística, a empresa conseguiu reduzir pela metade a quantidade de estoques que a empresa possuía, e para ela essa é uma atividade constante. Outro fator de análise constante é em relação a qualidade. Com relação a reclamação de clientes, a empresa recebe o *feedback* dos consumidores finais através da empresa focal, ou seja, as concessionárias transmitem as reclamações dos clientes finais para a montadora que por sua vez aciona os fornecedores, para que assim possam solucionar os problemas.

A empresa utiliza o MRP como um sistema que permite disparar as ordens de compra do fornecedor, ou seja, recebem da empresa focal sua programação, alimentam o sistema e a partir disso solicita a necessidade de materiais para os seus fornecedores. A programação de materiais é enviada semanalmente utilizada também de base para a programação de entrega dos fornecedores. Utiliza-se uma política de estoques pequenos com alta frequência de entregas, mas devido à localização de seus fornecedores, o estoque não chega a ser totalmente *just in time*. O risco de se trabalhar *just in time* é muito alto, então mantem-se uma pequena quantidade em estoque para cobrir eventualidades.

Como forma de limitar a base de seu fornecimento para alguns fornecedores estratégicos, a empresa possui fornecedores únicos para a maioria de suas peças. Muitos fornecedores são únicos para todas as unidades da empresa, inclusive em alguns deles são realizadas compras conjuntas para todas as unidades. Além da qualidade e a confiança no fornecedor, outro fator que permite o relacionamento de longo prazo é a questão do investimento em ferramental de trabalho para os fornecedores. Em alguns casos a empresa precisa investir em ferramental para o fornecedor.

4.3 VALIDAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO PROPOSTO

Para a validação empírica do modelo proposto neste trabalho, este modelo foi aplicado com o objetivo de avaliar o nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos descrita. Com esse objetivo, foi realizada a descrição da aplicação de cada passo conforme a descrição do modelo realizado no Capítulo 3.

Passo 1.1: Identificação de fatores de avaliação da produção enxuta em cadeia de suprimentos.

Conforme abordado na descrição do modelo, os fatores e seus respectivos subfatores de avaliação da produção enxuta em cadeia de suprimentos foram identificados com base na literatura, como pode ser observado no Quadro 34.

Passo 1.2: Determinação das escalas de avaliação.

Conforme abordado na descrição do modelo, as escalas de avaliação utilizadas para avaliar as inter-relações entre os fatores e subfatores, como também avaliar as inter-relações entre as empresa foram identificadas conforme

Quadro 33. Já para a avaliação da quantificação dos subfatores de avaliação, foi utilizada a escala de avaliação representada no Quadro 32 apresentada no capítulo 3.

Passo 2.1: Identificação das empresas da cadeia de suprimentos.

Conforme mencionado anteriormente, a aplicação empírica do modelo foi direcionada a análise principal de uma empresa montadora da indústria automotiva. Portanto, essa empresa montadora é considerada a empresa focal da cadeia de suprimentos e a partir dela foi possível determinar as demais empresas de sua cadeia de suprimentos. Devido à restrição de tempo para desenvolvimento deste estudo, limitou-se à quantidade de 4 empresas para aplicação do modelo, neste caso, a empresa focal e mais três empresas fornecedoras. Por meio de uma entrevista ao Gestor de Logística da empresa focal, foi indagado quais seriam as demais empresas para compor o escopo da aplicação do modelo. Assim, foram identificadas as empresas Fornecedor FP1, Fornecedor FP2, Fornecedor FL.

Passo 2.2: Avaliação das inter-relações entre os fatores e entre os subfatores.

A avaliação para identificação e quantificação das inter-relações de influência entre os fatores e entre os subfatores de análise, foi desenvolvida através de uma entrevista realizada junto ao Gestor da Logística da empresa focal. Para a entrevista foi utilizado o roteiro de entrevista disponível no Apêndice A, no qual o entrevistado foi solicitado a indicar a forma

como os fatores se relacionavam entre si e como os subfatores se relacionam entre si, através de perguntas respondidas com base na escala qualitativa de avaliação indicada. Dessa forma, foi possível estruturar os dígrafos de cada fator composto pelos subfatores e suas relações e o dígrafo de avaliação da empresa composto pelos fatores e suas relações que serão demonstrados na etapa de representação gráfica e matricial dos dígrafos.

Passo 2.3: Avaliação das inter-relações entre as empresas identificadas.

A avaliação para identificação e quantificação das relações de influência entre as empresas analisadas, foi desenvolvida através de entrevistas realizadas junto aos Gestores de Logística de cada empresa. Para cada entrevista foi utilizado o roteiro de entrevista disponível no Apêndice B no qual o entrevistado foi solicitado a indicar como sua empresa era influenciada pelas demais empresas através de perguntas respondidas com base na escala qualitativa de avaliação indicada. Dessa forma foi possível estruturar o dígrafo de avaliação da cadeia composto pelas empresas e suas relações que será demonstrado na etapa de representação gráfica e matricial dos dígrafos.

Passo 2.4: Representação gráfica e matricial dos dígrafos.

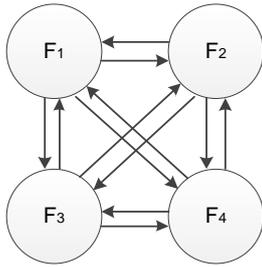
Após desenvolvimento dos passos anteriores foi possível representar os sistemas e subsistemas dos dígrafos e suas respectivas matrizes, como também representar nas matrizes os valores obtidos nas avaliações das inter-relações desenvolvidas nos passos 2.2 e 2.3. A Figura 11 expõe a representação gráfica e matricial do dígrafo do sistema dos fatores e suas inter-relações. Nesta figura MGF significa matriz geral dos fatores. As Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15 apresentam as representações gráficas e matriciais dos dígrafos dos subsistemas: Melhoria Contínua, Redução de Perdas, Gestão de Fornecedores e Integração da Cadeia.

A Figura 16 apresenta a representação gráfica e matricial do dígrafo do subsistema do subfator F41 - Compartilhamento de informações, com seus subfatores e suas inter-relações. A Figura 17 apresenta a representação gráfica e matricial do dígrafo do sistema da cadeia de suprimentos, com seus subfatores e suas inter-relações.

Passo 2.5: Determinação das escalas de classificação.

O modelo permite a avaliação de cada fator, a avaliação da empresa através do sistema de fatores e a avaliação da cadeia. Então foram calculadas as escalas de avaliação para todas essas avaliações.

Figura 11 - Representação gráfica e matricial do dígrafo dos fatores de avaliação



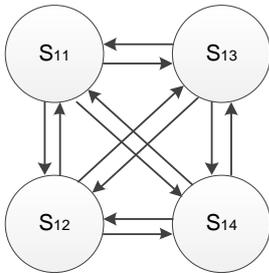
$$MGF = \begin{bmatrix} F_1 & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & F_2 & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & F_3 & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & F_4 \end{bmatrix} \Rightarrow MGF = \begin{bmatrix} F_1 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & F_2 & 5 & 5 \\ 4 & 5 & F_3 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & F_4 \end{bmatrix}$$

Legenda:

- F1 - Melhoria contínua;
- F2 - Redução de perdas;
- F3 - Gestão de fornecedores;
- F4 - Integração da cadeia.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 12 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F₁ - Melhoria contínua



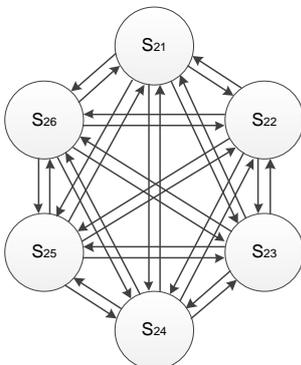
$$MF_1 = \begin{bmatrix} S_{11} & r_{12}^1 & r_{13}^1 & r_{14}^1 \\ r_{21}^1 & S_{12} & r_{23}^1 & r_{24}^1 \\ r_{31}^1 & r_{32}^1 & S_{13} & r_{34}^1 \\ r_{41}^1 & r_{42}^1 & r_{43}^1 & S_{14} \end{bmatrix} \Rightarrow MF_1 = \begin{bmatrix} S_{11} & 5 & 4 & 5 \\ 5 & S_{12} & 4 & 5 \\ 5 & 3 & S_{13} & 3 \\ 4 & 3 & 3 & S_{14} \end{bmatrix}$$

Legenda:

- S11 - Programa de melhoria contínua/Kaizen;
- S12 - Desenvolvimento e melhoria de produtos;
- S13 - Formação e qualificação de recursos humanos;
- S14 - Controle da qualidade - zero defeitos

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F₂ - Redução de perdas



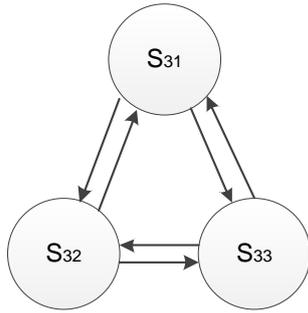
$$MF_2 = \begin{bmatrix} S_{21} & r_{12}^2 & r_{13}^2 & r_{14}^2 & r_{15}^2 & r_{16}^2 \\ r_{21}^2 & S_{22} & r_{23}^2 & r_{24}^2 & r_{25}^2 & r_{26}^2 \\ r_{31}^2 & r_{32}^2 & S_{23} & r_{34}^2 & r_{35}^2 & r_{36}^2 \\ r_{41}^2 & r_{42}^2 & r_{43}^2 & S_{24} & r_{45}^2 & r_{46}^2 \\ r_{51}^2 & r_{52}^2 & r_{53}^2 & r_{54}^2 & S_{25} & r_{56}^2 \\ r_{61}^2 & r_{62}^2 & r_{63}^2 & r_{64}^2 & r_{65}^2 & S_{26} \end{bmatrix} \Rightarrow MF_2 = \begin{bmatrix} S_{21} & 2 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 2 & S_{22} & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 2 & S_{23} & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & S_{24} & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & S_{25} & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 5 & S_{26} \end{bmatrix}$$

Legenda:

- S21 - Padronização de processos da cadeia;
- S22 - Identificação de valor para o cliente final da cadeia;
- S23 - Mapeamento de fluxo de valor da cadeia;
- S24 - Ações de redução de desperdícios na cadeia;
- S25 - Sistema de produção puxada;
- S26 - Política de entregas just-in-time.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 14 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F₃ - Gestão de fornecedores



$$MF_3 = \begin{bmatrix} S_{31} & r_{12}^3 & r_{13}^3 \\ r_{21}^3 & S_{32} & r_{23}^3 \\ r_{31}^3 & r_{32}^3 & S_{33} \end{bmatrix} \Rightarrow MF_3 = \begin{bmatrix} S_{31} & 5 & 5 \\ 5 & S_{32} & 5 \\ 5 & 5 & S_{33} \end{bmatrix}$$

Legenda:

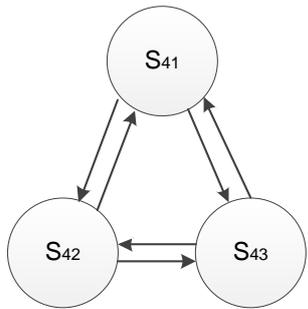
S31 - Racionalização de fornecedores;

S32 - Utilização de política de seleção de fornecedores;

S33 - Relacionamentos de longo prazo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 15 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do fator F₄ - Integração da cadeia



$$MF_4 = \begin{bmatrix} S_{41} & r_{12}^4 & r_{13}^4 \\ r_{21}^4 & S_{42} & r_{23}^4 \\ r_{31}^4 & r_{32}^4 & S_{43} \end{bmatrix} \Rightarrow MF_4 = \begin{bmatrix} S_{41} & 4 & 4 \\ 4 & S_{42} & 4 \\ 4 & 4 & S_{43} \end{bmatrix}$$

Legenda:

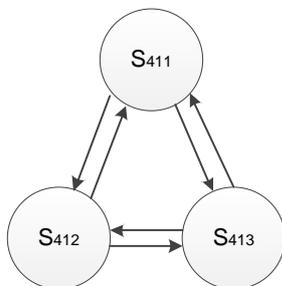
S₄₁ - Compartilhamento de informações;

S₄₂ - Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados;

S₄₃ - Comprometimento e confiança.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16 - Representação gráfica e matricial do dígrafo do subfator F₄₁ - Compartilhamento de informações



$$MS_{41} = \begin{bmatrix} S_{411} & r_{12}^{41} & r_{13}^{41} \\ r_{21}^{41} & S_{412} & r_{23}^{41} \\ r_{31}^{41} & r_{32}^{41} & S_{413} \end{bmatrix} \Rightarrow MS_{41} = \begin{bmatrix} S_{411} & 4 & 4 \\ 4 & S_{412} & 4 \\ 4 & 4 & S_{413} \end{bmatrix}$$

Legenda:

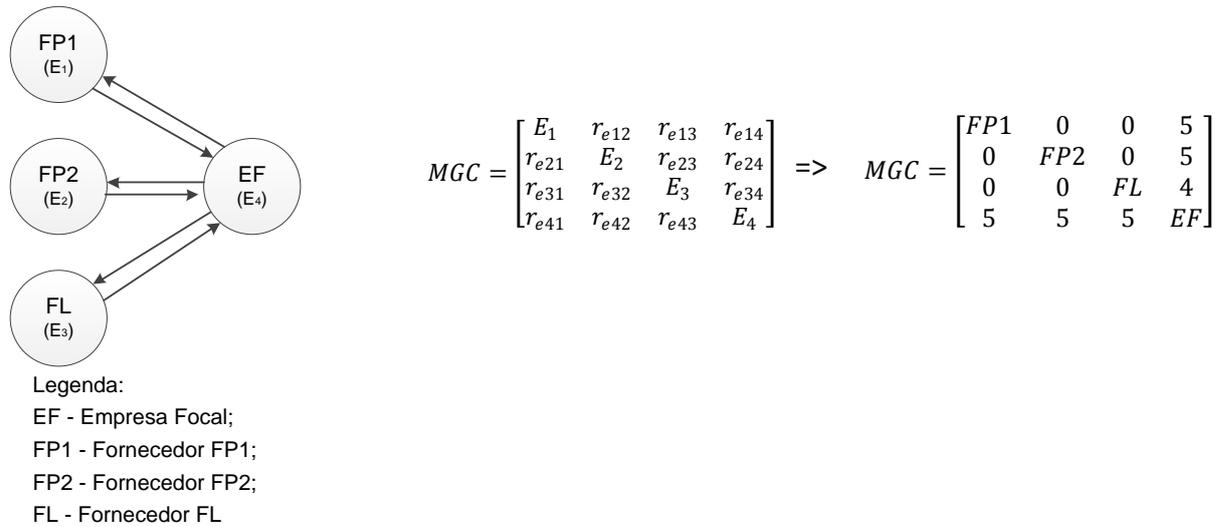
S411 - Compartilhamento de informações de controle de estoques;

S412 - Compartilhamento de informações de previsão de vendas;

S413 - Compartilhamento de informações de planejamento da produção e de materiais.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 - Representação gráfica e matricial do dígrafo da cadeia



$$MGC = \begin{bmatrix} E_1 & r_{e12} & r_{e13} & r_{e14} \\ r_{e21} & E_2 & r_{e23} & r_{e24} \\ r_{e31} & r_{e32} & E_3 & r_{e34} \\ r_{e41} & r_{e42} & r_{e43} & E_4 \end{bmatrix} \Rightarrow MGC = \begin{bmatrix} FP1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & FP2 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & FL & 4 \\ 5 & 5 & 5 & EF \end{bmatrix}$$

Fonte: Elaborado pela autora.

Para calcular o intervalo composto pelos valores máximos, intermediários e mínimos de variação, substituiu-se os valores das diagonais das matrizes representadas no passo 2.4 desta Etapa pelos valores de 0 à 9, em seguida foi calculado o permanente de cada uma das matrizes. Então, para encontrar o ponto mínimo da escala de avaliação do fator F1 - Melhoria contínua, substituiu-se na matriz MF1 o valor considerado como pior situação de implementação dos seus subfatores que, neste caso, é o valor “0”. Calculou-se o permanente da matriz, conforme observado:

$$Per(MF_1) = \begin{bmatrix} S_{11} & 5 & 4 & 5 \\ 5 & S_{12} & 4 & 5 \\ 5 & 3 & S_{13} & 3 \\ 4 & 3 & 3 & S_{14} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_1) = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 0 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 0 & 3 \\ 4 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix} = 2325$$

Então “2325” é o menor valor da escala de avaliação do fator F1 - Melhoria contínua. O mesmo cálculo foi realizado substituindo todos os valores da diagonal principal por 1, depois substituindo os valores da diagonal principal por 2 e assim por diante, até o 9. Os resultados encontrados são os pontos da escala de avaliação do fator F1 - Melhoria Contínua.

O mesmo procedimento foi realizado para a matriz do fator F2 - Redução de perdas, e para a matriz do fator F3 - Gestão de fornecedores, substituiu a diagonal principal por 0, o valor do cálculo do permanente é o menor ponto da escala, conforme pode ser observado:

$$Per(MF_2) = \begin{bmatrix} S_{21} & 2 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 2 & S_{22} & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 2 & S_{23} & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & S_{24} & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & S_{25} & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 5 & S_{26} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_2) = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 2 & 0 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 2 & 0 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 0 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 0 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 5 & 0 \end{bmatrix} = 66250$$

$$Per(MF_3) = \begin{bmatrix} S_{31} & 5 & 5 \\ 5 & S_{32} & 5 \\ 5 & 5 & S_{33} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_3) = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 5 \\ 5 & 0 & 5 \\ 5 & 5 & 0 \end{bmatrix} = 250$$

Para encontrar os demais pontos da escala de avaliação do fator, o mesmo processo foi realizado substituindo a diagonal por 1 até o 9. Para o fator F4 - Integração da cadeia foi preciso calcular o permanente da matriz do subfator S41 antes de substituir os demais valores por 0, conforme pode ser observado:

$$Per(MS_{41}) = \begin{bmatrix} S_{411} & 4 & 4 \\ 4 & S_{412} & 4 \\ 4 & 4 & S_{413} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MS_{41}) = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} = 128$$

$$Per(MF_4) = \begin{bmatrix} S_{41} & 4 & 4 \\ 4 & S_{42} & 4 \\ 4 & 4 & S_{43} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_4) = \begin{bmatrix} Per(MS_{41}) & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_4) = \begin{bmatrix} 128 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} = 2176$$

Para encontrar os demais pontos da escala de avaliação do fator, o mesmo cálculo foi feito substituindo a diagonal por 1 até 9. Para determinar o menor ponto da escala de avaliação da empresa, os valores resultantes do cálculo do permanente das matrizes MF1, MF2, MF3 e MF4 utilizando o valor “0” foram substituídos na diagonal principal da matriz geral dos fatores (MGF). Assim, o cálculo do permanente resultou na pior situação da avaliação da empresa:

$$Per(MGF) = \begin{bmatrix} F_1 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & F_2 & 5 & 5 \\ 4 & 5 & F_3 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & F_4 \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MGF) = \begin{bmatrix} Per(F_1) & 5 & 4 & 5 \\ 5 & Per(F_2) & 5 & 5 \\ 4 & 5 & Per(F_3) & 5 \\ 5 & 5 & 5 & Per(F_4) \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Per(MGF) = \begin{bmatrix} 2325 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 6625 & 5 & 5 \\ 4 & 5 & 250 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 2176 \end{bmatrix} = 8,39 \times 10^{14}$$

Os demais valores dos permanentes das matrizes dos fatores variando de 1 a 9, foram substituídos da mesma forma, determinando assim todos os pontos da escala de avaliação da empresa. Para encontrar o pior ponto da escala de avaliação da cadeia, substituiu-se o valor encontrado para o menor ponto de avaliação da empresa na diagonal principal na matriz geral da cadeia (MGC), conforme observado a seguir:

$$Per(MGC) = \begin{bmatrix} E_1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & E_2 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & E_3 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & E_4 \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MGC) = \begin{bmatrix} Per(MGF) & 0 & 0 & 5 \\ 0 & Per(MGF) & 0 & 5 \\ 0 & 0 & Per(MGF) & 4 \\ 5 & 5 & 5 & Per(MGF) \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow Per(MGC) = \begin{bmatrix} 8,39 \times 10^{14} & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 8,39 \times 10^{14} & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 8,39 \times 10^{14} & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 8,39 \times 10^{14} \end{bmatrix} = 4,93 \times 10^{59}$$

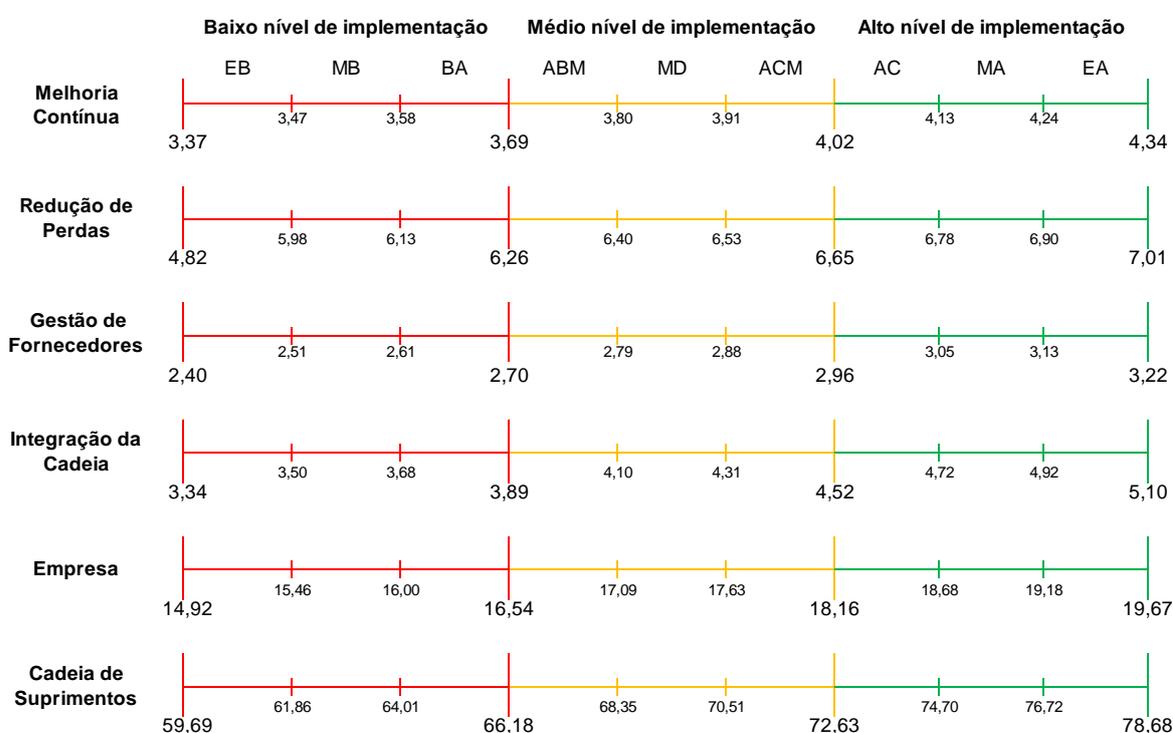
Desta forma o valor “ $4,93 \times 10^{59}$ ” é o menor valor da escala de avaliação da cadeia. Para encontrar os demais pontos da escala de avaliação da cadeia, o mesmo procedimento foi realizado utilizando os demais pontos encontrados na escala de avaliação da empresa.

Todos os valores encontrados no desenvolvimento deste passo podem ser observados conforme mostra Tabela 1.

Conforme se observa na Tabela 1, muitos valores são grandes para a apresentação de resultados. Então, de forma a facilitar a avaliação foi utilizado o cálculo da aplicação da função logaritmo em todos os valores para determinar as escalas. Todos esses pontos foram utilizados para definição dos intervalos de classificação. A avaliação entre os pontos dos resultados utilizando os valores de 0 a 3 são classificados como nível de implementação baixa. Já a avaliação entre os pontos dos resultados utilizando os valores de 3 a 6 são classificados como nível de implementação parcial. Por fim, a avaliação entre os pontos resultados dos cálculos utilizando os valores de 6 a 9 são classificados como nível de implementação alto. Dessa forma, determinou-se as escalas de avaliação, conforme mostra a

Figura 18.

Figura 18 - Escalas de avaliação



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1 - Valores encontrados nos cálculos dos permanentes das matrizes

Per(matriz)	Valores atribuídos às diagonais das matrizes									
	NE 0	EB 1	MB 2	BA 3	ABM 4	MD 5	ACM 6	AC 7	MA 8	EA 9
Per (MF ₁)	2325	2966	3823	4932	6353	8170	10491	13448	17197	21918
Per (MF ₂)	66250	950296	1333584	1840024	2505316	3375000	4506976	5974744	7871364	10314136
Per (MF ₃)	250	326	408	502	614	750	916	1118	1362	1654
Per (MS ₄₁)	128	177	232	299	384	493	632	807	1024	1289
Per (MF ₄)	2176	3169	4832	7699	12544	20501	33184	52807	82304	125449
Per (MGE)	$8,38 \times 10^{14}$	$2,91 \times 10^{15}$	$1,01 \times 10^{16}$	$3,51 \times 10^{16}$	$1,23 \times 10^{17}$	$4,24 \times 10^{17}$	$1,44 \times 10^{18}$	$4,74 \times 10^{18}$	$1,52 \times 10^{19}$	$4,69 \times 10^{19}$
Per (MGF)	$4,93 \times 10^{59}$	$7,19 \times 10^{61}$	$1,02 \times 10^{64}$	$1,51 \times 10^{66}$	$2,26 \times 10^{68}$	$3,23 \times 10^{70}$	$4,27 \times 10^{72}$	$5,06 \times 10^{74}$	$5,30 \times 10^{76}$	$4,84 \times 10^{78}$

Legenda: EB - Excepcionalmente baixo; MB - Muito baixo; BA - Baixo; ABM - Abaixo da média; MD - Média; ACM - Acima da média; AC - Alto; MA - Muito alto; EA - Excepcionalmente alto; NE - Não existe.

Fonte: Elaborado pela autora.

Passo 3.1: Quantificação do grau de implementação de cada subfator

A quantificação do grau de implementação foi desenvolvida com os dados coletados através de entrevistas realizadas. Para cada entrevista foi utilizado o roteiro de entrevista disponível no Apêndice C, no qual os entrevistados foram solicitados a indicar a forma como suas empresas implementavam os subfatores na relação com seus fornecedores através de perguntas abertas relacionadas àquele subfator específico. Ao final, o entrevistado indicava a avaliação de implementação para o subfator através de perguntas respondidas com base na escala qualitativa de avaliação indicada. As perguntas abertas foram utilizadas como forma de guiar uma avaliação mais assertiva. Desse modo, antes de definir a avaliação quantitativa, os entrevistados forneciam informações de natureza qualitativa que ajudavam a conduzir e a justificar a avaliação.

Assim, foi possível coletar os dados necessários de avaliação de implementação de cada subfator em cada empresa, conforme demonstra Quadro 37.

Passo 3.2: Cálculo do permanente das matrizes de cada sistema - Avaliação de fatores

Para cada empresa, os dados determinados para os subfatores no passo 3.1 desta etapa foram substituídos nas matrizes dos fatores representadas no passo 2.4 na Etapa 2 do modelo e calculou-se o permanente das matrizes. Para a empresa focal, o cálculo do índice de avaliação dos fatores pode ser observado conforme demonstrado a seguir:

Avaliação do fator F_1 - Melhoria contínua para empresa focal:

$$Per(MF_1) = \begin{bmatrix} S_{11} & 5 & 4 & 5 \\ 5 & S_{12} & 4 & 5 \\ 5 & 3 & S_{13} & 3 \\ 4 & 3 & 3 & S_{14} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_1) = \begin{bmatrix} 7 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 6 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 3 & 3 & 7 \end{bmatrix} = 10901$$

$$F_1 = \log(10901) = 4,04$$

Avaliação do fator F_2 - Redução de perdas para empresa focal:

$$Per(MF_2) = \begin{bmatrix} S_{21} & 2 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 2 & S_{22} & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 2 & S_{23} & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & S_{24} & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & S_{25} & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 5 & S_{26} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_2) = \begin{bmatrix} 7 & 2 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 2 & 5 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 2 & 6 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 7 & 5 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 6 & 5 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 5 & 6 \end{bmatrix} = 4350184$$

$$F_2 = \log(4350184) = 6,64$$

Quadro 37 - Quantificação do grau de implementação de cada subfator

Subfatores da cadeia de suprimentos enxuta		Empresa Focal		Fornecedor FP1		Fornecedor FP2		Fornecedor FL	
S ₁₁	Programa de melhoria contínua/Kaizen	AC	7	EA	9	MD	5	AC	7
S ₁₂	Desenvolvimento e melhoria de produtos	ACM	6	EA	9	ACM	6	MA	8
S ₁₃	Formação e qualificação de recursos humanos	MD	5	AC	7	MA	8	NE	0
S ₁₄	Controle da qualidade - zero defeitos	AC	7	EA	9	MD	5	MA	8
S ₂₁	Padronização de processos da cadeia	AC	7	MD	5	ACM	6	AC	7
S ₂₂	Determinação de valor para o cliente final da cadeia	MD	5	NE	0	MA	8	NE	0
S ₂₃	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia	ACM	6	MD	5	ACM	6	MA	8
S ₂₄	Ações de redução de desperdícios na cadeia	AC	7	AC	7	BA	3	MA	8
S ₂₅	Sistema de produção puxada	ACM	6	EA	9	ACM	6	MA	8
S ₂₆	Política de entregas <i>just-in-time</i>	ACM	6	NE	0	MB	2	MA	8
S ₃₁	Racionalização de fornecedores	AC	7	EA	9	MA	8	MA	8
S ₃₂	Utilização de política de seleção de fornecedores	EA	9	EA	9	MA	8	MA	8
S ₃₃	Relacionamentos de longo prazo	MA	8	EA	9	MA	8	AC	7
S ₄₁	Compartilhamento de informações	-	-	-	-	-	-	-	-
S ₄₁₁	Compartilhamento de informação de controle de estoques	MD	5	NE	0	MD	5	NE	0
S ₄₁₂	Compartilhamento de informação de previsão de vendas	ACM	6	BA	3	MA	8	MA	8
S ₄₁₃	Compartilhamento de informação de planejamento da produção e de materiais	ACM	6	EA	9	MA	8	MA	8
S ₄₂	Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados	AC	7	MA	8	ACM	6	BA	3
S ₄₃	Comprometimento e confiança	AC	7	AC	7	MD	5	MA	8

Legenda: EB - Excepcionalmente baixo; MB - Muito baixo; BA - Baixo; ABM - Abaixo da média; MD - Média; ACM - Acima da média; AC - Alto; MA - Muito alto; EA - Excepcionalmente alto; NE - Não existe.

Fonte: Elaborado pela autora.

Avaliação do fator F₃ - Gestão de fornecedores para empresa focal:

$$Per(MF_3) = \begin{bmatrix} S_{31} & 5 & 5 \\ 5 & S_{32} & 5 \\ 5 & 5 & S_{33} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_3) = \begin{bmatrix} 7 & 5 & 5 \\ 5 & 9 & 5 \\ 5 & 5 & 8 \end{bmatrix} = 1354$$

$$F_3 = \log(1354) = 3,13$$

Avaliação do fator F₄ - Integração da cadeia para empresa focal:

$$Per(MS_{41}) = \begin{bmatrix} S_{411} & 4 & 4 \\ 4 & S_{412} & 4 \\ 4 & 4 & S_{413} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MS_{41}) = \begin{bmatrix} 5 & 4 & 4 \\ 4 & 6 & 4 \\ 4 & 4 & 6 \end{bmatrix} = 580$$

$$Per(MF_4) = \begin{bmatrix} S_{41} & 4 & 4 \\ 4 & S_{42} & 4 \\ 4 & 4 & S_{43} \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_4) = \begin{bmatrix} Per(MS_{41}) & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MF_4) = \begin{bmatrix} 580 & 4 & 4 \\ 4 & 7 & 4 \\ 4 & 4 & 7 \end{bmatrix}$$

$$= 38052$$

$$F_4 = \log(38052) = 4,58$$

O valor obtido aplicando a função logaritmo no cálculo do permanente representa o índice de avaliação de cada fator que deve ser comparado com as escalas de avaliação. A avaliação dos fatores é mostrada após a conclusão do passo 3.3.

O mesmo procedimento foi realizado para as demais empresas, Fornecedor FP1, Fornecedor FP2 e Fornecedor FL. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Índice de avaliação dos fatores para cada empresa

	Empresa Focal	Fornecedor FP1	Fornecedor FP2	Fornecedor FL
Per (MF1)	4,04	4,28	4,03	3,88
Per (M2F)	6,64	6,18	6,61	6,37
Per (MF3)	3,13	3,22	3,13	3,10
Per (MS41)	2,76	2,51	2,89	2,58
Per (MF4)	4,58	4,37	4,56	4,19

Fonte: Elaborado pela autora.

Passo 3.3: Cálculo do permanente da matriz dos fatores - Avaliação da empresa

Após calcular os permanentes das matrizes dos fatores, substituiu-se os valores encontrados na matriz geral da empresa e calculou-se o permanente. Em seguida, aplicou-se a função logaritmo. Segue exemplo utilizando os dados da empresa focal:

$$Per(MGF) = \begin{bmatrix} F_1 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & F_2 & 5 & 5 \\ 4 & 5 & F_3 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & F_4 \end{bmatrix} \Rightarrow Per(MGF) = \begin{bmatrix} 10901 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 4350184 & 5 & 5 \\ 4 & 5 & 1354 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 38052 \end{bmatrix} = 2,44 \times 10^{18}$$

$$MGF_{FP1} = \log(2,44 \times 10^{18}) = 18,39$$

O valor obtido representa o índice de avaliação da empresa que deve ser comparado com a escala de avaliação da empresa. O mesmo procedimento foi realizado para as demais empresas e os resultados estão expostos na Tabela 3.

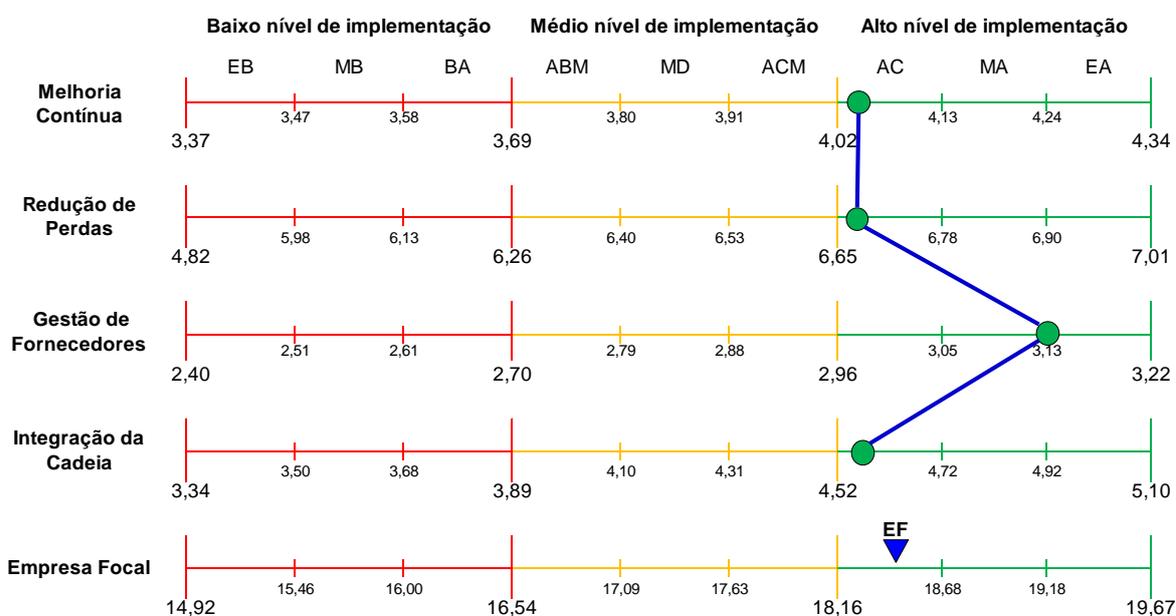
Tabela 3 - Índice de avaliação de cada empresa

	Empresa Focal	Fornecedor FP1	Fornecedor FP2	Fornecedor FL
Per (MGE)	$2,44 \times 10^{18}$	$1,11 \times 10^{18}$	$2,16 \times 10^{18}$	$3,54 \times 10^{17}$
Log (Per (MGE))	18,39	18,04	18,33	17,55

Fonte: Elaborado pela autora.

Finalizando a Etapa 3 do modelo, pode-se analisar a avaliação individual de cada empresa. De forma a facilitar a avaliação e torna-la mais dinâmica, as avaliações foram representadas visualmente. A avaliação geral da empresa focal e a avaliação dos seus fatores estão representadas na Figura 19.

Figura 19 - Avaliação da Empresa Focal



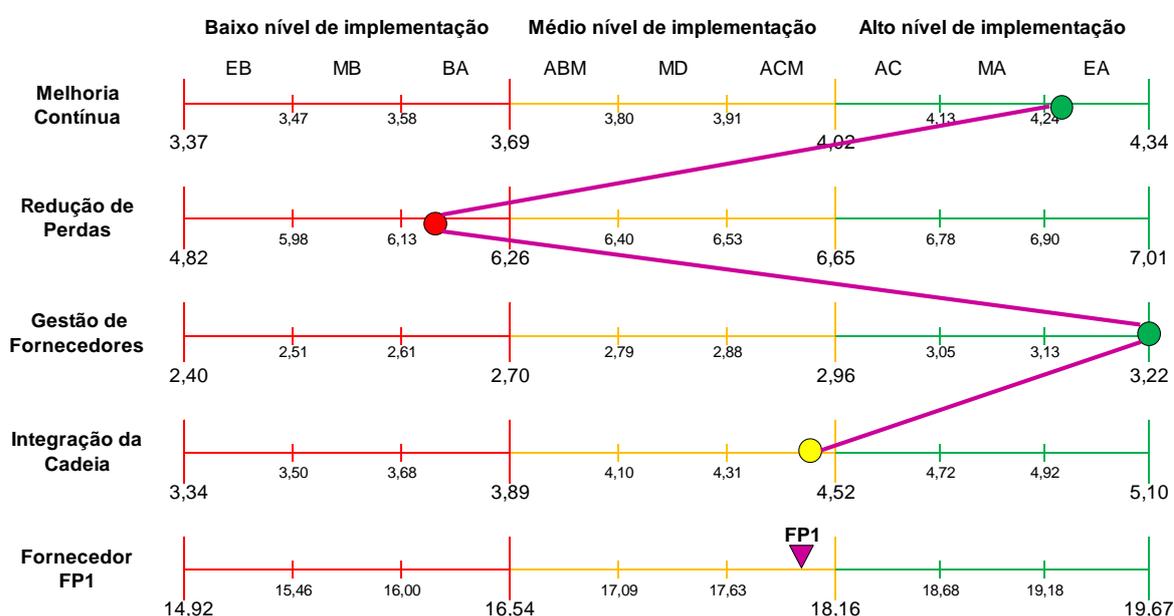
Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à avaliação dos fatores implementados, pode-se verificar na Figura 19 que a empresa focal possui alto nível de implementação dos fatores, sendo três deles, melhoria

contínua, redução de perdas e integração da cadeia, avaliados como uma implementação alta e o fator gestão de fornecedores considerado como uma implementação muito alta. A análise geral da empresa focal para o nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos foi considerada como sendo um alto nível de implementação.

A avaliação geral do Fornecedor FP1 e a avaliação dos seus fatores estão representadas na Figura 20.

Figura 20 - Avaliação da empresa Fornecedor FP1

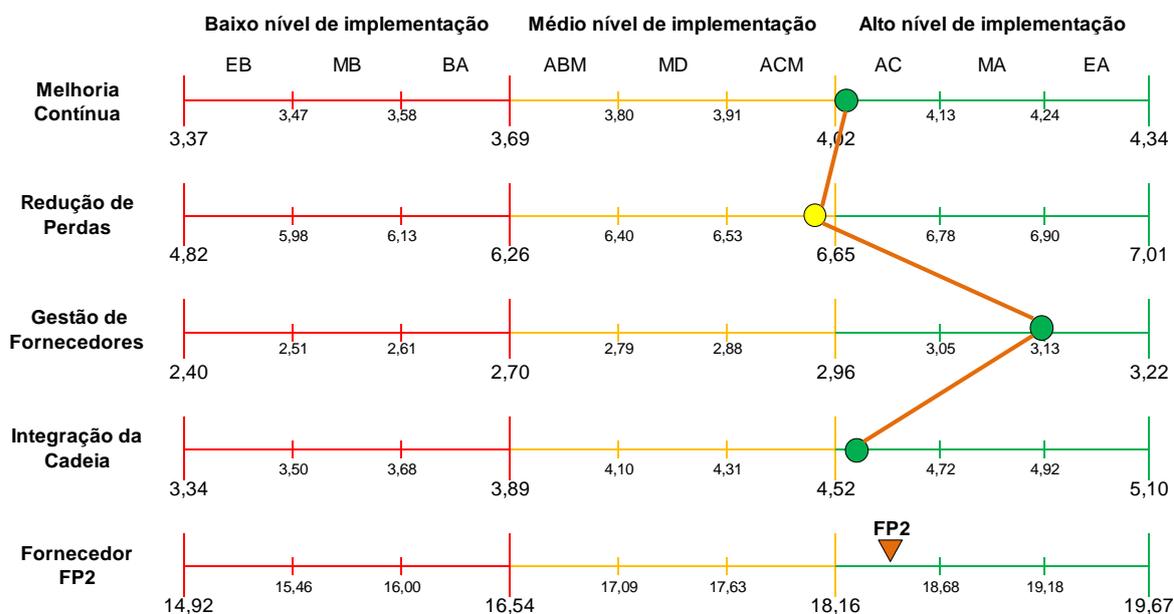


Fonte: Elaborado pela autora.

Observando a Figura 20, percebe-se que dois fatores, o fator melhoria contínua e o fator gestão de fornecedores, foram classificados como alto nível de implementação, dentro de uma avaliação excepcionalmente muito alta. Porém, para o fator redução de perdas o nível de implementação foi considerado muito baixo, o que neste caso contribuiu para uma avaliação geral da empresa possuir uma avaliação de médio nível de implementação. Conclui-se portanto que o fornecedor FP1 precisa incentivar a melhoria da redução de perdas como, por exemplo, incentivar a participação dos seus fornecedores na identificação de valor para o cliente final e o uso de políticas de recebimento *just-in-time*, que são os subfatores que obtiveram menores avaliações.

A avaliação geral do Fornecedor FP2 e a avaliação dos seus fatores estão representadas na Figura 21.

Figura 21 - Avaliação da empresa Fornecedor FP2



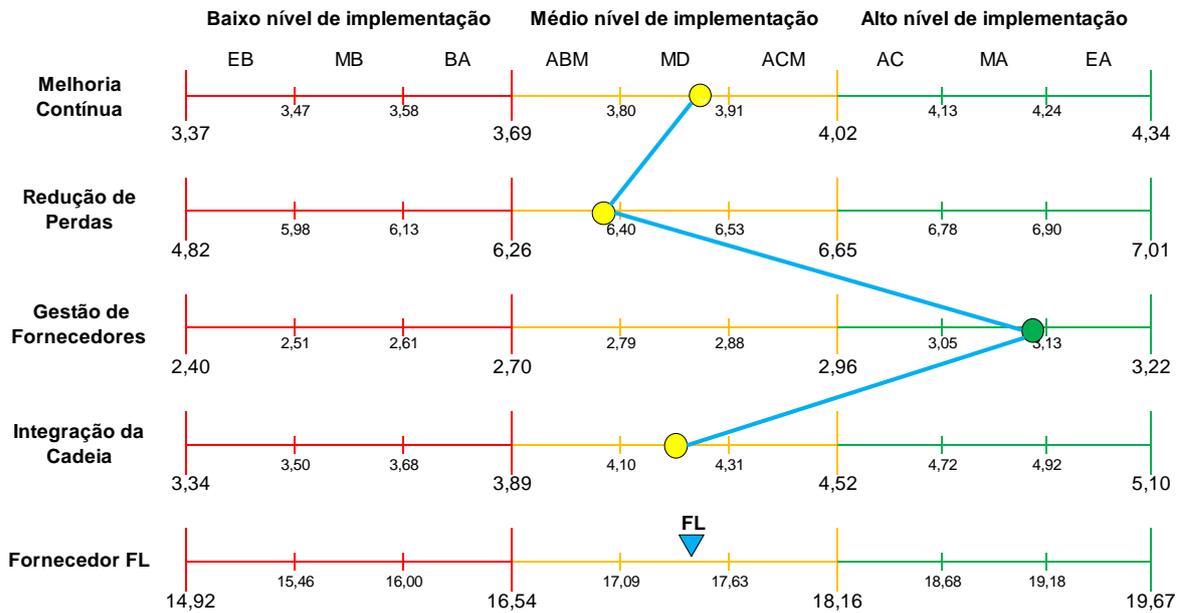
Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando a Figura 21, percebe-se que o Fornecedor FP2 possui alto nível de implementação dos fatores melhoria contínua, gestão de fornecedores e integração da cadeia, com exceção do fator redução de perdas que foi considerado como médio nível de implementação. No geral, a empresa foi avaliada por possuir um alto nível de implementação da produção enxuta no relacionamento com seus fornecedores, desta forma, contribuindo com a implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos.

A avaliação geral do Fornecedor FL e a avaliação dos seus fatores estão representadas na Figura 22.

Analisando a Figura 22 percebe-se que para o Fornecedor FL, a implementação da maioria dos fatores possuem um médio nível de implementação, o que contribui para a avaliação geral da empresa ser considerada também classificada como sendo um médio nível de implementação.

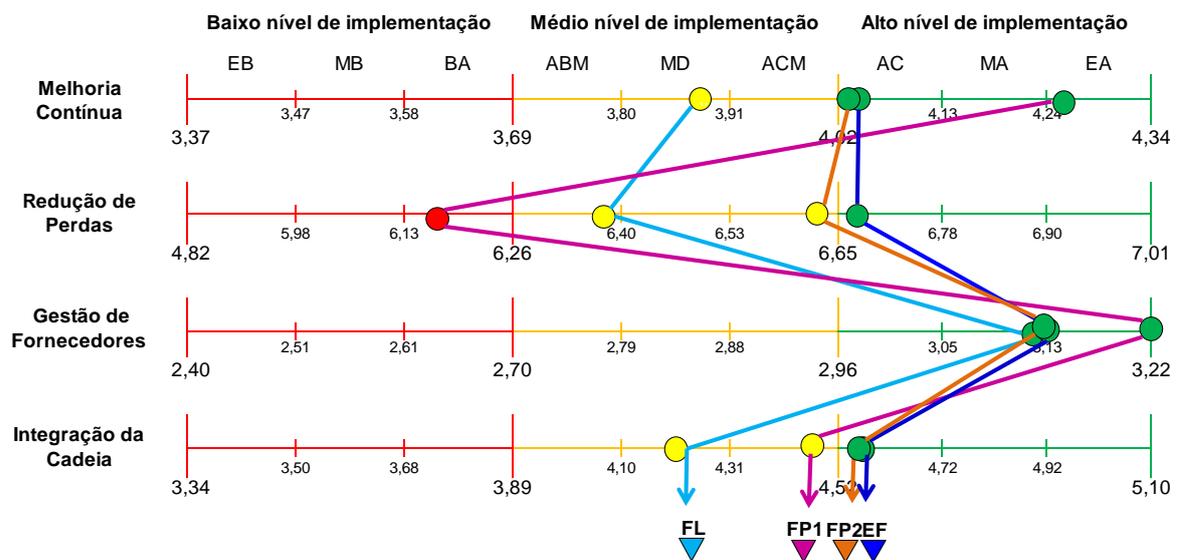
Figura 22 - Avaliação da empresa Fornecedor FL



Fonte: Elaborado pela autora.

Como forma de facilitar a visualização da avaliação do comportamento dos fatores de todas as empresas avaliadas, a Figura 23 ilustra a representação da avaliação dos fatores para as mesmas.

Figura 23 - Comparação das avaliações dos fatores das empresas analisadas



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Figura 23, pode-se perceber o comportamento na avaliação dos fatores. Fica evidenciado que, de uma forma geral para todas as empresas, o fator redução de perdas necessita de atenção especial na melhoria do seu nível de implementação.

Passo 4.1: Cálculo do permanente da matriz da cadeia - Avaliação da cadeia

Os valores obtidos após o cálculo do permanente do sistema de fatores para cada empresa, determinado no passo 3.3 da Etapa 3 do modelo, representarão os valores das diagonais que estavam faltando na matriz da cadeia. Dessa forma, esses valores foram substituídos na matriz e calculou-se o permanente da matriz do sistema. O valor obtido no cálculo do permanente representa o índice de avaliação do nível de implementação de produção enxuta na cadeia de suprimentos.

$$Per(MGC) = \begin{bmatrix} E_1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & E_2 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & E_3 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & E_4 \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Per(MGC) = \begin{bmatrix} Per(MGF_{FP1}) & 0 & 0 & 5 \\ 0 & Per(MGF_{FP2}) & 0 & 5 \\ 0 & 0 & Per(MGF_{FL}) & 4 \\ 5 & 5 & 5 & Per(MGF_{EF}) \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Per(MGC) = \begin{bmatrix} 1,11 \times 10^{18} & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 2,16 \times 10^{18} & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 3,54 \times 10^{17} & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 2,44 \times 10^{18} \end{bmatrix} = 2,07 \times 10^{72}$$

$$MGC = \log(2,07 \times 10^{72}) = 72,32$$

Passo 4.2: Classificação do nível de implementação produção enxuta na cadeia de suprimentos.

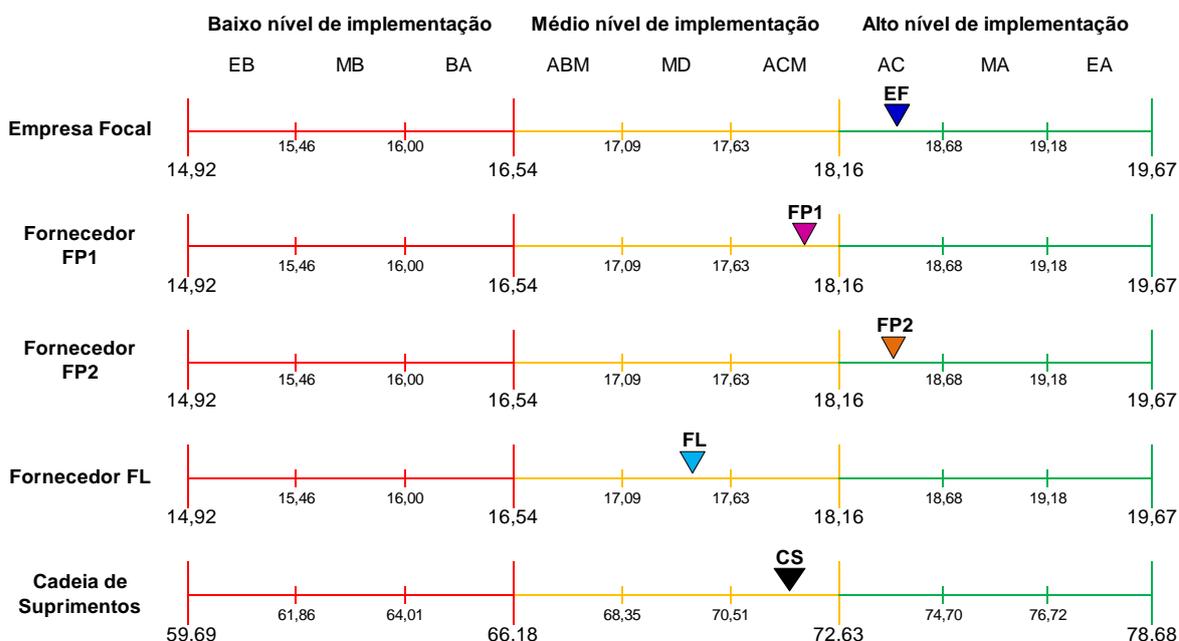
Por meio da análise do índice calculado no passo anterior, comparado com a escala de classificação da cadeia determinada no passo 2.5 da Etapa 2 do modelo, tem-se a avaliação final do nível de implementação de produção enxuta na cadeia de suprimentos.

De forma a permitir uma visão global da avaliação, a Figura 24 ilustra a representação esquemática da avaliação da cadeia de suprimentos descrita.

De uma maneira geral, pode-se concluir que o nível de implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos estudada se classifica como médio nível de implementação. Diante disso, é recomendável que a empresa focal estimule a implementação e a melhoria de atributos característicos da produção enxuta em cadeia de suprimentos representados pelos fatores de avaliação do modelo, a fim de melhorar o gerenciamento de toda a cadeia como

forma de alcançar bons resultados de desempenho. Comparando as avaliações, o fornecedor FL parecer ter mais dificuldade de implementar gestão em LSC do que os fornecedores FP.

Figura 24 - Avaliação da cadeia de suprimentos



Fonte: Elaborado pela autora.

A aplicação do modelo por meio dos estudos de caso, além de permitir uma análise a respeito da implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, também proporcionou uma melhor compreensão do funcionamento do modelo de avaliação, que será discutido nas seções seguintes.

4.4 DISCUSSÃO

Nesta seção são analisados os resultados da avaliação da cadeia de suprimentos e os resultados da aplicação. Por fim, algumas considerações sobre aplicabilidade do modelo e uma análise geral do modelo são explanadas nos tópicos a seguir.

4.4.1 Análise dos resultados da avaliação da cadeia de suprimentos

Analisando os resultados da avaliação da cadeia estudada, percebeu-se que foi condizente com a realidade presenciada, pois foi observado que a empresa focal já possuía uma ampla integração com seus fornecedores, se preocupando com a qualidade não apenas de seus processos, mas também com os processos dos fornecedores. Outra questão identificada é a presença de equipes que realizam trabalhos juntamente com os fornecedores, como forma de desenvolvê-los.

Outro fator importante a ser considerado é a utilização de um sistema de gestão da produção implementado pela empresa focal baseado em um acervo de boas práticas para aumentar a eficiência e a qualidade, que também é repassado para os seus fornecedores. Neste caso, espera-se que de uma maneira geral a avaliação da empresa focal pelo modelo seja melhor que as demais empresas, uma vez que a mesma se encontra num estágio mais avançado da utilização de práticas enxutas. Outra constatação é que as empresas da planta tendem a receber uma maior influência da propagação dessas práticas por estarem localizadas no mesmo parque industrial. Isso pode justificar um resultado de avaliação mais baixo para o Fornecedor FL, comparados aos demais fornecedores analisados.

Contudo, para a avaliação realizada para toda a cadeia de suprimentos foram levadas em consideração apenas quatro empresas. Ao se incluir mais empresas na análise, o comportamento do resultado global da cadeia pode ser modificado. Além de que, as empresas que fizeram parte da análise, são fornecedores diretos e próximos da empresa focal.

4.4.2 Análise geral do modelo proposto

Após a aplicação prática foi possível realizar algumas alterações na primeira versão do modelo proposto. Na primeira versão do modelo o objetivo inicial era que a empresa focal fosse capaz de identificar todas as inter-relações entre as empresas. Porém, algumas dificuldades de avaliação surgiram ao desenvolver a entrevista de avaliação das inter-relações entre as empresas, demonstrando que a forma planejada inicialmente não seria a mais adequada. Desta forma, foi necessária a realização da entrevista também com as demais empresas avaliadas. Com o objetivo de ser mais assertivo nas avaliações das inter-relações entre as empresas, optou-se por cada empresa realizar a avaliação das suas inter-relações. Nesse sentido, na primeira versão do modelo foi adicionado o passo 2.2 e passo 2.3 foi

alterado apenas o responsável para a avaliação, neste caso, a avaliação das inter-relações entre as empresas é realizada por todos os envolvidos.

Analisando o modelo de forma geral, percebe-se que o mesmo pode ser considerado um modelo de avaliação útil para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, ressaltando avaliações que orientam o desenvolvimento de ações voltadas para a melhoria do desempenho da mesma, tomando como premissa que o uso da produção enxuta traz benefícios.

Observou-se que Etapa 3 do modelo é adequada para demonstrar o comportamento do nível de implementação dos fatores, destacando quais fatores devem ser priorizados para cada empresa, levando em consideração as avaliações resultantes. Nesta etapa é gerada uma avaliação da implementação dos fatores referentes a cada empresa segundo três níveis: alto nível de implementação, médio nível de implementação e baixo nível de implementação, sendo possível visualizar se existem deficiências na implementação dos fatores. Isso torna possível estimular quais ações de melhoria precisam ser feitas com o objetivo de aumentar o grau de implementação dos mesmos, como também gerar um *feedback* para cada empresa da sua condição atual perante a maturidade da produção enxuta em sua cadeia de suprimentos.

Por fim, a última etapa do modelo (Etapa 4) é adequada para demonstrar a avaliação da implementação da produção enxuta na cadeia de suprimentos segundo três níveis: alto nível de implementação, médio nível de implementação e baixo nível de implementação, gerando o *feedback* para os gestores da sua condição atual da cadeia.

Vale ressaltar também que o modelo permite flexibilidade na identificação dos fatores de análise, sendo possível adicionar, retirar ou reorganizar os fatores conforme necessidades específicas de cada realidade. Considerando sua estrutura metodológica, o modelo também pode ser usado para outras aplicações, além da avaliação de LSC, como por exemplo, análise de colaboração em cadeias de suprimentos. Para tanto, é necessário elencar fatores de avaliação condizentes com o que se deseja avaliar.

4.4.3 Análise da aplicabilidade do modelo proposto

Com base nos resultados obtidos a partir da aplicação do modelo foi possível avaliar a sua aplicabilidade de acordo com os critérios de factibilidade, usabilidade e utilidade. Esses critérios foram sugeridos por Platts (1993) para avaliar procedimentos de formulação da estratégia de manufatura e podem ser adequados para quaisquer procedimentos gerenciais com a finalidade de aplicação prática. A factibilidade está relacionada com viabilidade do

modelo (O modelo pode ser utilizado na prática?), a usabilidade está relacionada aos elementos que garantem a sua aplicação (O modelo é fácil de usar?) e a utilidade está relacionada ao interesse potencial que ele pode gerar no meio empresarial (O modelo traz resultados relevantes?).

Analisando a **factibilidade**, o modelo se mostrou factível, pois revelou capacidade de ser aplicado dentro das condições dos relacionamentos entre as empresas da cadeia de suprimentos. As perguntas realizadas nas entrevistas se mostram de acordo com a realidade das empresas, mostrando que os dados necessários podem ser coletados para seguir no procedimento de avaliação. Todas as informações coletadas estavam disponíveis uma vez que todos os respondentes tinham segurança ao avaliar sobre o que se estava perguntando, mostrando conhecimento. Também é possível afirmar que o modelo pode ser utilizado também em outras cadeias de suprimentos, uma vez que os fatores de avaliação e a metodologia utilizada não são específicos da cadeia automotiva.

Demonstrando a **usabilidade**, o modelo proposto foi elaborado de forma que pudesse ser autoexplicativo para seus usuários, a sua descrição em forma de passos funciona como instruções de aplicação facilitando sua utilização. A ressalva é que para o uso do modelo são necessários conhecimentos básicos sobre o método GTA, o que nem sempre pode ser acessível para todos os usuários. Também podem surgir dificuldades no desenvolvimento da parte matemática que pode ser sanada com o uso de *softwares* adequados, tal como o utilizado para o desenvolvimento do modelo neste trabalho. De forma a aumentar sua usabilidade, o modelo pode ser transformado em um programa computacional que realize todos os passos referentes aos cálculos necessários, com os usuários alimentando apenas com as avaliações iniciais necessárias.

A **utilidade** do modelo pode ser evidenciada pela relevância dos resultados obtidos, face à possibilidade de avaliação do gerenciamento da cadeia de suprimentos por parte dos gestores como forma de direcionar melhor as ações para prioridades destacadas pela aplicação do modelo. O modelo incentiva o acompanhamento das avaliações resultados, contribuindo com a melhoria do gerenciamento da cadeia de suprimentos. De acordo com a relevância dos resultados, o modelo pode ser útil para a empresa focal, podendo suprir a necessidade de avaliação da cadeia de suprimentos.

Tanto os resultados de avaliação do modelo, como também o desenvolvimento do processo de construção dessa avaliação estimula os gerentes a desenvolver uma visão crítica

para as ações realizadas no relacionamento com sua cadeia de suprimentos, sendo útil em uma perspectiva gerencial.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O objetivo deste capítulo foi de apresentar a aplicação do modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, como forma de realizar a validação empírica do modelo proposto. Após a descrição da aplicação, o capítulo discutiu sobre a avaliação de resultados alcançados. Além disso, analisou a aplicabilidade do modelo segundo os critérios de factibilidade, usabilidade e utilidade.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Para estabelecer um fechamento para o trabalho realizado, este capítulo busca verificar se os objetivos da pesquisa foram atendidos e descrever as contribuições científicas alcançadas, as limitações do trabalho e recomendações de futuras pesquisas.

5.1 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS

Com a finalidade de alcançar o objetivo geral deste trabalho, foi desenvolvido um modelo de avaliação da implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos através da análise de fatores característicos utilizando a metodologia GTA para a sua operacionalização. Para o atendimento do objetivo geral deste trabalho foi necessário desenvolver os objetivos específicos. Portanto, é necessário examinar se os objetivos específicos foram atendidos. Dessa forma, cada objetivo é analisado a seguir.

- **Analisar, por meio da revisão da literatura, as características de cadeias de suprimentos enxutas.**

Por meio de uma revisão da literatura realizada através da análise do *portfólio* de pesquisa, composto por 36 artigos que foram selecionados por uma revisão sistemática, foi possível compreender melhor o tema produção enxuta em cadeias de suprimentos, como também, estabelecer as características de cadeias de suprimentos enxuta. Foram identificadas 18 características que fundamentaram a construção do modelo.

- **Estabelecer os fatores de avaliação relacionados às características de uma cadeia de suprimentos enxuta**

A partir da identificação das características de cadeias de suprimentos enxutas, observou-se que as mesmas poderiam ser utilizadas como fatores de avaliação sendo, portanto, utilizados para compor a base da estrutura de avaliação do modelo. Considerando o objetivo de avaliação, os atributos identificados foram agrupados em quatro fatores principais e os atributos foram considerados como subfatores de análise do modelo de avaliação do nível de implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos.

- **Validar o modelo desenvolvido por meio de estudos de caso em empresas de uma cadeia de suprimentos**

O modelo desenvolvido teve sua validação demonstrada por meio da aplicação em estudos de caso em uma cadeia de suprimentos do setor automotivo. Foram realizados quatro estudos de caso, considerando a análise da empresa focal e em três fornecedores de primeira camada da mesma. A partir da coleta de dados nos estudos de casos realizados, foi possível desenvolver uma aplicação do modelo, o que provou que o mesmo é capaz de avaliar o nível de implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos. Os resultados mostraram a aplicabilidade do modelo observando os requisitos de factibilidade, usabilidade e utilidade.

Dessa forma, de acordo com o exposto, os resultados da pesquisa demonstram que os objetivos específicos foram atendidos.

5.2 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

Considerando a literatura analisada sobre o tema produção enxuta em cadeias de suprimentos, foi possível verificar o predomínio de pesquisas que focam a análise para fatores isolados de cadeias de suprimentos enxutas. Também observou-se uma escassez de modelos de avaliação envolvendo os assuntos. Dessa forma, a principal contribuição desse trabalho foi o desenvolvimento de um modelo para avaliação do nível de implementação da produção enxuta em cadeias de suprimentos.

Alguns autores, como por exemplo Behrouzi e Wong (2013), até propuseram um método para avaliar o nível de utilização da produção enxuta em uma cadeia de suprimentos. Porém, esses autores utilizaram como fatores de avaliação medidas de desempenho que avaliam os resultados da aplicação da produção enxuta e não o nível de implantação de suas práticas. Zarei, Fakhrzad, e Paghaleh (2011), por sua vez, procuraram estabelecer uma correlação das medidas de desempenho com as práticas de produção enxuta, porém não se preocuparam em avaliar adequadamente o estágio de maturidade dessas práticas. Diferentemente desses autores, essa dissertação, com base em uma extensa revisão da literatura, estabeleceu fatores baseados nas características de uma cadeia de suprimentos enxuta. Essas características representam práticas que devem ser adotadas em direção à produção enxuta e que são objetos de avaliação propostos.

Outra contribuição se refere à utilização do GTA como ferramenta para modelar a avaliação da produção enxuta em cadeias de suprimentos, considerando a análise das inter-

relações entre os fatores. Behrouzi e Wong (2013) e Zarei, Fakhrzad, e Paghaleh (2011) usaram lógica *fuzzy*, AHP e QFD. Embora sejam úteis para a avaliação, essas ferramentas não consideram as inter-relações entre os fatores avaliados, tal como faz o GTA.

Em cadeias de suprimentos a literatura apresenta a utilização do GTA por Anand e Bahinipati (2012). Porém, a abordagem dos autores consistia em avaliar a colaboração da cadeia de suprimentos, e para isso desenvolveram uma análise envolvendo apenas um elo da cadeia. O modelo proposto permite avaliar quantos elos forem necessários, gerando ao final da avaliação um índice global do sistema avaliado.

Assim, pode-se dizer que este trabalho contribui para a literatura da área, ainda escassa no que se refere ao processo de avaliação da gestão da cadeia de suprimentos, como também na utilização da ferramenta GTA como forma de construir essa avaliação.

O método desenvolvido também fornece uma importante contribuição no que diz respeito aos fatores de avaliação utilizados no modelo, pois reuniu e apresentou atributos característicos de cadeias de suprimentos enxutas que podem fornecer um *framework* conceitual para diferentes pesquisas na área.

Em termos práticos, o modelo estabeleceu avaliações que fornecem suporte à tomada de decisão sobre a gestão da cadeia de suprimentos, ajudando aos gestores identificarem os fatores que devem ser implementados ou melhorados. Os fatores de avaliação também fornecem suporte aos gestores que desejam implementar a produção enxuta na cadeia de suprimentos, ajudando-os a identificar os fatores que devem existir em sua cadeia de forma a caracterizá-la como uma cadeia de suprimentos enxuta.

5.3 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

O desenvolvimento deste trabalho apresentou algumas limitações. Uma limitação foi encontrada no processo de seleção de artigos para compor o *portfólio* de pesquisa. No processo de seleção, alguns artigos foram excluídos por não estarem disponíveis para leitura em texto integral, os quais poderiam trazer contribuições importantes para o desenvolvimento da pesquisa.

Outra limitação está no desenvolvimento do estudo empírico, no qual foi utilizado um número reduzido de empresas para a avaliação da cadeia de suprimentos devido à limitação de tempo para a realização do estudo. Assim, para o desenvolvimento de novas pesquisas,

sugere-se a realização de trabalhos mais abrangentes em termos da quantidade de empresas envolvidas.

Além disso, os roteiros de entrevistas que foram desenvolvidos para auxiliar na avaliação do grau de implementação dos subfatores foram aplicados apenas em empresas com relações à montante da cadeia de suprimentos. Dessa forma, uma das sugestões seria avaliar também as relações à jusante da cadeia, sendo necessário fazer algumas adaptações nos roteiros de entrevistas utilizados.

Para avaliação do grau de implementação dos subfatores de análise foi utilizada a opinião de cada um dos entrevistados, sendo esta outra limitação da pesquisa. Embora os entrevistados tenham sido escolhidos por serem os principais decisores ligados à gestão da cadeia de suprimentos, poderiam ser desenvolvidos futuramente elementos para reduzir a subjetividade na avaliação. Assim, poderiam ser desenvolvidas métricas para cada subfator, como por exemplo, métricas de quantidade, frequência, dentre outros, que orientassem a atribuição da pontuação de avaliação.

Além das sugestões indicadas, pode-se aperfeiçoar a pesquisa no tema e o modelo de avaliação proposto nesta dissertação nas seguintes direções: (i) explorar o desenvolvimento de um modelo de avaliação que, além de avaliar a implementação de fatores característicos da produção enxuta em cadeias de suprimentos, também possa avaliar indicadores de desempenho que estejam ligados aos fatores; (ii) aplicar o modelo em uma outra cadeia de suprimentos automobilística com o objetivo de comparar resultados de uma mesma realidade; (iii) realizar a aplicação em cadeias de suprimentos de um setor diferente como forma validar a adequação do modelo em outras realidades; (iv) utilizar grupos de especialistas para avaliar as inter-relações entre os fatores e os subfatores de análise, oferecendo uma alternativa à condução da aplicação do método.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, A.; SHANKAR, R.; TIWARI, M. K. Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. **European Journal of Operational Research**, v. 173, n. 1, p. 211–225, ago. 2006.
- ALBINO, V.; CARBONARA, N.; GIANNOCARO, I. Supply chain cooperation in industrial districts: A simulation analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 177, n. 1, p. 261–280, fev. 2007.
- ANAND, G.; BAHINIPATI, B. K. Measuring horizontal collaboration intensity in supply chain: a graph-theoretic approach. **Production Planning & Control**, v. 23, n. 10-11, p. 801–816, out. 2012.
- ARLBJØRN, J. S.; FREYTAG, P. V.; HAAS, H. DE. Service supply chain management: A survey of lean application in the municipal sector. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 3, p. 277–295, 2011.
- ARONSSON, H.; ABRAHAMSSON, M.; SPENS, K. Developing lean and agile health care supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n. 3, p. 176–183, 3 maio 2011.
- AZEVEDO, S. G. et al. An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, n. 2012, p. 85–94, set. 2012.
- BANIHASHEMI, S. A. Improving supply chain performance : The strategic integration of lean and agile supply chain. **African Journal of Business Management**, v. 5, n. 17, p. 7557–7563, 2011.
- BAYKASOGLU, A. A review and analysis of “graph theoretical-matrix permanent” approach to decision making with example applications. **Artificial Intelligence Review**, v. 42, n. 4, p. 573–605, 30 set. 2012.
- BEHROUZI, F.; WONG, K. Y. An integrated stochastic-fuzzy modeling approach for supply chain leanness evaluation. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 68, n. 5-8, p. 1677–1696, 27 abr. 2013.
- BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876–940, jul. 2014.
- BLOKLAND, W. W. A. B. VAN et al. Measuring value-leverage in aerospace supply chains. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 8, p. 982–1007, 13 jul. 2012.
- BOZARTH, C. C. et al. The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance. **Journal of Operations Management**, v. 27, n. 1, p. 78–93, jan. 2009.
- BRUCE, M.; DALY, L.; TOWERS, N. Lean or agile: A solution for supply chain management in the textiles and clothing industry? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 2, p. 151–170, 2004.
- BRUUN, P.; MEFFORD, R. N. Lean production and the Internet. **International Journal of**

- Production Economics**, v. 89, n. 3, p. 247–260, jun. 2004.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A. (ORGANIZADOR). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CHAE, B. K.; OLSON, D.; SHEU, C. The impact of supply chain analytics on operational performance: a resource-based view. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 16, p. 4695–4710, 4 dez. 2013.
- CHEN, C. et al. Introducing Lean into the UK Highways Agency's supply chain. **PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS-CIVIL ENGINEERING**, v. 165, n. 5, p. 34–39, 1 maio 2012.
- CHEN, J. C.; CHENG, C.-H.; HUANG, P. B. Supply chain management with lean production and RFID application: A case study. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 9, p. 3389–3397, jul. 2013.
- CHRISTOPHER, M.; RYALS, L. J. The supply chain becomes the demand chain. **Journal of Business Logistics**, v. 35, n. 1, p. 29–35, 2014.
- CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Pesquisa de métodos mistos**. 2 ed. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.
- CSCMP, C. OF S. C. M. P. **Definition of Supply Chain Management**. Disponível em: <<https://cscmp.org/about-us/supply-chain-management-definitions>>. Acesso em: 26 out. 2015.
- DARVISH, M.; YASAEI, M.; SAEEDI, A. Application of the graph theory and matrix methods to contractor ranking. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 6, p. 610–619, 2009.
- DING, M. J. et al. Relationships between quality of information sharing and supply chain food quality in the Australian beef processing industry. **The International Journal of Logistics Management**, v. 25, n. 1, p. 85–108, 6 maio 2014.
- DOHN, K. The configurational approach in supply chain management (SCM) of steel goods. **Metalurgija**, v. 53, n. 2, p. 265–268, 2014.
- ERIKSSON, P. E. Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 5, p. 394–403, 10 ago. 2010.
- GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2004.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Revista Gestão e Produção**, v. 11, n. 1, p. 1–19, 2004.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. F. Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs): elementos chave e modelo conceitual. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p. 333–345, 2005.
- GURUMURTHY, A.; MAZUMDAR, P.; MUTHUSUBRAMANIAN, S. Graph theoretic approach for analysing the readiness of an organisation for adapting lean thinking. **International Journal of Organizational Analysis**, v. 21, n. 3, p. 396–427, 19 jul. 2013.

- HUEHN-BROWN, W. J.; MURRAY, S. L. Are Companies Continuously Improving Their Supply Chain? **Engineering Management Journal**, v. 22, n. 4, p. 3–10, 20 abr. 2010.
- JASTI, N. V. K.; KODALI, R. Lean production: literature review and trends. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 3, p. 867–885, 2015.
- KARLSSON, C.; ÅHLSTRÖM, P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 24–41, 1996.
- KISPERSKA-MORON, D.; HAAN, J. DE. Improving supply chain performance to satisfy final customers: “Leagile” experiences of a polish distributor. **International Journal of Production Economics**, v. 133, n. 1, p. 127–134, set. 2011.
- KRISHNAMURTHY, R.; YAUCH, C. A. Leagile manufacturing: a proposed corporate infrastructure. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 27, n. 6, p. 588–604, 2007.
- LACERDA, R. T. DE O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 59–78, 2012.
- LAZZAROTTO, E. **O desempenho da manufatura enxuta: o caso da empresa Ognibene, nas unidades de Caxias do Sul - Brasil e Reggio Emilia - Itália**. [s.l.] Universidade de Caxias do Sul, 2010.
- LEGUÍZAMO-DÍAZ, T. P.; MORENO-MANTILLA, C. E. Effect of competitive priorities on the greening of the supply chain with TQM as a mediator. **Dyna**, v. 81, n. 187, p. 240–248, 2014.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **The Toyota Way Fieldbook**. [s.l.] McGraw-Hill Companies, 2012.
- LIMA, M. L. S. C.; ZAWISLAK, P. A. A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. **Revista Produção**, v. 13, n. 2, p. 57–69, 2003.
- MALMBRANDT, M.; ÅHLSTRÖM, P. An instrument for assessing lean service adoption. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 9, p. 1131–1165, 16 ago. 2013.
- MEHRJERDI, Y. Z. Measuring the leanness of suppliers using principal component analysis technique. **The South African Journal of Industrial Engineering**, v. 23, n. 1, p. 130–138, 2011.
- MOYANO-FUENTES, J. et al. El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la búsqueda de la eficiencia: un análisis desde Lean Production y la integración electrónica de la cadena de suministro. **Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa**, v. 15, n. 3, p. 105–116, jul. 2012.
- MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M. Learning on lean: a review of thinking and research. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 5, p. 551–582, 2012.
- MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M.; MARTÍNEZ-JURADO, P. J.

- Cooperation in the supply chain and lean production adoption: Evidence from the Spanish automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 9, p. 1075–1096, 2012.
- MUDULI, K. et al. Barriers to green supply chain management in Indian mining industries: a graph theoretic approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, n. 1, p. 335–344, maio 2013.
- NAIM, M. M.; GOSLING, J. On leanness, agility and leagile supply chains. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 342–354, maio 2011.
- NARASIMHAN, R.; SWINK, M.; KIM, S. W. Disentangling leanness and agility: An empirical investigation. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 5, p. 440–457, set. 2006.
- NAYLOR, J. BEN; NAIM, M. M.; BERRY, D. Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 62, p. 107–118, 1999.
- NIEUWENHUYSE, I. VAN; VANDAELE, N. The impact of delivery lot splitting on delivery reliability in a two-stage supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 104, n. 2, p. 694–708, dez. 2006.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLHAGER, J.; PRAJOGO, D. I. The impact of manufacturing and supply chain improvement initiatives: A survey comparing make-to-order and make-to-stock firms. **Omega**, v. 40, n. 2, p. 159–165, abr. 2012.
- PEREZ, C. et al. Development of lean supply chains: a case study of the Catalan pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 1, p. 55–68, 2010.
- PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, v. 21, n. 2, p. 127–142, 2009.
- PHELPS, T.; HOENES, T.; SMITH, M. **Developing Lean Supply Chains A Guidebook**. [s.l.] The Boeing Company and Messier-Dowty Inc, 2003.
- PLATTS, K. W. A Process Approach to Researching Manufacturing Strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 13, n. 8, p. 4–17, 1993.
- QRUNFLEH, S.; TARAFDAR, M. Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 6, p. 571–582, 23 set. 2013.
- QRUNFLEH, S.; TARAFDAR, M. Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p. 340–350, jan. 2014.
- RAJESH, A.; NIKHIL, D.; VIVEK, S. Graph theoretic approach (GTA) – A Multi-Attribute Decision Making (MADM) Technique. **Research Journal of Engineering Sciences**, v. 2, n. 1, p. 50–53, 2013.
- RICH, N.; HINES, P. Supply-chain management and time-based competition: the role of the supplier association. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 27, n. 3/4, p. 210–225, abr. 1997.

- SAFAEI, M. An integrated multi-objective model for allocating the limited sources in a multiple multi-stage lean supply chain. **Economic Modelling**, v. 37, n. 1, p. 224–237, fev. 2014.
- SANTOS, R. F. DOS; ALVES, J. M. Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos. **Production**, v. 25, n. 1, p. 125–142, mar. 2014.
- SAURIN, T.; FERREIRA, C. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Revista Gestão e Produção**, v. 15, n. 3, p. 449–462, 2008.
- SHAHBAZKHAN, M. R.; SHAHRIARI, J. E.; NAJAFI, M. Identifying and evaluating effective factors on lean-agile supply chain. **Life Science Journal**, v. 9, n. 3, p. 1951–1961, 2012a.
- SHAHBAZKHAN, M. R.; SHAHRIARI, J. E.; NAJAFI, M. Identifying and evaluating effective factors on lean-agile supply chain. **Life Science Journal**, v. 9, n. 3, 2012b.
- SHAHIN, A.; JABERI, R. Designing an integrative model of leagile production and analyzing its influence on the quality of auto parts based on Six Sigma approach with a case study in a manufacturing company. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 3, p. 215–240, 2011.
- SHEHABUDEEN, N. et al. **Representing and approaching complex management issues: part 1- role and definition.** Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1923155>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev ed. Florianópolis: UFSC, 2005.
- SO, S.; SUN, H. Supplier integration strategy for lean manufacturing adoption in electronic-enabled supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 6, p. 474–487, 28 set. 2010.
- STAVRULAKI, E.; DAVIS, M. Aligning products with supply chain processes and strategy. **The International Journal of Logistics Management**, v. 21, n. 1, p. 127–151, 25 maio 2010.
- TAYLOR, D. H. Strategic considerations in the development of lean agri-food supply chains: a case study of the UK pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 11, n. 3, p. 271–280, maio 2006.
- VONDEREMBSE, M. A. et al. Designing supply chains: Towards theory development. **International Journal of Production Economics**, v. 100, n. 2, p. 223–238, abr. 2006.
- WAGNER, S. M.; NESHAT, N. Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory. **International Journal of Production Economics**, v. 126, n. 1, p. 121–129, jul. 2010.
- WARNECKE, H. J.; HÜSER, M. Lean production. **International Journal of Production Economics**, v. 41, n. 1-3, p. 37–43, out. 1995.
- WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 5, p. 335–341, 7 ago. 2009.
- WU, Y. C. Lean manufacturing: a perspective of lean suppliers. **International Journal of**

Operations & Production Management, v. 23, n. 11, p. 1349–1376, 2003.

ZACHER, D. W. **O suprimento enxuto e integrado: análise dos fornecedores de uma empresa brasileira fabricante de motores diesel**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

ZAREI, M.; FAKHRZAD, M. B.; PAGHALEH, M. J. Food supply chain leanness using a developed QFD model. **Journal of Food Engineering**, v. 102, n. 1, p. 25–33, jan. 2011.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE OS FATORES E ENTRE OS SUBFATORES DA PRODUÇÃO ENXUTA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Para responder as questões sobre o nível de influência de cada ponto abordado na entrevista, será utilizada a seguinte escala:

Sigla	Descrição
MFO	Muito Forte
FO	Forte
MD	Média
FR	Fraca
MFR	Muito Fraca
NE	Não existe influência

FATOR - MELHORIA CONTÍNUA

Melhoria Contínua		MFO	FO	MD	FR	MFR	NE
Qual o nível de influência do Programa de melhoria contínua/Kaizen sobre:							
a)	Desenvolvimento e melhoria de produtos						
b)	Formação e qualificação de recursos humanos						
c)	Controle da qualidade – zero defeitos						
Qual o nível de influência do Desenvolvimento e melhoria de produtos sobre:							
a)	Programa de melhoria contínua/Kaizen						
b)	Formação e qualificação de recursos humanos						
c)	Controle da qualidade – zero defeitos						
Qual o nível de influência da Formação e qualificação de recursos humanos sobre:							
a)	Programa de melhoria contínua/Kaizen						
b)	Desenvolvimento e melhoria de produtos						
c)	Controle da qualidade – zero defeitos						
Qual o nível de influência do Controle da qualidade – zero defeitos sobre:							
a)	Programa de melhoria contínua/Kaizen						
b)	Desenvolvimento e melhoria de produtos						
c)	Formação e qualificação de recursos humanos						

FATOR – REDUÇÃO DE PERDAS

Redução de perdas		MFO	FO	MD	FR	MFR	NE
Qual o nível de influência da Padronização de processos da cadeia sobre:							
a)	Determinação de valor para o cliente final da cadeia						
b)	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia						
c)	Redução de desperdícios na cadeia						
d)	Sistema de produção puxada						
e)	Política de entregas <i>just-in-time</i>						
Qual o nível de influência da Determinação de valor para o cliente final da cadeia sobre:							
a)	Padronização de processos da cadeia						
b)	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia						
c)	Redução de desperdícios na cadeia						
d)	Sistema de produção puxada						
e)	Política de entregas <i>just-in-time</i>						
Qual o nível de influência do Mapeamento de fluxo de valor da cadeia sobre:							
a)	Padronização de processos da cadeia						
b)	Determinação de valor para o cliente final da cadeia						
c)	Redução de desperdícios na cadeia						
d)	Sistema de produção puxada						
e)	Política de entregas <i>just-in-time</i>						
Qual o nível de influência da Redução de desperdícios na cadeia sobre:							
a)	Padronização de processos da cadeia						
b)	Determinação de valor para o cliente final da cadeia						
c)	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia						
d)	Sistema de produção puxada						
e)	Política de entregas <i>just-in-time</i>						
Qual o nível de influência do Sistema de produção puxada sobre:							
a)	Padronização de processos da cadeia						
b)	Determinação de valor para o cliente final da cadeia						
c)	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia						
d)	Redução de desperdícios na cadeia						
e)	Política de entregas <i>just-in-time</i>						
Qual o nível de influência da Política de entregas <i>just-in-time</i> sobre:							
a)	Padronização de processos da cadeia						
b)	Determinação de valor para o cliente final da cadeia						
c)	Mapeamento de fluxo de valor da cadeia						
d)	Redução de desperdícios na cadeia						
e)	Sistema de produção puxada						

FATOR – GESTÃO DE FORNECEDORES

Gestão de fornecedores		MFO	FO	MD	FR	MFR	NE
Qual o nível de influência da Racionalização de fornecedores sobre:							
a)	Utilização de política de seleção de fornecedores						
b)	Relacionamentos de longo prazo						
Qual o nível de influência da Utilização de política de seleção de fornecedores sobre:							
a)	Racionalização de fornecedores						
b)	Relacionamentos de longo prazo						
Qual o nível de influência da Relacionamentos de longo prazo sobre:							
a)	Racionalização de fornecedores						
b)	Utilização de política de seleção de fornecedores						

FATOR - INTEGRAÇÃO DA CADEIA

Integração da Cadeia		MFO	FO	MD	FR	MFR	NE
Qual o nível de influência do Compartilhamento de informações sobre:							
a)	Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados						
b)	Comprometimento e confiança						
Qual o nível de influência da utilização de Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados sobre:							
a)	Compartilhamento de informações						
b)	Comprometimento e confiança						
Qual o nível de influência do Comprometimento e confiança sobre:							
a)	Compartilhamento de informações						
b)	Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados						

SUBFATOR – COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES

Compartilhamento de informações		MFO	FO	MD	FR	MFR	NE
Qual o nível de influência do Compartilhamento de informações de controle de estoques sobre:							
a)	Compartilhamento de informações de previsão de vendas						
b)	Compartilhamento de informações de planejamento da produção e de materiais						
Qual o nível de influência da utilização de Compartilhamento de informações de previsão de vendas sobre:							
a)	Compartilhamento de informações de controle de estoques						

b)	Compartilhamento de informações de planejamento da produção e de materiais						
Qual o nível de influência do Compartilhamento de informações de planejamento da produção e de materiais sobre:							
a)	Compartilhamento de informações de previsão de vendas						
b)	Compartilhamento de informações de controle de estoques						

AVALIAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE OS FATORES

Fatores		MFO	FO	MD	FR	MFR	NE
Qual o nível de influência da Melhoria contínua sobre:							
a)	Redução de perdas						
b)	Gestão de fornecedores						
c)	Integração da cadeia						
Qual o nível de influência da Redução de perdas sobre:							
a)	Melhoria contínua						
b)	Gestão de fornecedores						
c)	Integração da cadeia						
Qual o nível de influência da Gestão de fornecedores sobre:							
a)	Melhoria contínua						
b)	Redução de perdas						
c)	Integração da cadeia						
Qual o nível de influência da Integração da cadeia sobre:							
a)	Melhoria contínua						
b)	Redução de perdas						
c)	Gestão de fornecedores						

APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA QUANTIFICAÇÃO DO GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DOS SUBFATORES

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Para responder as questões sobre o nível de implementação de cada ponto abordado na entrevista, será utilizada a seguinte escala:

Sigla	Descrição	Sigla	Descrição
NE	Não existe	MD	Média
EB	Excepcionalmente baixo	ACM	Acima da média
MB	Muito baixo	AC	Alto
BA	Baixo	MA	Muito alto
ABM	Abaixo da média	EA	Excepcionalmente alto

DESCRIÇÃO DO ENTREVISTADO E DA EMPRESA EM ANÁLISE

Dados do entrevistado

- Nome:
- Tempo na empresa:
- Cargo:
- Tempo no cargo:
- Principais funções desempenhadas:

Caracterização da empresa

- a) Ano de fundação da empresa.
- b) Porte da empresa.
- c) Número de unidades produtivas.
- d) Tempo de funcionamento da unidade.
- e) Linhas de produtos fabricados na unidade.
- f) Principais produtos fabricados na unidade.
- g) Número de empregados da unidade.
- h) Percentual da produção destinado à exportação.

FATORES E SUBFATORES DA PRODUÇÃO ENXUTA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

FATOR - MELHORIA CONTÍNUA

Programa de melhoria contínua/Kaizen

- 5) É comum que sejam feitas visitas aos fornecedores (ou vice-versa)? Em caso afirmativo, qual o objetivo destas?
- 6) A empresa e seus fornecedores trabalham regularmente em conjunto para resolver problemas?

7) Existe participação dos funcionários da empresa envolvidos com funcionários dos fornecedores em equipes de melhoria, com identificação e resolução de problemas? Explique.

8) Qual o nível de implementação de programas de melhoria contínua desenvolvidos (ou promovidos) pela empresa conjuntamente com seus fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Desenvolvimento e melhoria de produtos

9) Existem situações em que os fornecedores, através de seus funcionários e recursos produtivos, participam do desenvolvimento de produtos da empresa (ou vice-versa)? Explique.

10) Qual o nível de implementação de desenvolvimento de produtos em conjunto com fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Formação e qualificação de recursos humanos

11) Nas relações entre a empresa e seus fornecedores ocorre o desenvolvimento conjunto de conhecimentos, capacidades e/ou habilidades? Explique.

12) A empresa promove capacitações, treinamentos ou repasse de conhecimento para seus fornecedores (ou vice-versa)? Explique.

13) Qual o nível de implementação de capacitação e qualificação de recursos humanos entre a empresa e seus fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Melhoria da qualidade (controle da qualidade - zero defeitos)

14) Existe participação dos funcionários da empresa envolvidos no processo dos fornecedores (ou vice-versa) com o objetivo de promover a melhoria da qualidade nos processos, certificando-se que a qualidade é construída desde o início do processo? Explique.

15) Qual o nível de implementação de ações de melhoria da qualidade de processos desenvolvidos pela empresa conjuntamente com seus fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

FATOR – REDUÇÃO DE PERDAS

Padronização de processos da cadeia

16) Na relação entre a empresa e seus fornecedores existe padronização nas atividades desenvolvidas conjuntamente? E padronização nos processos logísticos? Explique.

17) Qual o nível de padronização dos processos logísticos entre a empresa e seus fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Identificação de valor para o cliente final da cadeia

18) Existem situações em que a empresa e seus fornecedores participam em conjunto de ações de compreensão dos requisitos do cliente final? Explique.

19) Qual o nível de pesquisa para compreensão dos requisitos do cliente final da cadeia em conjunto com fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Mapeamento de fluxo de valor da cadeia

20) A empresa realiza o mapeamento de fluxo de valor da cadeia de suprimentos, como forma de medir, avaliar e integrar as atividades buscando identificar aquelas que não agregam valor ao sistema? Explique.

21) A empresa realiza planos de ação para implantar os mapas do estado futuro, com designação de responsabilidades e prazos?

22) Qual o nível de implementação do mapeamento de fluxo de valor da cadeia de suprimentos, incluindo fornecedores e clientes?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Ações de redução de desperdícios na cadeia

23) A empresa realiza esforços de eliminação de desperdícios ou de atividades que não agregam valor ao produto ao longo da cadeia? Quais?

24) A empresa procura modificar políticas, procedimentos e práticas que produzem desperdícios? Quais?

25) Qual o nível de implementação de ações de redução de desperdícios ao longo da cadeia produtiva?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Sistema de produção puxada

26) Quais os mecanismos utilizados para disparar as ordens de compra do fornecedor?

27) Existe algum mecanismo que permite puxar a produção na cadeia de suprimentos, como por exemplo, o *kanban* de fornecedor?

28) Existe uma tendência estabelecida no sentido de puxar a produção a partir da demanda do cliente final?

29) Qual o nível de implementação do sistema de produção puxada ao longo da cadeia de suprimentos?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Política de entregas *just-in-time*

30) A empresa trabalha com políticas de lotes pequenos com recebimentos programáveis *just-in-time*, com o objetivo de reduzir estoques? Explique.

31) Qual o nível de implementação de políticas de recebimentos *just-in-time*?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

FATOR – RELACIONAMENTO DA CADEIA

Racionalização de fornecedores

32) A empresa procura reduzir a quantidade dos seus fornecedores e trabalhar mais com base no relacionamento de parceria?

33) A empresa utiliza a prática de limitar a base de fornecimento para alguns fornecedores estratégicos?

34) Para um mesmo insumo, a empresa utiliza fornecimento simples (apenas um fornecedor para cada insumo), fornecimento duplo (dois fornecedores para cada insumo) ou mais fornecedores?

35) Qual o nível de racionalização dos fornecedores utilizado pela empresa?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Política de seleção de fornecedores

36) Como ocorre (ou ocorreu) o processo de seleção dos fornecedores?

- Quais os principais critérios para a seleção de fornecedores?
- Os critérios são os mesmos para todos os insumos?
- Em que medida o cliente da empresa influencia nos critérios de seleção de fornecedores?

37) Qual o nível de implementação de políticas de seleção de fornecedores por parte da empresa?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Relacionamentos de longo prazo

38) A empresa estabelece relacionamentos de longo prazo com os seus fornecedores? Por quê?

39) Quais fatores a empresa julga que são atrativos para a manutenção do relacionamento de longo prazo com seus fornecedores?

40) Como a empresa avalia o seu relacionamento com os fornecedores?

41) Qual o nível de longevidade do relacionamento com os fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

FATOR - INTEGRAÇÃO DA CADEIA

Compartilhamento de informações

42) Considerando as relações da empresa com seus principais fornecedores, que tipos de informações são trocadas? Como por exemplo: informações de estoque, informações de previsão de vendas e/ou planejamento da produção.

43) Como essas informações são trocadas? Com que frequência?

44) Qual o papel da troca de informações para o relacionamento na cadeia?

45) O relacionamento com os fornecedores depende de mecanismos (confiança, confiabilidade, *etc.*) de colaboração no compartilhamento de informações e comunicação frequentes? Quais mecanismos seriam esses?

46) Qual o nível de compartilhamento de informação de nível de estoques com fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

47) Qual o nível de compartilhamento de informação de previsão de vendas com fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

48) Qual o nível de compartilhamento de informação de planejamento da produção e de materiais com fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Recursos de compartilhamento e gerenciamento de dados

49) É utilizado algum recurso de TI para compartilhamento e gerenciamento de dados entre fornecedores e a empresa? Por exemplo, ERP, o SAP e/ou *Advanced Planning and Scheduling Systems* (sistemas APS).

50) Qual o nível de implementação de recursos de TI para compartilhamento e gerenciamento de dados entre a empresa e seus fornecedores?

NE	EB	MB	BA	ABM	MD	ACM	AC	MA	EA
()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Comprometimento e confiança

51) Os fornecedores têm sido abertos e honestos em lidar com a empresa?

52) A empresa e os fornecedores sempre tentam manter as promessas realizadas?

