

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

FLORA MAGNA DO MONTE VILAR

**UM MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DO GRAU DE
IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO EM
UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA PARAIBANO**

**João Pessoa – PB
Fevereiro, 2014.**

FLORA MAGNA DO MONTE VILAR

**UM MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DO GRAU DE
IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO EM
UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Costa Santos

**João Pessoa – PB
Fevereiro, 2014.**

V697u Vilar, Flora Magna do Monte.

*Um método para avaliação do grau de
implementação da produção enxuta: aplicação em uma
empresa do setor calçadista paraibano / Flora Magna do
Monte Vilar.- João Pessoa, 2014.*

147f.

Orientador: Luciano Costa Santos

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT

FLORA MAGNA DO MONTE VILAR

**UM MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DO GRAU DE
IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO EM
UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luciano Costa Santos

(Orientador)

Departamento de Engenharia de Produção (CT/UFPB)

Prof. PhD Francisco Soares Másculo

(Examinador interno)

Departamento de Engenharia de Produção (CT/UFPB)

Prof. Dr. Fábio Walter

(Examinador externo)

Departamento de Administração (CCSA/UFPB)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me concedido a oportunidade de realizar o mestrado, por ter me dado coragem e determinação para suportar os obstáculos e por me capacitar para concluí-lo.

Agradeço especialmente a minha mãe Helena e minha irmã Kaiana pela compreensão, incentivo, carinho, paciência e apoio incondicional nos momentos difíceis, sobretudo por conseguirem transformar nossa casa em um lar harmonioso, apesar das tribulações, a fim de que eu pudesse concluir a dissertação.

Agradeço ao meu tio Edmundo e sua esposa Silvana por me acolherem com carinho em sua casa no período dos estudos em João Pessoa.

A toda a minha família, tios, tias e primos pelo apoio mesmo que à distância.

Agradeço ao meu orientador Luciano que me aconselhou não apenas na vida acadêmica, como também na vida pessoal, se mostrando sempre compreensivo e preocupado com meu bem estar. Sobretudo agradeço a sua orientação, paciência e disponibilidade.

Agradeço à professora Cláudia pela sua contribuição indireta e por todas as dicas de como escrever um trabalho de dissertação.

Aos meus amigos Alline, Livia e Leonardo pela companhia nas idas e vindas de Campina Grande à João Pessoa, pelas conversas jogadas fora e por compartilharem das mesmas angústias, medos, inseguranças e outras emoções que são comuns durante a dissertação. Agradeço também à Luanna, Mônica e Taíse pela amizade e pelos momentos de descontração que foram essenciais durante esse período.

Ao CNPQ, pelo auxílio financeiro durante a realização deste trabalho.

À Fabiana e demais profissionais da empresa pesquisada que disponibilizaram o seu tempo e experiência para contribuir com este trabalho.

E por último e mais importante, ao meu filho Pedro que ainda está no meu ventre, mas já exerce uma influência enorme sobre a minha vida e me proporciona garra para lutar pelos meus objetivos, me fazendo acreditar que sempre posso mais.

RESUMO

Este trabalho propõe um método de avaliação do progresso da Produção Enxuta nas empresas, levando em consideração a aderência do sistema produtivo avaliado em relação ao modelo ideal preconizado na literatura. Esta pesquisa considerou a premissa de que nem todas as práticas enxutas são universalmente aplicáveis e que por vezes é necessário realizar um estudo das possíveis modificações para que a Produção Enxuta se adapte ao sistema produtivo das organizações. Com base na revisão da literatura realizada foram detectados requisitos necessários para um método de avaliação da Produção Enxuta. Posteriormente, foram analisados diferentes métodos existentes e foi observado que nenhum deles atendia completamente a todos os requisitos. Assim, foi desenvolvido um novo método que atendesse aos requisitos propostos. O método proposto identifica a adequação do sistema produtivo das empresas à Produção Enxuta, avalia a implementação das práticas enxutas na empresa, analisa a relação das práticas com as características da organização e gera o grau relativo de implementação, o qual corresponde ao grau de implementação atual das práticas enxutas na empresa levando em consideração o grau de implementação que ela necessita possuir. Em seguida foi realizado um estudo de caso em uma organização do setor calçadista a fim de testar a aplicabilidade do mesmo. No estudo de caso foram realizadas entrevistas estruturadas com colaboradores da empresa diretamente ligados ao processo de implementação da Produção Enxuta. A partir do estudo de caso, foi possível concluir que o método proposto é adequado para os seus devidos fins, estabelecendo uma relação entre o sistema produtivo avaliado e o modelo ideal da Produção Enxuta. O método se mostrou capaz de identificar as características do sistema de produção analisado, avaliando quais práticas enxutas são necessárias e em qual grau de implementação. Além disso, foi possível constatar que o método é de fácil utilização e possui uma boa interação com os usuários.

Palavras-chave: Produção Enxuta, métodos de avaliação, sistema produtivo.

ABSTRACT

This paper proposes a method for evaluating the progress of Lean Production in companies, taking into account the adherence of the production system evaluated against the ideal model advocated in the literature. This research considered the premise that not all lean practices are universally applicable and that it is sometimes necessary to perform a study of possible modifications to the Lean Production System suits manufacturing organizations. Based on the literature review conducted requirements for a measurement of lean production were detected. Subsequently, various existing methods were analyzed and it was observed that none of them fully met all the requirements. Thus, we developed a new method that would meet the proposed requirements. The proposed method identifies the adequacy of the production system of the Lean Production companies, assesses the implementation of lean practices in the company, examines the relationship of practices to the characteristics of the organization and generates the relative degree of implementation, which corresponds to the current level of implementation of lean practices in the company taking into account the degree of implementation that need to possess her. Then a case study was conducted in an organization in the footwear industry in order to test the applicability of the same. In the case study structured company employees directly linked to the implementation of Lean Production process interviews were conducted. From the case study, it was concluded that the proposed method is suitable for their intended purposes, establishing a relationship between the estimated and the ideal production system model of Lean Production. The method was able to identify the characteristics of the production system analyzed by evaluating lean practices which are necessary and in what degree of implementation. Furthermore, it was found that the method is easy to use and has a good interaction with users.

Keywords: Lean Production, evaluation methods, production system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura metodológica.....	45
Figura 2 – Quantidade de artigos publicados por ano.....	57
Figura 3 – Arquitetura do modelo LEM.....	60
Figura 4 – Estrutura do modelo.....	63
Figura 5 – Indicadores do princípio de equipes multifuncionais.....	63
Figura 6 – Os princípios enxutos relacionados às três abordagens da Produção Enxuta	64
Figura 7 – Visão geral do método proposto.....	76
Figura 8 – Estrutura hierárquica do AHP.....	82
Figura 9 – Grau adequado de implementação.....	89
Figura 10 – Organograma da empresa.....	92
Figura 11 – Grau de implementação das práticas enxutas.....	97
Figura 12 – Grau adequado e absoluto de implementação.....	113
Figura 13 – Grau relativo implementação.....	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de artigos encontrados.....	46
Tabela 2 – Quantidade de artigos filtrados encontrados.....	46
Tabela 3 – Quantidade de artigos por periódico.....	58
Tabela 4 – Matriz de comparação dos critérios.....	82
Tabela 5 – Valores empíricos para IR.....	84
Tabela 6 – Matriz de comparação quadrada ilustrativa.....	85
Tabela 7 – Matriz de comparação normalizada 1.....	86
Tabela 8 – Matriz de comparação normalizada 2.....	86
Tabela 9 – Matriz de prioridades relativas.....	86
Tabela 10 – Grau de implementação adequado.....	88
Tabela 11 – Grau relativo de implementação.....	90
Tabela 12 – Nota de adequação da empresa.....	95
Tabela 13 – Fatores de ponderação da empresa.....	102
Tabela 14 – Grau relativo da empresa.....	108
Tabela 15 – Grau adequado por ordem decrescente.....	109
Tabela 16 – Grau relativo de implementação da empresa.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese das práticas enxutas.....	39
Quadro 2 – Pressupostos para a implementação da Produção Enxuta.....	42
Quadro 3 – Classificação dos métodos de avaliação da implementação da Produção Enxuta.....	52
Quadro 4 – Comparação dos modelos com os requisitos propostos.....	72
Quadro 5 – Etapas do método proposto.....	77
Quadro 6 – Características dos sistemas de produção.....	79
Quadro 7 – Escala fundamental de Saaty (1990) adaptada.....	82
Quadro 8 – Etapas do método AHP.....	84
Quadro 9 – Atividades realizadas no estudo de caso.....	94

LISTA DE SIGLAS

AHP - *Analytic Hierarchy Process*
CQs – Círculos de qualidade
CQZD – Controle da Qualidade Zero Defeitos
DEA – Análise Envoltória de Dados
DEMATEL – *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*
DSS – *Decision Support Systems*
FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*
IC – Índice de consistência
IR – Índice de consistência randômico
JIT – *Just in Time*
LAI – *Lean Aircraft Initiative*
LEM – *Lean Enterprise Model*
MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor
MPT – Manutenção Produtiva Total
OEE – *Overall Equipment Effectiveness*
PCP – Planejamento e Controle da Produção
PE – Produção Enxuta
RC – Razão de consistência
SAE – Society of Automotive Engineers
SMED – *Single Minute Exchange of Dies*
STP – Sistema Toyota de Produção
TPM – *Total Productive Maintenance*
TRF – Troca Rápida de Ferramentas
UTDA – Unidades Tomadoras de Decisões Atuais
UTDI – Unidades Tomadoras de Decisões Ideais

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Definição do tema e do problema de pesquisa.....	14
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1. Objetivo geral.....	16
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. Justificativa.....	17
1.4. Delimitação da pesquisa.....	19
1.5. Estrutura do trabalho.....	19
 CAPÍTULO 2 – PRODUÇÃO ENXUTA.....	 20
2.1. Origens da Produção Enxuta.....	20
2.2. Práticas da Produção Enxuta.....	22
2.2.1. <i>Just in time</i>	23
2.2.2. <i>Kanban</i>	24
2.2.3. Nivelamento da produção.....	25
2.2.4. Células de manufatura.....	26
2.2.5. Equipes multifuncionais.....	27
2.2.6. Autonomiação (<i>jidoka</i>).....	28
2.2.7. Operações padronizadas.....	29
2.2.8. Gerenciamento visual.....	30
2.2.9. Controle de Qualidade Zero Defeito.....	31
2.2.10. <i>Kaizen</i> / Melhoria contínua.....	32
2.2.11. Manutenção Produtiva Total.....	33
2.2.12. Troca Rápida de Ferramentas.....	34
2.2.13. Integração da cadeia de fornecedores.....	36
2.2.14. Desenvolvimento do produto enxuto.....	37
2.2.15. Mapeamento do Fluxo de Valor.....	38
2.3. Síntese das práticas da Produção Enxuta.....	38
2.4. Pressupostos para a implementação da Produção Enxuta.....	40
2.5. Considerações finais do capítulo.....	43
 CAPÍTULO 3 – MODELOS DE AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	 44
3.1. Pesquisas sobre a avaliação da implementação da Produção Enxuta.....	44
3.1.1. Levantamento bibliográfico.....	45
3.1.2. Parâmetros de classificação dos artigos	46
3.1.3. Contribuição dos modelos de avaliação da implementação da Produção Enxuta encontrados na literatura.....	47
3.1.4. Análise das publicações selecionadas.....	51
3.2. Descrição de modelos usuais de avaliação.....	58
3.2.1. Karlsson e Åhlström (1996).....	59
3.2.2. <i>Lean Enterprise Model</i> (LEM)	60
3.2.3. Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999).....	61
3.2.4. Sánchez e Pérez (2001).....	62
3.2.5. Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)	64
3.2.6. Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)	65
3.2.7. Nogueira e Saurin (2008).....	66
3.2.8. Saurin e Ferreira (2008).....	67
3.3. Identificação de lacunas e perspectivas futuras de pesquisa.....	68

3.4. Requisitos necessários para um método de avaliação da Produção Enxuta.....	70
3.5. Considerações finais do capítulo.....	73
 CAPÍTULO 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	 74
4.1. Classificação metodológica.....	74
4.2. Método proposto.....	75
4.2.1. Identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta.....	78
4.2.2. Avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa em estudo	80
4.2.3. Relação das práticas enxutas com as características da empresa.....	81
4.2.4. Grau relativo de implementação para o sistema produtivo.....	88
4.3. Considerações finais do capítulo.....	90
 CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	 91
5.1. Caracterização da empresa.....	91
5.2. Implementação da Produção Enxuta na empresa em estudo.....	93
5.3. Aplicação do método proposto.....	94
5.3.1. Identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta.....	95
5.3.2. Avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa	96
5.3.3. Relação das práticas enxutas com as características da empresa.....	102
5.3.4. Grau relativo de implementação para o sistema produtivo.....	106
5.4. Discussão de resultados.....	114
5.4.1. Análise da aplicabilidade.....	114
5.4.2. Confronto com os requisitos.....	115
5.4.3. Análise geral do método.....	116
 CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES.....	 120
6.1. Atendimento aos objetivos.....	120
6.2. Contribuição científica.....	121
6.3. Sugestões para futuros trabalhos.....	122
 REFERÊNCIAS.....	 123
 APÊNDICE.....	 130

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a contextualização do tema e a definição do problema de pesquisa. Em seguida, os objetivos gerais e específicos, serão apresentados, para posteriormente discutir a justificativa do estudo. Logo após, é apresentada a delimitação da pesquisa e, por fim, descreve-se a estruturação geral do trabalho.

1.1. DEFINIÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA

O mercado mundial vem passando por transformações no que diz respeito à produção, venda e distribuição de produtos, o que afeta diretamente as empresas de todo o mundo impondo desafios diários para as mesmas. A concorrência aumentou, houve diminuição dos recursos naturais, a tecnologia desenvolveu-se e os clientes tornaram-se mais exigentes.

Diante desse contexto, o desafio maior está em sobreviver e conseguir diferenciar-se frente a um mercado tão dinâmico e competitivo. Com isso, as empresas estão buscando cada vez mais a obtenção de processos produtivos bem estruturados, que proporcionem uma produtividade alta, com estoques baixos e custos reduzidos, ao passo que a qualidade seja garantida, assim como a agilidade na entrega.

Para que alcancem esses resultados, as empresas têm lançado mão de vários artifícios, dentre eles o sistema de Produção Enxuta, que vem se destacando e despertando a atenção de muitas empresas de todos os setores, avançando além de seu setor pioneiro, o automobilístico.

A Produção Enxuta teve origem do Sistema Toyota de Produção (STP) e essa expressão tornou-se conhecida pelo livro “A máquina que mudou o mundo” escrito por J. Womack, D. Jones e J. Ross, lançado em 1990 e reeditado em 2004. Womack, Jones e Ross (2004) afirmam que a Produção Enxuta é uma combinação das melhores características da produção artesanal e da produção em massa, buscando sempre a melhoria contínua por meio da busca por custos baixos, pela ausência de itens defeituosos, estoque zero e variedade grande de produtos.

De acordo com Duran e Batocchio (2003), o conceito de Produção Enxuta é alvo de discussões acadêmicas e empresariais há anos e vem se destacando nas pesquisas e trabalhos em empresas de diversos setores industriais desde o surgimento do STP. O STP tem sido reconhecido mundialmente pelo excelente desempenho da empresa Toyota, com isso várias práticas do sistema vêm sendo amplamente introduzidas em empresas do mundo todo. No

entanto, o que chama a atenção é que várias empresas não conseguem replicar o mesmo desempenho que a Toyota obteve (SPEAR; BOWEN, 1999).

Duran e Batocchio (2003) afirmam que essa dificuldade pode estar associada à falta de ferramentas estruturadas que proporcionem uma análise do sistema, como também na ausência de instrumentos de avaliação adequados e aplicáveis a diversas situações. Já Bhasin e Burcher (2006) sugerem que a dificuldade de implementação da Produção Enxuta se dá pela falta de direção e planejamento, assim como pela ausência de uma sequência adequada de implementação. Srinivasaraghavan e Allada (2006) chamam a atenção para o fato de que os sistemas de medição atuais não estão em consonância com a Produção Enxuta, dificultando a demonstração dos benefícios alcançados.

Karlsson e Åhlström (1996) ressaltam que a implantação da Produção Enxuta visando solucionar determinado problema não é satisfatória, sendo que a mesma deve ser vista como uma direção a ser seguida, ou seja, é um objetivo em andamento e não um estado a ser alcançado. Portanto, ainda segundo os mesmos autores, para ser capaz de estudar esse processo de mudança é preciso medir as melhorias alcançadas. Deste modo, além de implementar a Produção Enxuta, torna-se imprescindível a avaliação do seu progresso e os ganhos alcançados.

Apesar dos benefícios e resultados satisfatórios que a Produção Enxuta proporciona para as empresas que a adotam, autores como Cooney (2002), Sousa e Voss (2008) e Netland (2013) têm questionado a universalidade da Produção Enxuta. Conney (2002) afirma que não há um modelo de produção adequado para todas as empresas e em todas as conjunturas, o que faz com que os modelos de gestão atuais incorporem algumas características da Produção Enxuta, sem necessariamente implantar o sistema por completo, mas sim, aquilo que é apropriado para as características de seu sistema de produção.

Simultaneamente, Sousa e Voss (2008) afirmam que os problemas existentes na implementação das práticas enxutas podem estar associados à falta de conformidade entre as práticas e o contexto organizacional das empresas, sendo necessária a adequação das práticas enxutas às características das mesmas, a fim de acompanhar o ambiente dinâmico na qual está inserida. Compartilhando ainda do mesmo pensamento, Netland (2013) questiona a simples repetição das implementações que obtiveram sucesso e afirma que é necessário desenvolver os próprios princípios de trabalho, a fim de adaptá-los às necessidades das empresas e de cada ambiente específico.

Com isso, tem-se que a implementação da Produção Enxuta considerando as adaptações necessárias às características das empresas pode alavancar o desempenho das mesmas, fazendo com que os benefícios da Produção Enxuta sejam disseminados, pois à medida que o sistema de produção é reconhecido torna-se possível implantar apenas o que irá contribuir de fato para o sucesso da organização.

Esse fato chama a atenção para a necessidade de um método de avaliação que considere que as diferenças existentes entre cada sistema produtivo são determinantes na escolha de quais práticas da Produção Enxuta irão compor o seu modelo de gestão. Observa-se que os modelos tradicionais de avaliação buscam apenas entender o quão enxuta é uma empresa, sem questionar se a adoção do conjunto completo de práticas da Produção Enxuta é uma situação adequada a todos os sistemas de produção.

Diante do contexto apresentado, surge a necessidade de propor um método que avalie o progresso da Produção Enxuta nas empresas, levando em consideração a aderência do sistema produtivo avaliado em relação ao modelo ideal da Produção Enxuta. Com isso, esta pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: **Como avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta em uma unidade produtiva, considerando a aderência de suas práticas às características de diferentes sistemas produtivos?**

A partir deste questionamento, pretende-se elaborar um método que visa avaliar o progresso da implementação da Produção Enxuta nas empresas, partindo do pressuposto que a Produção Enxuta necessita de adaptações que considerem as diferenças existentes entre cada sistema produtivo. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso em uma empresa do setor calçadista do Estado da Paraíba, já que tem sido registrada a adoção de práticas da Produção Enxuta neste ramo de empresas, inclusive na empresa estudada.

1.2. OBJETIVOS

Considerando o assunto abordado e a problemática em questão, foram elaborados objetivos com a finalidade de auxiliar no cumprimento das etapas da pesquisa.

1.2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um método de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta, levando em consideração a aderência de suas práticas às características de diferentes sistemas produtivos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar requisitos necessários para um método de avaliação da implementação da Produção Enxuta que considere a aderência de suas práticas às características de diferentes sistemas produtivos;
- Desenvolver um método que atenda aos requisitos propostos;
- Verificar a aplicabilidade do método mediante aplicação prática.

1.3. JUSTIFICATIVA

A Produção Enxuta tem sido alvo de diversas discussões teóricas, contudo Boyle, Scherrer-Rathje e Stuart (2011) chamam a atenção para o fato de que grande parte das pesquisas têm se concentrado no estudo da relação das práticas enxutas com os resultados de desempenho das mesmas, sendo que apenas recentemente alguns pesquisadores passaram a questionar a inconsistência dos resultados da implementação da Produção Enxuta. O insucesso da Produção Enxuta em muitas organizações tem levado pesquisadores como Cooney (2002), Sousa e Voss (2008) e Netland (2013) a questionar a aplicabilidade universal da mesma, bem como a sua adoção por completo.

Pettersen (2009) argumenta que a organização deve fazer escolhas ativas e adaptar o conceito da Produção Enxuta às necessidades da empresa, dessa forma torna-se possível realizar uma implementação previsível e com maiores chances de sucesso. Portanto, tão importante quanto implementar e avaliar os resultados da implantação é avaliar a consistência da Produção Enxuta com o sistema produtivo em questão.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos com a finalidade de avaliar a implementação da Produção Enxuta nas empresas. Os estudos são tanto nacionais (LUCATO; MAESTRELLI; VIEIRA JÚNIOR, 2006; DIAS, FERNANDES; GODINHO FILHO, 2008; NOGUEIRA; SAURIN, 2008; SAURIN; FERREIRA, 2008), quanto internacionais (SINGH; GARG; SHARMA, 2010; BHASIN, 2011; SEYEDHOSSEINI *et al.*, 2011; VINODH; PRAKASH; SELVAN, 2011; VINODH; CHINTHA, 2011; VINODH; VIMAL, 2012; VINODH; KUMAR, 2012; VIMAL; VINODH, 2012). Porém, é interessante destacar que os métodos desenvolvidos nestes trabalhos não consideram o alinhamento entre a Produção Enxuta e o sistema produtivo das empresas, negligenciando possíveis modificações que possam ser necessárias para a adaptação da Produção Enxutas às organizações.

Além disso, percebe-se que algumas publicações apontam de uma forma geral, para a avaliação da Produção Enxuta utilizando ferramentas matemáticas como a lógica *fuzzy*, a distância de Mahalanobis e a análise envoltória de dados (DEA), bem como ferramentas como o *Balanced Scorecard*. A grande maioria dos trabalhos desenvolve um modelo conceitual e aplica-o em uma organização em forma de estudo de caso ou *survey*, buscando avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta nas empresas. Na maioria das vezes também sugerem áreas onde a implementação pode ser melhorada.

Já outras publicações estão mais voltadas à avaliação da Produção Enxuta por meio de indicadores, no entanto, muitas delas apresentam subjetividade e falta de clareza com relação a coleta e a interpretação dos indicadores, outra questão que pode ser observada é com relação a abrangência dos mesmos que muitas vezes estão relacionados apenas com o nível gerencial da empresa, negligenciando o nível operacional.

Outra observação pertinente é que os métodos desenvolvidos preocupam-se impetuosamente em estabelecer um grau de implementação da Produção Enxuta, contudo acredita-se que um método adequado de avaliação da Produção Enxuta deve, sobretudo, identificar as características do sistema produtivo da empresa, a fim de perceber quais práticas enxutas são adequadas para aquele cenário e em qual grau de implementação.

A análise das características dos sistemas produtivos é baseada no pressuposto de que para que ocorra uma implementação da Produção Enxuta bem-sucedida algumas características são consideradas imprescindíveis e é necessário um ambiente favorável à implementação (JINA; BHATTACHARYA; WALTON, 1997; DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001; GAITHER; FRAZIER, 2008; WAN; CHEN, 2009). Assim, acredita-se que para obter uma implementação mais próxima da realidade e com maiores chances de sucesso é necessário considerar as características inerentes a cada sistema produtivo.

Diante do exposto, observa-se que existe um *gap* na literatura sobre os métodos de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta, o que demonstra a necessidade do desenvolvimento de métodos que verifiquem não somente o nível de implementação, como também o alinhamento do sistema produtivo das empresas à Produção Enxuta.

Dessa forma, esta pesquisa se detém a desenvolver um método de avaliação, considerando a premissa de que nem todas as práticas enxutas são universalmente aplicáveis e que por vezes é necessário realizar um estudo das possíveis modificações que possam ser necessárias para que a Produção Enxuta se adapte ao sistema produtivo das organizações.

1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O método proposto nesta pesquisa está delimitado na avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta no que diz respeito à implementação de práticas enxutas, não levando em consideração os princípios norteadores da Produção Enxuta.

Além disso, o método foi aplicado apenas em um segmento industrial específico, no caso, uma indústria calçadista. Assim, os resultados de aplicações em outras indústrias calçadistas e em indústrias de outros segmentos podem ser diferentes dos aqui encontrados. Dessa forma, uma validação mais consistente do método requer um maior número de aplicações em diferentes cenários, preferencialmente em organizações de diferentes setores industriais e com diferentes níveis de implementação da Produção Enxuta.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em sete capítulos da seguinte maneira:

No capítulo 1 é realizada uma introdução ao tema, é apresentado o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa, as delimitações da pesquisa e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2 consta a revisão da literatura que servirá para embasar o desenvolvimento do método proposto. Nesta seção será abordada uma visão geral da Produção Enxuta, bem como as práticas e os princípios que a norteiam.

No capítulo 3 é apresentada uma revisão bibliográfica dos modelos de avaliação da Produção Enxuta, envolvendo os modelos publicados nacionalmente e internacionalmente.

O quarto capítulo descreve a metodologia de pesquisa e apresenta o delineamento da pesquisa, que é o método proposto. São apresentados também os procedimentos para coleta e análise de dados, bem como os instrumentos de coleta de dados.

No capítulo 5 é descrita a aplicação do método, demonstrando como ocorreu o estudo de caso. É apresentada também uma análise da aplicação com o objetivo de discutir os resultados obtidos.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões da pesquisa e as sugestões para futuros trabalhos.

2. PRODUÇÃO ENXUTA

A revisão de literatura apresentada neste capítulo tem por objetivo apresentar os principais conceitos que norteiam a Produção Enxuta. Inicialmente uma visão geral a respeito do tema é realizada, em seguida são apresentados os princípios norteadores deste sistema para por fim apresentar as principais práticas que fazem parte da Produção Enxuta.

2.1. ORIGENS DA PRODUÇÃO ENXUTA

A produção em massa é um dos mais antigos paradigmas de produção. Surgiu com o nascimento da indústria automobilística criada por Henry Ford no início do século XX, em substituição à produção artesanal que possuía elevados custos de produção que não diminuía com o volume, tornando assim a fabricação do produto dispendiosa (WOMACK; JONES, 2004).

A produção em massa orientou a indústria automobilística por mais de meio século, e acabou sendo adotada em quase toda atividade industrial na Europa e na América do Norte. Essencialmente, a produção em massa utiliza profissionais excessivamente especializados para projetar produtos manufaturados por trabalhadores pouco qualificados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa. Como resultado obtêm-se produtos padronizados, em altíssimos volumes e bastante inventário (OHNO, 1997; WOMACK; JONES, 2004).

Por anos a produção em massa contribuiu para a redução dos custos de produção, mas se caracteriza como processo limitado em relação ao atendimento das necessidades dos clientes devido a sua baixa flexibilidade das linhas de produção, impossibilitando o atendimento das mudanças solicitadas.

Na busca por um sistema de produção mais flexível e mais rápido em suas respostas ao mercado, surgiu no Japão o Sistema Toyota de Produção (STP) quando, após a Segunda Guerra Mundial, a economia japonesa estava passando por dificuldades financeiras e restrições de mercado, o qual exigia produtos em pequenas quantidades e grande variedade (OHNO, 1997). Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da fabricante automobilística Toyota, foram os grandes responsáveis pelo desenvolvimento do STP ao buscarem uma alternativa diferente do modelo de produção em massa e assim contribuir para o chamado milagre industrial japonês, erguendo o país que se encontrava devastado pela guerra (CORRÊA; CORRÊA, 2004).

O STP vem sendo visto como uma importante fonte de diferenciação estratégica dentro da competição intercapitalista. Seu objetivo central é permitir que as organizações respondam com rapidez às constantes variações da demanda do mercado através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação (SHINGO, 1996).

A base do STP é a absoluta eliminação do desperdício e o seu funcionamento é estruturado por dois pilares de sustentação, o *Just in time* (JIT) e a automação (*Jidoka*) (OHNO, 1997).

O JIT determina que as empresas devem produzir produtos na hora e na quantidade necessárias, combatendo o desperdício, as irregularidades e as irracionalidades e aperfeiçoando a eficiência. A automação fornece aos equipamentos e, principalmente, aos operários a capacidade de detectar quando uma situação anormal acontece e para automaticamente o trabalho permitindo que a situação seja investigada (OHNO, 1997).

Ohno (1997) identificou sete tipos de perdas no sistema produtivo: (1) a superprodução, que é produzir a mais ou antes do programado; (2) a espera, que são momentos de ociosidade de pessoas, máquinas, peças e informações; (3) o transporte, que é a movimentação de pessoas, peças e informações quando não necessário; (4) os processos inadequados, que são partes do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto; (5) o inventário, que é quando existem estoques de produtos; (6) a movimentação, que corresponde a movimentos desnecessários na execução de uma operação e, (7) os defeitos, que são resultados da geração de produtos fora da especificação.

O termo produção enxuta (*lean production*) surgiu em uma pesquisa sobre a indústria automobilística realizada na Toyota por Womack e Jones (2006), que decidiram utilizar este termo em substituição ao Sistema Toyota, pois representava melhor o que ele significava: utilização de menos recursos para produzir mais. Então os autores buscaram uma palavra que pudesse traduzir este conceito e escolheram a palavra “enxuta”, uma vez que a mesma era muitas vezes associada a eficiente ou sem gordura, sem desperdício.

O termo Produção Enxuta ganhou notoriedade através da obra “A Máquina que Mudou o Mundo” escrita por J. Womack, D. Jones e J. Ross (WOMACK; JONES; ROSS, 2004). Os autores afirmam que o pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos recursos, como esforço humano, equipamento, tempo e espaço – e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

A produção enxuta incorpora os benefícios da produção artesanal e em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez da última. A mesma caracteriza-se por utilizar menos recursos quando comparada com a produção em massa. Womack e Jones (2004) afirmam que a produção enxuta utiliza menos esforço dos operários na fábrica, menos espaço para fabricação, menos investimento em ferramentas, menos horas de planejamento para desenvolver novos produtos em menos tempo.

A Produção Enxuta trabalha com a premissa de eliminar totalmente a superprodução gerada pelo inventário e custos relacionados a operários, propriedade e instalações necessárias à gestão do inventário, utilizando equipes de trabalhadores multiqualificados em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas, para produzir imensos volumes de produtos de ampla variedade (WOMACK; JONES, 2004).

No entanto, Pettersen (2009) realizou um estudo de revisão de literatura sobre o conceito da Produção Enxuta e constatou que não há um consenso a respeito da definição do conceito, afirmando que os autores analisados possuem opiniões diferentes sobre as características que devem ser associadas à Produção Enxuta.

Embora não seja unânime entre os autores, a Produção Enxuta compreende as práticas de produção *just in time*, a redução de recursos, estratégias de melhoria, controle de defeitos, padronização e técnicas de gestão. Sendo uma opinião comum entre os autores que a Produção Enxuta visa a constante eliminação de desperdícios (PETTERSEN, 2009).

Para Pettersen (2009) essa divergência a respeito do conceito da Produção Enxuta provoca malefícios tanto no nível teórico como no nível prático, quando as organizações implementam o conceito. No entanto, Hines (2004) chama a atenção para o fato de que o conceito de Produção Enxuta sofreu uma evolução significativa e se expandiu além da indústria automobilística, o que implica em um processo de mudança e adaptação para os diferentes tipos de aplicações, justificando a divergência de conceitos entre os autores.

2.2. PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta é operacionalizada por um conjunto de práticas características da gestão da produção que trabalham de maneira sinérgica para o alcance dos resultados desejados. Entre as práticas enxutas estão incluídas o *just in time*, autonomia, nivelamento, *kanban*, gestão visual, troca rápida de ferramentas, manutenção produtiva total, entre outras. As práticas enxutas se complementam e a interação entre elas deve ser considerada como

essencial para o sucesso da Produção Enxuta nas empresas. Para a escolha do conjunto de práticas a ser considerado neste trabalho, considerou-se as práticas citadas no trabalho de Saurin e Ferreira (2008), pois em uma das etapas da metodologia deste trabalho é utilizada uma lista de verificação proposta pelos autores. A seguir serão explanados os principais conceitos norteadores de cada prática enxuta.

2.2.1. *Just in Time*

A proposta do *Just in Time* (JIT) é fornecer itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário e no local correto, objetivando assim, eliminar estoques e perdas a fim de obter um fluxo contínuo de produção (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

O conceito do JIT está frequentemente presente nas empresas e tem atraído a atenção dos executivos em diferentes indústrias. O JIT tem sido considerado como uma verdadeira revolução e uma mudança de paradigma, contudo o que se percebe é que os conceitos e definições do JIT são distintos e, às vezes, contraditórios (SVENSSON, 2001; GHINATO, 1995).

Com o objetivo de esclarecer o significado do JIT, Svensson (2001) apresenta diferentes definições presentes na literatura e conclui que existe uma quantidade acentuada de diferentes significados para JIT, no entanto, dois componentes principais parecem surgir repetidamente: a) uma busca contínua de redução de desperdícios, e b) fazer apenas o que é necessário bem a tempo.

Svensson (2001) finaliza afirmando que apesar das diferentes definições presentes na literatura, há um consenso sobre os benefícios que podem ser obtidos através da aplicação do JIT, tais como: inventário reduzido, baixo custo unitário, melhor qualidade, capacidade de reação a mudanças, e aumento da produtividade.

Conforme Ghinato (1995), além das distintas definições a respeito do JIT, alguns autores confundem o Sistema Toyota de Produção com o JIT. No entanto, é importante ressaltar que o mesmo é um elemento do STP que levou ao desenvolvimento de uma série de outros elementos complementares como redução do *lead time* de produção, redução do tempo de *setup*, o sistema Kanban, entre outros. Logo, esses elementos foram separados do JIT, fato esse que, possivelmente, levou a percepção do mesmo como uma filosofia do STP (PAPADOPOULOU; ÖZBAYRAK, 2005).

É importante destacar que para que ocorra o fornecimento de itens necessários, na quantidade necessária e no momento necessário é preciso eliminar os problemas do processo produtivo, ou seja, para que o JIT seja operacionalizado com sucesso o mesmo necessita do apoio de alguns elementos que sejam capazes de eliminar as perdas por superprodução e por fabricação de produtos defeituosos (OHNO, 1997; GHINATO, 1995).

Para Shingo (1996), o sucesso da implementação do JIT está relacionado a fatores como pequenos lotes de produção, baixos tempos de *setup*, produção nivelada, fluxo unitário de peças, baixa variabilidade de produção, baixa taxa de defeitos e quebras de máquinas. Esses fatores podem ser alcançados com a implementação de outras práticas da Produção Enxuta, como por exemplo: troca rápida de ferramentas, nivelamento da produção (*heijunka*), autonomia, controle da qualidade zero defeito, entre outras.

2.2.2. *Kanban*

O *kanban* é um instrumento utilizado para atingir a produção *just in time*, um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, sendo realizado por meio de instruções que são colocadas dentro de um envelope de vinil retangular com o objetivo de tornar as informações visíveis por todos da estação de trabalho (OHNO, 1997).

Shingo (2000) apresenta três etiquetas que resumem as principais funções do *Kanban*, são elas: etiqueta de identificação – informa qual é o produto; etiqueta de instrução da tarefa – apresenta o que deve ser feito, o tempo de realização e as quantidades; etiqueta de transferência – informa o local para onde se deve transportar o item. Para isso são utilizados dois tipos de *kanban*: *kanban* de produção e *kanban* de movimentação.

O *kanban* tem como objetivo a eliminação de desperdícios, por meio da programação puxada. A partir do *kanban* é possível verificar com facilidade os desperdícios e propor melhorias, possuindo como principal vantagem a redução de mão de obra e estoques, como também a eliminação de produtos com defeitos (OHNO, 1997).

O *kanban* tem proporcionado melhorias no chão de fábrica e tem se mostrado eficiente em dar autonomia aos operadores, a partir do *kanban* os mesmos começam a tomar decisões e a trabalhar sozinhos. O *kanban* também representa melhorias no trabalho, pois a informação é transmitida de forma rápida e coerente permitindo que fique claro para todos o que deve ser feito (OHNO, 1997; SHINGO, 1996).

Ohno (1997) afirma que o *kanban* é composto por seis regras: (1) o processo seguinte deve ir ao anterior buscar produtos; (2) garantir que o processo anterior produza somente a quantidade retirada pelo processo seguinte; (3) vetar a retirada ou produção de qualquer material sem um *kanban*; (4) garantir que um *kanban* seja afixado às mercadorias; (5) não enviar produtos com defeitos para o processo seguinte; (6) reduzir o número de *kanbans*.

É necessário empenho para atender a todas as regras, contudo se as mesmas não forem seguidas os benefícios inerentes ao *kanban* ficarão comprometidos. Ohno (1997) conclui que a implementação incompleta do *kanban* não irá trazer nenhum benefício para a organização e sim um série de problemas, portanto é importante obedecer as regras e superar os obstáculos advindos da implementação do *kanban*. Para que o *kanban* funcione corretamente, os processos produtivos devem fluir da melhor maneira possível, é necessário que a produção esteja nivelada e os métodos de trabalho estejam padronizados (OHNO, 1997).

Como o *kanban* ordena que sejam produzidos apenas os produtos retirados, as trocas de ferramentas serão realizadas com mais frequência, consequentemente torna-se imprescindível a redução dos tempos de *setup*, bem como a redução do tamanho dos lotes (OHNO, 1997).

2.2.3. Nivelamento da produção

Para Ohno (1997) as inconstâncias presentes nas linhas de produção ocasionam desperdícios, pois os equipamentos, o inventário e os operários necessitam estar preparados para possíveis mudanças que possam ocorrer na produção. Como a eliminação de desperdícios é a premissa básica da Produção Enxuta, se faz necessária a obtenção de um fluxo de produção uniforme, o que pode ser alcançado por meio do nivelamento da produção.

Nivelamento da produção ou *heijunka* é uma prática da Produção Enxuta que busca manter uniforme o volume e o *mix* de produtos ao longo de um determinado tempo de fabricação disponível, com o objetivo de manter os estoques baixos e reduzir a variabilidade dos programas de produção (SWANSON, 2008; KASUL; MOTWANI, 1997; WOMACK; JONES, 2006).

Segundo Womack e Jones (2006), é possível reduzir os custos a partir de alterações no nível total de produção e no *mix* de produção, pois dessa forma o processo produtivo trabalha em um ritmo constante, não necessitando utilizar artifícios para reagir a mudanças inesperadas na demanda ou na variedade de produtos.

Oliveira (2008) afirma que quanto maior a variedade dos produtos, mais complicado será o nivelamento da produção, demandando assim um maior empenho por parte da empresa. Um exemplo de sucesso é o da fábrica da Toyota, que conseguiu se adequar às diversidades do mercado, flexibilizando seus processos e produzindo diferentes tipos de veículos em uma quantidade mínima.

De acordo com Ohno (1997), para que o nivelamento da produção se torne possível e os lotes produtivos sejam pequenos se faz necessário que os tempos de *setups* sejam reduzidos, pois a Produção Enxuta trabalha com um alto grau de variedade nos tipos de produtos, acarretando em muitas trocas de matrizes. Sem *setups* rápidos a produção em pequenos lotes torna-se inviável e ineficiente, portanto se faz necessário o uso da técnica Troca Rápida de Ferramentas (TRF) a fim de reduzir os tempos de *setups* e atender ao nivelamento da produção de forma satisfatória.

2.2.4. Células de manufatura

Um sistema de manufatura pode ser decomposto em diversos subsistemas manejáveis, as células de manufatura. Para que o projeto de um sistema de manufatura obtenha êxito é necessário considerar a existência de três fatores: a formação de células, o *layout* do grupo e os horários do grupo (WU *et al.*, 2007).

As células de manufatura são consideradas eficientes em diversos fatores relacionados ao processo produtivo, tais como: melhoria da qualidade, otimização do tempo de atravessamento, aumento do giro de estoque, melhoria no fluxo de trabalho, otimização na utilização dos espaços e aumento na flexibilidade (HYER; BROWN, 1999). No entanto, esses mesmos autores afirmam que existem variações na literatura a respeito da definição de células de manufatura. Alguns autores simplificam o conceito de células de manufatura tratando-o de forma abrangente ou como um simples estudo de *layout*.

Para Slack, Chambers e Johnston (2002), as células podem ser arrançadas segundo um arranjo físico por processo ou por produto, representando um compromisso entre a flexibilidade de um e a simplicidade do outro, respectivamente. No arranjo físico celular os recursos transformados movimentam-se para as células onde estão localizados todos os recursos transformadores necessários.

Segundo Hyer e Brown (1999), as células de manufatura são mais do que um arranjo físico, são locais onde as tarefas e os operadores estão sincronizados em termos de tempo,

espaço e informação, proporcionando polivalência, redução dos tempos de *setup* e redução dos lotes de transferência. Além disso, as células de manufatura devem possuir a dedicação de equipamentos a uma família de peças ou produtos com requisitos de processamento similares.

Arora, Haleem e Singh (2013) corrobora a afirmação dos autores anteriores quando diz que a tecnologia de grupo é utilizada na manufatura celular para formar famílias de peças ou produtos levando-se em consideração as similaridades do processamento, agrupando-se as peças e máquinas com base em requisitos de processamento e não mediante aspectos funcionais.

Dessa maneira, as células de manufatura desempenham um papel importante no atingimento dos objetivos da Produção Enxuta a partir do momento em que facilita o fluxo unitário de peças, a uma razão determinada pelas necessidades do cliente e com o mínimo de atraso e espera, sendo utilizada para melhorar a flexibilidade e otimizar a eficiência do processo produtivo (LIKER, 2005; WU *et al.*, 2007).

2.2.5. Equipes Multifuncionais

Equipes multifuncionais são grupos de trabalhadores que são capazes de realizar diferentes tarefas, cada equipe realiza todas as tarefas do produto e possuem responsabilidades descentralizadas, já que as tarefas passam a ser integradas em equipe (ÅHLSTRÖM; KARLSSON, 1996).

Dentre as principais vantagens do trabalho em equipe, Beukel e Molleman (2002) citam a divisão das cargas de trabalho, possibilidade de *feedback* por parte da equipe e probabilidade maior do trabalho ser concluído com sucesso, por possuir uma quantidade maior de pessoas. Para isso, as equipes multifuncionais precisam fornecer informações continuamente, necessitando de sistemas de informação bem elaborados de acordo com os objetivos da organização, o que pode ser feito por meio de sistemas de informação horizontais e verticais (ÅHLSTRÖM; KARLSSON, 1996).

Beukel e Molleman (2002) afirmam que quando a multifuncionalidade é vista pelo enfoque do trabalhador ela deixa de ser apenas um atributo indispensável para o trabalho em equipe e passa a ser de suma importância no que diz respeito à satisfação e comprometimento dos trabalhadores. Entretanto, em um estudo realizado pelos mesmos autores eles afirmam que a multifuncionalidade pode apresentar desvantagens dependendo da política de gestão

utilizada e das dinâmicas de equipes, podendo resultar tanto na subutilização de habilidades como na sobrecarga de tarefas.

Já quando a multifuncionalidade é vista pelo enfoque da produção, percebe-se que a mesma representa um papel importante na Produção Enxuta, pois a partir do momento que os funcionários passam a realizar mais de uma atividade na equipe, percebe-se um aumento constante na flexibilidade que vem acompanhado de uma redução na vulnerabilidade da produção (ÅHLSTRÖM; KARLSSON, 1996).

Beukel e Molleman (2002) destacam que as organizações devem desenvolver e utilizar seus recursos humanos de modo a perceber qual prática apresenta resultados favoráveis ao seu desempenho organizacional, à multifuncionalidade ou à polivalência. Os autores concluem afirmando que organizações bem sucedidas não possuem relação com a multifuncionalidade simplesmente, mas sim na forma que a utilizam, desenvolvendo as habilidades dos trabalhadores e oferecendo cargas adequadas de trabalho.

2.2.6. Automação (*jidoka*)

Ghinato (1995) afirma que automação (“*jidoka*”) é a autonomia dada ao operador ou à máquina de sempre parar o processo produtivo quando alguma anormalidade no processamento for detectada.

A ideia de automação surgiu na adoção dos conceitos utilizados nos teares autoativados inventados por Sakichi Toyoda nas empresas têxteis do grupo Toyota. Os teares paravam instantaneamente quando qualquer um dos fios se rompia, impedindo assim a produção de produtos defeituosos, já que foi inserido um dispositivo na máquina que era capaz de distinguir entre condições normais e anormais de produção (OHNO, 1997).

De acordo com Ghinato (1995), a palavra “*jidoka*” significa somente automação, sendo as expressões japonesas “*Ninben no tsuita jidoka*” ou “*Ninben no aru jidoka*” o correto significado do conceito, significando que a máquina é dotada de inteligência e toque humano. Por questões de simplificação, a palavra “*jidoka*” é utilizada como uma abreviação dessas expressões.

Ohno (1997) afirma que o conceito de automação – máquinas capazes de detectar anormalidades e paralisar o processamento “autonomamente” - não pode ser confundido com a simples automação. A automação não é um conceito restrito às máquinas e possui uma maior analogia com a ideia de autonomia do que com a automação propriamente dita. A

autonomia é vista como uma condição fundamental, enquanto que a automação exerce uma função secundária que nem sempre se encontra presente (GHINATO, 1995).

Conforme Ghinato (1995), a ideia central da autonomia é impedir a geração e a propagação de defeitos, eliminando qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Interromper a produção quando ocorre um problema força todos a tomar conhecimento do fato, desencadeando um esforço conjunto para identificar a causa principal. A partir do momento em que o problema é claramente compreendido, a melhoria torna-se possível, evitando assim que o problema volte a ocorrer e, por conseguinte, obtém-se uma redução das paradas no processo produtivo. Assim, a automação auxilia na eliminação da superprodução, do desperdício e evita a produção de produtos defeituosos (OHNO, 1997).

Para que a automação funcione adequadamente se faz necessário um sistema de inspeção eficaz incorporado à operação. O Controle de Qualidade Zero Defeito (CQZD) cumpre essa função por meio da aplicação de dispositivos *poka-yoke*. Por meio do CQZD torna-se possível alcançar o principal objetivo da automação, o zero defeito (GHINATO, 1995).

Percebe-se ainda que a automação contribui efetivamente para a multifuncionalidade dos trabalhadores, já que as máquinas são habilitadas para interromper o processo ao sinal de alguma anormalidade permitindo que os trabalhadores sejam treinados para operarem outras máquinas simultaneamente, dispensando a presença do operador durante o processamento (OHNO, 1997; GHINATO, 1995).

A autonomia não é aplicada apenas para a identificação de anormalidades no produto ou processo, a mesma pode detectar e eliminar problemas decorrentes das máquinas que futuramente podem comprometer a vida útil das mesmas. Portanto, a automação mostra-se como uma grande aliada na Manutenção Produtiva Total, a partir do momento que detecta os problemas e interrompe o processamento, permitindo o ataque na origem das quebras (GHINATO, 1995).

2.2.7. Operações padronizadas

A padronização das operações surgiu quando a produção em massa substituiu a produção artesanal, sendo maior parte dos conceitos de padronização baseados nos princípios de engenharia industrial propostos por Taylor (LIKER, 2005).

A padronização das operações se dá por meio das folhas de trabalho padrão, que combinam materiais, operários e máquinas para produzir com eficiência. Nas folhas devem estar listados os três elementos do procedimento de trabalho padrão, são eles: tempo de ciclo, sequência do trabalho e estoque padrão (SHINGO, 1996; OHNO, 1997; LIKER, 2005).

Segundo Ohno (1997), o tempo de ciclo é o tempo gasto para produzir uma peça ou unidade e é calculado dividindo-se as horas de operação pela quantidade necessária por dia. A sequência do trabalho é definida pela sequência de operações em que um operário processa os itens e o estoque padrão refere-se à quantidade mínima de estoque em processo entre as operações.

De acordo com Liker (2005), os padrões possuem uma importância bem mais abrangente do que apenas reproduzir eficientemente as tarefas dos operários, sendo um importante facilitador do acréscimo de qualidade, garantindo a mesma a partir do momento que asseguram a coerência dos processos.

Com os padrões torna-se possível eliminar os desperdícios por meio da análise dos recursos disponíveis, do reagrupamento de máquinas, da análise dos métodos de transporte e da otimização da quantidade de materiais disponíveis para processamento (OHNO, 1997).

2.2.8. Gerenciamento visual

De acordo com Liker (2005), o gerenciamento visual é utilizado para fornecer informações sobre a execução do trabalho e se há algum desvio de padrão. A finalidade principal do gerenciamento visual é identificar e eliminar *déficits* de informação por meio de soluções visuais que envolvam todos os locais de trabalho, tornando-os organizados e autoexplicativos (GALSWORTH, 2004).

Os dispositivos visuais fornecem informações que auxiliam o fluxo das atividades de trabalho, como por exemplo, mostram as categorias que os itens pertencem, quanto itens devem constar em cada categoria, qual o procedimento padrão para realizar cada tarefa, a quantidade de estoque em processo, entre outras (LIKER, 2005).

De acordo com Womack e Jones (2004), o princípio-chave do gerenciamento visual é que todos os envolvidos devem visualizar e compreender os aspectos da produção e o seu andamento. Para isso são utilizados dispositivos visuais que variam desde o 5S até os indicadores de desempenho, podendo ser apresentados em murais com informações financeiras e sobre os custos do processo (WOMACK; JONES 2004).

É importante ressaltar que o gerenciamento visual vai além da simples exposição do andamento da produção em quadros e gráficos, pois a mesma desempenha um papel significativo na Produção Enxuta permitindo a criação de informações *just in time* e assegurando que as operações e os processos trabalhem de uma forma rápida e adequada aos padrões especificados (LIKER, 2005).

2.2.9. Controle da Qualidade Zero Defeito

Segundo Ghinato (1995), o Controle da Qualidade Zero Defeito (CQZD) é um método racional e científico que busca eliminar os defeitos por meio da identificação e controle das causas. O objetivo principal do CQZD é a fabricação de produtos sem defeitos, sendo consideradas todas as possibilidades de falhas no planejamento das operações e processos, adotando assim uma postura preventiva (GHINATO, 1995).

Shingo (1996) afirma que o CQZD é constituído por três componentes: (1) Inspeções - utilizando a inspeção 100% ao invés da inspeção por amostragem; (2) Controle da qualidade - realizada por meio de métodos como inspeção na fonte, auto inspeção e verificações sucessivas. (3) Dispositivos *poka-yoke* - dispositivos à prova de falhas utilizados para satisfazer as condições acima.

O *poka-yoke* é utilizado para garantir que as condições adequadas foram atingidas antes da produção real, impedindo que a produção ocorra até que os componentes estejam em seus lugares (FISHER, 1999). Shingo (1996) afirma que existem duas maneiras nas quais *poka-yoke* pode ser utilizado para corrigir erros, são eles: Método de controle - quando alguma anormalidade é detectada a máquina para permitindo que o problema seja corrigido; Método de advertência – alerta o trabalhar por meio de alarme ou luz quando o *poka-yoke* é ativado.

Dessa maneira, a gestão visual possui um papel importante na operacionalização do CQZD no que diz respeito à utilização de dispositivos *poka-yoke*, sendo utilizados como controle ou advertência para possíveis falhas. Um sistema de gestão visual eficaz é essencial para que o CQZD cumpra o seu papel de identificação e controle de defeitos. Além disso, por meio do *poka-yoke* também se torna possível operacionalizar o controle necessário que a autonomia necessita. Com a interrupção das operações diante de alguma anormalidade o problema é identificado e eliminado, contribuindo para o atingimento da produção com zero defeito (GHINATO, 1995).

2.2.10. *Kaizen* / Melhoria contínua

Kaizen é definido como um conjunto de pequenas melhorias que envolve a todos, desde gerentes até os trabalhadores da produção, e são introduzidas como resultado de um esforço contínuo, que visam identificar e alcançar resultados que contribuam para os objetivos organizacionais (BRUNET; NEW, 2003; WITTENBERG, 1994; MAGNIER-WATANABE, 2011).

Segundo Sandoval-Arzaga e Suárez-Barraza (2010), a palavra *kaizen* decorre do significado de dois ideogramas japoneses: *kai*, que significa mudar e *zen* que significa bom ou para melhorar. Ainda segundo os mesmos autores, no ambiente empresarial o termo é conhecido como “melhoria contínua”.

Magnier-Watanabe (2011) afirma que para que a melhoria aconteça é necessário inicialmente reconhecer a existência de um problema para posteriormente trabalhar em equipe na identificação de possíveis melhorias, criando dessa forma uma rotina de melhorias contínuas e sugestões de melhorias futuras.

O *kaizen* tem sido reconhecido como um fator chave para o sucesso das empresas japonesas, no entanto, segundo Brunet e New (2003), poucos estudos sistemáticos foram realizados com o objetivo de compreender como o conceito de fato funciona e qual o significado do *kaizen* para aqueles que trabalham com o mesmo. Os autores ainda enfatizam que não está claro como as empresas conseguem conservar o ritmo das atividades *kaizen*, tampouco como o conceito funciona na definição de metas e incentivos.

O *kaizen* é frequentemente confundido com melhorias súbitas dos trabalhadores, com a aplicação de esquemas de sugestões e de círculos de qualidade (CQs), isso pode ser evidenciado pela proliferação de termos usados como sinônimos eficazes para o *kaizen* (BRUNET; NEW, 2003).

Segundo Brunet e New (2003), vários escritores enfatizam diferentes características-chave do *kaizen*, mas o foco está em três noções fundamentais: é contínuo, ou seja, é uma prática constante buscando a qualidade e a eficiência; é de natureza progressiva, isto é, sua realização se dá por meio de pequenas mudanças; é participativo, ou seja, é construído sobre o envolvimento da inteligência e da força de trabalho (BRUNET; NEW, 2003).

Para Wittenberg (1994), cada atividade e cada produto são passíveis de melhoria e o *kaizen* é visto como uma prática que envolve muitas das técnicas de gestão, como por

exemplo: círculos de qualidade, controle da qualidade total, manutenção produtiva total, sistemas de sugestões, *kanban*, *just in time*, melhoria da produtividade, robótica e automação.

Dessa forma, o *kaizen* é tido como uma filosofia total que sustenta o STP. Por meio das melhorias contínuas é possível eliminar os desperdícios do processo e, dessa forma, atingir a meta enxuta (LIKER, 2005).

2.2.11. Manutenção Produtiva Total

Durante o período pós-guerra o Japão enfrentou um momento de crescimento industrial e aumento da produção, necessitando substituir a maioria dos equipamentos por novos equipamentos desconhecidos e em resposta a essa demanda surge o conceito de Manutenção Produtiva Total, do inglês “*Total Productive Maintenance*” (TPM) (YAMASHINA, 1995).

Segundo Antunes Jr. (1998), a TPM foi definida em 1971 pelo *Japan Institute for Plant Maintenance* levando em consideração cinco objetivos: a maximização do rendimento global dos equipamentos, o desenvolvimento de um sistema de manutenção voltado para a vida útil do equipamento, o envolvimento de todos os departamentos da organização na implantação da TPM, o envolvimento de todos os empregados e o desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias como forma de motivação.

De acordo com Ljungberg (1998), a TPM é baseada em três conceitos principais: maximizar a eficiência dos equipamentos, manutenção autônoma realizada pelos operadores e pequenos grupos de atividades. O autor afirma ainda que além de ser um conceito de mudança corporativa, a TPM também é considerada como uma maneira de definir a eficiência global do equipamento (OEE), que inclui a disponibilidade, a taxa de desempenho e taxa de qualidade dos mesmos.

A TPM possui relação com toda a organização sendo ela mais estreita com a produção, visando sempre à melhoria contínua do processo produtivo, da qualidade, bem como garantindo a eficiência operacional e a segurança, a TPM auxilia a empresa a tornar-se mais competitiva, reduzindo os custos operacionais (JOSTES; HELMS, 1994; LABIB, 1999; VAN DER WAL; LYNN, 2002).

A TPM auxilia diretamente no aumento da qualidade e na sincronização da produção, pois as paradas de máquinas serão reduzidas ou eliminadas fazendo com que haja uma

diminuição dos produtos defeituosos, o que contribui diretamente para a sustentação dos estoques mínimos exigidos pela Produção Enxuta (GUINATO, 1995; ANTUNES JR., 1998).

O elemento fundamental para o sucesso do processo de TPM é o operador, o envolvimento e a participação do mesmo tornam-se importantes pelo vasto conhecimento e experiência que eles possuem sobre os equipamentos, sendo capazes de fornecer informações necessárias para que ocorra uma implementação da TPM bem sucedida (BEN-DAYA, 2000; JOSTES; HELMS, 1994; YAMASHINA, 1995).

No entanto, a relação entre a produção e a manutenção é muitas vezes conflitante, dificultando o progresso na manutenção e a melhoria dos equipamentos. É necessário ter em mente que a participação dos operadores na função de manutenção permite que o setor de manutenção dedique seus esforços em atividades que exijam seus conhecimentos técnicos buscando uma manutenção mais eficiente (YAMASHINA, 1995).

Bamber, Sharp e Hides (1999) afirmam que a literatura apresenta duas abordagens para definir TPM, uma ocidental e outra japonesa, a abordagem japonesa tem o foco na utilização do trabalho em equipe ou atividades em pequenos grupos de manutenção, já a ocidental destaca a eficiência global dos equipamentos por meio da participação dos operadores. Ainda segundo os mesmos autores a existência de várias definições se dá pela complexidade e falta de padronização dos programas de TPM nas indústrias.

A TPM contribui fortemente para o alcance dos objetivos da Produção Enxuta já que a produção torna-se mais sincronizada ao reduzir as perdas decorrentes das paradas, reduzindo cada vez mais o estoque, pois com o aumento da confiabilidade do sistema o estoque com a finalidade de amortecer a instabilidade do fluxo não se faz necessário. Há contribuições também para o tempo de ciclo e para a programação da produção que passam a ser seguidos rigorosamente fazendo com que os padrões estabelecidos da produção sejam atingidos (ANTUNES JR., 1998).

2.2.12. Troca Rápida de Ferramentas

Trovinger e Bohn (2005) afirmam que em todo processo de produção que produz mais do que um único produto, haverá a presença de *setups*, no entanto eles são indesejáveis por tornar a produção lenta. O tempo de *setup* depende do tipo de produto a ser fabricado e das restrições do sistema de produção, porém alguns fatores acrescem esse tempo, por exemplo:

ausência de padronização, projeto inadequado de máquinas, falta de mensurabilidade dos parâmetros do *setup* e limitações humanas (SINGH; KHANDUJA, 2010).

Com o objetivo de reduzir o número de *setups* os gerentes de produção, de forma errônea, fazem uso de ciclos de produção longos e grandes lotes, o que faz com que existam menos *setups*, porém resulta em outros problemas como longos *lead times*, fluxo de informação lento e exige que os estoques de segurança sejam mais elevados dificultando, dessa forma, a resposta às mudanças de demanda do mercado (PATEL; SHAW; DALE, 2001; TROVINGER; BOHN, 2005; SHINGO, 2000).

Buscando reduzir o tempo de *setup*, Shingo (2000) desenvolveu uma elaborada técnica que ele chamou de SMED, do inglês “*Single Minute Exchange of Dies*”, do português, Troca Rápida de Ferramentas (TRF), que é uma metodologia para simplificação e melhoria das atividades do *setup* para menos de dez minutos de duração,

Shingo (2000) descreve que a metodologia TRF consiste em três fases, a saber: (1) Separação das atividades internas e externas do *setup*, como atividades internas entende-se aquelas que só podem ser realizadas quando a máquina está parada e externa aquelas atividades que podem ser realizadas quando a máquina está em operação; (2) Conversão do *setup* interno em *setup* externo; (3) Racionalização das operações de *setup*, nessa fase tanto o *setup* interno quanto o externo são simplificados de modo a torná-los mais rápidos e eficientes para se atingir a meta de tempos de *setup* inferiores a 10 minutos.

Ainda com relação à metodologia TRF, Patel, Shaw e Dale (2001) concluem que há erros no processo de *setup*, pois o foco está apenas na redução do tempo de *setup*, quando esses erros poderiam ser eliminados com a aplicação de princípios *poka yoke*.

Segundo Trovinger e Bohn (2005), a literatura acadêmica pouco ressalta os benefícios reais decorrentes da redução do tempo de *setup*, como por exemplo, a diminuição de custos que o mesmo proporciona. Os autores afirmam ainda que os benefícios da redução de tempos de *setup* dependem da interação de uma série de fatores e não apenas de um simples aumento de velocidade no processo de *setup*.

A redução dos tempos de *setup* se tornou condição importante para que a Produção Enxuta se desenvolva no chão de fábrica, pois proporciona a eliminação de tempos não produtivos, considerados como desperdício, ao passo que permite a redução do tamanho dos lotes de produção (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003; SHINGO, 1996). Com a redução dos lotes de produção os problemas da fábrica ficam mais evidentes, pois o fluxo se torna mais

contínuo e de fácil visualização, permitindo que as melhorias sejam detectadas e as causas básicas atacadas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

A TRF auxilia na redução do tamanho dos lotes tornando a produção capaz de lidar com maior facilidade com as rápidas mudanças da demanda, eliminando assim a perda por superprodução, tão enfatizada pela Produção Enxuta (SHINGO, 1996). Observa-se também a contribuição que a TRF oferece à TPM, já que para que haja o melhoramento do indicador de rendimento global dos equipamentos, do inglês “*Overall Equipment Effectiveness*” (OEE), se faz necessários que os tempos de preparação das máquinas sejam reduzidos (ANTUNES JR., 1998).

2.2.13. Integração da cadeia de fornecedores

Para o atendimento ao sistema *just in time* e consequentemente à Produção Enxuta, é imprescindível que os fornecedores realizem entregas mais frequentes e em quantidades menores, necessitando assim, de forte cooperação e comunicação entre a organização e seus fornecedores. Portanto, se faz necessário que os mesmos possuam um alto nível de qualidade e um desempenho logístico confiável, a fim de que a empresa possa eliminar ou ao menos reduzir a quantidade de estoque de materiais (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

Para So e Sun (2010), a integração da cadeia de fornecedores é composta pelo compartilhamento de informações, por sistemas eletrônicos de comunicação e por uma rigorosa política de seleção de fornecedores, desempenhando uma influência positiva na adoção da Produção Enxuta nas empresas.

Corroborando o pensamento dos autores anteriores, Fuentes, Díaz e Jurado (2012) afirmam que um elevado desempenho no modelo de gestão da Produção Enxuta está diretamente interligado com uma relação bem estruturada com os fornecedores, sendo bastante desenvolvida e com alto grau de envolvimento entre fornecedores e clientes, englobando todos os integrantes da cadeia. Portanto, ao invés de aumentar o número de fornecedores a fim de obter preços mais competitivos, é recomendável minimizar este número e desenvolver parcerias de longo prazo (IYER; SESHADRI; VASHER, 2010).

Diante dos benefícios demonstrados da integração da cadeia de fornecedores, algumas organizações optam por incluí-los nas suas unidades fabris, proporcionando assim um acesso rápido e completo às programações de produção e chegada de materiais (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

2.2.14. Desenvolvimento do produto enxuto

Segundo Hines, Francis e Found (2006) são encontradas na literatura duas linhas de pensamentos a respeito do desenvolvimento de produtos. A primeira delas preocupa-se apenas com o sucesso de mercado advindo do produto desenvolvido, já a segunda está voltada para a eficiência do processo de desenvolvimento, incluindo a preocupação com a padronização e formalização deste processo. Essa eficiência no processo de desenvolvimento é alcançada por meio da aplicação dos princípios da Produção Enxuta no processo de desenvolvimento de produtos, que é denominado como “desenvolvimento do produto enxuto” (WANG *et al.*, 2012).

Wang *et al.* (2012) definem desenvolvimento do produto enxuto como a aplicação de princípios da Produção Enxuta para o processo de desenvolvimento do produto, que busca eliminar os desperdícios e auxiliar as empresas a desenvolver o fluxo de valor dos produtos. Nesse processo os produtos são desenvolvidos de forma conjunta 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 (HINES; FRANCIS; FOUND, 2006).

Para Liker e Morgan (2011), o desenvolvimento de produtos é tido como um fator essencial no desempenho de muitas empresas, representando grandes investimentos de recursos. Com base nisso, muitas empresas têm recorrido ao desenvolvimento do produto enxuto com a finalidade de melhorar a capacidade de resposta ao mercado, reduzir custos, agregar qualidade no *design* e reduzir os prazos de entrega.

Wang *et al.* (2012) afirmam ainda que um desenvolvimento de produto com baixo desempenho causa consequências que impactam negativamente nos indicadores de qualidade do produto, no custo do produto, no tempo de desenvolvimento e na capacidade de produção, sendo esse impacto negativo chamado de desperdício.

Diante disso, Hines, Francis, Found (2006) afirmam que as empresas que adotam a Produção Enxuta como modelo de gestão devem dar a devida importância para o desenvolvimento de novos produtos, no entanto as empresas tendem a desenvolver cada produto como único. Contudo, é necessário perceber que embora os produtos sejam diferentes, é importante padronizar o processo de desenvolvimento, a fim de manter os efeitos da curva de aprendizagem e colher os benefícios de um processo mais simples para a maioria dos produtos.

2.2.15. Mapeamento do Fluxo de Valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma técnica que auxilia a compreensão dos fluxos de materiais e informações em uma organização por meio de um mapa que representa tanto o estado atual como o futuro do sistema de manufatura, este mapa irá medir, avaliar e integrar as atividades buscando identificar aquelas que não agregam valor ao sistema (BARBER; TIETJE, 2008; CHEN; LI; SHADY, 2010; CHEN; MENG, 2010). Dessa forma, o MFV é visto como uma ferramenta importante na identificação dos desperdícios e suas fontes (SETH; GUPTA, 2005).

O mapa do estado atual é analisado com o objetivo de identificar as atividades que não agregam valor, que geram superprodução e que impedem o fluxo contínuo de materiais, já o mapa do estado futuro ilustra o estado ideal do sistema de manufatura (BARBER; TIETJE, 2008; CHEN; LI; SHADY, 2010).

Portanto, o MFV atual fornece uma visão geral de como a organização se encontra e o MFV futuro mapeia uma rota a seguir para atingir o estado ideal. Para isso são analisados três fluxos – fluxo de materiais, fluxo de produtos e fluxo de informações – compreendendo todas as atividades de um determinado produto ou família de produtos com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria, eliminar desperdícios no processo, reduzir tempo de ciclo e melhorar a qualidade do produto (CHEN; MENG, 2010).

De acordo com Braglia, Carmignani e Zammori (2006), a técnica do mapeamento do fluxo de valor forma a base para a implementação da Produção Enxuta. Para Seth e Gupta (2005), o MFV não apresenta nenhuma regra para alcançar o progresso, mas aponta as fontes dos problemas e identifica oportunidades de melhoria por meio de pessoas, ferramentas, e métricas, fazendo com que todos entendam os conceitos da Produção Enxuta.

Para isso o MFV utiliza ícones visuais que expressam todas as atividades, expõem problemas, desperdícios e oportunidades de melhoria, ao passo que desenvolve um plano de eliminação de desperdícios e alcance da melhoria contínua (WEE; WU, 2009).

2.3. SÍNTESE DAS PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Para sintetizar com maior clareza as práticas enxutas apresentadas na revisão da literatura, o Quadro 1 apresenta um resumo da definição de cada uma. As definições foram extraídas da pesquisa bibliográfica realizada neste capítulo.

Quadro 1 – Síntese das práticas enxutas

Práticas	Definição
<i>Just in time</i>	Fornecer itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário e no local correto, objetivando assim, eliminar estoques e perdas a fim de obter um fluxo contínuo de produção (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).
<i>Kanban</i>	É um instrumento utilizado para atingir a produção <i>just in time</i> , sendo realizado por meio de instruções que são colocadas dentro de um envelope de vinil retangular com o objetivo de tornar as informações visíveis por todos da estação de trabalho (OHNO, 1997).
Nivelamento da Produção	Busca manter uniforme o volume e o <i>mix</i> de produtos ao longo de um determinado tempo de fabricação disponível, com o objetivo de manter os estoques baixos e reduzir a variabilidade dos programas de produção (SWANSON, 2008; KASUL; MOTWANI, 1997; WOMACK; JONES, 2006).
Células de manufatura	As células de manufatura são locais onde as tarefas e os operadores estão sincronizados em termos de tempo, espaço e informação, proporcionando polivalência, redução dos tempos de setup e redução dos lotes de transferência. Além disso, as células de manufatura devem possuir a dedicação de equipamentos a uma família de peças ou produtos com requisitos de processamento similares (HYER; BROWN, 1999).
Equipes multifuncionais	São grupos de trabalhadores que são capazes de realizar diferentes tarefas, cada equipe realiza todas as tarefas do produto e possuem responsabilidades descentralizadas, já que as tarefas passam a ser integradas em equipe (ÅHLSTRÖM; KARLSSON, 1996).
Autonomação	É a autonomia dada ao operador ou à máquina de sempre parar o processo produtivo quando alguma anormalidade no processamento for detectada (GUINATO, 1995).
Operações padronizadas	A padronização das operações se dá por meio das folhas de trabalho padrão, que combinam materiais, operários e máquinas para produzir com eficiência. Nas folhas devem estar listados os três elementos do procedimento de trabalho padrão, são eles: tempo de ciclo, sequência do trabalho e estoque padrão (SHINGO, 1996; OHNO 1997; LIKER, 2005).
Gerenciamento visual	Identificar e eliminar <i>déficits</i> de informação por meio de soluções visuais que envolvam todos os locais de trabalho, tornando-os organizados e autoexplicativos (GALSWORTH, 2004).
Controle da Qualidade Zero Defeito	É um método racional e científico que busca eliminar os defeitos por meio da identificação e controle das causas (GHINATO, 1995).
<i>Kaizen</i>	É definido como um conjunto de pequenas melhorias que envolve a todos, desde gerentes até os trabalhadores da produção, e são introduzidas como resultado de um esforço

	contínuo, que visam identificar e alcançar resultados que contribuam para os objetivos organizacionais (BRUNET; NEW, 2003; WITTENBERG, 1994; MAGNIER-WATANABE, 2011).
Manutenção Produtiva Total	A TPM é baseada em três conceitos principais: maximizar a eficiência dos equipamentos, manutenção autônoma realizada pelos operadores e pequenos grupos de atividades (LJUNGBERG, 1998).
Troca Rápida de Ferramentas	Metodologia para simplificação e melhoria das atividades do <i>setup</i> para menos de dez minutos de duração (SHINGO, 2000).
Integração da cadeia de fornecedores	A integração da cadeia de fornecedores é composta pelo compartilhamento de informações, por sistemas eletrônicos de comunicação e por uma rigorosa política de seleção de fornecedores, desempenhando uma influência positiva na adoção da Produção Enxuta nas empresas (SO; SUN, 2010).
Desenvolvimento do produto enxuto	Desenvolvimento do produto enxuto é definido como a aplicação de princípios da Produção Enxuta para o processo de desenvolvimento do produto, que busca eliminar os desperdícios e auxiliar as empresas a desenvolver o fluxo de valor dos produtos (WANG et al., 2012).
Mapeamento do Fluxo de Valor	É uma técnica que auxilia a compreensão dos fluxos de materiais e informações em uma organização por meio de um mapa que irá medir, avaliar e integrar as atividades buscando identificar aquelas que não agregam valor ao sistema (BARBER; TIETJE, 2008; CHEN; LI; SHADY, 2010; CHEN; MENG, 2010).

Fonte: Desenvolvido pela autora.

2.4. PRESSUPOSTOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta vem sendo aplicada em diversos cenários, no entanto para que ocorra uma implementação bem-sucedida algumas características são consideradas imprescindíveis. De acordo com Gaither e Frazier (2008), a maior parte das implementações de sucesso ocorreu em ambientes nos quais a produção repetitiva predominava, apresentando lotes de produção padronizados e produção em alta velocidade, além de volumes elevados, caracterizando assim uma produção que caminha em direção a um fluxo contínuo. Com isso, os autores afirmam que o sucesso da implementação torna-se comprometido quando as empresas não possuem a repetitividade em seus processos, necessitando, dessa maneira, originar mudanças na tentativa de tornar suas operações similares às operações repetitivas.

Gaither e Frazier (2008) também afirmam que para que a Produção Enxuta funcione adequadamente é necessário que os programas de produção sejam estáveis e nivelados,

estáveis do ponto de vista de que deve ser produzida a mesma quantidade e a sequência todos os dias do mês e nivelados de modo que se produza a mesma quantidade diariamente (*heijunka*).

De acordo com Corrêa, Giansesi e Caon (2007), para que a Produção Enxuta funcione adequadamente o programa de produção precisa ser o mesmo para cada dia do mês, ou seja, tem-se a produção dos mesmos produtos, nas mesmas quantidades e sequências durante todos os dias do mês. Dessa maneira, o sistema produtivo reduz as explosões de peças, os fluxos de materiais e os funcionários passam a possuir menos atribuições de tarefas.

Para Gaither e Frazier (2008), é necessário que as fábricas sejam especializadas, pois a Produção Enxuta necessita da facilidade de administração que essas fábricas oferecem por possuírem a fabricação especializada em determinado produto. Além disso, se faz necessário que a capacidade de produção dos centros de trabalho seja aumentada, pois dessa maneira os *lead times* serão reduzidos, o que pode ser conseguido por meio do aumento da taxa de produção ou da redução dos tempos de *setup*.

De forma complementar, Wan e Chen (2009) afirmam que se torna difícil aplicar a Produção Enxuta em ambientes nos quais há uma demanda instável, com frequentes aumentos de pedidos ou quando não é possível alcançar uma carga de trabalho estável. Nesse mesmo sentido, Davis, Aquilano e Chase (2001) afirmam que a Produção Enxuta deve adaptar-se às características dos países. Os autores afirmam que a redução do número de fornecedores é facilmente alcançada pelo Japão – país onde a Produção Enxuta originou-se – por ser um país pequeno em área geográfica, no qual os fornecedores estão localizados próximos às empresas, proporcionando assim um relacionamento mais cooperativo entre elas. Situação essa que se torna mais complicada em países com grande área geográfica, onde os fornecedores estão espalhados (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

Outra dificuldade encontrada na implementação da Produção Enxuta diz respeito àquelas organizações que possuem alta variedade e baixo volume em seus processos produtivos. Em um estudo realizado por Jina, Bhattacharya e Walton (1997), os autores concluíram que a aplicação da Produção Enxuta torna-se difícil em empresas que produzem em alta variedade e baixo volume devido aos impactos que as turbulências resultantes de um ambiente mutável causam nos processos.

Portanto, para que se consiga ter um alto volume de produção Slack, Chambers e Johnston (2002) afirmam que é necessário que os sistemas sejam automatizados e que a ênfase do projeto de manufatura seja no processo. Outra característica importante que os

autores citam é o nível de padronização dos produtos, a qual deve ser alta a fim de contribuir para o fluxo de produção contínuo. Sistemas produtivos que apresentam volume de produção elevado tendem a apresentar arranjos físicos por produto ou celular e funcionários com habilidades focadas no sistema.

Dessa maneira, fica evidente que um ambiente favorável à Produção Enxuta é aquele no qual a produção repetitiva e o alto volume prevalece, apresentando lotes de produção padronizados e produção em alta velocidade. Empresas que possuem uma demanda estável e com baixa variedade são beneficiadas pela facilidade de implementação da Produção Enxuta, bem como aquelas empresas que são especializadas na produção de determinado produto. Outra característica que auxilia na implementação da Produção Enxuta é a presença de programas de produção estáveis e nivelados.

Tomando como base o exposto, elaborou-se o Quadro 2 que relaciona os principais pressupostos para a implementação da Produção Enxuta com algumas de suas características para o processo produtivo.

Quadro 2 – Pressupostos para a implementação da Produção Enxuta

Pressupostos	Implicações para o sistema de produção
Volume alto	Sistemas automatizados
	Padronização dos produtos
	Fluxo de produção contínuo
	Arranjos físicos do tipo por produto ou celular
Produção repetitiva	Mix de produção constante
	Trabalho humano repetitivo
	Rotinas similares para a produção
	Periodicidade de produção
Estabilidade da demanda	Programas de produção estáveis e nivelados
	Quantidade de produção diária constante
	Previsão da demanda estruturada

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Contudo, se faz importante destacar que os pressupostos citados não inviabilizam a implementação da Produção Enxuta, já que de acordo com Conney (2002) não existe um modelo de produção adequado para todas as empresas e em todas as conjunturas. Sendo necessária a adequação das práticas enxutas às características das mesmas, a fim de acompanhar o ambiente dinâmico na qual a empresa está inserida.

Portanto, é comum que os modelos de gestão atuais incorporem algumas características da Produção Enxuta, sem necessariamente implantar o sistema por completo, mas sim, aquilo que é apropriado para as características de seu sistema de produção. Dessa forma, se faz importante a análise das características das empresas a fim de realizar as adequações necessárias, alavancando dessa forma o desempenho das mesmas à medida que é implementado apenas o que irá contribuir de fato para o sucesso da organização.

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

No presente capítulo foram revisados conceitos acerca da Produção Enxuta que foram julgados importantes para o desenvolvimento do método proposto nesta pesquisa. Foram ressaltados os conceitos iniciais, o conjunto das práticas mais relevantes para a Produção Enxuta, bem como os pressupostos que um sistema produtivo deve conter para que a implementação da Produção Enxuta seja facilitada. Ao revisar as práticas enxutas percebeu-se que há uma interação entre as mesmas no sentido de complementariedade, sendo possível concluir que para que haja uma implementação bem sucedida de uma prática enxuta se faz necessário a sinergia dela com um conjunto de outras práticas. Diante da revisão realizada, foi possível concluir também que existem algumas características dos sistemas produtivos que facilitam a implementação da Produção Enxuta, tornando o ambiente favorável à filosofia.

3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

O presente capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura sobre os modelos de avaliação da implementação das práticas da Produção Enxuta. Para isso foram analisadas as publicações internacionais relacionadas com o tema e publicadas nos últimos 15 anos em três bases de dados: Portal de Periódicos da Capes, *Web of Science* e EBSCO. Paralelamente foi realizada outra pesquisa buscando abranger os modelos de avaliação da Produção Enxuta mais citados na literatura, bem como os publicados nacionalmente, a fim de identificar suas principais características.

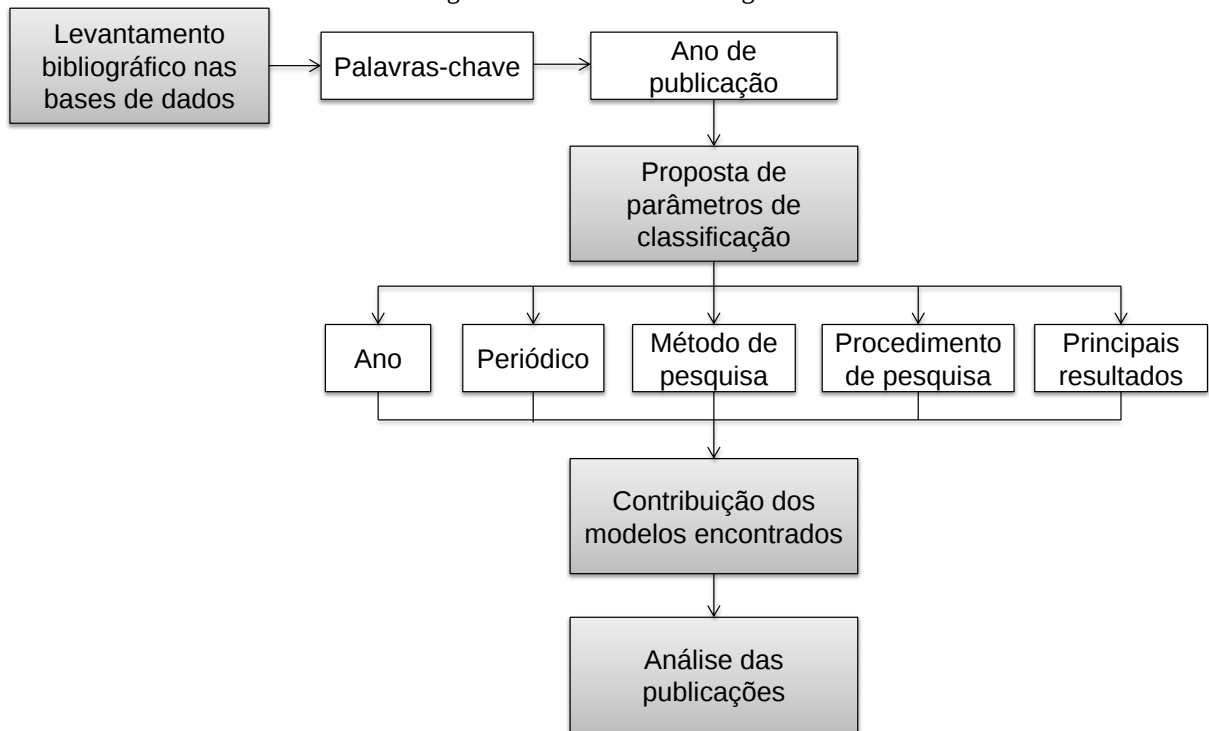
Diante do exposto, o presente capítulo é estruturado da seguinte maneira: na seção 3.1 é apresentada uma pesquisa sobre os modelos de avaliação da implementação da Produção Enxuta publicados internacionalmente nos últimos 15 anos, a seção 3.2 apresenta os modelos de avaliação clássicos da literatura e os publicados nacionalmente, na seção 3.4 são apontados, diante do que foi analisado, os requisitos necessários para um método de avaliação e, por fim, na seção 3.5 são apresentadas algumas considerações finais sobre o capítulo.

3.1. PESQUISAS SOBRE A AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

Com a finalidade de verificar como a avaliação da implementação da Produção Enxuta vem sendo tratada pelas pesquisas publicadas internacionalmente nos últimos 15 anos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o intuito de levantar os principais trabalhos sobre o tema. A estrutura metodológica adotada para o levantamento bibliográfico é apresentada na Figura 1.

Com base na Figura 1 é possível visualizar que inicialmente será apresentado o levantamento bibliográfico realizado, posteriormente serão expostos os parâmetros de classificação dos artigos, para em seguida apresentar uma revisão com a contribuição dos modelos encontrados na literatura e por fim, será realizada uma análise das publicações com base nos parâmetros selecionados.

Figura 1 - Estrutura metodológica.



Fonte: Desenvolvido pela autora.

3.1.1. Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados que possuem relevância no meio acadêmico, proporcionando assim maior confiabilidade à pesquisa. As bases de dados selecionadas foram as seguintes: Portal de Periódicos da Capes, *Web of Science* e EBSCO. A pesquisa foi restrita aos artigos que possuíam as seguintes palavras-chave em seu título: *Leanness*, *Leanness Assessment* e *Leanness Evaluation*. Além disso, a busca foi limitada a artigos publicados entre os anos de 1997 e 2012. A data inicial foi escolhida com a finalidade de verificar o efeito gerado pelo artigo pioneiro de Karlsson e Åhlström (1996), que se tornou um clássico da literatura de modelos de avaliação da Produção Enxuta.

Na busca realizada foram selecionados apenas os artigos diretamente relacionados com o tema Produção Enxuta. Com isso, foram obtidas as seguintes quantidades de acordo com a base de dados e palavras-chave, como é mostrado na Tabela 1.

Posteriormente foram analisados os títulos, resumos e palavras-chave dos artigos encontrados, selecionando-se apenas aqueles que possuíam como foco a avaliação da Produção Enxuta. Com isso, foram encontrados os seguintes resultados, ilustrados na Tabela 2.

Tabela 1 – Quantidade de artigos encontrados

Palavras-chave/Base de dados	Periódicos Capes	Web of Science	EBSCO
<i>Leanness</i>	131	87	13
<i>Leanness Assessment</i>	74	4	1
<i>Leanness Evaluation</i>	3	2	0
Total	208	93	14

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Tabela 2 – Quantidade de artigos filtrados encontrados

Palavras-chave/Base de dados	Periódicos Capes	Web of Science	EBSCO
<i>Leanness</i>	12	8	3
<i>Leanness Assessment</i>	8	3	1
<i>Leanness Evaluation</i>	2	2	0
Total	22	13	4

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Diante do exposto pode-se observar uma diminuição considerável na quantidade de artigos que abordam como assunto principal a avaliação do grau de implementação das empresas que adotam a Produção Enxuta como seu sistema de produção. Posteriormente, foram desconsiderados os artigos que foram encontrados em mais de uma base de dados, ou seja, artigos repetidos, finalizando em um total de 23 artigos publicados que apresentam modelos de avaliação da Produção Enxuta.

3.1.2. Parâmetros de classificação dos artigos

A classificação dos artigos selecionados se deu de acordo com suas características obedecendo aos seguintes parâmetros: ano de publicação, periódico no qual foi publicado, métodos de pesquisa, procedimentos de pesquisa e principais resultados. Os parâmetros foram selecionados com o objetivo de sintetizar as principais características das publicações recentes sobre o tema, assim como apresentar uma perspectiva geral de cada modelo analisado.

Com relação aos métodos de pesquisa os artigos foram classificados como pesquisa quantitativa ou pesquisa qualitativa. Como pesquisa quantitativa classificou-se aqueles artigos que possuíam mensuração de variáveis em seu escopo, já como pesquisa qualitativa foram

classificados aqueles que buscaram obter e interpretar informações sobre os indivíduos e sobre o ambiente que compõe a pesquisa (MARTINS, 2010).

Os artigos também foram classificados quanto aos procedimentos de pesquisa utilizados, sendo eles: estudo de caso, pesquisa-ação, levantamento tipo *survey*, modelagem e simulação.

Segundo Martins (2010), no estudo de caso o envolvimento do pesquisador com a organização fonte de pesquisa ocorre apenas nas visitas realizadas para a coleta de dados, já na pesquisa-ação o envolvimento do pesquisador é maior, pois ele faz parte das mudanças organizacionais ocorridas provenientes da pesquisa. Ainda de acordo com o mesmo autor, no levantamento tipo *survey* o pesquisador pode ou não ter proximidade com o objeto de estudo, já que em geral o instrumento de coleta de dados é o questionário.

Para Martins (2010), tanto na modelagem quanto na simulação o pesquisador é capaz de manipular as variáveis, mas não a realidade. Na modelagem esse processo se dá pela adoção de técnicas matemáticas e na simulação pelo uso de técnicas computacionais (NAKANO, 2010).

3.1.3. Contribuição dos modelos de avaliação da implantação da Produção Enxuta encontrados na literatura

Após a classificação dos artigos foi desenvolvida uma revisão dos trabalhos publicados sobre os modelos de avaliação da implementação da Produção Enxuta, a fim de verificar a contribuição de cada um deles para a literatura. A seguir serão apresentados breves resumos dos trabalhos selecionados de acordo com a ordem cronológica de publicação.

O modelo proposto por Soriano-Meier e Forrester (2002) busca avaliar a adoção dos princípios da Produção Enxuta utilizando variáveis semelhantes às do modelo desenvolvido por Karlsson e Åhlström (1996), são elas: eliminação de resíduos, melhoria contínua, zero defeitos, entregas *just in time*, produção puxada, equipes multifuncionais, descentralização, integração de funções e sistema de informação vertical. Além disso, o modelo visa medir o compromisso da gerência com a Produção Enxuta com base em um modelo desenvolvido por Boyer (1996). O principal instrumento de pesquisa utilizado foi um *survey*, fazendo uso também de entrevistas estruturadas, dados secundários internos e externos e observações in loco. O questionário desenvolvido para avaliar o grau de adoção aos princípios da Produção Enxuta foi elaborado com base nas nove variáveis identificadas por Karlsson e Åhlström

(1996) e o questionário desenvolvido para avaliar o compromisso da gestão com a Produção Enxuta utilizou o modelo de Boyer (1996) com pequenas modificações. Ambos solicitavam que os entrevistados classifikassem as respostas em uma escala de Likert de sete pontos.

O modelo proposto por Taj (2005, 2008) busca avaliar nove principais áreas da produção, são elas: estoque; trabalho em equipe; processos; manutenção; *layout* e movimentação; fornecedores; *setup*; qualidade; e planejamento e controle. A ferramenta foi aplicada em fábricas na China por meio de um questionário, os entrevistados foram convidados a responder de 3 a 6 perguntas sobre cada área, sendo fornecida uma pontuação de 0 a 4 para cada resposta. Posteriormente as pontuações foram totalizadas para cada área e o resultados exibidos em uma planilha eletrônica desenvolvida por Lee (2004) *apud* Taj (2008) e, finalmente, um gráfico de perfil enxuto é criado para ilustrar a situação atual da planta e as oportunidades de melhoria.

Srinivasaraghavan e Allada (2006) desenvolveram um instrumento de pesquisa para coletar informações necessárias para a avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa, buscando fornecer uma medida quantitativa por meio da aferição de outras indústrias enxutas. O modelo utiliza a distância de Mahalanobis que é uma medida de distância baseada em correlações entre variáveis, na qual é possível identificar e analisar diferentes padrões tomando uma referência como base. A metodologia proposta consiste em quatro etapas: coleta de dados utilizando ferramentas contemporâneas de avaliação; normalização dos dados; cálculo da distância de Mahalanobis; identificação e direção das melhorias de acordo com o orçamento financeiro da empresa.

Bayou e Korvin (2008), por meio de um estudo de caso, apresentam os passos de um algoritmo utilizando a metodologia da lógica *fuzzy* e aplica-o a indústria automobilística. Os autores buscam uma medida unificadora dos efeitos das práticas da Produção Enxuta, uma medida que integre as mudanças ocorridas decorrentes das práticas em um indicador, fazendo com que duas empresas concorrentes possam ser comparadas a fim de determinar o grau de enxugamento de suas operações. Para avaliar o grau de enxugamento das operações os autores utilizam um conjunto de práticas que julgam ser relevantes para uma empresa tornar-se enxuta, são elas: JIT, *Kaizen* e Gestão da Qualidade. Ao final, a empresa é classificada como enxuta, medianamente enxuta ou muito enxuta.

Wan e Chen (2008) propõem uma metodologia para medir o quão enxuto se encontram os sistemas de fabricação por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). Com isso, fornecem uma nova maneira de quantificar o grau de enxugamento de um sistema de

produção baseado em uma referência ideal obtida a partir de dados históricos. Os sistemas de produção atuais são denominados de Unidades Tomadoras de Decisões Atuais (UTDA) e os sistemas enxutos viáveis são chamados de Unidades Tomadoras de Decisões Ideais (UTDI). As pontuações demonstram o quão enxuto é o sistema e cria diferentes cenários que avaliam o *trade off* entre três dimensões (custo, *lead time* produtivo e valor agregado ao produto) a fim de proporcionar informações de apoio à tomada de decisão alinhada com o foco estratégico da empresa.

O modelo proposto por Wan e Chen (2009) é uma ferramenta de apoio à decisão adaptável aos sistemas produtivos das empresas que foi desenvolvido na busca de orientar as mesmas no processo de implementação da Produção Enxuta. O *software* avalia o estado atual da empresa, identifica os pontos de melhoria e sugere as ferramentas e técnicas que devem ser utilizadas para os planos de ação das melhorias. Para que a Produção Enxuta seja implementada de forma sistemática e eficiente a ferramenta faz a associação do conhecimento e da experiência de seus profissionais com ações práticas buscando responder a dois questionamentos: “Quão enxuto o sistema é?” e “Como se tornar mais enxuto?”.

Singh, Garg e Sharma (2010) apresentam uma discussão sobre os conceitos *Lean* e elaboram um método para medir o quanto uma empresa é considerada enxuta. Para isso foi selecionada uma equipe com cinco membros com experiência em implementação da Produção Enxuta. Cada membro da equipe foi solicitado a classificar a situação atual da empresa de acordo com cinco parâmetros, a saber: fornecedor, prioridades de investimento, práticas da Produção Enxuta, desperdícios e problemas com clientes. A equipe determinou uma escala de medida variando de aceitável a totalmente satisfatória. Posteriormente a lógica *fuzzy* é introduzida na busca de remover o viés do julgamento humano, além disso, foram atribuídas pontuações diferentes para os avaliadores. Ao final, a partir dos dados obtidos, é gerado o grau enxugamento da organização.

Bhasin (2011) avalia a Produção Enxuta por meio de um modelo composto por 104 índices agrupados em 12 categorias. Com o objetivo de avaliar a viabilidade do modelo, o mesmo foi aplicado em 20 organizações avaliando as 12 categorias com o respectivo conjunto de índices para cada grupo. A partir das pontuações obtidas na avaliação as organizações são classificadas em sete fases, a saber: planejamento; desenvolvimento; mecânica; avançada; holística; inovadora e ideológica.

No artigo de Seyedhosseini *et al.* (2011), os autores buscam medir o desempenho da Produção Enxuta por meio do *Balanced Scorecard*. Para isso os autores identificaram cinco

perspectivas enxutas: perspectiva financeira, perspectiva do cliente, perspectiva dos processos, perspectiva das pessoas e perspectiva dos fornecedores. Posteriormente são gerados 16 objetivos enxutos com relação a cada perspectiva usando o método Delphi. Em seguida foram determinados critérios adequados e medidas de avaliação e medição do desempenho usando o método do *Balanced Scorecard*, com isso foram obtidos 52 critérios. Foi utilizada a técnica *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) juntamente com a opinião dos especialistas para elaborar uma matriz representando a importância e a prioridade entre os objetivos e as medidas enxutas juntamente com a opinião dos especialistas. Com isso foi possível identificar uma relação de causa e efeito entre os objetivos e desenhar um mapa de estratégia enxuta para a organização. A técnica permite ajudar a organização a melhorar a sua estratégia de seleção de critérios usando os mais altos objetivos ponderados enxutos, o que indica o grau de enxugamento melhor em suas operações.

No estudo realizado por Vinodh, Prakash e Selvan (2011) foi utilizada a lógica *fuzzy* associada à técnica de mineração de dados, a FARM. FARM é uma técnica de mineração de dados que busca extrair apenas as informações úteis, essa técnica foi utilizada nos bancos de dados das empresas. O método utiliza atributos para avaliar a Produção Enxuta que foram coletados baseados em unidades de decisão quantitativa (custo) e qualitativa (rentabilidade, produtividade, qualidade, *lead time*, defeitos e disponibilidade). Esses atributos são as medidas de desempenho da Produção Enxuta e foram aprovados pelos tomadores de decisão da organização que afirmaram que esses atributos são relevantes para a avaliação das práticas da Produção Enxuta.

Vinodh e Chintha (2011), Vinodh e Vimal (2012) e Vinodh e Kumar (2012) apresentam um modelo conceitual composto por cinco facilitadores enxutos, 20 critérios enxutos associados aos facilitadores e vários atributos que são atrelados aos critérios. Os facilitadores foram classificados da seguinte maneira: responsabilidade da gestão, administração da produção, força de trabalho, tecnologia e estratégia de manufatura.

No artigo de Vinodh e Chintha (2011) foram escolhidos cinco especialistas em Produção Enxuta para a avaliação, os especialistas foram orientados a escolher uma entre cinco notas para cada critério, sendo elas: 10, 8, 6, 4 e 2. De 8 a 10 corresponde a extremamente enxuta, de 6 a 8 é enxuta, de 4 a 6 é classificada como geralmente enxuta, de 2 a 4 é não enxuta e menos do que 2 representa extremamente não enxuta. Posteriormente é aplicada a lógica *fuzzy* e a partir das notas é gerado o grau de enxugamento da empresa.

Já no artigo de Vinodh e Vimal (2012), foi solicitado que os chefes de vários departamentos da organização respondessem questões para avaliar o desempenho das capacidades enxutas e a importância dos pesos das capacidades enxutas usando variáveis linguísticas.

No modelo de Vinodh e Kumar (2012) é desenvolvido um sistema de apoio à decisão (DSS) para a avaliação do grau de enxugamento pela lógica *fuzzy*, o DSS-MGFLA. O DSS avalia vários graus de enxugamento e permite que os gestores tomem decisões apropriadas do ponto de vista da avaliação do grau de enxugamento e melhorias. Foram desenvolvidos DSS para controle em tempo real de processos de fabricação, para a gestão da cadeia de suprimentos, gestão de relacionamentos com os clientes, tomada de decisões em gestão de projetos, segurança de transporte e decisões sobre fazer ou comprar.

Tanto o modelo desenvolvido por Vinodh e Chintha (2011), como o de Vinodh e Vimal (2012) e Vinodh e Kumar (2012) utilizam a lógica *fuzzy* para a aproximação das variáveis linguísticas e para calcular o índice do grau de enxugamento.

O objetivo principal do trabalho de Vimal e Vinodh (2012) foi avaliar o grau de enxugamento usando regras da abordagem *IF - THEN* juntamente com relevância prática. Inicialmente foi realizada uma avaliação do desempenho dos recursos da Produção Enxuta selecionando as variáveis linguísticas, para posteriormente desenvolver um conjunto de números *fuzzy* para aproximar os valores das variáveis linguísticas. Após a obtenção dos números *fuzzy*, regras *IF - THEN* são aplicadas para o cálculo do índice de enxugamento. Como resultado o artigo apresenta o desenvolvimento de um modelo abrangente de avaliação do grau de enxugamento, usando a lógica *fuzzy* baseada no mecanismo *IF - THEN*.

3.1.4. Análise das publicações selecionadas

Após a leitura dos artigos selecionados, foi possível coletar as informações necessárias para a classificação dos mesmos conforme com os parâmetros propostos anteriormente, conforme pode ser visualizado no Quadro 3. Este quadro apresenta o título dos artigos, os autores, seguido do ano de publicação, periódico no qual foi publicado, método e procedimento de pesquisa e os principais resultados de cada artigo analisado.

Quadro 3 - Classificação dos métodos de avaliação da implementação da Produção Enxuta

Título	Autores	Ano de publicação	Periódico de publicação	Método de pesquisa	Procedimento de pesquisa	Principais resultados
<i>A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms</i>	Soriano-Meier e Forrester	2002	<i>Integrated Manufacturing Systems</i>	Qualitativo e Quantitativo	Survey	Avalia o grau de adoção aos princípios da Produção Enxuta e o compromisso da gestão com a mesma por meio de um questionário.
<i>Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries</i>	Taj	2005	<i>Management Decision</i>	Qualitativo e Quantitativo	Survey	Avalia nove principais áreas da produção em fábricas na China por meio de um questionário. Os resultados são exibidos em uma planilha eletrônica e é fornecido um gráfico de perfil enxuto para ilustrar a situação atual da planta e as oportunidades de melhoria.
<i>Application of Mahalanobis distance as a lean assessment metric</i>	Srinivasaraghavan e Allada	2006	<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i>	Quantitativo	Survey	Fornecer uma medida quantitativa de avaliação da PE utilizando a distância de Mahalanobis. Ao final permite que a empresa identifique as melhorias e direção das mesmas de acordo com o capital da empresa.
<i>Measuring the leanness of manufac-</i>	Bayou e Korvin	2008	<i>Journal of Engineering and Tech-</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Usando uma metodologia de lógica

<i>turing system: A case study of Ford Motor Company and General Motors</i>			<i>nology Management</i>			<i>fuzzy</i> , o estudo de caso apresenta os passos de um algoritmo e aplica-o a uma indústria automobilística.
<i>Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants</i>	Taj	2008	<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	Qualitativo e Quantitativo	Survey	Avalia nove principais áreas da produção em fábricas na China por meio de um questionário. Os resultados são exibidos em uma planilha do excel e é fornecido um gráfico de perfil enxuto para ilustrar a situação atual da planta e as oportunidades de melhoria.
<i>A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives</i>	Wan e Chen	2008	<i>International Journal of Production Research</i>	Quantitativo	Modelagem e Simulação	Propôs o DEA como metodologia para medir o grau de enxugamento.
<i>Decision support for lean practitioners: A web-based adaptive assessment approach</i>	Wan e Chen	2009	<i>Computers in Industry</i>	Quantitativo	Modelagem e Simulação	Os autores desenvolvem uma ferramenta de apoio à decisão para orientar as empresas no processo de implementação da Produção Enxuta. O software avalia o estado atual da empresa, identifica os pontos de melhoria e sugere as

						ferramentas e técnicas que devem ser utilizadas para os planos de ação das melhorias.
<i>Development of index for measuring leanness: study of an Indian auto component industry</i>	Singh, Garg e Sharma	2010	<i>Measuring Business Excellence</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Utilizando a lógica <i>fuzzy</i> foram desenvolvidos índices enxutos e apresentados separadamente na escala de 100 pontos para todos os parâmetros de fornecedores.
<i>Measuring the leanness of an organisation</i>	Bhasin	2011	<i>International Journal of Lean Six Sigma</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Classifica a organização em sete fases de acordo com uma pontuação fornecida pelo modelo proposto que é composto por 104 índices agrupados em 12 categorias.
<i>Extracting leanness criteria by employing the concept of Balanced Scorecard</i>	Syedhosseini et al.	2011	<i>Expert Systems with Applications</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Nesta pesquisa, foi introduzido um método sistemático e lógico para extrair e definir critérios para uma empresa ser enxuta usando o conceito do <i>Balance Scorecard</i> . Além disso, combinou este método com outros métodos de decisão, como o <i>Delphi</i> , Técnicas de Grupo, Nominal e

						DEMATEL.
<i>Evaluation of leanness using fuzzy association rules mining</i>	Vinodh, Prakash e Selvan	2011	<i>The International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	O método utiliza atributos para avaliar a Produção Enxuta que foram coletados baseados em unidades de decisão quantitativa e qualitativa. Esses atributos são as medidas de desempenho da Produção Enxuta. Os autores utilizam a lógica <i>fuzzy</i> associada à técnica de mineração de dados, a FARM.
<i>Leanness assessment using multigrade fuzzy approach</i>	Vinodh e Chintha	2011	<i>International Journal of Production Research</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Os autores apresentam um modelo conceitual composto por cinco facilitadores enxutos, 20 critério enxutos e vários atributos. Foram escolhidos cinco especialistas em Produção Enxuta para a avaliação. Posteriormente foi aplicada a lógica <i>fuzzy</i> e a partir das notas fornecidas pelos especialistas foi gerado o grau de enxugamento da empresa.
<i>Thirty criteria based lean-</i>	Vinodh e Vimal	2012	<i>International Journal of</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Apresenta como resul-

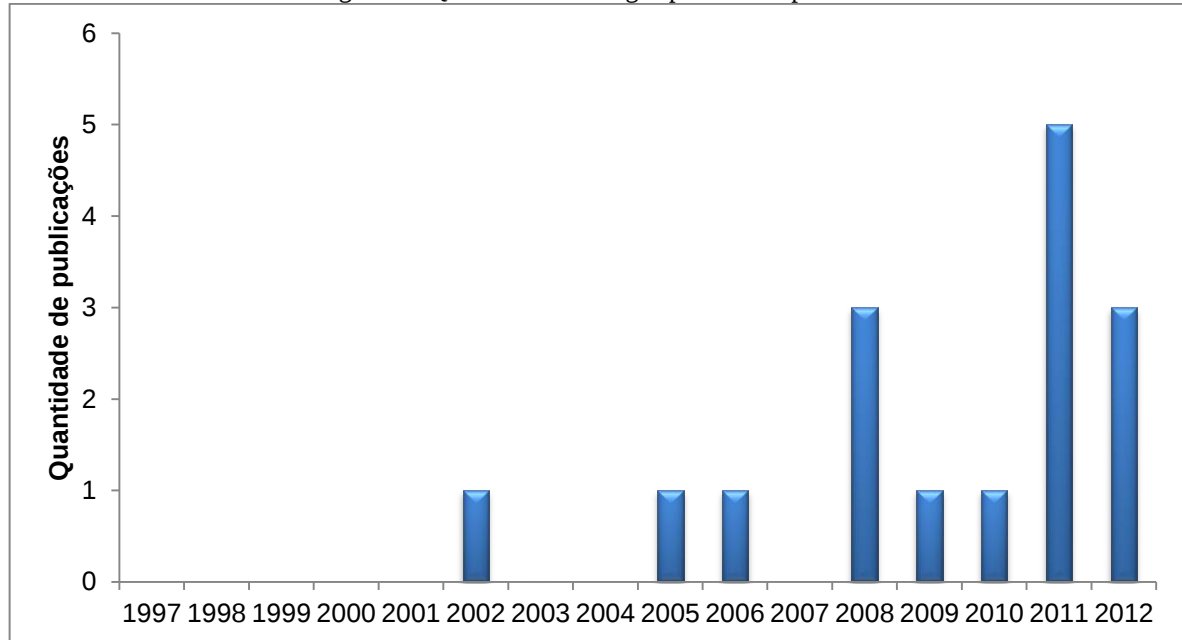
<i>ness assessment using fuzzy logic approach</i>			<i>Advanced Manufacturing Technology</i>			tado um modelo conceitual de avaliação do grau de enxugamento com 30 critérios e identifica os principais obstáculos da implementação.
<i>Development of computerized decision support system for leanness assessment using multi grade fuzzy approach</i>	Vinodh e Kumar	2012	<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	Desenvolveu um sistema de apoio à decisão (DSS) para a avaliação do grau de enxugamento pela lógica fuzzy (MGFLA) (DSS-MGFLA). O sistema desenvolvido permite a avaliação precisa da Produção Enxuta. Além de avaliar, ele também permite a identificação de áreas de melhoria.
<i>Leanness evaluation using IF – THEN rules</i>	Vimal e Vinodh	2012	<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i>	Quantitativo	Estudo de Caso	O estudo contribui para o desenvolvimento de um modelo abrangente de avaliação do grau de enxugamento, usando a lógica fuzzy baseada no mecanismo IF - THEN.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Diante do Quadro 3 torna-se possível realizar uma análise referente ao ano de publicação dos artigos, conseguindo dessa maneira perceber o desenvolvimento das

publicações durante o passar dos anos. Com isso, pode-se concluir que o tema é recente e possui uma pequena quantidade de publicações, indicando que o desenvolvimento de modelos de avaliação da implantação da Produção Enxuta ainda pode ser bastante explorado. Na Figura 2 é ilustrada a quantidade de artigos publicados por ano, desde o ano de 1997 até o ano de 2012.

Figura 2 - Quantidade de artigos publicados por ano.



Fonte: Desenvolvido pela autora.

Com a pequena quantidade de publicações relacionadas ao tema pode-se constatar que a avaliação da Produção Enxuta vem sendo negligenciada pelos pesquisadores, fato esse que pode dificultar a compreensão dos benefícios que a filosofia de produção proporciona, bem como a avaliação de em qual nível de implementação a empresa se encontra.

Com relação aos periódicos nos quais os artigos selecionados foram publicados, pode-se verificar que a maior quantidade de publicações ocorreu nos periódicos “*International Journal of Advanced Manufacturing Technology*”, “*International Journal of Production Research*” e “*Journal of Manufacturing Technology Management*” com quatro, três e duas publicações respectivamente, como pode ser observado na Tabela 3. Pode-se observar também que a maioria dos artigos foram publicados em periódicos com boa qualificação no *Qualis* da Capes, sendo alguns classificados como A2 na área de Engenharias III, a qual Engenharia de Produção está inserida.

Tabela 3 - Quantidade de artigos por periódico

Periódico	Quantidade de artigos
<i>International Journal of Advanced Manufacturing Technology</i>	4
<i>International Journal of Production Research</i>	3
<i>Journal of Manufacturing Technology Management</i>	2
<i>Integrated Manufacturing Systems</i>	1
<i>Management Decision</i>	1
<i>Journal of Engineering and Technology Management</i>	1
<i>Computers in Industry</i>	1
<i>Measuring Business Excellence</i>	1
<i>International Journal of Lean Six Sigma</i>	1
<i>Expert Systems with Applications</i>	1

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Com relação ao método de pesquisa adotado pelos artigos selecionados pode-se observar uma predominância pela abordagem quantitativa no desenvolvimento dos modelos, sendo classificados com pesquisa qualitativa-quantitativa apenas dois artigos. Essa constatação pode ser justificada pelo uso da lógica *fuzzy* na maioria dos casos, a qual necessita de métodos matemáticos para ser operacionalizada. Além da lógica *fuzzy*, métodos como a distância de Mahalanobis, a análise envoltória de dados (DEA) e o *Balanced Scorecard* foram utilizados.

Quanto ao procedimento de pesquisa utilizado verificou-se que o estudo de caso foi o escolhido pela maior parte das publicações, totalizando nove estudos de caso, o restante se encontra distribuído entre *survey* e simulação, apresentando quatro e duas ocorrências respectivamente.

O procedimento do estudo de caso foi amplamente utilizado nas pesquisas, inclusive nas que possuíam o caráter quantitativo em seu método de pesquisa, o que contradiz em parte o que diz Martins (2010), quando o mesmo afirma que os procedimentos de pesquisas comumente utilizados na engenharia de produção para conduzir uma pesquisa quantitativa são o *survey*, a modelagem/simulação, os experimentos e quase-experimento e que as pesquisas qualitativas utilizam o estudo de caso e a pesquisa-ação.

3.2. DESCRIÇÃO DE MODELOS USUAIS DE AVALIAÇÃO

Nesta seção são apresentados os modelos de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta que não foram abordados na pesquisa bibliográfica apresentada na seção 3.1, mas que foram considerados na revisão geral da literatura. Também são apresentados nesta seção os modelos de avaliação presentes na literatura nacional, que não foram enfocados no levantamento anterior. São apresentados os modelos dos seguintes autores: Karlsson e

Åhlström (1996); *Lean Enterprise Model* (LEM); Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999); Sánchez e Pérez (2001); Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008); Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006); Nogueira e Saurin (2008); Saurin e Ferreira (2008).

3.2.1. Karlsson e Åhlström (1996)

Karlsson e Åhlström (1996) buscaram estudar os processos de mudança ocorridos com a implementação da Produção Enxuta em uma empresa, para isso desenvolveram um modelo que operacionaliza os determinantes de um sistema de Produção Enxuta, ou seja, avalia as ações tomadas, os princípios implementados e as mudanças introduzidas em uma organização para alcançar o desempenho desejado e tornar-se uma empresa enxuta.

O modelo de Karlsson e Åhlström (1996) foi desenvolvido a partir da descrição da Produção Enxuta feita no livro “A máquina que mudou o mundo” (WOMACK; JONES, 2004), que serviu como base para o desenvolvimento do modelo, o qual resume os importantes princípios da Produção Enxuta.

Os autores adotaram os seguintes princípios: eliminação de perdas, melhoria contínua, zero defeitos, *just in time*, puxar ao invés de empurrar, grupos multifuncionais, descentralização de responsabilidades, funções integradas e sistema de informação vertical. Além dos princípios, os autores criaram um conjunto de indicadores, os determinantes, para avaliar os princípios da Produção Enxuta e as mudanças ocorridas com a implementação.

Karlsson e Åhlström (1996) afirmam que a Produção Enxuta é uma série de princípios que caracterizam as diferentes áreas funcionais e globais de uma empresa como o desenvolvimento enxuto, compras enxutas, manufatura enxuta e distribuição enxuta. Cada área funcional contém princípios e cada princípio apresenta um conjunto de indicadores capazes de avaliar a empresa com relação à Produção Enxuta, os princípios em conjunto dão origem à chamada empresa enxuta.

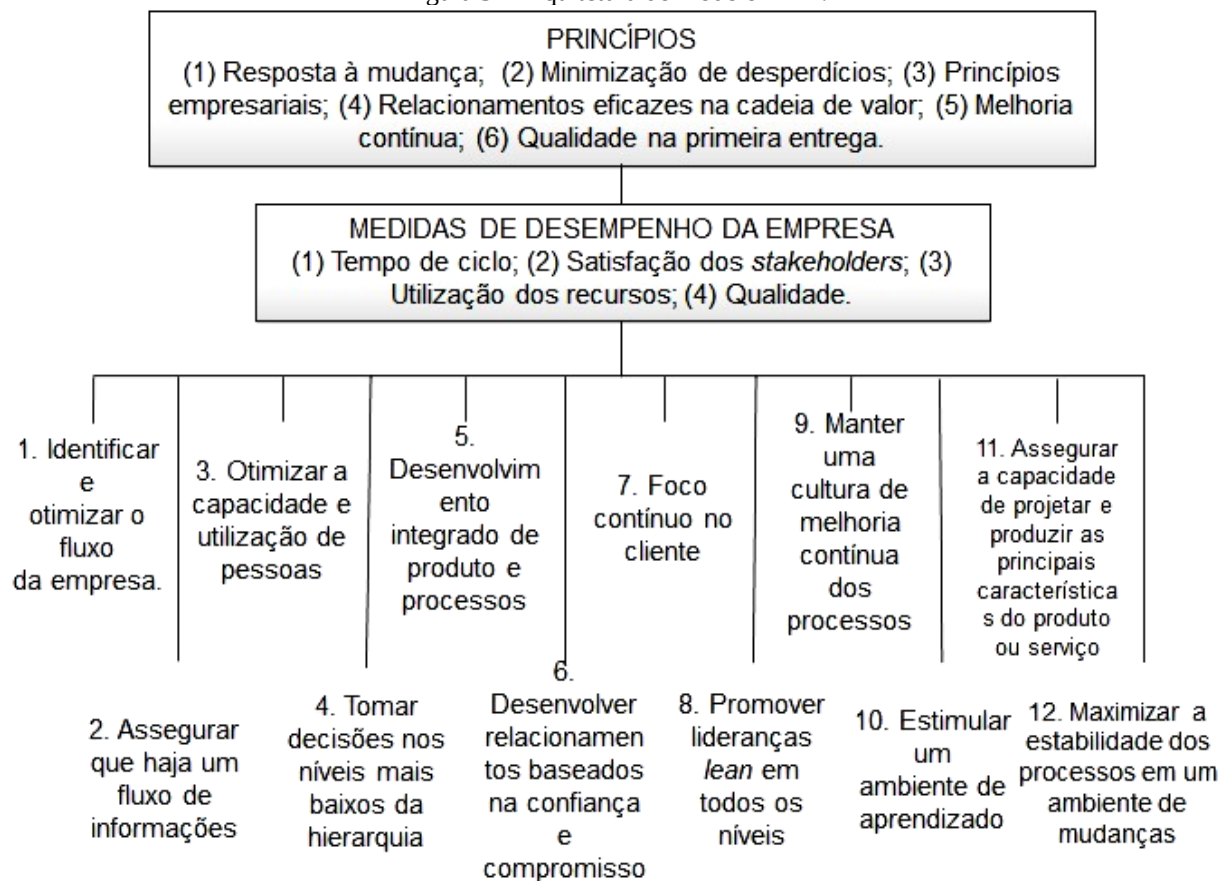
Diante do estudo realizado, Karlsson e Åhlström (1996) concluem que o modelo desenvolvido possui implicações tanto para a pesquisa quanto para a prática. Na pesquisa os autores afirmam que o modelo pode ser utilizado para estudar os processos de mudanças corretamente e na prática o modelo pode ser visto como uma ferramenta para avaliar a evolução de uma empresa rumo à Produção Enxuta, como também pode ser utilizado como um guia para aqueles que pretendem implementar a Produção Enxuta.

3.2.2. *Lean Enterprise Model (LEM)*

O modelo LEM é um modelo referencial desenvolvido a partir de estudos realizados na *Lean Aircraft Initiative* (LAI), o qual utiliza de indicadores para identificar e avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta nas empresas, o modelo apresenta práticas voltadas para pessoas e para o processo (LAI, 2013). Os indicadores encontrados serão posteriormente comparados com valores de referência que o modelo trás consigo, com isso é possível direcionar os esforços para que ocorram iniciativas de melhorias (DURAN; BATOCCHIO, 2003).

O modelo pode ser ilustrado por meio da Figura 3, na qual são apresentados seis princípios, quatro medidas de desempenho e doze práticas prioritárias.

Figura 3 - Arquitetura do modelo LEM.



Fonte: Adaptado de LAI (2013).

O modelo apresenta uma definição para cada prática prioritária que permite um melhor entendimento de cada uma delas, como também são apresentados indicadores de desempenho que permitem a avaliação de cada prática isoladamente. O modelo apresenta ainda as

chamadas melhores práticas que são recomendações de quais ações devem ser seguidas a fim de obter um melhor desempenho nas práticas prioritárias (LAI, 2013).

Para título de ilustração a prática 10 foi utilizada como exemplo, a prática diz para estimular um ambiente de aprendizado na empresa. A definição para essa prática diz “Fornecer apoio para o desenvolvimento e crescimento de ambas as organizações e indivíduos a fim de atingir os objetivos da empresa enxuta”. Com relação aos indicadores de desempenho, são apontados os seguintes: horas de treinamento/empregado; uso de sistema de lições aprendidas; e disponibilização de programas de capacitação para fornecedores (LAI, 2013).

Ainda com relação à prática 10 têm-se as melhores práticas, que são as sugestões de como alcançar uma melhoria no desempenho daquela prática. As ações sugeridas são: capturar, comunicar e aplicar a experiência de aprendizagem gerada; realizar *benchmarking*; fornecer intercâmbio de conhecimento na rede de fornecedores (LAI, 2013).

3.2.3. Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999)

As normas SAE J4000 e SAE J4001 foram aprovadas em 1999 e desenvolvidas pela *Society of Automotive Engineers* (SAE). A norma J4000 lista quais características uma empresa deve apresentar para ser considerada enxuta e a J4001 fornece instruções de medição para avaliar o nível de conformidade a esses critérios (LUCATO; MAESTRELLI; VIEIRA JÚNIOR, 2006; DURAN; BATOCCHIO, 2003).

Duran e Batocchio (2003) afirmam que a norma é composta por 52 elementos que são utilizados para avaliar o grau de implementação das práticas enxutas sendo subdivididos em 6 seções. Para Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006), apesar dos elementos apresentarem o mesmo peso entre eles, a importância que os mesmos apresentam é representada pelo número de componentes relacionados a eles, a norma J4000 define os seguintes elementos e o número de componentes para cada elemento:

- Elemento 4 – administração / responsabilidade - 13 componentes (4.1 a 4.13);
- Elemento 5 – pessoal – 12 componentes (5.1 a 5.12);
- Elemento 6 – informação – 4 componentes (6.1 a 6.4);
- Elemento 7 – fornecedor / organização / cliente – 4 componentes (7.1 a 7.4);
- Elemento 8 – produto – 6 componentes (8.1 a 8.6);
- Elemento 9 – processo / fluxo – 13 componentes (9.1 a 9.13).

Segundo Duran e Batocchio (2003), para cada elemento são admitidas quatro possíveis alternativas de associações a uma escala de medição do nível de implementação para o elemento considerado, são eles:

- Nível 0 – o componente não está implementado ou existem inconsistências fundamentais na sua implementação;
- Nível 1 – o componente está implementado mais ainda existem inconsistências menos significativas na sua implementação;
- Nível 2 – o componente está satisfatoriamente implementado;
- Nível 3 – o componente está satisfatoriamente implementado e mostra um contínuo melhoramento nos últimos 12 meses.

Para ilustrar o método de aplicação da norma, Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006) exemplificam tomando como base o componente 6.1 pertencente ao elemento 6 – informação:

6.1 – “Dados e informações operacionais, adequados e acurados, estão disponíveis para os membros da organização, quando necessários”.

L0 - Dados adequados não existem, não são acurados ou não estão disponíveis para uso.

L1 - Dados existem, mas estão incompletos ou são de difícil acesso.

L2 - Existem dados adequados e precisos, disponíveis aos membros da organização e sem restrições.

L3 - O mesmo que L2, mais a evidência de refinamentos ocorridos nos últimos 12 meses.

Dessa forma, deve-se verificar qual dos níveis melhor representa a atual situação da empresa, obtendo assim o grau de implementação naquele quesito.

3.2.4. Sánchez e Pérez (2001)

A estrutura básica do modelo desenvolvido por Sánchez e Pérez (2001) é ilustrada pela Figura 4. No modelo são utilizados os princípios mais comuns encontrados na literatura, os mesmos são agrupados em seis conjuntos de indicadores que derivam de práticas da Produção Enxuta que contribuem para a melhoria do desempenho da empresa. Os seis princípios são desdobrados em trinta e seis indicadores que são dispostos em um *check list* que tem por objetivo avaliar as mudanças ocorridas em direção à Produção Enxuta.

Figura 4 - Estrutura do modelo.



Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001).

Alguns dos indicadores apresentados no modelo de Sánchez e Pérez (2001) já foram propostos no modelo de Karlsson e Åhlström (1996) e outros foram oriundos da literatura sobre Produção Enxuta. Os indicadores foram desenvolvidos de tal modo que possuíssem um caráter mais quantitativo que qualitativo e que fossem simples de entender e aplicar. A Figura 5 exemplifica o princípio de equipes multifuncionais e sua derivação em indicadores.

Figura 5 - Indicadores do princípio de equipes multifuncionais.

Indicador	Definição	Mudança
MC1	Número de sugestões por funcionário e ano	↑
MC2	Percentual de sugestões implementadas	↑
MC3	Economia e/ou benefício das sugestões	↑
MC4	Percentual de inspeção efetuada por controle autônomo	↑
MC5	Percentual de peças defeituosas ajustadas por trabalhadores na linha de produção	↑
MC6	Percentual de máquinas paradas devido ao mau funcionamento	↓
MC7	Valor de sucata e retrabalho em relação às vendas	↓
MC8	Número de pessoas dedicadas essencialmente ao controle de qualidade	↓
Nota: ↑ O indicador deve aumentar para avançar para a Produção Enxuta. ↓ O indicador deve diminuir para avançar para a Produção Enxuta.		

Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001).

O modelo de Sánchez e Perez (2001) foi testado por meio da aplicação do *check list* em 107 empresas de máquinas industriais e automotivas da Espanha no ano de 2000. A aplicação do modelo teve três objetivos: (1) avaliar a utilidade dos indicadores presentes no

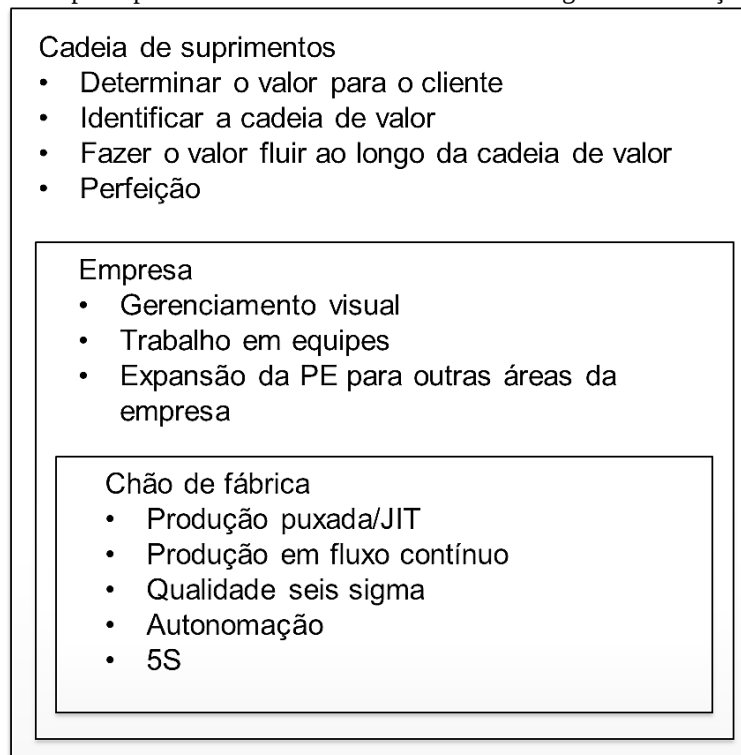
check list; (2) obter relações entre o uso dos indicadores; (3) analisar como os objetivos da empresa influenciam na utilização dos indicadores da Produção Enxuta.

3.2.5. Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) apresentam um modelo baseado na escolha de indicadores para a Produção Enxuta com o objetivo de avaliar a implantação da mesma nas empresas. A escolha dos indicadores se dá com base em três características: objetivos da implantação da Produção Enxuta, abrangência da implantação (chão de fábrica, empresa ou cadeia de suprimentos) e grau de implantação dos princípios (utilização de dados reais ou simulação).

A partir dos trabalhos de Karlsson e Åhlström (1996), Sánchez e Pérez (2001) e outros, foram selecionados um conjunto composto por quarenta e quatro indicadores que estão relacionados a doze princípios divididos em três abordagens como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Os princípios enxutos relacionados às três abordagens da Produção Enxuta.



Fonte: Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008, p. 340).

Os indicadores estão distribuídos da seguinte forma: dezessete indicadores para medir o desempenho no chão de fábrica, dezessete para medir o desempenho na empresa e dez para medir o desempenho na cadeia de suprimentos.

O modelo consiste na escolha de indicadores para a Produção Enxuta e é composto por cinco passos que analisam as três abrangências de implantação da Produção Enxuta (chão de fábrica, empresa e cadeia de suprimentos).

O primeiro passo é a identificação do objetivo principal a ser focado pela Produção Enxuta, ou seja, se o resultado esperado com a implementação busca alcançar a melhoria da qualidade, a melhoria da produtividade ou ambos ao mesmo tempo. O segundo passo é a definição da abrangência e grau de implantação dos princípios da Produção Enxuta. Com relação à abrangência deve-se definir se os princípios serão relacionados ao chão de fábrica, à empresa ou à cadeia de suprimentos. Já com relação ao grau de implantação deve-se identificar se os princípios já se encontram implementados ou ainda serão.

No passo três ocorre a escolha dos indicadores de desempenho mais adequados para cada situação, os indicadores são escolhidos de acordo com uma ordem de importância, ou seja, quanto maior for o impacto que ele causa nos outros indicadores, maior será a sua importância.

No passo quatro calculam-se os valores dos indicadores e no passo cinco é feita a análise dos mesmos permitindo que a Produção Enxuta seja avaliada na empresa, examinando se a mesma está contribuindo ou irá contribuir para o melhoramento da competitividade da empresa.

3.2.6. Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)

O modelo de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006) avalia o grau de implementação das práticas da Produção Enxuta em uma empresa por meio da norma SAE J4000 e J4001. Para os autores, as normas não medem o grau de implementação das práticas enxutas para um elemento específico, nem da empresa como um todo. Tendo isso em mente, os autores desenvolveram por meio da álgebra vetorial uma grandeza denominada “grau de enxugamento”, a qual busca medir o grau de implementação de um determinado elemento da norma, bem como da empresa como um todo.

O grau de enxugamento de um elemento específico da norma, denominado de “ g_e ”, é obtido pela razão entre o somatório dos pontos da avaliação do elemento pelo número máximo de pontos admissíveis a essa mesma avaliação de acordo com a Equação 1:

$$g_e = \frac{\sum \text{dos pontos obtidos na avaliação dos componentes do elemento "e"}}{\sum \text{dos pontos máximos possíveis para os componentes do elemento "e"}} \quad (1)$$

O grau de enxugamento de uma empresa como um todo é obtido pela média aritmética entre os graus de enxugamento de cada um dos elementos da norma considerados na avaliação de acordo com a Equação 2:

$$g = \frac{\sum g_e}{p} \quad (2)$$

Onde g representa o grau de enxugamento da empresa, g_e o grau de enxugamento dos elementos e “ p ” o número de elementos considerados. Dessa forma, se a empresa analisada obtiver um grau de enxugamento de 0,354 significa que ela possui cerca de 35% das melhores práticas do elemento, propostas pela norma SAE J4000, implementadas na empresa.

Diante disso, o modelo proposto por Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006) apresenta como contribuição uma grandeza para medir o grau de implementação das práticas enxutas, denominada grau de enxugamento, como forma de solucionar os problemas encontrados nas normas SAE J4000 e J4001, que segundo os autores, não permitem determinar uma medida objetiva do grau de implementação impossibilitando, dessa forma, a avaliação rápida e comparativa entre diferentes empresas.

3.2.7. Nogueira e Saurin (2008)

O método proposto por Nogueira e Saurin (2008) foi validado por meio de um estudo de caso realizado em uma empresa metal-mecânica que utiliza o sistema de Produção Enxuta desde o ano de 2002. O método é baseado na percepção dos envolvidos com a implementação da Produção Enxuta e contou com a participação dos seguintes gerentes: administrativo, qualidade, produção, vendas, compras, manutenção e PCP (Planejamento e Controle da Produção).

O método consiste em 8 etapas a saber:

- 1) Verificação do alinhamento da Produção Enxuta com as estratégias da empresa;
- 2) Avaliação da aderência da empresa aos princípios da Produção Enxuta por meio das normas SAE J4000 e J4001 (1999);
- 3) Verificar o processo de implementação da Produção Enxuta como um todo por meio de entrevistas com gerentes e operadores;

- 4) Aplicação do *check list* proposto por Ferreira (2006) aos gerentes de diversas áreas com objetivo de avaliar a implementação das práticas enxutas na empresa.
- 5) Elaboração de um *ranking* de importância das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes, no qual eles distribuem 1000 pontos entre as práticas a fim de relativizar o desempenho atribuído a elas.
- 6) Avaliação do desempenho das práticas enxutas por meio de indicadores buscando gerar um *feedback* ao nível gerencial, operacional ou ambos;
- 7) Coleta informações e cálculos dos indicadores selecionados;
- 8) Seminário para discussão dos resultados coletados nas etapas anteriores.

O método de Nogueira e Saurin (2008) utiliza o mesmo instrumento de avaliação das práticas enxutas que é utilizado no método de Saurin e Ferreira (2008), citado anteriormente, no qual são atribuídos pesos para cada resposta e posteriormente é calculada uma nota.

3.2.8. Saurin e Ferreira (2008)

O modelo proposto por Saurin e Ferreira (2008) tem por objetivo avaliar qualitativamente a implantação das práticas da Produção Enxuta. Para isso foi desenvolvida uma lista de verificação contendo 88 itens que estão relacionados com 12 práticas da Produção Enxuta. A metodologia foi aplicada em uma fábrica de máquinas agrícolas que utiliza a Produção Enxuta desde o ano de 2001.

Para a avaliação da Produção Enxuta os autores utilizaram um conjunto de 12 práticas da Produção Enxuta, são elas: produção puxada e fluxo contínuo; integração da cadeia de fornecedores; nivelamento da produção; balanceamento da produção; operações padronizadas; flexibilização da mão de obra; Controle da Qualidade Zero Defeitos (CQZD); Manutenção Produtiva Total (MPT); Troca Rápida de Ferramentas (TRF); gerenciamento visual; melhoria contínua; e Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

De posse das práticas enxutas selecionadas, os autores elaboraram uma lista de verificação que é composta por 88 itens. A mesma utiliza quatro fontes de dados para sua avaliação e análise, são elas: (1) observações dos trabalhadores no chão de fábrica; (2) análise documental de dados do sistema produtivo; (3) entrevistas com operadores da linha; (4) entrevistas com gerentes e supervisores.

De acordo com os dados coletados, os autores utilizaram uma escala de atribuição de avaliação conforme sua aplicação: não se aplica (NA); não existe (NE), aplicação muito fraca

(MFR); aplicação fraca (FR); aplicação forte (FO); aplicação muito forte (MFO). Atribuíram ainda pesos a cada resposta: NE = 0,0; MFR = 2,5; FR = 5,0; FO = 7,5; MFO = 10,0. Esses valores compõem a seguinte equação (3) que calcula a nota de cada prática enxuta:

$$\text{Nota} = \frac{(B \times 2,5) + (C \times 5,0) + (D \times 7,5) + (E \times 10,0)}{A} \quad (3)$$

Em que: (A) corresponde ao número de itens aplicáveis; (B) é o número de itens com aplicação muito fraca; (C) corresponde ao número de itens com aplicação fraca; (D) é o número de itens com aplicação forte; e (E) igual ao número de itens com aplicação muito forte.

O modelo proposto por Saurin e Ferreira (2008) possui algumas limitações como a subjetividade na atribuição de níveis de desempenho, no entanto o método apresenta contribuições, como por exemplo, a identificações de pontos fortes e fracos da Produção Enxuta na empresa e uma lista de verificação de práticas enxutas utilizada para orientar as entrevistas e as observações de campo.

3.3. IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS E PERSPECTIVAS FUTURAS DE PESQUISAS

Com base na leitura e análise dos artigos selecionados pode-se identificar pontos relevantes para o aprofundamento do tema, bem como lacunas e oportunidades de pesquisas futuras para o desenvolvimento de novos modelos de avaliação da implementação da Produção Enxuta em empresas.

Diante do que foi pesquisado e analisado percebe-se que as publicações internacionais apontam de uma forma geral para a avaliação da Produção Enxuta utilizando ferramentas matemáticas como a lógica *fuzzy*, a distância de Mahalanobis e a análise envoltória de dados (DEA), bem como ferramentas como o *Balanced Scorecard*. A grande maioria dos trabalhos desenvolve um modelo conceitual e aplica-o em uma organização em forma de estudo de caso ou *survey*, buscando avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta nas empresas. Na maioria das vezes também sugerem áreas onde a implementação pode ser melhorada.

Já os modelos usuais estão mais voltados aos indicadores da Produção Enxuta, no entanto, observa-se que o modelo *Lean Enterprise Model* e as Normas SAE J4000 e J4001 apresentam subjetividade e falta de clareza com relação à coleta e à interpretação dos indicadores, outra questão que pode ser observada é com relação a abrangência dos

indicadores que muitas vezes estão relacionados apenas com o nível gerencial da empresa, negligenciando o nível operacional.

Outra observação que pode ser feita é que a grande maioria dos modelos nacionais é baseada em outros modelos já desenvolvidos anteriormente, como por exemplo, o modelo de Sánchez e Pérez (2001) que utiliza alguns dos indicadores desenvolvidos por Karlsson e Åhlström (1996), o modelo de Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) que utilizam no seu instrumento de coleta de dados os indicadores propostos por Karlsson e Åhlström (1996) e Sánchez e Pérez (2001), bem como os modelos de Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006) e Nogueira e Saurin (2008) que utilizam as Normas SAE J4000 e J4001 como base do modelo.

Diante do exposto se pode afirmar que os modelos propostos vêm seguindo uma mesma corrente de pensamentos, que é a avaliação da Produção Enxuta por meio de indicadores, chamando atenção para o fato de que esse tema ainda pode ser explorado de outras maneiras que proporcionem avaliações e resultados diferentes dos já alcançados.

Vale ressaltar ainda que os modelos propostos nos artigos analisados evidenciam apenas se a ferramenta desenvolvida calcula com eficiência o grau de implementação da Produção Enxuta na organização, sem considerar se as características da organização estão em consonância com as diretrizes da Produção Enxuta, ou seja, os trabalhos publicados não consideram o fato de que nem todas as práticas enxutas são aplicáveis a todos os setores e que nem sempre o grau máximo de implementação é o ideal para o contexto de determinada organização.

Autores como Cooney (2002), Sousa e Voss (2008) e Netland (2013) seguem essa vertente afirmando que a Produção Enxuta não é um sistema universalmente aplicável a todos os tipos de produção. Isso significa que é necessário uma análise mais aprofundada a fim de perceber quais práticas e quais níveis de implementação são adequados para cada tipo de processo produtivo. Essa lacuna na literatura reforça ainda mais a necessidade de um método que seja capaz de avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta, tendo por base as características inerentes do processo produtivo em questão.

3.4. REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

De acordo com a revisão da literatura realizada e com os objetivos propostos nesta pesquisa, são listados alguns requisitos necessários para um método de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta, são eles:

- **Adequação ao sistema produtivo.** É necessário que as empresas desenvolvam os próprios princípios de trabalho, a fim de adaptá-los às necessidades das empresas e de cada ambiente específico, ou seja, é necessário adaptar o conceito da Produção Enxuta às necessidades da organização, sem necessariamente implantar o sistema por completo, mas sim, aquilo que é apropriado para as características de seu sistema produtivo. Dessa forma, torna-se necessária a adequação das práticas enxutas às características das empresas, a fim de acompanhar o ambiente dinâmico na qual está inserida (COONEY, 2002; SOUSA; VOSS, 2008; PETTERSEN, 2009; NETLAND, 2013). Portanto, este requisito consiste na verificação do grau de adequação do sistema produtivo à Produção Enxuta. É necessário que o método seja capaz de identificar as características do sistema de produção em questão, identificando quais práticas enxutas são necessárias e em qual grau de implementação.
- **Avaliação ponderada das práticas.** De acordo com a revisão da literatura realizada, pode-se perceber que a Produção Enxuta é operacionalizada por um conjunto de práticas características da gestão da produção que trabalham de maneira sinérgica, complementando umas as outras. Portanto, a interação entre as práticas enxutas deve ser considerada como essencial para o sucesso da Produção Enxuta nas empresas. Dessa forma, se torna essencial a avaliação do grau de implementação das práticas da Produção Enxuta a partir de uma avaliação ponderada. O método deve considerar que os benefícios decorrentes de determinada prática enxuta dependem da interação da mesma com o sistema produtivo e com as outras práticas, a aplicação isolada não permite a implementação por completo. Para isso as práticas devem ser avaliadas por meio de uma avaliação ponderada considerando as características do sistema produtivo da empresa.
- **Níveis de implementação.** A Produção Enxuta deve ser vista como uma direção a ser seguida, ou seja, é um objetivo em andamento e não um estado a ser alcançado. Portanto, para ser capaz de estudar esse processo de mudança é preciso medir as

melhorias alcançadas. Deste modo, além de implementar a Produção Enxuta, torna-se imprescindível a avaliação do seu progresso e os ganhos alcançados (KARLSSON; ÅHLSTRÖM, 1996). Diante disso, torna-se essencial o estabelecimento de níveis de implementação da Produção Enxuta. O método deve estabelecer níveis que demonstrem o desempenho da empresa, revelando o estado atual rumo à Produção Enxuta.

- **Usabilidade.** O método deve ser fácil de usar e possuir uma boa interação com os gerentes para que os mesmos possam utilizar e compreender o método rapidamente.

De posse dos requisitos necessários para um método de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta, se faz necessário confrontar os 23 modelos analisados com os requisitos propostos, a fim de verificar a adequação dos mesmos aos objetivos desta pesquisa. Com base nos requisitos listados, elaborou-se o Quadro 4.

Analizando o Quadro 4, percebe-se que de alguma maneira os modelos atendem aos requisitos listados, no entanto não foi encontrado nenhum modelo que atendesse completamente a todos os requisitos. O modelo que mais se aproximou foi o de Nogueira e Saurin (2008) que atende completamente a dois requisitos e atende parcialmente a um requisito, seguido do modelo proposto por Wan e Chen (2009) o qual atende completamente a um requisito e atende parcialmente a dois requisitos.

Apesar de o modelo proposto por Nogueira e Saurin (2008) atender completamente a dois dos quatro requisitos, o mesmo atende parcialmente ao requisito “avaliação ponderada das práticas”, pois os autores elaboram um *ranking* de importância das práticas enxutas de acordo com a percepção dos gerentes relativizando o desempenho atribuído a elas, no entanto não consideram a interação existente entre as práticas enxutas e as características dos sistemas produtivos. Além disso, o modelo não atende ao requisito “adequação ao sistema produtivo”.

Já o modelo proposto por Wan e Chen (2009) atende completamente ao requisito “nível de implementação”, mas atende parcialmente aos requisitos “adequação ao sistema produtivo” e “usabilidade”, pois com relação ao sistema produtivo apenas é levado em consideração o volume de produção e a repetitividade do processo, negligenciando a influência que as oscilações da demanda podem desempenhar na operacionalização da Produção Enxuta. Com relação à usabilidade pode-se afirmar que a interface do *software* desenvolvido é de fácil manuseio, no entanto é complicado para os usuários realizarem modificações e replicarem o estudo em seus ambientes produtivos.

Quadro 4 - Comparação dos modelos com os requisitos propostos.

		Requisitos			
		Adequação ao sistema produtivo	Avaliação ponderada das práticas	Níveis de implementação	Usabilidade
Modelos	Karlsson e Åhlström (1996)				
	Lean Enterprise Model (LEM)				
	Normas SAE J4000 e SAE J4001				
	Sánchez e Pérez (2001)				
	Soriano-Meier e Forrester (2002)				
	Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)				
	Taj (2005)				
	Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)				
	Srinivasaraghavan e Allada (2006)				
	Bayou e Korvin (2008)				
	Nogueira e Saurin (2008)				
	Saurin e Ferreira (2008)				
	Wan e Chen (2008)				
	Taj (2008)				
	Wan e Chen (2009)				
	Singh, Garg e Sharma (2010)				
	Bhasin (2011)				
	Syedhosseini et al. (2011)				
	Vinodh, Prakash e Selvan (2011)				
	Vinodh e Chintha (2011)				
	Vinodh e Vimal (2012)				
	Vinodh e Kumar (2012)				
	Vimal e Vinodh (2012)				
	Atende completamente ao requisito				
	Atende parcialmente ao requisito				
	Não atende ao requisito				

Fonte: Desenvolvido pela autora.

3.5.CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Diante da revisão bibliográfica acerca dos modelos de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta apresentada neste capítulo, pode-se perceber que tanto os modelos nacionais, como os internacionais apresentam limitações em algum aspecto. Limitações essas que podem ser justificadas pela finalidade a qual o modelo se propõe a avaliar, que pode distinguir do foco principal desta pesquisa. De toda maneira, fica evidente a necessidade da elaboração de um método de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta que considere a aderência do sistema produtivo avaliado ao modelo ideal da Produção Enxuta. Com a revisão bibliográfica realizada foi possível adquirir um conhecimento mais abrangente sobre o tema, bem como compreender as metodologias que estão sendo utilizadas, a fim de aproveitar suas contribuições para a elaboração do método proposto nesta pesquisa.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada na pesquisa, assim como os procedimentos técnicos adotados para a coleta de dados com o intuito de fornecer confiabilidade à pesquisa e permitir a replicação do estudo. Para isso, na seção 4.1 é apresentada a classificação metodológica da pesquisa e em seguida é apresentado o método proposto.

4.1. CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA

Segundo Martins (2010), a pesquisa aplicada é aquela que busca gerar conhecimentos para uma aplicação prática. Sendo assim, do ponto de vista de sua natureza a pesquisa é classificada como aplicada, pois buscou a geração de um método conceitual aplicável às empresas que desejem medir o grau de implementação das práticas da Produção Enxuta, bem como testar a aderência do seu sistema produtivo à filosofia em questão.

De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa quantitativa é aquela que traduz as informações e opiniões em números para em seguida analisá-los e classificá-los, enquanto a pesquisa qualitativa se apoia na interpretação do pesquisador para analisar os fenômenos observados. Portanto, do ponto de vista da forma de abordagem do problema a pesquisa é classificada como predominantemente quantitativa para a aplicação do método, complementada pela abordagem qualitativa para a análise de outros dados periféricos sobre a empresa pesquisada.

Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa é classificada como exploratória, já que formula um método conceitual com vistas à aplicação em empresas objetivando uma maior compreensão do funcionamento da Produção Enxuta nos sistemas produtivos. O que é confirmado por Gil (2002) que afirma que a pesquisa exploratória é aquela que busca proporcionar maior familiaridade com o problema com o objetivo de torná-lo explícito.

Além de ser uma pesquisa exploratória, o trabalho ainda apresenta características de pesquisa descritiva, já que o mesmo investiga um problema referente à relação entre o grau de implementação da Produção Enxuta e o grau de aderência do sistema produtivo à Produção Enxuta, indo de encontro à classificação metodológica proposta por Gil (2002) que afirma que as pesquisas descritivas buscam descrever características ou estabelecer relações entre variáveis.

Para o atingimento dos objetivos propostos, o método que se mostrou mais adequado foi o estudo de caso, pois de acordo com Yin (2001), o estudo de caso é adequado para situações em que é necessária a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real ou quando o pesquisador possui pouco controle sobre os acontecimentos. Com base nisso, o estudo de caso foi utilizado na análise da empresa, avaliando as principais características de seu sistema produtivo, bem como o grau de implementação da Produção Enxuta. Outro fator que justifica a escolha do estudo de caso é que, para os fins da pesquisa, não foi necessário intervir na empresa em estudo alterando sua rotina e seus procedimentos, sendo necessária apenas a disponibilidade para entrevistas dos envolvidos na pesquisa.

O estudo de caso foi conduzido na planta de Campina Grande de uma empresa de manufatura de calçados, a empresa foi genericamente denominada “A” nesta dissertação. A empresa iniciou suas atividades em 1988 no Estado do Rio de Janeiro. Após 21 anos, inaugurou sua filial na cidade de Campina Grande. A empresa “A” contava inicialmente com um efetivo de 200 funcionários, após dois anos houve um crescimento desse quadro para 1.300 colaboradores. Suas atividades estão segmentadas em seis setores: o corte, *silk*, pesponto, injetora, kit e montagem, para uma produção diária de 20 mil pares de diferentes modelos de sandálias de borracha, seu único produto.

Para a obtenção dos dados da pesquisa foram utilizadas entrevistas não estruturadas, para a obtenção de dados gerais, e questionários, aplicados em entrevistas estruturadas para a aplicação do método. Para isso foram consultados a coordenadora do setor de engenharia industrial, o especialista em processo e a coordenadora do setor de planejamento e controle da produção.

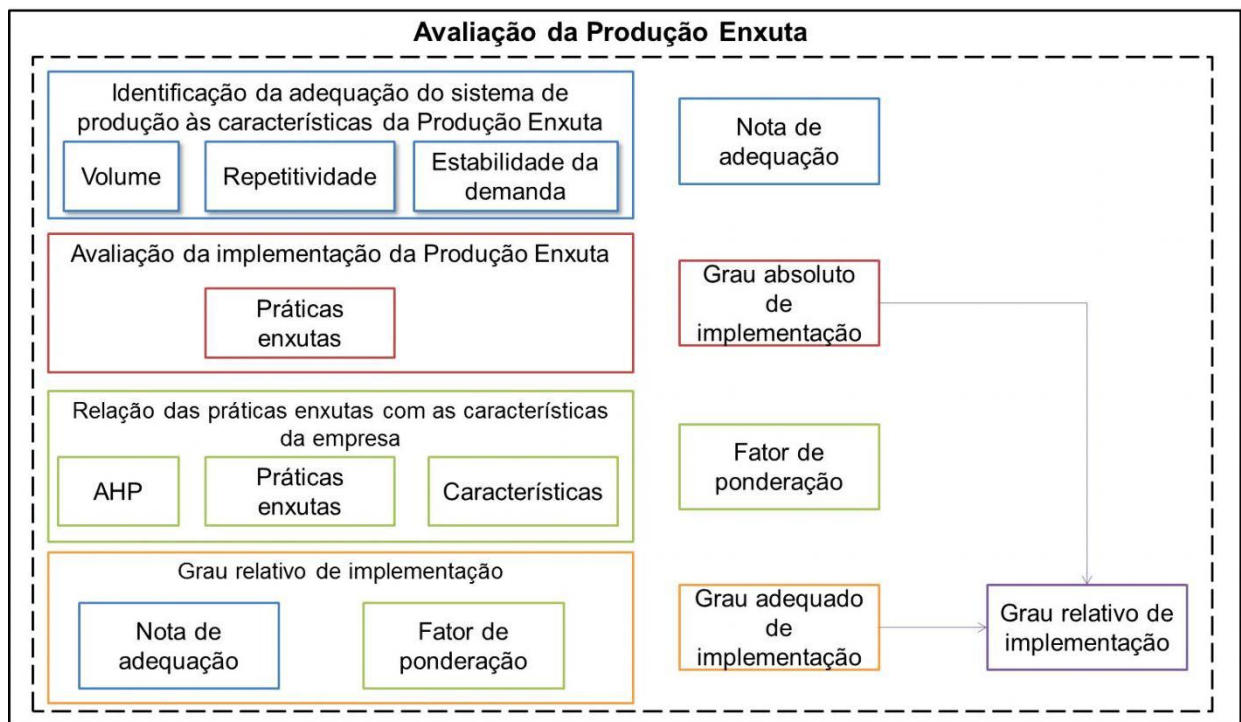
4.2. MÉTODO PROPOSTO

Para o desenvolvimento do método proposto foi utilizada a revisão bibliográfica realizada como base, pois a partir da mesma foi possível gerar o estado da arte a respeito do tema, perceber os *gaps* existentes e aproveitar as contribuições de cada modelo analisado para a elaboração do método proposto nesta pesquisa.

A proposta do método desta dissertação é avaliar o progresso da implantação da Produção Enxuta, considerando a aderência de suas práticas às características de diferentes sistemas produtivos, partindo do pressuposto de que são necessárias adaptações para que

ocorra uma implementação bem sucedida. Diante disso, o método está estruturado como mostra a Figura 7 a seguir:

Figura 7 – Visão geral do método proposto



Fonte: Desenvolvido pela autora.

De acordo com a Figura 7, o método proposto irá identificar a adequação do sistema produtivo das empresas à Produção Enxuta por meio da comparação entre as características essenciais à Produção Enxuta e as características das empresas, gerando a nota de adequação. Posteriormente, será realizada a avaliação da implementação das práticas enxutas na empresa por meio de um *check list*, originando o grau absoluto de implementação. Em seguida, será analisada a relação das práticas com as características da empresa por meio do método AHP, com o objetivo de verificar como as práticas enxutas se relacionam com as características do sistema produtivo, de forma a determinar a prioridade entre elas de acordo com a opinião dos entrevistados, esta etapa irá resultar no fator de ponderação. Posteriormente, serão utilizados os dados obtidos na primeira e terceira etapas do método para gerar o grau adequado de implementação, que servirá de entrada, juntamente com o grau absoluto de implementação, para gerar o grau relativo de implementação, o qual corresponde ao grau de implementação atual das práticas enxutas na empresa levando em consideração o grau de implementação que ela necessita possuir.

O Quadro 5 a seguir, descreve, de forma resumida, os passos apresentados pela Figura 7, juntamente com os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados.

Quadro 5 – Etapas do método proposto

Etapas	Descrição	Instrumentos de coleta de dados	Instrumento de análise de dados	Variáveis de saída
1 ^a	Identificar a adequação do sistema produtivo da empresa às características da Produção Enxuta com o objetivo de gerar uma nota de adequação para o sistema.	Entrevista estruturada (apêndice 1) aplicada ao setor de engenharia e PCP.	Equação 4 apresentada na seção 4.2.1.	Nota de adequação
2 ^a	Avaliar a implementação da Produção Enxuta na empresa a fim de gerar o grau absoluto de implementação da mesma.	Entrevista estruturada (apêndice 2) aplicada ao setor de engenharia e PCP.	Equação 5 apresentada na seção 4.2.2.	Grau absoluto de implementação da empresa (Gab)
3 ^a	Relacionar as práticas enxutas com as características do sistema produtivo da empresa, de modo a gerar o fator de ponderação.	Método AHP por meio de entrevistas estruturadas (apêndice 3) aplicadas ao setor de engenharia e PCP.	Tabela 4 e 5; Equação 6, 7 e 8 apresentadas na seção 4.2.3.	Fator de ponderação
4 ^a	Definir o grau relativo de implementação para a empresa.	Não há.	Tabela 6 e 7; Equação 6 apresentadas na seção 4.2.4.	Grau adequado de implementação (GA); Grau relativo de implementação (Gre)

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Com isso, pode-se delinear o método em quatro etapas: (1) identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta; (2) avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa; (3) relação das práticas enxutas com as características da empresa; (4) grau relativo de implementação. Para maior compreensão, cada etapa do método será apresentada nos tópicos seguintes.

4.2.1. Identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta

A etapa de verificação da aderência tem como objetivo avaliar um alinhamento entre o sistema produtivo e a Produção Enxuta, partindo do pressuposto de que para que ocorra uma implementação da Produção Enxuta bem-sucedida algumas características são consideradas imprescindíveis e é necessário um ambiente favorável à implementação. Dessa maneira, acredita-se que para obter uma implementação mais próxima da realidade e com maiores chances de sucesso é necessário considerar as características inerentes a cada sistema produtivo.

De acordo com a revisão da literatura realizada no capítulo 2, foram consideradas nesta pesquisa três características fundamentais para o bom funcionamento da Produção Enxuta: o volume de produção, a repetitividade do processo e a estabilidade da demanda. Pressupõe-se que as demais características citadas ao longo do trabalho têm como base estas características fundamentais, o alto grau de repetitividade dos processos, o alto volume de produção e a estabilidade da demanda.

Para analisar as características da empresa foi elaborado um quadro por meio de revisão bibliográfica efetuada nos capítulos anteriores que oferece níveis para cada característica citada anteriormente, o qual possibilita o reconhecimento das características do sistema produtivo da empresa, conforme pode ser observado no Quadro 6 a seguir.

A partir do Quadro 6 foi elaborada a entrevista estruturada (apêndice 1) para a coleta de dados desta etapa. Na entrevista são levantadas características do sistema produtivo da empresa buscando identificar em qual grau de adequação a empresa se encontra com relação ao volume de produção, à repetitividade do processo e à estabilidade da demanda.

Na entrevista estruturada (apêndice 1) há cinco possibilidades de respostas: coluna 1 (C1); coluna 2 (C2); coluna 3 (C3), não existe (NE) e não se aplica (NA). Na “coluna 1” (C1) estão localizadas aquelas respostas que demonstram uma maior aderência do sistema produtivo à Produção Enxuta, ou seja, evidenciam a presença de volume de produção alto, repetitividade alta do processo e alta estabilidade da demanda. Já na “coluna 2” (C2), estão as respostas que convergem para um sistema produtivo com média aderência à Produção Enxuta e na “coluna 3” (C3) estão as respostas que comprovam uma baixa aderência à Produção Enxuta, com sistemas produtivos que possuem um baixo volume de produção, uma baixa repetitividade do processo e uma demanda pouco estável. A coluna “não existe” (NE) está

reservada para aquelas situações que por algum motivo não existem na empresa, mas se adequam ao sistema e a coluna “não se aplica” (NA) são aquelas situações que não são viáveis para as características do sistema.

Quadro 6 – Características dos sistemas de produção

Características do sistema	Alto (a)	Médio (a)	Baixo (a)
Volume de produção	Os sistemas tendem a ser automatizados. Em geral o arranjo físico é por produto ou celular. Na maioria das vezes existe uma alta padronização de produtos e o fluxo de produção é contínuo.	Os sistemas de produção tendem a ser semiautomatizados, utilizando máquinas e ferramentas. Em geral a fábrica possui um arranjo físico por processo. Algumas famílias de produtos são padronizadas e o fluxo de produção é intermitente.	Os sistemas de produção geralmente utilizam máquinas e ferramentas, mas há o predomínio da mão de obra braçal. O arranjo físico tende a ser posicional. Na maioria das vezes há uma baixa padronização de produtos e o fluxo de produção é intermitente.
Repetitividade do processo	A composição (<i>mix</i>) de produção tende a ser constante o trabalho humano tende a ser repetitivo. Em geral são utilizadas rotinas similares para a produção, de modo a produzir quantidades limitadas de um tipo de produto por vez. Em geral a quantidade de produção diária é igual a quantidade necessária. A quantidade de produção diária tende a ser constante para uma ou mais semanas. Em geral há periodicidade de produção.	Alguns itens do <i>mix</i> de produção tendem a ser constantes, com trabalho humano por vezes repetitivo. Em geral são utilizadas rotinas similares para a produção, mas são produzidos mais de um tipo de produto por vez. Em geral há a preocupação de se produzir a quantidade diária de acordo com a quantidade necessária, mas nem sempre é obedecido. A quantidade de produção diária tende a ser constante para alguns dias. A periodicidade de produção tende a ser baixa.	Em geral não possui uma composição (<i>mix</i>) constante de produção, tampouco uma repetição no trabalho humano. Na maioria das vezes não há a utilização de rotinas similares para a produção. A quantidade de produção diária em geral não possui relação com a quantidade necessária. A quantidade de produção diária geralmente não é constante. Não há periodicidade de produção.
Estabilidade da demanda	Os programas de produção tendem a ser estáveis e nivelados. A quantidade diária tende a ser constante. A programação da produção e o fluxo de cada item em geral são feitos com base na demanda dos meses anteriores.	Os programas de produção tendem a ser estáveis e nivelados, no entanto há picos de demanda que são previstos anteriormente. A programação da produção e o fluxo de cada item geralmente são baseados na demanda dos anos anteriores.	Os programas de produção tendem a ser instáveis com constantes picos de demanda que não são previstos. A programação da produção e o fluxo de cada item em geral são feitos com base nos pedidos em carteira.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Dessa maneira, são atribuídos os seguintes pesos para cada possibilidade de resposta, conforme segue: NE = 0; C1 = 3; C2 = 2; C3 = 1. Resultando na Equação 4 a seguir.

$$\text{Nota de adequação} = \frac{(3 \times C1) + (2 \times C2) + (C3)}{3A} \times 10 \quad (4)$$

Onde: (A) é igual ao número de itens aplicáveis; (C1) é igual ao número de itens marcados na coluna 1; (C2) é igual ao número de itens marcados na coluna 2; (C3) é igual ao número de itens marcados na coluna 3.

Posteriormente, é realizada uma média das respostas de cada entrevistado resultando em três notas, uma para cada característica do sistema produtivo e a empresa será classificada perante o seu grau de adequação com relação ao volume de produção, à repetitividade do processo e à estabilidade da demanda.

4.2.2. Avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa em estudo

A avaliação do grau de implementação da empresa em estudo é realizada por meio de uma entrevista estruturada (apêndice 2) que partiu da adaptação da lista de verificação proposta por Saurin e Ferreira (2008) já mencionado no capítulo anterior.

Na entrevista são levantadas características das práticas enxutas buscando identificar em qual grau absoluto de implementação a empresa se encontra. Os respondentes irão ser questionados a respeito da aplicação de cada prática enxuta na empresa, possuindo cinco possibilidades de respostas:

1. MFO: aplicação muito forte (a prática está consolidada e é amplamente utilizada).
2. FO: aplicação forte (a prática é utilizada em vários setores e processos).
3. FR: aplicação fraca (a prática é pouco utilizada).
4. MFR: aplicação muito fraca (a prática existe, mas ainda está em fase experimental).
5. NE: não existe na empresa, mas se adéqua ao sistema produtivo.
6. NA: não se aplica, em virtude das características do sistema produtivo.

Serão atribuídos ainda pesos a cada resposta: NE = 0,0; MFR = 2,5; FR = 5,0; FO = 7,5; MFO = 10,0. Esses valores compõem a seguinte equação (5) que calcula a nota de cada prática enxuta:

$$Gab = \frac{(B \times 2,5) + (C \times 5,0) + (D \times 7,5) + (E \times 10,0)}{A} \quad (5)$$

Em que: (Gab) corresponde ao grau absoluto de implementação da empresa; (A) corresponde ao número de itens aplicáveis; (B) é o número de itens com aplicação muito fraca; (C) corresponde ao número de itens com aplicação fraca; (D) é o número de itens com aplicação forte; e (E) igual ao número de itens com aplicação muito forte.

Esta etapa contou com a participação da coordenadora do setor de engenharia industrial, do especialista em processo e da coordenadora do setor de planejamento e controle da produção. Ao final desta etapa têm-se um panorama geral do grau absoluto de implementação de cada prática enxuta na empresa em estudo.

4.2.3. Relação das práticas enxutas com as características da empresa

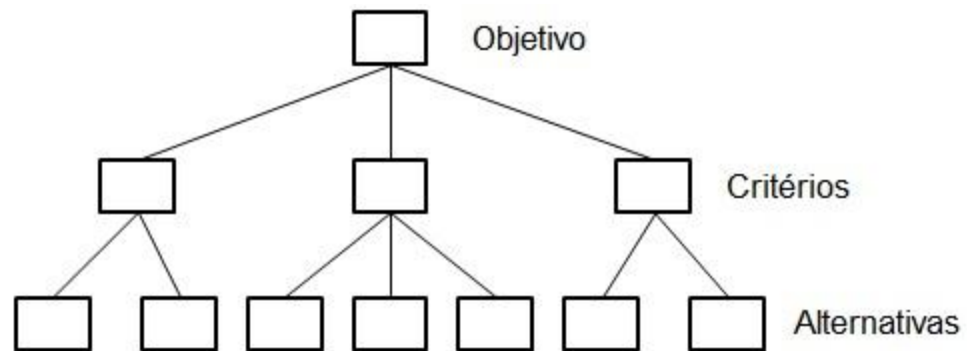
Esta etapa consiste na análise da relação das práticas da Produção Enxuta adotadas com as características da empresa levantadas nas etapas anteriores. O objetivo é verificar como as práticas enxutas se relacionam com as características do sistema produtivo da empresa, de forma a determinar a prioridade entre elas de acordo com a opinião dos entrevistados.

Para isso será utilizado o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), o qual é uma ferramenta de decisão multicritério que tem sido utilizada em grande parte das pesquisas relacionadas com o processo de tomada de decisões (VAIDYA; KUMAR, 2006). O AHP determina prioridades a partir de decisões comparativas par a par, nas quais são atribuídos pesos relativos pelos usuários permitindo o reconhecimento de qual dos critérios é mais importante entre duas variáveis, mesmo que incomparáveis.

De acordo com Saaty (1990), a primeira etapa do método AHP é estruturar o problema de decisão. No método são escolhidos fatores que serão importantes para a tomada de decisão, eles serão organizados em uma estrutura hierárquica, que é composta de um objetivo, critérios e alternativas conforme mostra a Figura 8 (SAATY, 1990).

Segundo Saaty (1990), é comum que o ser humano ao comparar dois elementos similares opte por um deles e estabeleça um grau de preferência de um elemento sobre o outro. Diante disso, a etapa dois é a comparação entre os elementos da hierarquia, ou seja, é o estabelecimento de prioridades entre os elementos para cada nível, compondo-se desse modo diversas matrizes de julgamento. Para tais julgamentos paritários, Saaty (1990) definiu uma escala de julgamentos, que foi adaptada neste trabalho, conforme mostra o Quadro 7 a seguir.

Figura 8 - Estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Desenvolvido pela autora.

Quadro 7 – Escala fundamental de Saaty (1990) adaptada

Escala verbal	Escala numérica
Absolutamente melhor	9
Criticamente melhor	8
Muito fortemente melhor	7
Fortemente melhor	6
Definitivamente melhor	5
Moderadamente melhor	4
Fracamente melhor	3
Pobremente melhor	2
Igual	1

Fonte: Adaptação de Saaty (1990).

Com base na escala fundamental de Saaty (1990) ilustrada no Quadro 7 será feita a comparação entre os elementos da hierarquia para o estabelecimento de prioridades e isto será realizado por meio de matrizes de comparação, conforme ilustra o exemplo na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Matriz de comparação dos critérios

Matriz de comparação dos critérios			
	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	a_{12}	a_{13}
Critério 2	$1/a_{12}$	1	a_{23}
Critério 3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1

Fonte: Adaptado de Saaty (1990)

Em cada célula é registrado o julgamento paritário de cada uma das alternativas em relação às outras, sendo todos os elementos da diagonal principal iguais a “1” e as células preenchidas com “ $1/a_{ij}$ ” indicam a reciprocidade entre os elementos.

Posteriormente, será calculado o vetor resultante de prioridades a fim de obter a prioridade relativa de cada critério que é medido em uma escala de razão (SAATY, 1990). Para isso, se faz necessário normalizar os valores da matriz de comparação ilustrada na Tabela 4, a fim de igualar todos os critérios a uma mesma unidade e isto é feito por meio da divisão de cada valor da matriz pelo total da sua respectiva coluna. Posteriormente, será obtido o vetor de prioridades que indicará a ordem de importância de cada critério, para isto é calculado a média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada obtida anteriormente. Com isso, obtém-se a prioridade relativa de cada critério.

De acordo com Saaty (1990), o terceiro passo é composto pelo estabelecimento de prioridades compostas para as alternativas. Isto é feito a partir da construção de uma matriz de comparação paritária para cada critério que irá originar a obtenção de prioridades para as alternativas e finalmente a escolha da alternativa.

Posteriormente, se faz necessário avaliar a consistência das prioridades relativas obtendo a Razão de Consistência (RC), para medir o quanto os julgamentos foram consistentes. Se o RC é superior a 0,1 os julgamentos não são considerados confiáveis, pois estão muito próximos para o conforto de aleatoriedade, sendo os resultados obtidos considerados inconsistentes. A razão de consistência é calculada pela equação (6) a seguir.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (6)$$

Na equação (6), IC é o Índice de Consistência dos julgamentos, e IR é o Índice de Consistência Randômico. Para se calcular o índice de consistência (IC), Saaty (1991) observou que uma matriz deve apresentar seu maior autovalor igual à ordem dessa matriz. Levando em consideração a ordem n da matriz de julgamentos, e o seu maior autovalor, denominado $\lambda_{\text{máx}}$, Saaty (1990) propôs a seguinte fórmula para se calcular o Índice de Consistência (IC):

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n-1} \quad (7)$$

O valor de $\lambda_{\text{máx}}$, que representa o maior autovalor da matriz A , é obtido a partir da seguinte equação (8):

$$Aw = \lambda_{\text{máx}} \times w \quad (8)$$

Onde: A é a matriz de comparação obtida na Tabela 4 e w é o vetor prioridade.

Conforme Saaty (1990), os valores atribuídos a IR, de acordo com a ordem da matriz, podem ser obtidos empiricamente da Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Valores empíricos para IR

Ordem da matriz	Valores para IR
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45

Fonte: Desenvolvido pela autora.

De posse dos valores de IC e IR calcula-se o valor de RC. Um RC de 0,1 ou menos implica que o ajuste é pequeno, no entanto, um RC tão alto como, digamos 0,9 significa que os julgamentos são praticamente emparelhados e não são confiáveis.

Tomando como base o exposto, elaborou-se o Quadro 8 a seguir que relaciona as três etapas do método AHP, explicando cada uma e o resultado obtido. No Quadro 8 também estão realçadas as etapas que serão utilizadas nesta pesquisa.

Quadro 8 – Etapas do método AHP

Etapas do método AHP		
	Denominação	Resultado
1ª etapa	Estruturação do problema de decisão	Hierarquia composta por objetivo, critérios e alternativas.
2ª etapa	Comparação entre os elementos da hierarquia	Prioridade relativa de cada critério
3ª etapa	Estabelecimento de prioridades compostas para as alternativas	Prioridades para as alternativas e escolha da alternativa.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Como mostra o Quadro 8, para esta pesquisa serão utilizadas apenas as duas primeiras etapas do método, a estruturação do problema de decisão e a comparação entre os elementos da hierarquia, pois o objetivo desta etapa é estabelecer uma hierarquia da importância que cada característica da empresa desempenha nas práticas enxutas, considerando a repetitividade do processo, o volume de produção e a estabilidade da demanda, não estabelecendo alternativas já que o objetivo é comparar e obter uma hierarquia. Dessa forma, o objetivo é atendido nas duas etapas iniciais do método.

Com isso, serão geradas quinze matrizes, uma para cada prática enxuta, composta por três critérios: volume de produção, repetitividade do processo e estabilidade da demanda. As matrizes obedecerão a seguinte estrutura de pergunta: “Para sua empresa qual a característica que influencia mais a prática x?”. Sendo “x” as práticas enxutas que a empresa adota conforme informações obtidas na etapa anterior.

A fim de facilitar a compreensão desta etapa do método, será apresentado a seguir um exemplo ilustrativo de como serão obtidas as prioridades relativas de cada característica com relação a cada prática enxuta. Para isso tomemos como exemplo a prática *just in time* com a seguinte matriz de comparação quadrada, Tabela 6.

Tabela 6 – Matriz de comparação quadrada ilustrativa

<i>Just in time</i>			
	Volume de produção	Repetitividade do processo	Estabilidade da demanda
Volume de produção	1	1/8	1/8
Repetitividade do processo	8	1	1/3
Estabilidade da demanda	8	3	1

Fonte: Desenvolvida pela autora.

No exemplo temos que para a prática *just in time*, de acordo com a escala apresentada no Quadro 7, o entrevistado julgou que o volume de produção é criticamente mais importante (8) do que a repetitividade do processo, a estabilidade da demanda é criticamente mais importante (8) do que o volume de produção e a estabilidade da demanda é fracamente mais importante (3) do que a repetitividade do processo.

O próximo passo é obter a normalização dos dados das matrizes. Para normalizar os dados, cada valor da matriz é dividido pela soma total de sua respectiva coluna, conforme mostra a Tabela 7 e a Tabela 8 a seguir.

Para a obtenção das prioridades relativas é calculado a média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada, Tabela 8, a fim de identificar a ordem de importância de cada critério como mostra a Tabela 9 a seguir. Com isso, serão obtidas as prioridades relativas de cada critério, ou seja, a importância de cada característica do sistema de produção para cada prática enxuta.

Tabela 7 – Matriz de comparação normalizada 1

<i>Just in time</i>			
	Volume de produção	Repetitividade do processo	Estabilidade da demanda
Volume de produção	1	1/8	1/8
Repetitividade do processo	8	1	1/3
Estabilidade da demanda	8	3	1
Soma	17	4,1250	1,4583

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Na Tabela 8 cada valor da matriz é dividido pela soma de sua respectiva coluna.

Tabela 8 – Matriz de comparação normalizada 2

<i>Just in time</i>			
	Volume de produção	Repetitividade do processo	Estabilidade da demanda
Volume de produção	0,0588	0,0303	0,0857
Repetitividade do processo	0,4706	0,2424	0,2286
Estabilidade da demanda	0,4706	0,7273	0,6857

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Tabela 9 – Matriz de prioridades relativas

<i>Just in time</i>				
	Volume de produção	Repetitividade do processo	Estabilidade da demanda	Prioridade Relativa
Volume de produção	0,0588	0,0303	0,0857	0,0583
Repetitividade do processo	0,4706	0,2424	0,2286	0,3139
Estabilidade da demanda	0,4706	0,7273	0,6857	0,6279

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Com base no exemplo ilustrativo, tem-se que para a prática *just in time* a característica estabilidade da demanda aparece em primeiro lugar, seguida de repetitividade do processo e

volume de produção. Demonstrando que para que a prática funcione adequadamente é essencial a presença de uma demanda estável.

Por fim, se faz necessário avaliar a consistência das prioridades relativas por meio da Razão de Consistência (RC).

Utilizando a equação (8) explicitada anteriormente, temos o seguinte resultado.

$$Aw = \lambda \text{ máx} \times w \quad (8)$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/8 & 1/8 \\ 8 & 1 & 1/3 \\ 8 & 3 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,0583 \\ 0,3139 \\ 0,6279 \end{pmatrix} = \lambda \text{ máx} \times \begin{pmatrix} 0,0583 \\ 0,3139 \\ 0,6279 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0,1760 \\ 0,9894 \\ 2,0357 \end{pmatrix} = \lambda \text{ máx} \times \begin{pmatrix} 0,0583 \\ 0,3139 \\ 0,6279 \end{pmatrix}$$

$$\lambda \text{ máx} = \text{média} \left\{ \frac{0,1760}{0,0583}, \frac{0,9894}{0,3139}, \frac{2,0357}{0,6279} \right\}$$

$$\lambda \text{ máx} = 3,1381$$

Uma vez calculado o $\lambda \text{ máx}$, deve-se calcular o Índice de Consistência (IC) para logo calcular a Razão de Consistência (RC). Como explicitado anteriormente, o IC é calculando usando-se a equação (7), onde n é a ordem da matriz.

$$IC = \frac{\lambda \text{ máx} - n}{n - 1} \quad (7)$$

$$IC = \frac{3,1381 - 3}{3 - 1}$$

$$IC = 0,06905$$

A Razão de Consistência (RC) é obtida pela equação (6) como explicitado anteriormente. Para encontrar o valor de IR deve-se consultar a Tabela 5. Considerando n=3, temos:

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,06905}{0,58} = 0,11 \quad (6)$$

Como o $RC \leq 0,1$ pode-se concluir que os valores das prioridades relativas do exemplo utilizado estão consistentes.

4.2.4. Grau relativo de implementação para o sistema produtivo

Com o auxílio das etapas anteriores, item 4.2.1 e item 4.2.3, tornam-se conhecidos a nota de adequação do sistema à Produção Enxuta e o fator de ponderação da relação das práticas enxutas com o sistema. Dessa forma, obtêm-se a Tabela 10 a seguir.

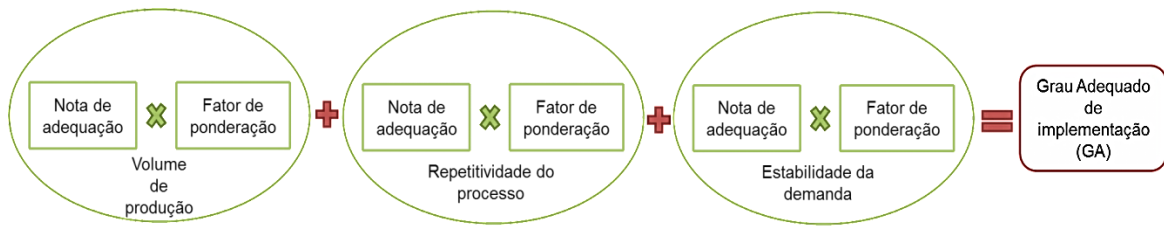
Tabela 10 – Grau de implementação adequado

		Volume de produção		Repetitividade do processo		Estabilidade da demanda		Grau adequado (GA)
		Nota de adequação	Fator de ponderação	Nota de adequação	Fator de ponderação	Nota de adequação	Fator de ponderação	
Práticas	<i>Just in time</i>							
	<i>Kanban</i>							
	Nivelamento da produção							
	Células de manufatura							
	Equipes multifuncionais							
	Autonomação							
	Operações padronizadas							
	Gerenciamento visual							
	CQZD							
	<i>Kaizen</i>							
	TPM							
	TRF							
	Integração da cadeia de fornecedores							
	Desenvolvimento do Produto Enxuto							
	MFV							

Fonte: Desenvolvido pela autora.

De acordo com a Tabela 10, será multiplicada cada nota de adequação pelo fator de ponderação de cada característica e ao final os três produtos encontrados serão somados dando origem ao grau adequado de implementação, como ilustra a Figura 9 a seguir.

Figura 9- Grau adequado de implementação



Fonte: Desenvolvido pela autora.

O grau adequado de implementação (GA) será considerado como o valor máximo que a prática enxuta necessita possuir, sendo realizada posteriormente a conversão entre o GA e o Grau Absoluto (Gab) obtido na etapa 4.2.2. Dessa forma, o GA será considerado como 10 (dez) a fim de realizar uma proporção que ao final irá gerar uma nota que corresponderá ao grau relativo de implementação (Gre) de cada prática enxuta para a empresa. A nota do grau relativo de implementação será calculada utilizando a Equação 6 a seguir.

$$Gre = \frac{Gab \times 10}{GA} \quad (6)$$

Em que: (Gre) corresponde ao grau relativo de implementação da empresa; (Gab) corresponde ao grau absoluto de implementação e (GA) corresponde ao grau de implementação adequado.

Com isso, é gerada outra tabela com todos os valores encontrados (Tabela 11).

Assim, o grau relativo de implementação de cada prática enxuta (Gre) demonstra o quão distante ou próxima a nota da prática se encontra da nota máxima calculada para o seu sistema produtivo, ou seja, é uma nota relativa que leva em consideração a nota que empresa deve alcançar (grau adequado de implementação) e a nota que a empresa possui atualmente (grau absoluto de implementação). Portanto, a situação desejável é quando o GA (Grau adequado) se iguala ao Gab (Grau Absoluto), o que resulta em um Gre igual a 10.

Dessa maneira, torna-se possível gerar um *feedback* para a empresa demonstrando quais práticas devem ser priorizadas levando em consideração as características inerentes ao seu processo produtivo.

Tabela 11 – Grau relativo de implementação

Práticas	Volume de produção		Repetitividade do processo		Estabilidade da demanda		Grau Adequado	Grau Absoluto	Grau Relativo
	Nota de adequação	Fator de ponderação	Nota de adequação	Fator de ponderação	Nota de adequação	Fator de ponderação	(GA)	(Gab)	(Gre)
<i>Just in time</i>									
<i>Kanban</i>									
Nivelamento da produção									
Células de manufatura									
Equipes multifuncionais									
Autonomação									
Operações padronizadas									
Gerenciamento visual									
CQZD									
<i>Kaizen</i>									
TPM									
TRF									
Integração da cadeia de fornecedores									
Desenvolvimento do Produto Enxuto									
MFV									

Fonte: Desenvolvido pela autora.

4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Com a necessidade de se avaliar o progresso da implantação da Produção Enxuta, levando em consideração a aderência de suas práticas às características de diferentes sistemas produtivos, torna-se imprescindível um modelo que seja capaz de integrar essas informações, a fim de que as empresas obtenham uma implementação bem sucedida. Com base nisso, este capítulo apresentou um método de avaliação que atendesse aos requisitos apresentados no capítulo 3, descrevendo em detalhe as etapas que o compõem. Na sequência, o próximo capítulo apresenta a aplicação do método proposto em uma indústria calçadista do Estado da Paraíba.

5. APLICAÇÃO DO MÉTODO

Com o objetivo de testar a aplicabilidade do método proposto no capítulo 4, foi realizado um estudo de caso em uma organização real. Demonstrando como ocorreu esse processo, este capítulo apresenta primeiramente uma breve descrição da empresa e do processo de implementação da Produção Enxuta. Posteriormente é explanada a aplicação do método na empresa, e por fim, é gerada uma análise da aplicação a fim de discutir seus resultados.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O estudo de caso foi conduzido na planta de Campina Grande de uma empresa de manufatura de calçados, a qual produz sandálias de borracha. A empresa foi genericamente denominada “A” nesta dissertação. A empresa iniciou suas atividades em 1988 no Estado do Rio de Janeiro. Após 21 anos, em 2009, inaugurou sua filial na cidade de Campina Grande. A empresa “A” contava inicialmente com um efetivo de 200 funcionários, após dois anos houve um crescimento desse quadro para 1.300 colaboradores. O organograma da empresa pode ser visualizado na Figura 10 a seguir.

A parte destacada de vermelho é a que fica localizada na cidade de Campina Grande, o CEO, do inglês *Chief Executive Officer*, que significa diretor executivo, e o restante da diretoria está localizada na matriz do Rio de Janeiro.

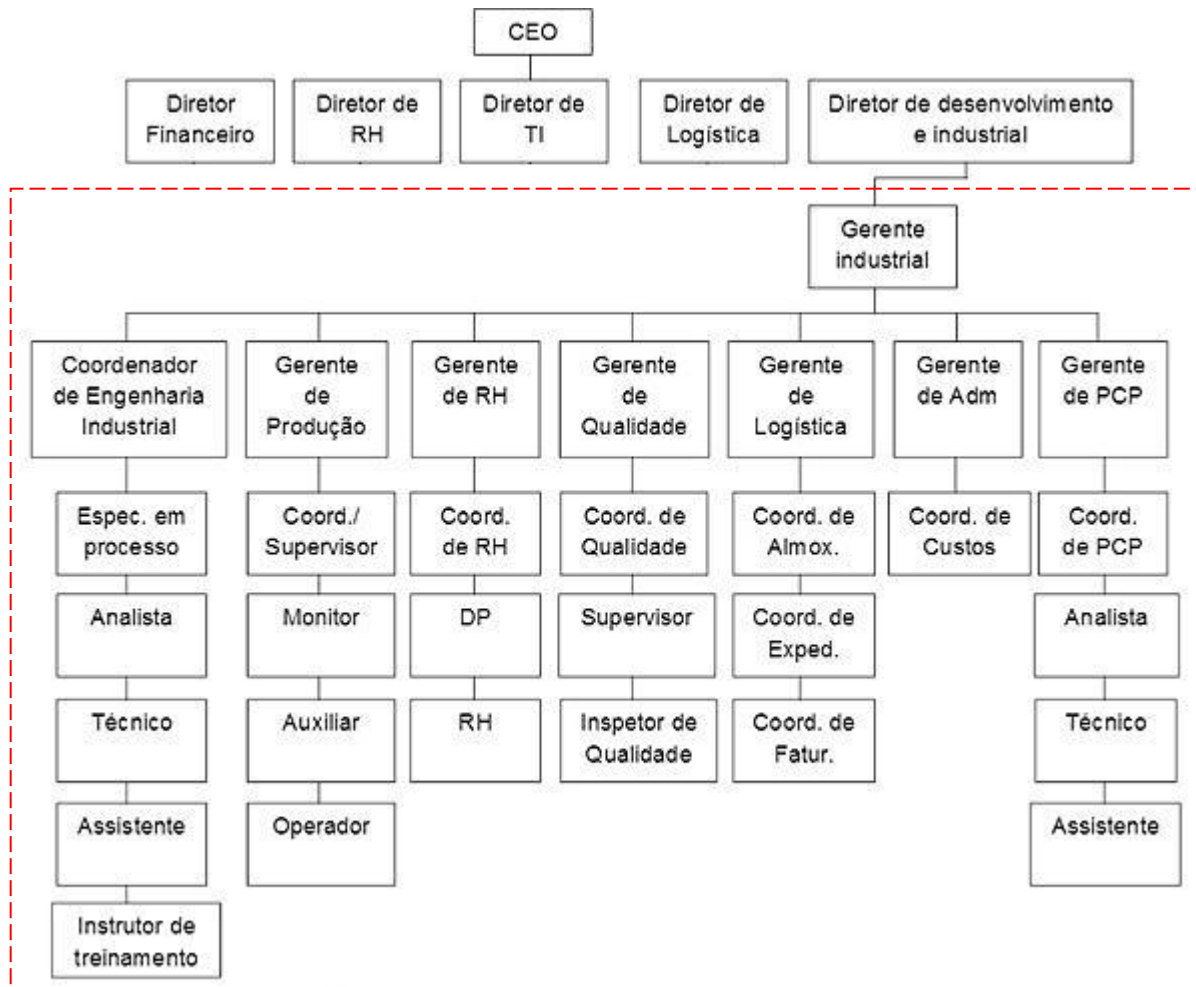
A empresa lança duas coleções por ano e atualmente possui oito famílias de produtos, segmentadas em quatro modelos, cada um com quinze combinações de cores e onze numerações. A principal característica de seus produtos é o design inovador e a durabilidade. A empresa tem como missão ser a marca de sandálias de maior valor agregado, originalidade e durabilidade do mercado brasileiro.

No processo produtivo suas atividades estão segmentadas em seis setores: o corte, *silk*, pesponto, injetora, kit e montagem, para uma produção diária de 30 mil pares de sandálias, em função da demanda média atual.

O plano agregado de produção é feito no Rio de Janeiro, na matriz, e enviado ao PCP (Planejamento e Controle da Produção) da Paraíba, que analisa a disponibilidade de recursos produtivos e comunica à matriz. Feito todo o planejamento, o PCP da Paraíba elabora o

plano-mestre de produção, a programação da produção e envia o pedido para os fornecedores. Além disso, o PCP faz a formação de planos e os envia para o almoxarifado.

Figura 10 – Organograma da empresa



Fonte: Desenvolvido pela autora.

O processo de transformação da matéria-prima tem início no setor do corte, onde serão cortadas as palmilhas das sandálias. O setor é abastecido com as placas de EVA que podem ser encaminhadas para a máquina balancim ponte, que é manual, ou para o balancim *atom*, que é o automático. No balancim ponte o operador juntamente com o molde corta as palmilhas par a par, já no balancim automático o molde corta a placa inteira de EVA resultando em vários pares de palmilhas. Quando a palmilha é composta por duas placas de EVA ela segue para o setor da dublagem onde é colada uma palmilha na outra. Por fim, a palmilha passa pela fresa onde é dado o acabamento arredondado nas bordas.

Posteriormente, a palmilha pode seguir para o setor *silk* ou para o setor *laser*, porém antes é necessário que a palmilha passe pelo processo de limpeza texturizada ou pela limpeza

escovada, dependendo do tipo da palmilha, a fim de eliminar todas as impurezas e preparar o material para receber a tinta e aderir melhor à palmilha. Depois de limpa, a palmilha é encaminhada para o setor *silk*, onde são realizados todos os detalhes de pintura da palmilha, podendo ser pintura monocolor, bicolor ou tricolor. Quando a palmilha não possui pintura ela segue diretamente para o setor *laser* onde são realizados recortes vazados no material.

Depois que o material passa pelo setor do corte e pelo setor do *silk* ou *laser*, a palmilha da sandália está pronta e dar-se-á início a produção do cabedal, que são as tiras das sandálias. A fábrica produz dois tipos de cabedal, o cabedal de *nylon* e o cabedal de PVC. Se o cabedal for de *nylon* as tiras seguem para o setor do pesponto onde é realizado todo o processo de costura, se o cabedal for de PVC o material segue para a injetora.

No setor de *kit* são recolhidos os produtos dos processos anteriores, as palmilhas e os cabedais, e são agrupados com os solados que são terceirizados da fábrica matriz, para seguirem para o setor de montagem.

O setor de montagem recebe os *kits* do setor anterior que são ingressados nas linhas de montagem para unir o cabedal com a palmilha e colar o solado. No final da linha as sandálias são embaladas em caixas ou sacolas e são encaminhadas para a distribuição, onde as caixas serão organizadas por pedido e enviadas para a expedição, finalizando assim o processo produtivo da fábrica.

5.2. IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA NA EMPRESA EM ESTUDO

A empresa iniciou o projeto de implementação da Produção Enxuta no ano de 2011, motivada pela empresa matriz, situada no Rio de Janeiro, a qual já possuía a Produção Enxuta implementada em seu processo produtivo. A intenção era que as duas fábricas tivessem seus processos funcionando segundo o mesmo modelo de gestão da produção.

Foi contratada uma empresa de consultoria para auxiliar na implementação da Produção Enxuta na fábrica de Campina Grande e o processo iniciou-se pela elaboração dos mapas de fluxo de valor para que a consultoria tomasse conhecimento sobre o funcionamento da empresa e do processo produtivo como um todo. Inicialmente foram implementadas as seguintes práticas: mapeamento do fluxo de valor, operações padronizadas, nivelamento da produção e equipes multifuncionais.

A consultoria acompanhou o projeto durante aproximadamente seis meses, ficando a cargo da empresa seguir as diretrizes deixadas pela mesma para implementar o restante das práticas enxutas.

Além do setor da produção, foram envolvidas no projeto pessoas ligadas ao setor de engenharia e planejamento e controle da produção, os quais são os responsáveis por guiar o processo de implementação e mantê-lo ativo na fábrica.

5.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

O estudo de caso para a aplicação do método proposto foi realizado no mês de Dezembro do ano de 2013 e a coleta de dados ocorreu em quatro visitas à organização, das quais uma foi composta pelo conhecimento do processo produtivo e as três subsequentes de entrevistas. O grupo de entrevistados foi constituído por três pessoas: uma coordenadora do setor de engenharia industrial, um especialista em processo e uma coordenadora do setor de planejamento e controle da produção. As entrevistas se deram de forma individual e as atividades realizadas na empresa estão explicitadas no Quadro 9 a seguir.

Quadro 9 – Atividades realizadas no estudo de caso.

Dia	Tempo gasto em horas	Atividade	Participantes
1º	2 horas	Apresentação do processo produtivo	Pesquisadora e analista de engenharia.
2º	2 horas e 30 minutos	Aplicação da Etapa 1 e Etapa 2	Pesquisadora, coordenadora de engenharia e especialista em processo.
3º	2 horas e 30 minutos	Aplicação da Etapa 1, Etapa 2 e Etapa 3	Pesquisadora e coordenadora de planejamento e controle da produção.
4º	1 hora	Aplicação da Etapa 3	Pesquisadora, coordenadora de engenharia e especialista em processo.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

O estudo de caso seguiu as etapas propostas no método exposto no capítulo 4, são elas: (1) identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta; (2) avaliação do grau implementação da Produção Enxuta na empresa em estudo; (3) relação das práticas enxutas com as características da empresa; (4) grau relativo de implementação para o sistema produtivo. Para melhor entendimento, a obtenção dos dados de cada etapa na empresa será apresentada nos tópicos seguintes.

5.3.1. Identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta

Antes da realização das entrevistas, foi feita uma apresentação do processo produtivo da empresa, com o objetivo de obter maior familiaridade a respeito do funcionamento da fábrica e das práticas da Produção Enxuta na mesma.

Posteriormente, foi realizada a coleta de dados referente à primeira etapa do estudo de caso, que buscou identificar a adequação do sistema produtivo às características da Produção Enxuta por meio de uma entrevista semiestruturada (Apêndice 1). Na entrevista foram coletadas informações a respeito do volume de produção, da repetitividade do processo e da estabilidade da demanda. Participaram desta etapa o especialista em processo (entrevistado 1), a coordenadora do setor de planejamento e controle da produção (entrevistado 2) e a coordenadora do setor de engenharia industrial (entrevistado 3).

De posse das respostas dos entrevistados foi possível calcular a nota de adequação para cada característica. Posteriormente foi realizada uma média das notas de cada entrevistado a fim de chegar a uma nota comum, conforme é apresentado na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12 – Nota de adequação da empresa

Entrevistado/ Características	Volume de produção	Repetitividade do processo	Estabilidade da demanda
Entrevistado 1	4,00	8,67	2,50
Entrevistado 2	3,33	6,67	4,17
Entrevistado 3	3,33	7,33	2,50
Média	3,54	7,56	3,06

Fonte: Desenvolvido pela autora.

De acordo com a Tabela 12, temos que o sistema produtivo possui nota 3,54 em volume de produção, 7,56 em repetitividade do processo e 3,06 em estabilidade da demanda. O que demonstra que o sistema da empresa não possui um alto volume de produção, tem um bom grau de repetitividade no processo e possui uma demanda pouco estável.

As notas obtidas no quesito volume de produção são justificadas pelo fato do sistema produtivo da empresa não possuir um alto grau de automatização, fazendo uso do trabalho manual em várias fases do processo de transformação. A predominância pelo arranjo físico por processo é outro fator que demonstra o baixo volume, já que este tipo de arranjo físico geralmente é utilizado em processos com a produção por lotes, nos quais é necessário o

atendimento a diversos clientes, impossibilitando assim, a produção em grande volume de um mesmo produto.

Foi observada a presença de diversos fatores que contribuem para que haja um bom grau de repetitividade no processo, como por exemplo, a maioria dos itens do *mix* de produção é constante e a produção diária permanece a mesma por um período relativamente longo, de algumas semanas, fato esse que torna o trabalho humano com um alto índice de repetição. Na empresa são utilizadas rotinas similares para a produção, já que na maioria das vezes é produzido um tipo de produto por vez de forma repetida. Com isso, pode-se afirmar que o sistema produtivo da empresa apresentou uma boa nota de aderência ao que diz respeito à repetitividade do processo.

Com relação à estabilidade da demanda, a empresa não alcançou uma boa nota, pois a produção é sazonal e com picos de demanda frequentes, que na maioria das vezes são previstos anteriormente, o que faz com que a empresa consiga se preparar antecipadamente em alguns meses do ano. Outro fator que demonstra a instabilidade da demanda é que a programação da produção e o fluxo de cada item são sempre feitos com base nos pedidos em carteira e não na demanda dos meses anteriores.

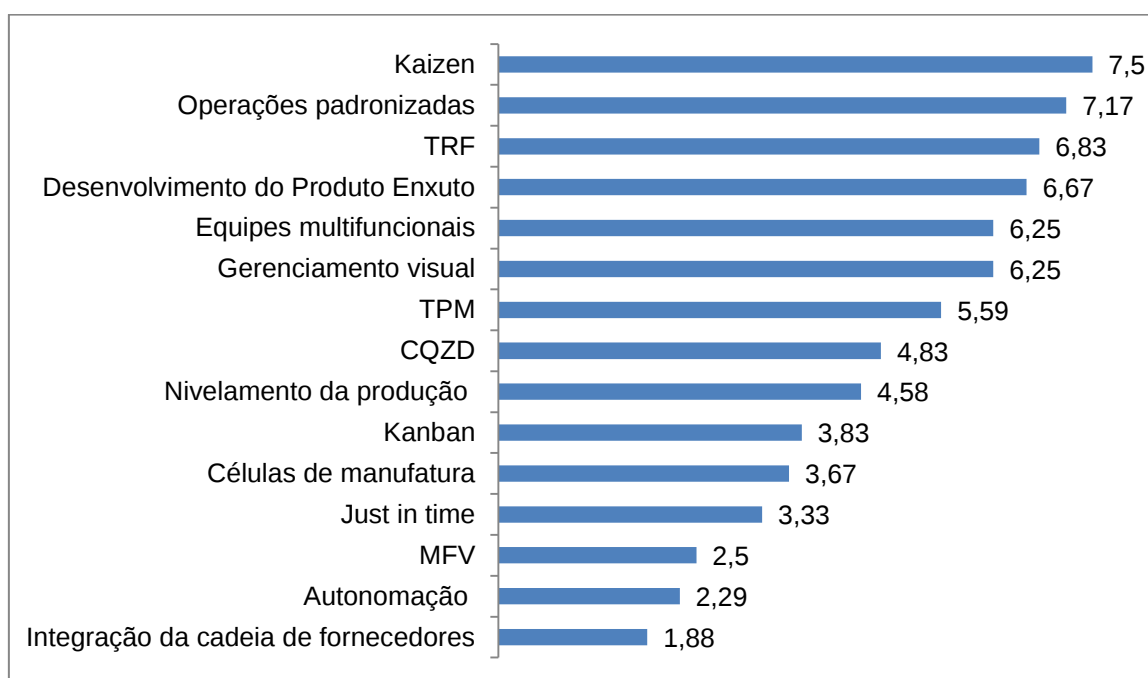
5.3.2. Avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa

Para a avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa em estudo foi aplicada a entrevista não estruturada apresentada no Apêndice 2, conforme descrito na seção 4.2.2. De posse das respostas dos entrevistados foi possível calcular a nota obtida no grau absoluto de implementação das práticas, posteriormente foi realizada uma média das notas de cada entrevistado a fim de chegar a uma nota comum. Na Figura 11 estão apresentadas as notas que cada prática obteve na avaliação por ordem decrescente. No decorrer desta seção é feita uma breve discussão a respeito da implantação de cada uma delas.

A prática **kaizen** foi a prática enxuta que recebeu maior nota na avaliação (7,50) e isto se deu pela ampla utilização de ferramentas como círculos de controle da qualidade e semanas *kaizen*. A semana *kaizen* na fábrica tem o objetivo de realizar melhorias a partir do esforço e envolvimento de vários setores durante um período de cinco dias. No primeiro dia é realizado um treinamento com todas as pessoas envolvidas na semana *kaizen* sobre a filosofia da Produção Enxuta, posteriormente é realizado o mapeamento do setor escolhido naquela semana, com o objetivo de familiarizar toda a equipe com o processo do setor, facilitando

assim a identificação de perdas e de possíveis melhorias. A partir do mapeamento surgem as ideias, são formados os grupos e delegadas as responsabilidades de cada grupo durante aquela semana. No segundo dia são desenvolvidas as ideias e elas são apresentadas aos gestores em uma reunião. As ideias são classificadas segundo dois parâmetros: grau de dificuldade e impacto da melhoria. A equipe busca priorizar a operacionalização daquelas ideias que foram classificadas como de grande impacto e pouca dificuldade, sendo eliminadas aquelas que apresentaram grande dificuldade e pouco impacto. Após isto, os gestores autorizam as ideias que serão implementadas e analisam os recursos que serão necessários. No restante da semana as ideias são postas em prática e no último dia é realizada uma apresentação aos gestores, com o objetivo de mostrar os resultados alcançados.

Figura 11 – Grau de implementação das práticas enxutas



Fonte: Desenvolvido pela autora.

Como ferramenta para análise e solução de problemas é utilizado o *gemba walk* que é realizado três vezes por semana pelos gestores e coordenadores e consiste em fazer uma ronda por toda a fábrica analisando os quadros de monitoramento de cada setor a fim de identificar os problemas, suas causas e propor melhorias.

Outro aspecto que contribuiu para o atingimento da nota foi a padronização das melhorias realizadas. Todos os processos de melhorias são documentados e organizados e a alta gerência possui participação ativa em todos os programas de melhoria.

A prática **operações padronizadas** obteve nota 7,17, pois foi observado que existem padrões para todas as atividades da fábrica. Existem as LUP's (lição de um ponto) nas quais

está o detalhamento de todo o procedimento, descrevendo o método passo a passo, como também as metas por hora. Existem também as fichas técnicas que são elaboradas pelo setor da qualidade, as fichas contém a foto do produto, a cor e todas as especificações técnicas do material que será utilizado. Foi relatado também que os funcionários participam ativamente da elaboração dos padrões. Todas as vezes que é lançado um novo produto é feito um teste piloto com a participação do setor de engenharia e dos operadores, esse teste piloto tem o objetivo de informar se a produção daquele produto é viável ou não, sendo viável, são definidos os procedimentos e são padronizados os tempos de produção juntamente com os operadores. Os padrões estão em locais de fácil acesso a todos, permitindo uma consulta rápida e clara.

As falhas encontradas com relação às operações padronizadas consistem na periodicidade da revisão dos padrões e na não definição do nível máximo de estoque em processamento. Os padrões são revistos e as mudanças são comunicadas a todos, no entanto eles só são revistos quando há algum problema ou quando ocorrem mudanças nas operações, nunca são revisto buscando a melhoria contínua.

A prática **troca rápida de ferramentas (TRF)** recebeu nota 6,83. Foi relatado que a redução dos tempos de *setup* é uma preocupação constante na empresa e por isso é adotada a ferramenta TRF. A empresa possui padrões escritos com o passo a passo do procedimento a ser seguido durante a realização do *setup*, bem como a separação das atividades que devem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento e enquanto a máquina está parada. Os padrões estão dispostos nas LUP's e estão disponíveis para os operadores em fácil acesso. A nota relativamente baixa é justificada pelo fato de a prática ser utilizada apenas em alguns setores e processos.

No referente ao **desenvolvimento do produto enxuto** (nota 6,67), foi relatado que a maior parte do desenvolvimento de produtos é realizada na fábrica matriz, no entanto o projeto é enviado para a filial de Campina Grande onde são feitos testes piloto com o objetivo de realizar uma análise da viabilidade daquele produto. Foi relatado também que existe pouca preocupação com a redução de custos de fabricação. Por vezes há a troca de informações e experiências entre o setor de desenvolvimento e o setor de engenharia por meio de visitas a fábrica de Campina Grande.

No que diz respeito às **equipes multifuncionais** (nota 6,25), foi constatado que em alguns setores os operadores são multifuncionais, ou seja, são capazes de operar diversas máquinas. No setor de montagem existe um local chamado “escolinha”, no qual os operadores recém-contratados são treinados para ter conhecimento de todas as atividades da linha. Com

relação ao rodízio entre tarefas, foi relatado que o mesmo só é utilizado quando é necessário atender a uma demanda específica ou para substituir um operador que faltou ou entrou em período de férias.

Dois fatores contribuíram fortemente para que a nota do **gerenciamento visual**, 6,25, fosse relativamente baixa. O primeiro deles é o *layout* que não permite a visualização e compreensão do fluxo do processo do início ao fim, e isso se dá principalmente pelo setor da injetora, que é um pouco afastado dos demais. O segundo fator foi a falta de controles e garantias visuais por todo o processo que previnem ou identificam falhas. No entanto, a empresa apresenta uma forte disseminação de indicadores, tais como: retrabalho, inutilizado, volume de produção e eficiência. Há também sinalizações quanto à segurança, demarcação de corredores e faixas de pedestres, saídas de emergências, placas de identificação dos setores e informativos com relação ao uso de EPI's. Foi observada também a presença de dispositivos visuais informando o ritmo de produção, os quais são chamados de quadros de monitoramento horário, e os mesmos estão dispostos em cada setor.

O programa 5S é bastante disseminado na empresa, o mesmo começou a ser implementado no ano de 2012, mas ainda não foi concluído. Foram implementados os sensores de utilização, ordenação e limpeza. Devido ao programa 5S, a limpeza e a organização do ambiente de trabalho é uma característica marcante na empresa e são realizadas auditorias semanais a fim de manter o programa ativo.

A prática **manutenção produtiva total (TPM)** obteve nota 5,59. Foi constatado que a empresa conta com uma equipe de manutenção própria que coordena todas as práticas de manutenção. O principal fator que contribuiu para a nota relativamente baixa da prática foi a inexistência de manutenção preditiva, sendo utilizadas na empresa as manutenções preventiva, autônoma e corretiva. A manutenção preventiva é feita de forma programada envolvendo a substituição de peças antes que a máquina quebre. Com relação à manutenção autônoma foi repassado que os operadores realizam apenas atividades relacionadas à limpeza e conservação das máquinas, não realizando nenhum tipo de lubrificação.

Existem listas de verificação para checagens de máquinas, no entanto estão disponíveis apenas para o setor da manutenção, os operadores não possuem acesso a elas. Os operadores não possuem nenhum treinamento para detectar anormalidades nas máquinas e equipamentos, no entanto, devido à experiência adquirida, os mesmos são considerados capazes de detectar a maioria das anormalidades que se apresentam. Porém, não é permitido o

conserto, o operador é orientado a comunicar o problema ao setor de manutenção e aguardar a resolução do mesmo.

Foi relatado que a ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é utilizada em alguns equipamentos visando à identificação dos tipos de falhas que podem ocorrer e as possíveis causas das mesmas. O indicador OEE é coletado periodicamente na empresa por meio de indicadores que buscam demonstrar a frequência com que os equipamentos estão disponíveis para o uso, a rapidez da produção e os refugos gerados, ou seja, a disponibilidade, a taxa de desempenho e taxa de qualidade dos mesmos.

A prática **controle da qualidade zero defeito (CQZD)** obteve uma nota baixa, 4,83, principalmente pela não existência de dispositivos *poka-yokes* com função de controle nem com função de advertência, ou seja, a linha não é interrompida, nem mesmo sinalizada, quando alguma anormalidade é detectada. No entanto, a empresa apresentou um forte trabalho na identificação e combate às causas raízes de defeitos que é realizado semanalmente por meio de reuniões com todos os gestores da fábrica, na qual são analisados os indicadores relativos aos retrabalhos e às perdas, bem como os defeitos de maior incidência e suas causas. As especificações das características de qualidade dos produtos são elaboradas pelo setor da qualidade e são disponibilizadas para os operadores por meio da ficha técnica de cada produto. Essas características de qualidade são inspecionadas e documentadas pelos inspetores da qualidade em cada etapa e ao final do processo pelo método de amostragem. Existem auditorias internas de qualidade que são realizadas pelos funcionários do setor da qualidade e que visam analisar se os padrões e procedimentos estão sendo seguidos corretamente.

Com relação à prática **nivelamento da produção** (nota 4,58) foi observado que o sistema possui características predominantes de um sistema de produção empurrada, já que a programação da produção é feita com base na previsão das vendas e nos pedidos em carteira. As previsões da demanda são realizadas ao final de cada ano e com base nas previsões são planejados os recursos necessários para atender ao volume de produção previsto. Ao longo do ano essas previsões vão sendo ajustadas trimestralmente, a partir das previsões trimestrais são feitas as programações mensais buscando uma programação nivelada por meio do sequenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo, o que por vezes é dificultado pela variedade do *mix* de produtos e por alterações inesperadas na demanda.

Na avaliação da prática **kanban** (nota 3,83) foi observado que devido à sazonalidade da demanda não é possível que a produção seja puxada em todo o processo produtivo. De uma

forma geral, a empresa produz com a produção empurrada por meio de pedidos em carteira. Os cartões *kanban* só são utilizados no setor da montagem, funcionando como *kanban* de matéria-prima com o objetivo de não deixar faltar material no setor. Nos cartões são especificadas as informações de cada item e os supermercados são demarcados no chão da fábrica, quando o material daquele espaço é consumido é gerado um cartão de solicitação ao almoxarifado. A nota baixa obtida é devido ao fato de a prática ser pouco utilizada na fábrica e por não existir *kanban* de prioridade.

As **células de manufatura** obtiveram uma nota baixa (3,67), pois só estão presentes no setor do pesponto. Além disso, há a constante presença de estoques intermediários entre os postos de trabalho e por vezes o *layout* não facilita curtos deslocamentos, dificultando assim a realização de operações multifuncionais entre eles. Já na célula de pesponto os postos de trabalho estão próximos e é possível realizar operações multifuncionais, no entanto o fluxo de peças na maioria das vezes é em lote.

Com relação à prática ***just in time*** (nota 3,33), como já foi dito anteriormente, a produção da fábrica não é puxada devido à sazonalidade da demanda. Portanto, cada setor recebe a ordem de produção emitida pelo setor de PCP e produz independente das operações anteriores ou posteriores. Com relação ao *takt time*, ele é reconhecido e reprogramado periodicamente com o objetivo de estabelecer um ritmo de produção que atenda à demanda, já o *lead time* é conhecido, no entanto, não é monitorado.

O **mapeamento do fluxo de valor** (nota 2,5) é pouco utilizado na fábrica, sendo realizado apenas o mapeamento do estado atual com o objetivo de identificar oportunidades de melhorias, que são realizadas por meio das semanas *kaizen*.

A prática **autonomia** obteve uma nota baixa (2,29) principalmente pela não existência de dispositivos *poka yokes* para detectar anormalidades e paralisar a máquina automaticamente. Foi relatado que não existe uma sistemática de comunicação de defeitos por parte dos operadores e que os mesmos possuem pouca autonomia para paralisar a linha quando alguma anormalidade é detectada, sendo orientados a comunicar o problema aos monitores do setor. Existem painéis sinalizadores para indicar que a linha se encontra paralisada, no entanto não identificam o posto que está apresentando problema.

A prática que obteve o pior resultado foi a **integração da cadeia de fornecedores** (nota 1,88). Foi relatado que as entregas de alguns fornecedores são feitas de duas a três vezes por semana e outros com uma periodicidade maior. Não há dispositivos para puxar entregas dos fornecedores, tampouco o compromisso de manter um estoque determinado de produtos

acabado a fim de proporcionar entregas *just in time*. Parte do resultado obtido por esta prática se deve às distâncias geográficas, já que a maioria dos fornecedores está localizada no Sul e no Sudeste.

Pode-se concluir que, de uma maneira geral, o grau de implementação das práticas enxutas na empresa é mediano. O que é aceitável, pois a empresa vem trabalhando no processo de implementação da Produção Enxuta há apenas três anos. É importante observar também que as práticas consideradas os pilares da Produção Enxuta, o *just in time* e a automação, obtiveram notas baixas. Sendo automação a segunda nota mais baixa e *just in time* a quarta nota mais baixa, o que pode ser justificado pela ausência de dispositivos *poka yokes* no processo produtivo, pela sazonalidade da demanda e pelo fato de as práticas ainda estarem em processo de implantação na fábrica.

5.3.3. Relação das práticas enxutas com as características da empresa

Dentre as características da empresa desejava-se conhecer qual delas influencia mais o funcionamento de cada prática da Produção Enxuta na organização, para isso foi aplicada a entrevista semiestruturada explicitada no Apêndice 3, conforme descrito na seção 4.2.3. Após a coleta de dados foram realizados todos os cálculos previstos no método AHP e foram obtidas, dessa forma, os fatores de ponderação de cada característica com relação a cada prática enxuta, como mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Fatores de ponderação da empresa

Práticas Enxutas	Características	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Média
JIT	Volume de produção	0,0680	0,1719	0,0556	0,0985
	Repetitividade do processo	0,1719	0,0680	0,2424	0,1608
	Estabilidade da demanda	0,7601	0,7601	0,7020	0,7407
Kanban	Volume de produção	0,6924	0,3202	0,0583	0,3570
	Repetitividade do processo	0,0843	0,1226	0,3139	0,1736
	Estabilidade da demanda	0,2233	0,5571	0,6279	0,4694
Nivelamento	Volume de produção	0,0599	0,2084	0,0604	0,1095
	Repetitividade do processo	0,7504	0,0653	0,2713	0,3623
	Estabilidade da demanda	0,1897	0,7263	0,6684	0,5281

Células de manufatura	Volume de produção	0,1886	0,1595	0,0688	0,1389
	Repetitividade do processo	0,0749	0,7607	0,2672	0,3676
	Estabilidade da demanda	0,7365	0,0798	0,6640	0,4934
Equipes multifuncionais	Volume de produção	0,1667	0,0893	0,0556	0,1039
	Repetitividade do processo	0,6667	0,5869	0,7020	0,6519
	Estabilidade da demanda	0,1667	0,3238	0,2424	0,2443
Automação	Volume de produção	0,1976	0,4070	0,7514	0,4520
	Repetitividade do processo	0,3119	0,0866	0,1679	0,1888
	Estabilidade da demanda	0,4905	0,5064	0,0807	0,3592
Operações padronizadas	Volume de produção	0,0936	0,1181	0,0657	0,0925
	Repetitividade do processo	0,8091	0,2431	0,6541	0,5688
	Estabilidade da demanda	0,0973	0,6389	0,2802	0,3388
Gerenciamento visual	Volume de produção	0,2500	0,7607	0,3333	0,4480
	Repetitividade do processo	0,5000	0,1595	0,3333	0,3309
	Estabilidade da demanda	0,2500	0,0798	0,3333	0,2210
CQZD	Volume de produção	0,0902	0,1686	0,0633	0,1074
	Repetitividade do processo	0,7227	0,7043	0,6783	0,7018
	Estabilidade da demanda	0,1871	0,1271	0,2585	0,1909
Kaizen	Volume de produção	0,1022	0,6270	0,4540	0,3944
	Repetitividade do processo	0,6864	0,2923	0,3206	0,4331
	Estabilidade da demanda	0,2114	0,0807	0,2254	0,1725
TPM	Volume de produção	0,1886	0,1167	0,1279	0,1444
	Repetitividade do processo	0,0749	0,2236	0,3118	0,2034
	Estabilidade da demanda	0,7365	0,6597	0,5603	0,6522
TRF	Volume de produção	0,6389	0,1805	0,0909	0,3034
	Repetitividade do processo	0,1181	0,7509	0,8182	0,5624
	Estabilidade da demanda	0,2431	0,0686	0,0909	0,1342
Integração da cadeia de fornecedores	Volume de produção	0,1524	0,1395	0,3333	0,2084
	Repetitividade do processo	0,0730	0,0667	0,3333	0,1577
	Estabilidade da demanda	0,7746	0,7938	0,3333	0,6339
Desenvolvimento do produto enxuto	Volume de produção	0,0835	0,0627	0,0604	0,0689
	Repetitividade do processo	0,7077	0,2377	0,6684	0,5379
	Estabilidade da demanda	0,2089	0,6996	0,2713	0,3933
MFV	Volume de produção	0,0943	0,0893	0,0628	0,0818
	Repetitividade do processo	0,2343	0,5869	0,7722	0,5311
	Estabilidade da demanda	0,6714	0,3238	0,1650	0,3867

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Foram coletados dados com os três entrevistados e posteriormente foi realizada uma média aritmética das respostas, a fim de obter uma prioridade relativa comum. De posse destes valores percebeu-se que algumas características se destacaram mais do que outras. Dessa forma, será realizado um comentário, a título de exemplificação, somente das características que receberam as maiores notas de cada prática enxuta.

Para a prática ***just in time*** a característica que recebeu a maior nota foi a **estabilidade da demanda**. Foi verificado que para que a produção seja puxada é importante que a demanda funcione em um ritmo constante, o que produzirá impacto em toda a cadeia de valor, sendo produzido somente o que for vendido. Com a demanda estável é possível prever os recursos que serão necessários para atender aquele volume de produção, fornecendo itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário e no local correto, conforme propõe o *just in time*. A empresa estudada possui uma produção sazonal e com picos de demanda, o que dificulta a implementação da prática *just in time*.

Assim como para o *Just in time*, para o ***kanban*** a característica que mais se sobressaiu foi a **estabilidade da demanda**, pois é por meio do *kanban* que o *just in time* é viabilizado. É informado ao processo fornecedor exatamente o que, quando e quanto produzir, ou seja, para que o *kanban* funcione corretamente, os processos produtivos devem fluir da melhor maneira possível, sendo necessário que a produção esteja nivelada.

Já para a prática **Nivelamento da produção** a **estabilidade da demanda** recebeu um destaque maior dentre as demais, pois a função do nivelamento é adequar o ritmo da produção à instabilidade do mercado. Portanto, quanto mais estável o mercado estiver, mais simplificado será o nivelamento, sendo possível obter um sequenciamento da produção sem modificações bruscas, produzindo a mesma quantidade de um item todos os dias.

Para as **Células de manufatura** a **estabilidade da demanda** recebeu uma maior nota, pois quando a demanda é variável é necessário realizar alterações no número de operadores que atuam nas células, podendo interferir na produtividade da mão-de-obra.

Para que haja facilidade na execução das **Equipes multifuncionais** foi observado que dentre as três características analisadas a **repetitividade no processo** recebeu um destaque maior, pois uma diversidade muita grande de atividades a serem executadas pode aumentar o grau de dúvidas dos operadores na execução de suas atividades, gerando assim uma vulnerabilidade na produção.

Foi observado que dentre as características analisadas o **volume de produção** relativamente alto auxilia o funcionamento da prática **Autonomação**, já que com o volume

elevado os produtos tendem a ser cada vez mais padronizados e o fluxo de produção contínuo. Com a padronização dos produtos torna-se mais simplificada a elaboração de dispositivos *poka yokes*, pois a variedade de produtos será menor e consequentemente a variedade de possíveis defeitos também. Com o fluxo de produção contínuo o monitoramento das atividades se torna mais rigoroso, tornando mais evidente qualquer anormalidade que ocorra na linha de produção.

Para a prática **Operações padronizadas** a característica do sistema que mais se sobressaiu foi a **repetitividade do processo**, pois com a repetição das atividades torna-se mais fácil reduzir a variabilidade no processo de produção, evitando que cada operador execute aleatoriamente as operações. A repetitividade do processo torna mais simples não só a padronização das operações como também a padronização das atividades de regulagens e ajustes de máquinas e a padronização das características das matérias-primas dos produtos. A repetição do processo proporciona ainda a facilidade de atualizações constantes nos padrões, bem como a melhoria contínua dos mesmos.

Para a prática **Gerenciamento visual** o **volume de produção** obteve uma nota maior, pois com o aumento do volume a padronização dos produtos tende a ser alta, facilitando a disseminação das informações. Em um ambiente no qual os produtos são pouco padronizados mudam-se constantemente as especificações dos produtos e as atividades, gerando uma maior demanda de informações a serem repassadas a todos da empresa. Com o volume relativamente alto e consequente padronização dos produtos há também a simplificação da alimentação dos quadros indicadores de ritmo de produção e de programação da produção.

Para que haja facilidade na execução do **CQZD** foi observado que a **repetitividade no processo** se destacou mais do que as demais características e isso pode ser justificado pelo fato de que em um processo repetitivo as rotinas de produção se tornam cada vez mais similares, tornando mais fácil a identificação dos erros e, por conseguinte o reconhecimento e combate às causas raízes de defeitos. A repetitividade no processo auxilia também na aplicação de dispositivos *poka-yokes*, já que com a produção repetitiva o *mix* de produção tende a ser constante, reduzindo assim a variabilidade dos produtos.

Da mesma maneira, para a prática **kaizen** a **repetitividade no processo** também obteve uma nota maior que as demais, pois com a repetição as rotinas de produção tendem a ser similares, o que auxilia na execução dos programas de melhoria contínua. Com rotinas de produção parecidas os problemas se tornam mais evidentes, e consequentemente mais fáceis de serem atacados e solucionados.

Para a prática **TPM** percebeu-se que a **estabilidade da demanda** se sobressaiu dentre as demais, pois com a presença de uma demanda relativamente estável a quantidade de produção diária tende a ser constante, permitindo que a manutenção estabeleça uma programação para realizar as manutenções preditivas e autônomas, evitando assim que a máquina fique parada por manutenção não prevista.

Foi observado que para a prática **TRF** a **repetitividade do processo** recebeu uma nota mais elevado que as demais características, pois em ambientes onde a produção não é repetitiva a elaboração dos padrões de *setups* tornam-se mais difíceis e a fixação dos procedimentos por parte dos operadores é afetada, já que existirá uma quantidade elevada de padrões.

Para a prática **Integração da cadeia de fornecedores** a característica do sistema que mais se sobressaiu foi a **estabilidade da demanda**, pois com uma demanda equilibrada a presença do estoque torna-se dispensável, permitindo que sejam feitas entregas em pequenos lotes e em curtas periodicidades. Com uma demanda relativamente estável torna-se possível também reduzir a base de fornecedores e desenvolver uma relação mais colaborativa com os mesmos, permitindo assim, a implantação de dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores.

Para o **Desenvolvimento do Produto Enxuto** foi observado que a **repetitividade no processo** destacou-se dentre as demais, pois o *mix* de produção tende a ser constante, com quantidade reduzida de produtos. O que proporciona um maior tempo disponível para a elaboração dos produtos, permitindo que sejam realizados com maior detalhamento todos os estudos de redução de tempos e custos nas operações.

Foi observado que para a prática **MFV** a **repetitividade do processo** se sobressaiu, pois o processo que possui a repetição como característica tende a possuir rotinas similares para a produção e um *mix* de produção constante, o que auxilia no desenvolvimento dos mapas e simplifica sua elaboração. Com um conjunto de famílias de produtos constante torna-se mais simples a utilização dos mapas em todo o fluxo de valor, bem como a atualização dos mapas do estado futuro, objetivando a melhoria contínua.

5.3.4. Grau relativo de implementação para o sistema produtivo

A fim de obter o grau de implementação relativo para cada prática enxuta da empresa utilizou-se as informações obtidas nos itens 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3. Foram utilizadas as notas de

adequação de cada característica da Produção Enxuta ao sistema produtivo da empresa, as notas do grau absoluto de implementação das práticas enxutas na empresa e o fator de ponderação de cada característica com relação a cada prática enxuta.

Depois de alimentar a Tabela 14 foram multiplicadas cada nota de adequação pelo fator de ponderação e ao final os três produtos encontrados foram somados dando origem ao grau de implementação adequado, que é o nível máximo de aplicação que a empresa necessita possuir.

Posteriormente, foi gerada uma proporção entre o grau de implementação adequado e o grau de implementação absoluto resultando no grau de implementação relativo, que corresponde ao grau de implementação atual na empresa levando em consideração a nota que ela necessita ter. Portanto, é esperado que haja uma paridade entre o grau de implementação que a empresa necessita (grau adequado de implementação) e o grau de implementação que a mesma possui (grau absoluto de implementação), sendo esperado que o grau relativo seja próximo a 10.

Com isso, foi possível classificar as práticas segundo três parâmetros: grau de implementação apropriado, para aquelas práticas que alcançaram notas do grau relativo entre 9 e 11; grau de implementação necessita melhorar, para aquelas práticas que obtiveram notas do grau relativo abaixo de 9; grau de implementação em excesso, para as práticas cujas notas do grau relativo foram superiores a 12. Sendo esses parâmetros de classificação passíveis de alteração por parte da empresa a depender das metas e exigências da mesma.

Quando as práticas forem classificadas como com grau de implementação em excesso é necessário que a empresa realize uma reflexão a respeito dos recursos financeiros e de pessoal que a prática demanda, a fim de, se for o caso, direcioná-los para outras práticas que porventura estejam deficientes na empresa. É necessário também que a empresa analise se o grau de implementação em excesso advém da facilidade de implementação de determinadas práticas, o que faz com que sejam negligenciadas aquelas que possuem um grau de dificuldade maior ou que exigem um maior investimento de tempo ou de recursos financeiros.

De acordo com a Tabela 14, pode-se concluir que as notas referentes ao grau de implementação adequado das práticas enxutas na empresa foram relativamente baixas e isso se deu devido a pouca aderência da Produção Enxuta ao sistema de produção da empresa, como foi explicitado no item 5.3.1. A Tabela 15 a seguir apresenta um fragmento da Tabela 14, na qual as práticas enxutas estão listadas por ordem decrescente do grau adequado de implementação.

Tabela 14 – Grau relativo de implementação da empresa

	Volume de produção		Repetitividade do processo		Estabilidade da demanda		Grau Adequado	Grau Absoluto	Grau Relativo
Práticas	Nota de adequação	Fator de ponderação	Nota de adequação	Fator de ponderação	Nota de adequação	Fator de ponderação	(GA)	(Gab)	(Gre)
<i>Just in time</i>	3,54	0,0985	7,56	0,1608	3,06	0,7407	3,83	3,33	8,71
<i>Kanban</i>	3,54	0,3570	7,56	0,1736	3,06	0,4694	4,01	3,83	9,56
Nivelamento da produção	3,54	0,1095	7,56	0,3623	3,06	0,5281	4,74	4,58	9,67
Células de manufatura	3,54	0,1389	7,56	0,3676	3,06	0,4934	4,78	3,67	7,67
Equipes multifuncionais	3,54	0,1039	7,56	0,6519	3,06	0,2443	6,04	6,25	10,35
Automação	3,54	0,4520	7,56	0,1888	3,06	0,3592	4,13	2,29	5,55
Operações padronizadas	3,54	0,0925	7,56	0,5688	3,06	0,3388	5,66	7,17	12,66
Gerenciamento visual	3,54	0,4480	7,56	0,3309	3,06	0,2210	4,76	6,25	13,12
CQZD	3,54	0,1074	7,56	0,7018	3,06	0,1909	6,27	4,83	7,71
<i>Kaizen</i>	3,54	0,3944	7,56	0,4331	3,06	0,1725	5,20	7,50	14,43
TPM	3,54	0,1444	7,56	0,2034	3,06	0,6522	4,04	5,59	13,84
TRF	3,54	0,3034	7,56	0,5624	3,06	0,1342	5,74	6,83	11,91
Integração da cadeia de fornecedores	3,54	0,2084	7,56	0,1577	3,06	0,6339	3,87	1,88	4,85
Desenvolvimento do Produto Enxuto	3,54	0,0689	7,56	0,5379	3,06	0,3933	5,51	6,67	12,10
MFV	3,54	0,0818	7,56	0,5311	3,06	0,3867	5,49	2,50	4,56
	Grau de implementação apropriado								
	Grau de implementação necessita melhorar								
	Grau de implementação em excesso								

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Diante da Tabela 15 pode-se concluir que as práticas que apresentaram as maiores notas do grau adequado de implementação foram as práticas que obtiveram a repetitividade do processo como característica mais importante para o seu funcionamento, característica essa que alcançou a maior nota de adequação à Produção Enxuta. Em contrapartida, o restante das práticas enxutas, que obtiveram o volume de produção ou a estabilidade da demanda como característica principal para o seu funcionamento, apresentaram notas inferiores no que diz respeito ao grau adequado de implementação na empresa.

As práticas **CQZD**, **equipes multifuncionais**, **TRF**, **operações padronizadas**, **desenvolvimento do produto enxuto**, **MFV** e **kaizen** foram as práticas que obtiveram uma maior nota com relação ao grau adequado de implementação, sendo também aquelas que necessitam da repetitividade do processo para o seu pleno funcionamento. Esse fato

demonstra que quando implementadas, em seu devido grau, elas funcionarão bem e trarão benefícios para a empresa.

Tabela 15 – Grau adequado por ordem decrescente

Práticas	Grau adequado (GA)
CQZD	6,27
Equipes multifuncionais	6,04
TRF	5,74
Operações padronizadas	5,66
Desenvolvimento do Produto Enxuto	5,51
MFV	5,49
<i>Kaizen</i>	5,20
Células de manufatura	4,78
Gerenciamento visual	4,76
Nivelamento da produção	4,74
Autonomação	4,13
TPM	4,04
<i>Kanban</i>	4,01
Integração da cadeia de fornecedores	3,87
<i>Just in time</i>	3,83

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Já as práticas **células de manufatura, gerenciamento visual, nivelamento da produção, autonomação, TPM, kanban, integração da cadeia de fornecedores e just in time** obtiveram um grau de implementação adequado abaixo das anteriores, pois foi constatado que para essas práticas as características que obtiveram uma nota maior foram a estabilidade da demanda ou um alto volume de produção, características essas que a empresa em estudo não possui fortemente. Portanto, as práticas em questão não necessitam de uma implementação muito aprimorada, pois as características do sistema produtivo da empresa não são adequadas para o seu funcionamento, justificando assim as notas relativamente baixas.

Na Tabela 16 encontra-se um fragmento da Tabela 14 com as notas do grau relativo de implementação em ordem decrescente. Na Tabela 16 também estão demarcadas aquelas práticas que possuem um grau implementação em excesso, as que possuem grau apropriado de implementação e as que precisam melhorar.

Pode-se afirmar que a prática **kaizen** está atualmente em excesso, pois a nota do grau absoluto de implementação foi relativamente alta (7,50) comparada com a nota de adequação do sistema produtivo da empresa no geral. Em razão disso, foi detectado que a empresa não necessita de um grau de implementação tão elevado quanto possui para a prática *kaizen*, podendo demandar os recursos existentes para atender às outras práticas presente na empresa,

a fim de obter um equilíbrio entre a implementação de todas as práticas da Produção Enxuta. No entanto, se a operacionalização da prática *kaizen* não estiver demandando muitos recursos, nem impedindo a atuação de outras práticas, pode-se continuar com o grau de implementação atual, pois a melhoria contínua é essencial para o desempenho da empresa frente à Produção Enxuta.

Tabela 16 – Grau relativo de implementação da empresa

Práticas	Grau Relativo
<i>Kaizen</i>	14,43
TPM	13,84
Gerenciamento visual	13,12
Operações padronizadas	12,66
Desenvolvimento do Produto Enxuto	12,10
TRF	11,91
Equipes multifuncionais	10,35
Nivelamento da produção	9,67
<i>Kanban</i>	9,56
<i>Just in time</i>	8,71
CQZD	7,71
Células de manufatura	7,67
Autonomação	5,55
Integração da cadeia de fornecedores	4,85
MFV	4,56
Legenda:	
Grau de implementação em excesso	
Grau de implementação apropriado	
Grau de implementação necessita melhorar	

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Com relação à prática **TPM** pode-se concluir que a mesma também se encontra em excesso, pois foi constatado que a prática necessita ter uma demanda estável para o seu pleno funcionamento, característica que a empresa estudada não possui suficientemente, o que reduz o grau de implementação adequado. Como a nota do grau de implementação atual da empresa foi maior do que o grau de implementação adequado, temos que a prática TPM possui excessos em seu funcionamento, fator esse que pode ter impacto direto nos custos, já que existem os custos oriundos da manutenção preventiva, das inspeções, dos reparos ou revisões, e da manutenção corretiva de uma maneira geral. Além disso, foi relatado que em muitas ocasiões a equipe de manutenção utiliza-se de horas-extras para realizar manutenções preventivas. Nesse caso, a empresa deverá analisar se os custos das perdas de produção causados pela falha dos equipamentos são maiores do que os custos com a manutenção e se a quebra de equipamentos é frequente na empresa.

A prática **gerenciamento visual** foi classificada como em excesso, pois a nota do grau de implementação da empresa foi superior ao grau de implementação adequado, o que

demonstra uma demanda de recursos e de tempo em demasia, recursos estes que poderiam estar direcionados para o melhoramento de outras práticas enxutas que porventura estejam deficientes na empresa.

A prática **operações padronizadas** obteve uma nota relativamente boa no grau de implementação atual da empresa (7,17), o que demonstra um excesso, pois a nota adequada seria 5,66. Talvez este pequeno excesso se deva à facilidade de implementação da prática, a qual não demanda muitos recursos financeiros, tampouco de maquinário ou alterações no *layout*.

A prática **desenvolvimento do produto enxuto** apresentou um pouco de excesso na sua implementação, pois a prática se mostrou medianamente adequada para o sistema produtivo em questão, enquanto o grau de implementação da empresa obteve uma nota superior ao necessário, resultando assim no excesso da prática na empresa. Como o setor de desenvolvimento já se encontra atuante na fábrica, a realização de projetos buscando a simplificação do processo não interfere de maneira significativa nos recursos da empresa, podendo dessa maneira possuir um grau de implementação superior ao adequado sem muitos prejuízos.

As práticas classificadas como com grau de implementação adequado foram: **TRF**, **equipes multifuncionais**, **nivelamento da produção** e **kanban**. Estas práticas obtiveram pouca diferença entre o grau de implementação adequado e o grau de implementação da empresa, não sendo necessária nenhuma mudança ou análise dos recursos utilizados, bastando a sustentação das mesmas.

Já a prática **just in time** demonstrou que necessita de melhoramentos na empresa em estudo. Foi constatado que a prática não necessita de uma nota muito elevada, já que é necessária uma demanda estável para o seu pleno funcionamento e a fábrica possui um sistema com características predominantes da produção empurrada. No entanto, a empresa poderia dar mais ênfase aos cálculos do *lead time*, de modo a reduzi-lo com o objetivo de obter maior flexibilidade para atender às variações inesperadas da produção. Além disso, poderia utilizar com maior frequência o *takt time*, a fim de tentar alinhar cada vez mais a produção à demanda.

Outra prática enxuta que necessita melhorar na empresa é o **CQZD**. O seu aprimoramento poderia se dar no tocante aos dispositivos *poka-yokes*, pois foi constatado que não existem na empresa e seu uso garante o atingimento das condições de qualidade,

permitindo que o problema seja identificado e eliminado, contribuindo assim, para o atingimento da produção com zero defeito.

A prática **células de manufatura** necessita melhorar na empresa. A prática não conseguiu atingir a nota necessária, pois só existem células de manufatura em um setor da fábrica, o pesponto. A empresa poderia realizar um estudo para analisar a viabilidade da implementação de células no setor do corte e da injetora ou melhorar a operacionalização das células de pesponto, utilizando o fluxo unitário de peças entre os postos de trabalho.

Com relação à **autonomação** foi constatado que a prática precisa de melhoramentos. A discrepância entre o grau adequado e o grau da empresa se deve ao fato da não existência de dispositivos que detectem anormalidades e parem automaticamente a linha, bem como pela pouca autonomia que os operadores possuem para paralisar a linha quando alguma anormalidade é detectada.

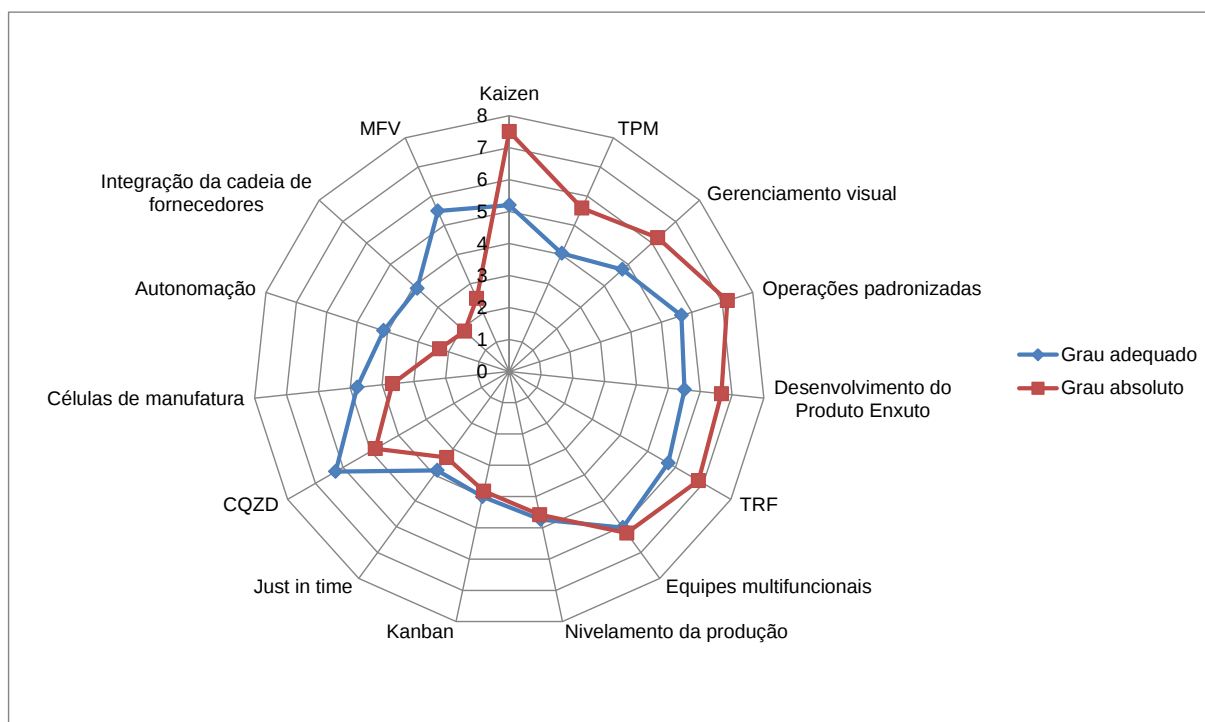
A prática **integração da cadeia de fornecedores** também foi classificada como necessitando de melhoramento. A empresa poderia dar uma maior ênfase ao relacionamento com os fornecedores, de modo a desenvolver dispositivos que puxem as entregas dos mesmos proporcionando entregas *just in time* com informações sobre o que é pedido, em que momento deve chegar, em qual quantidade e o local de armazenamento.

A prática que obteve uma maior discrepância entre o grau de implementação adequado e o grau de implementação da empresa foi o **MFV**. Foi constatado que a empresa utiliza apenas o mapeamento do estado atual, quando poderia fazer uso também do mapa do estado futuro para implementar as melhorias identificadas.

O gráfico representado na Figura 12 a seguir mostra em azul o grau adequado de implementação e em vermelho o grau absoluto de implementação. A partir do mesmo é possível visualizar a discrepância existente em algumas práticas entre o grau de implementação que a empresa deveria possuir e o que ela possui atualmente.

A discrepância observada no gráfico apresentado na Figura 12 faz com que algumas práticas da empresa não atinjam uma paridade ideal entre os dois fatores analisados, demonstrando o quão distante algumas práticas se encontram do grau de implementação julgado ideal para o seu sistema produtivo. Em decorrência disso, o grau relativo de implementação, que leva em consideração essas duas variáveis, sofreu impacto, o qual é demonstrado no gráfico presente na Figura 13.

Figura 12 – Grau adequado e absoluto de implementação

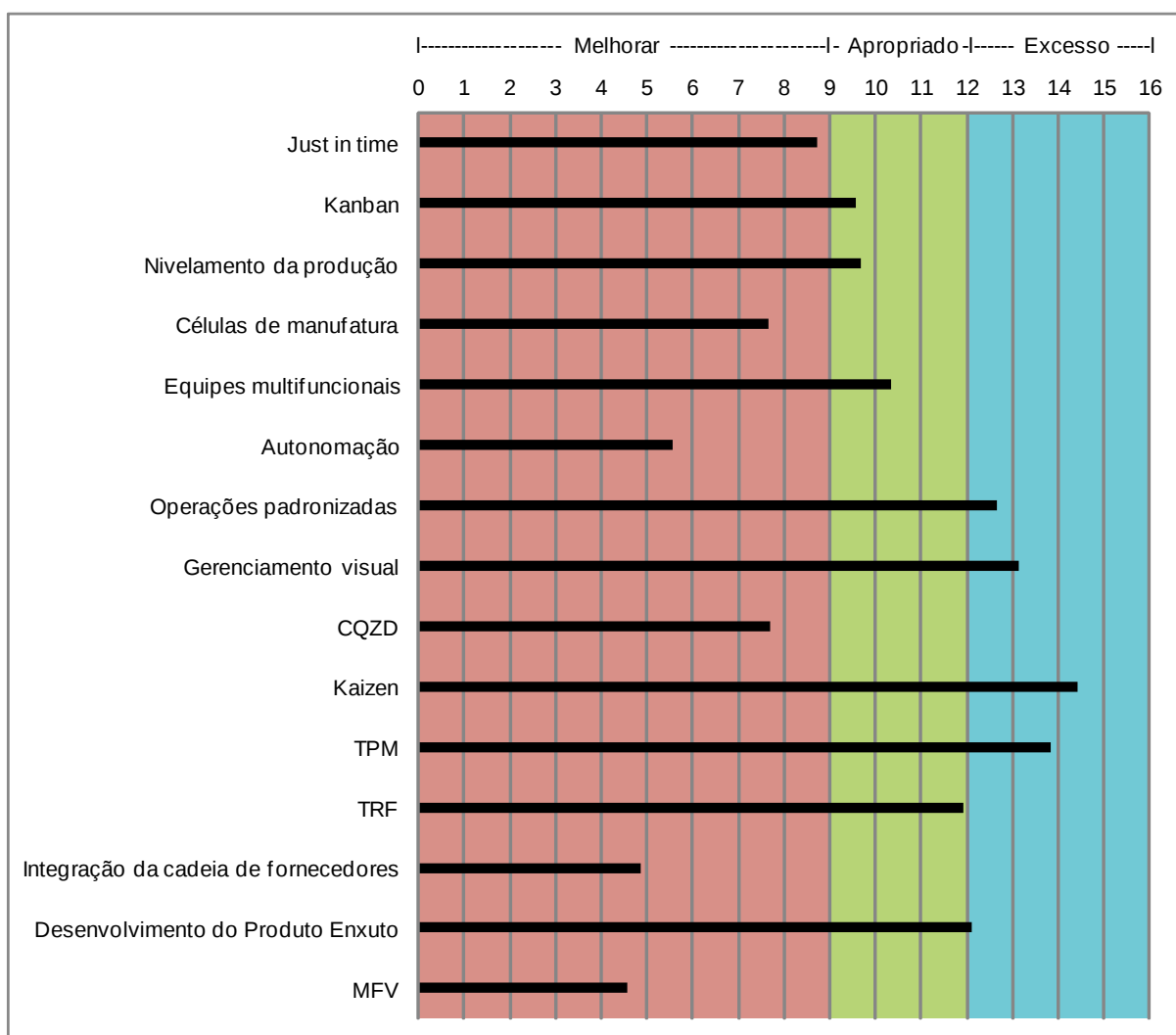


Fonte: Desenvolvido pela autora.

De uma maneira geral, pode-se concluir que o grau de implementação da grande maioria das práticas enxutas da empresa não está adequado, apresentando-se ora em excesso, ora deficiente, possuindo apenas quatro práticas com o grau de implementação adequado. Diante disso, é recomendável que a empresa realize ajustes, a fim de dimensionar de uma forma melhor os seus recursos produtivos.

Além de uma análise a respeito do progresso da Produção Enxuta na empresa, a aplicação do estudo de caso permitiu a obtenção de uma melhor compreensão do funcionamento do método, que será discutido nas seções seguintes.

Figura 13 – Grau relativo de implementação



Fonte: Desenvolvido pela autora.

5.4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Com a realização do estudo de caso foi possível adquirir uma melhor compreensão a respeito do método proposto, sendo cabíveis algumas considerações sobre a aplicabilidade do método, o confronto com os requisitos e uma análise geral do método, que serão explanadas nos tópicos a seguir.

5.4.1. Análise da aplicabilidade

Foi constatado que o método pode ser utilizado na prática, pois o mesmo foi aplicado em uma organização real e verificou-se a existência de similaridade entre os formulários

aplicados e as condições reais da empresa, ou seja, os questionamentos realizados foram condizentes com a realidade. O método também se mostrou aplicável pelo fato de que todas as etapas geraram uma saída relevante e as informações obtidas eram desejáveis e úteis para o desenvolvimento de análises. Além disso, as informações necessárias para a coleta de dados estavam disponíveis facilmente na empresa, aumentando assim a capacidade do método ser aplicado na prática.

Outra característica que torna o método proposto aplicável é a usabilidade. Os formulários (ver Apêndice) foram elaborados de maneira autoexplicativa, permitindo o fácil manuseio pelos usuários. Porém, para a análise dos dados presentes no formulário do Apêndice 3 são necessários conhecimentos básicos a respeito do método AHP, os quais foram detalhados ao longo do texto. Também se pode confirmar a usabilidade do método por não terem surgido dificuldades no momento da aplicação dos formulários, sendo os questionamentos compreendidos facilmente pelos entrevistados.

5.4.2. Confronto com os requisitos

No capítulo 3, foram identificados quatro requisitos necessários para um método de avaliação da Produção Enxuta. Com base nisso, torna-se imprescindível verificar se os requisitos propostos foram atendidos. Assim, cada um deles é analisado a seguir.

- **Adequação ao sistema produtivo**

A análise da adequação ao sistema produtivo pôde ser constatada pelas etapas 1 e 3 do método que foram operacionalizadas pela aplicação dos formulários presentes no Apêndice 1 e no Apêndice 3. A partir dos dados coletados torna-se possível conhecer o sistema produtivo da empresa e a adequação das práticas enxutas às características da mesma, permitindo que a organização adapte o conceito da Produção Enxuta às suas necessidades e implemente apenas as práticas que são apropriadas para as características de seu sistema produtivo e em determinado grau de implementação. Sendo importante ressaltar que essa é a grande contribuição do método proposto e diferencial com relação aos outros métodos encontrados na literatura.

- **Avaliação ponderada das práticas**

Por meio do formulário apresentado no Apêndice 3 e dos cálculos indicados no método AHP, torna-se possível avaliar as práticas enxutas a partir de uma avaliação ponderada, considerando a interação das mesmas com o sistema produtivo da empresa, além de atribuir uma importância relativa de cada característica do sistema produtivo para a viabilidade da Produção Enxuta. No Apêndice 3 são levantadas informações essenciais para a ponderação do impacto das características do sistema produtivo em cada prática enxuta, a fim de obter um grau adequado de implementação.

- **Níveis de implementação**

Na etapa 2 do método é possível constatar o estabelecimento de níveis de implementação que demonstram o desempenho da empresa, revelando o estado atual rumo à Produção Enxuta. Além disso, ao final da aplicação do método é gerado o grau relativo de implementação, o qual possibilita que a empresa avalie o processo de mudança e as melhorias alcançadas, permitindo uma auto avaliação e um possível plano de ação indicando as práticas que precisam melhorar, as que estão em excesso e as apropriadas para o sistema produtivo, sendo esses parâmetros de classificação passíveis de alteração por parte da empresa a depender das metas e exigências da mesma.

- **Usabilidade**

Como já foi comentado na seção anterior, foi constatado que o método é fácil de usar e possui uma boa interação com os usuários, não sendo detectadas dificuldades no momento da aplicação dos formulários. No entanto, é importante ressaltar que para a análise dos dados presentes no formulário do Apêndice 3 é necessária a realização de cálculos previstos no método AHP, os quais podem ser realizados utilizando uma planilha em *excel*.

5.4.3. Análise geral do método

A fim de realizar uma análise geral do método de avaliação da Produção Enxuta apresentado neste trabalho, os tópicos seguintes se propõem a analisar cada etapa do mesmo,

identificando os pontos fortes e as limitações que puderam ser observadas durante a aplicação. Assim, cada etapa é analisada a seguir.

- **Identificação da adequação do sistema de produção às características da Produção Enxuta**

A etapa de verificação da aderência do sistema produtivo à Produção Enxuta se mostrou adequada ao que se propôs, conseguindo gerar uma visão geral do sistema produtivo e ao mesmo tempo estabelecer um alinhamento do mesmo com a Produção Enxuta, a partir do momento que analisa o sistema sob a ótica do volume de produção, da repetitividade do processo e da estabilidade da demanda. Foi observado também que as informações consideradas foram suficientes para a obtenção da caracterização do sistema produtivo de uma maneira geral. No entanto, essa análise poderia ser estendida para toda a organização, englobando não só as características inerentes ao sistema produtivo da empresa, como também informações de setores como recursos humanos, administrativo, entre outros, bem como coletar informações com os fornecedores, a fim de gerar uma análise completa de todo o funcionamento da organização. Além disso, é importante destacar que nem sempre um sistema com a nota máxima de adequação irá necessitar do grau máximo de implementação, como o método indica, pois nesse caso o fluxo de produção será tão contínuo que as ferramentas da Produção Enxuta tornam-se dispensáveis, já que as contribuições serão pequenas devido ao fato do fluxo de fabricação já se encontrar em estado contínuo.

- **Avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta na empresa**

Para a realização desta etapa foi utilizada uma adaptação da lista de verificação proposta por Saurin e Ferreira (2008), a qual se mostrou bastante adequada para avaliar o desempenho das práticas enxutas na empresa. A nomenclatura utilizada é de fácil entendimento, permitindo que, ao final, seja alcançado um panorama geral do grau de implementação de cada prática enxuta na empresa em estudo. Uma questão a ser examinada nesta etapa é a inclusão de gerentes de outros departamentos, com o objetivo de gerar uma análise mais completa do cenário atual da empresa.

- **Relação das práticas enxutas com as características da empresa**

Para obter uma relação das práticas da Produção Enxuta adotadas com as características da empresa foi utilizado o método AHP, o qual se mostrou adequado para a finalidade a qual foi destinada. Por meio do AHP foi possível comparar a importância de cada característica da empresa par a par para cada prática enxuta, obtendo ao final a prioridade relativa entre elas. Nesta etapa do método foi possível verificar como cada característica da empresa influencia no desempenho das práticas adotadas. Nesta etapa foram entrevistadas três pessoas que estão diretamente ligadas ao processo de implementação da Produção Enxuta, no entanto elas foram entrevistadas separadamente por questões de incompatibilidade de horários, sendo necessário gerar uma média aritmética das respostas para chegar ao resultado final. Seria adequado que essas entrevistas fossem realizadas em grupo (possivelmente usando técnicas de grupos focais), a fim de sanar qualquer divergência que venha a ocorrer e evitar a realização da média aritmética.

- **Grau relativo de implementação**

Por fim, mediante a última etapa, o método se mostrou adequado para demonstrar quais práticas devem ser priorizadas levando em consideração as características inerentes ao processo produtivo da empresa. Nesta etapa é gerada uma classificação das práticas segundo três parâmetros: grau de implementação apropriado; grau de implementação necessita melhorar; grau de implementação em excesso. Por meio desta etapa torna-se possível visualizar a discrepância existente entre o grau de implementação que a empresa deveria possuir e o que ela possui atualmente, gerando assim um *feedback* para a mesma da sua condição atual perante a Produção Enxuta. Esta etapa é um fechamento e demonstra que o método atingiu o objetivo a que se propôs.

Uma limitação observada no método de maneira geral é que ele considera que quanto mais aderente o sistema produtivo for à Produção Enxuta, maior deverá ser o grau de implementação das práticas. No entanto, há de se observar que pelo fato de alguns sistemas apresentarem um volume de produção elevado, uma alta repetitividade no processo e uma demanda estável, considera-se que os mesmos já funcionam com o fluxo contínuo de

produção, dispensando assim a aplicação da Produção Enxuta, pois as contribuições para esse tipo de sistema tornam-se ínfimas.

6. CONCLUSÕES

Com a finalidade de alcançar o objetivo geral deste trabalho, foi desenvolvido um método para avaliação da Produção Enxuta que propõe avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta na empresa levando em consideração as características inerentes ao seu sistema produtivo.

Para isso foram realizadas entrevistas estruturadas com colaboradores da empresa que estão diretamente ligados ao processo de implementação da Produção Enxuta da unidade em questão. As entrevistas foram promovidas em torno das características do sistema produtivo da empresa, das práticas enxutas presentes e da relação entre as características do sistema produtivo com as práticas, tal como prevê o roteiro de aplicação do método. Por meio das entrevistas foi possível indicar um grau de implementação adequado de cada prática adotada na empresa em estudo, baseando-se nas características do sistema produtivo em questão.

A fim de estabelecer um fechamento para o trabalho realizado, este capítulo busca verificar se os objetivos da pesquisa foram atendidos, verificar as contribuições científicas da pesquisa, bem como propor sugestões para futuros trabalhos.

6.1. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS

A fim de verificar se o objetivo geral do trabalho foi alcançado, é necessário averiguar se os objetivos específicos foram atingidos, descrevendo como eles puderam ser observados durante a aplicação. Assim, cada um desses objetivos específicos é analisado a seguir.

- **Identificar requisitos necessários para um método de avaliação da implementação da Produção Enxuta que considere a aderência de suas práticas às características de diferentes sistemas produtivos.**

Foram identificados quatro requisitos necessários para um método que avaliasse a Produção Enxuta sob o enfoque da aderência das práticas enxutas às características de diferentes sistemas produtivos, são eles: adequação ao sistema produtivo, avaliação ponderada das práticas, níveis de implementação e usabilidade.

- **Desenvolver um método que atenda aos requisitos propostos.**

Considerando os requisitos propostos, foi elaborado um método de avaliação do grau de implementação da Produção Enxuta que atendesse completamente a todos os requisitos. Tal método é capaz de identificar as características do sistema de produção analisado, identificando quais práticas enxutas são necessárias e em qual grau de implementação, permitindo que a organização adapte o conceito da Produção Enxuta às suas necessidades e implemente apenas as práticas que são apropriadas para as características de seu sistema produtivo e em determinado grau de implementação. Além disso, o método é fácil de usar e possui uma boa interação com os usuários, que podem utilizar e compreender o método rapidamente.

- **Verificar a aplicabilidade do método mediante aplicação prática.**

O método teve sua aplicabilidade demonstrada por meio de um estudo de caso, o qual provou que o mesmo é capaz de avaliar o grau de implementação da Produção Enxuta. Por meio da aplicação prática também foi possível constatar o atendimento do método aos requisitos propostos.

Tendo em vista que os objetivos específicos foram atendidos plenamente, pode-se afirmar que o objetivo geral do trabalho também foi atendido.

6.2. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

Uma das principais contribuições do método é a relação entre a Produção Enxuta e o sistema produtivo das empresas, pois foi observado que é necessário que as práticas enxutas estejam em conformidade com o contexto organizacional, ou seja, é indispensável que haja uma adequação das práticas às características das empresas. Dessa maneira, o método foi desenvolvido buscando integrar essas duas informações, gerando uma contribuição científica para um tema que vem sendo alvo de diversas discussões teóricas, a Produção Enxuta.

O método desenvolvido também fornece uma importante contribuição no que diz respeito aos métodos de avaliação da Produção Enxuta, pelo fato de avaliar o progresso da mesma nas empresas, considerando o alinhamento existente entre a Produção Enxuta e o

sistema produtivo das organizações. O método analisa também possíveis modificações que possam ser necessárias para a adaptação da Produção Enxutas às empresas, gerando uma análise mais aprofundada a fim de perceber quais práticas e quais níveis de implementação são adequados para cada tipo de processo produtivo.

Comparando o método proposto com os métodos analisados na pesquisa bibliográfica, percebe-se que os requisitos indicados como necessários para um método de avaliação da Produção Enxuta são encontrados na literatura, mas de forma desconexa, não sendo encontrado nenhum método que atendesse completamente a todos os requisitos.

6.3. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Como sugestão para futuros trabalhos que possam aperfeiçoar a pesquisa no tema e o método de avaliação proposto nesta dissertação, sugere-se:

- Explorar o desenvolvimento de métodos que avaliem não só as práticas enxutas, mas também os princípios norteadores da Produção Enxuta;
- Aplicar o método em outras indústrias calçadistas, em organizações de diferentes segmentos industriais e em indústrias com diferentes níveis de implementação da Produção Enxuta;
- Envolver um número maior de entrevistados no estudo de caso, abrangendo outros setores como recursos humanos, administrativo, entre outros, a fim de gerar uma análise completa de todo o funcionamento da organização.
- Ampliar a classificação dos sistemas produtivos, a fim de que eles não sejam classificados apenas com relação ao volume de produção, à repetitividade do processo e à estabilidade da demanda, mas sim englobando características mais intrínsecas do fluxo produtivo que reflitam a real necessidade da Produção Enxuta.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES JR., J. A. V. Manutenção produtiva total: uma análise crítica a partir de sua inserção no sistema Toyota de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais eletrônicos**. Niterói: Universidade Federal Fluminense - UFF, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART101.pdf> Acesso em 06 jun. 2013.
- ARORA, P. K.; HALEEM, A.; SINGH, M. K. Recent development of cellular manufacturing systems. **Sadhana-academy proceedings in Engineering Sciences**, v. 38, n. 3, p. 421-428, 2013.
- BAMBER, C. J.; SHARP, J. M.; HIDES, M. T. Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: A UK manufacturing case study perspective. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 5, n. 3, p. 162-181, 1999.
- BARBER, C. S.; TIETJE, B. C. A research agenda for value stream mapping the sales process. **Journal of Personal Selling and Sales Management**, v. 28, n. 2, p. 155-165, 2008.
- BAYOU, M. E.; KORVIN, A. Measuring the leanness of manufacturing systems: A case study of Ford Motor Company and General Motors. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 25, n. 4, p. 287-304, 2008.
- BEN-DAYA, M. You may need RCM to enhance TPM implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 6, n. 2, p. 82-85, 2000.
- BEUKEL, A. L.; MOLLEMAN, E. Too little, too much: Downsides of multifunctionality in team-based work. **Personnel Review**, v. 31, n. 4, p. 482-494, 2002.
- BHASIN, S. Measuring the leanness of an organisation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 55-74, 2011.
- BHASIN, S.; BURCHER, P. Lean viewed as a philosophy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 1, p. 56-72, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOYER, K. K. Longitudinal linkages between intended and realized operations strategies. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 4, p. 356-373, 1996.
- BOYLE, T. A.; SCHERRER-RATHJE, M.; STUART, I. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 5, p. 587-603, 2011.
- BRAGLIA, M.; CARMIGNANI, G.; ZAMMORI, F. A new value stream mapping approach for complex production systems. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 18-19, p. 3929-3952, 2006.
- BRUNET, A. P.; NEW, S. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 23, n. 12, p. 1426-1446, 2003.

CHEN, J. C.; LI, Y.; SHADY, B. D. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 4, p. 1069-1086, 2010.

CHEN, L.; MENG, B. The application of value stream mapping based lean production system. **International Journal of Business and Management**, v. 5, n. 6, p. 203-209, 2010.

COONEY, R. Is “lean” a universal production system? Batch production in the automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 10, p. 1130-1147, 2002.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DIAS, F. T.; FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da manufatura enxuta: proposta e estudo de caso. **Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 04, n. 02, p. 104-122, 2008.

DURAN, O.; BATOCCHIO, A. Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. **Revista Produção Online**, v. 3, n. 2, p. 01-23, jun. 2003.

FERREIRA, C. F. **Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho**. 2006. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FISHER, M. Process improvement by poka-yoke. **Work Study**, v. 48, n. 7, p. 264-266, 1999.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão e Produção**, v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.

FUENTES, J. M.; DÍAZ, M. S.; JURADO, P. J. M. 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.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

GALSWORTH, G. The value of vision: the language of lean production is self-ordering and self-improving. **Industrial Engineer**, v. 36, n. 8, p. 44-49, 2004.

GHINATO, P. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Produção**, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.

HINES, P.; FRANCIS, M.; FOUND, P. Towards lean product lifecycle management. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 7, p. 866-887, 2006.

- HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.
- HYER, N. L.; BROWN, K. A. The discipline of real cells. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 5, p. 557-574, 1999.
- IYER, A.V.; SESHADRI, S.; VASHER, R. **A gestão da cadeia de suprimentos da Toyota: uma abordagem estratégica aos princípios do sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- JINA, J.; BHATTACHARYA, A. K.; WALTON, A. D. Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**, v. 1, n. 10, p. 5-13, 1997.
- JOSTES, R. S.; HELMS, M. M. Total productive maintenance and its link to total quality management. **Work Study**, v. 43, n. 7, p. 18-20, 1994.
- KARLSSON, C.; ÅHLSTRÖM, P. - Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 24-41, 1996.
- KASUL, R. A.; MOTWANI, J. G. Successful implementation of TPS in a manufacturing setting: a case study. **Industrial Management & Data Systems**, v. 97, n. 7, p. 274-279, 1997.
- LABIB, A. W. A framework for benchmarking appropriate productive maintenance. **Management Decision**, v. 37, n. 10, p. 792-799, 1999.
- LEAN ENTERPRISE MODEL - LEM. LAI, Lean Aerospace Initiative. Disponível em: <<http://web.mit.edu/lean/>>. Acesso em 24/05/2013.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LIKER, J. K.; MORGAN, J. Lean product development as a system: a case study of body and stamping development at Ford. **Engineering Management Journal**, v. 23, n.1, p. 16-28, 2011.
- LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 5, p. 495-507, 1998.
- LUCATO, W. C.; MAESTRELLI, N. C.; VIEIRA JÚNIOR, M. Determinação do grau de enxugamento de uma empresa: uma proposta conceitual. **Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 24, p. 25-38, 2006.
- MAGNIER-WATANABE, R. Getting ready for kaizen: organizational and knowledge management enablers. **VINE**, v. 41, n. 4, p. 428-448, 2011.

MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 46-61, 2010.

NAKANO, D. Métodos de pesquisa adotados na engenharia de produção e gestão de operações. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 46-61, 2010.

NETLAND, T. Exploring the phenomenon of company-specific production systems: one-best-way or own-best-way? **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 4, p. 1084-1097, 2013.

NOGUEIRA, M. G. S.; SAURIN, T. A. Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. **Produção Online**, v. 8, n. 2, p. 1-28, 2008.

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

OLIVEIRA, C. S. **Metodologia para utilização de simulação em projetos de manufatura enxuta**. 2008. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

PAPADOPOULOU, T. C.; ÖZBAYRAK, M. Leanness: experiences from the journey to date. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 16, n. 7, p. 784-807, 2005.

PATEL, S.; SHAW, P.; DALE, B. G. Set-up time reduction and mistake proofing methods: A study of application in a small company. **Business Process Management Journal**, v. 7, n. 1, p. 65-75, 2001.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, v. 21, n. 2, p. 127-142, 2009.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.

SÁNCHEZ, M. A.; PÉREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 11, p. 1433-1451, 2001.

SANDOVAL-ARZAGA, F.; SUÁREZ-BARRAZA, M. F. Experts within kaizen teams: how to get the most from their knowledge. **Development and Learning in Organizations**, v. 24, n. 4, p. 10, 2010.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.

SETH, D.; GUPTA, V. Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. **Production Planning e Control**, v.16, n.1, p. 44-59, 2005.

SEYEDHOSSEINI, S. M. *et al.* Extracting leanness criteria by employing the concept of Balanced Scorecard. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 10454-10461, 2011.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2005, 138p.

SINGH, B. J.; KHANDUJA, D. SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 59, n. 1, p. 98-116, 2010.

SINGH, B.; GARG, S. K.; SHARMA, S. K. Development of index for measuring leanness: study of an Indian auto component industry. **Measuring Business Excellence**, v. 14, n. 2, p. 46-53, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R. **Administração da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

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

SOUSA, R.; VOSS, C. A. Contingency research in operations management practices. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 6, p. 697-713, 2008.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 9-10, p. 97-106, 1999.

SRINIVASARAGHAVAN, J.; ALLADA, V. Application of Mahalanobis distance as a lean assessment metric. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 29, n. 11, p. 1159-68, 2006.

SVENSSON, G. Just-in-time: the reincarnation of past theory and practice. **Management Decision**, v. 39, n. 10, p. 866-879, 2001.

SWANSON, R. E. A generalized approach to demand buffering and production levelling for JIT make-to-stock applications. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 86, n. 5, p. 859-868, 2008.

TAJ, S. Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries. **Management Decision**, v. 43, n. 4, p. 628-643, 2005.

TAJ, S. Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 2, p. 217-234, 2008.

- TROVINGER, S. C.; BOHN, R. E. Setup time reduction for electronics assembly: combining simple (SMED) and IT-based methods. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 2, p. 205-217, 2005.
- VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: an overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.
- VAN DER WAL, R. W. E.; LYNN, D. Total productive maintenance in a South African pulp and paper company: a case study. **The TQM Magazine**, v. 14, n. 6, p. 359-366, 2002.
- VIMAL, K. E. K.; VINODH, S. Leanness evaluation using IF-THEN rules. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 63, n. 1-4, p. 407-413, 2012.
- VINODH, S.; CHINTHA, S. K. Leanness assessment using multi-grade fuzzy approach. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 2, p. 431-445, 2011.
- VINODH, S.; KUMAR, C. D. Development of computerized decision support system for leanness assessment using multi grade fuzzy approach. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 23, n. 4, p. 503-516, 2012.
- VINODH, S.; PRAKASH, N. H.; SELVAN, K. E. Evaluation of leanness using fuzzy association rules mining. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 57, n. 1-4, p. 343-352, 2011.
- VINODH, S.; VIMAL, K. E. K. Thirty criteria based leanness assessment using fuzzy logic approach. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 60, n. 9-12, p. 1185-1195, 2012.
- WAN, H. D.; CHEN, F. F. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 23, p. 6567-6584, 2008.
- WAN, H. D.; CHEN, F. F. Decision support for lean practitioners: A web-based adaptive assessment approach. **Computers in Industry**, v. 60, n. 4, p. 277-283, 2009.
- WANG, L. *et al.* Focus on implementation: a framework for lean product development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 23, n. 1, p. 4-24, 2012.
- WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 14, n. 5, p. 335-341, 2009.
- WITTENBERG, G. Kaizen - The many ways of getting better. **Assembly Automation**, v. 14, n. 14, p. 12-17, 1994.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: lean thinking**, elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Soluções enxutas**: como empresas e clientes podem juntos criar valor e riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WU, X. *et al.* A genetic algorithm for cellular manufacturing design and layout. **European Journal of Operational Research**, v. 181, n. 1, p. 156-167, 2007.

YAMASHINA, H. Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 1, n. 1, p. 27-38, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Características dos sistemas produtivos

Esse questionário se propõe a identificar as características do sistema produtivo da unidade fabril. Para isso, pede-se que, para cada questão, marque um "X" na alternativa que mais se adéqua a realidade do sistema de produção da empresa.

Item	Características	C1	C2	C3	NE	NA
1	Volume de produção					
1.1	Qual o nível de automatização do sistema produtivo?	Alto ()	Médio ()	Baixo ()	Não existe na empresa, mas se adéqua ao sistema ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
1.2	Qual o nível de utilização de trabalho manual no processo de transformação ?	Baixo ()	Médio ()	Alto ()	Não existe na empresa, mas se adéqua ao sistema ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
1.3	Qual o tipo de arranjo físico predominante da fábrica?	Por produto ()	Celular ()	Por processo ()	Posicional ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
1.4	Qual o grau de padronização dos produtos?	Alto ()	Médio ()	Baixo ()	Não existe na empresa, mas se adéqua ao sistema ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
1.5	O fluxo de produção é	Contínuo ()	Em massa ()	Em lote/ tarefa ()	Por projeto ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
2	Repetitividade do processo	C1	C2	C3	NE	NA
2.1	O <i>mix</i> de produção é	Constante ()	A maioria dos itens é constante ()	Apenas alguns itens são constantes ()	Não é constante ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()

2.2	Sobre as rotinas de produção	São produzidos um tipo de produto por vez ()	Na maioria das vezes são produzidos mais de um tipo de produto por vez ()	Sempre são produzidos mais de um tipo de produto por vez ()	Não há rotina de produção ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
2.3	O trabalho humano é repetitivo?	Sempre ()	Na maioria das vezes ()	Quase nunca ()	Nunca ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
2.4	A quantidade de produção diária permanece constante durante	Algumas semanas ()	Uma semana ()	Alguns dias ()	Nunca ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
2.5	Os produtos são produzidos na mesma sequência todos os dias?	Sempre ()	Na maioria das vezes ()	Quase nunca ()	Nunca ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
3	Estabilidade da demanda	C1	C2	C3	NE	NA
3.1	Há picos de demanda?	Nunca ()	Quase nunca ()	Na maioria das vezes ()	Sempre ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
3.2	Os picos de demanda são previstos anteriormente?	Sempre ()	Na maioria das vezes ()	Quase nunca ()	Nunca ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
3.3	A programação da produção e o fluxo de cada item são feitos com base na demanda dos meses anteriores?	Sempre ()	Na maioria das vezes ()	Quase nunca ()	Nunca ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()

3.4	A programação da produção e o fluxo de cada item são feitos com base nos pedidos em carteira?	Nunca ()	Quase nunca ()	Na maioria das vezes ()	Sempre ()	Não se aplica, em virtude das características do sistema ()
-----	---	--------------	--------------------	-----------------------------	---------------	---

Apêndice 2 – Entrevista para avaliação das práticas enxutas

Esse questionário foi adaptado da lista de verificação proposta por Saurin e Ferreira (2008) e se propõe a identificar a aplicação de práticas de produção enxuta na unidade fabril. Para isso, pede-se que, para cada questão, marque um "X" nas seguintes alternativas:

- MFO: aplicação muito forte (a prática está consolidada e é amplamente utilizada).
- FO: aplicação forte (a prática é utilizada em vários setores e processos).
- FR: aplicação fraca (a prática é pouco utilizada).
- MFR: aplicação muito fraca (a prática existe, mas ainda está em fase experimental).
- NE: não existe na empresa, mas se adéqua ao sistema produtivo.
- NA: não se aplica, em virtude das características do sistema produtivo.

Item	Práticas de Produção Enxuta						
1	<i>Just-in-time</i>	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
1.1	Somente uma operação recebe a ordem de produção emitida pelo setor de PCP e "puxa" a produção das operações anteriores?						
1.2	O dimensionamento dos supermercados de produtos acabados e semi-processados leva em consideração os parâmetros de demanda média diária, variação da demanda, coeficiente de segurança e <i>lead time</i> (tempo) de reposição?						
1.3	O <i>takt time</i> é conhecido e reprogramado periodicamente? (<i>Takt time</i> é o tempo total disponível por dia dividido pela demanda diária)						
1.4	Os <i>lead times</i> de produção de cada produto são conhecidos e monitorados?						
2	<i>Kanban</i>	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
2.1	Há dispositivos para puxar a produção entre centros de trabalho, tais como cartões <i>kanban</i> ?						
2.2	Havendo uso de cartões <i>kanban</i> , eles contêm identificação do item, quantidade e endereço de armazenamento?						

2.3	Há dispositivos visuais que permitem identificar as prioridades de produção (painel <i>kanban</i> com prioridades)?						
2.4	Os processos só produzem o que é indicado no <i>kanban</i> de produção ou até o preenchimento do supermercado subsequente?						
2.5	O número de <i>kanbans</i> é periodicamente reduzido?						
3	Nivelamento da Produção, <i>Heijunka</i>	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
3.1	Existe uma programação nivelada de produção através do sequenciamento de ordens de produção em um padrão repetitivo, referindo-se tanto às quantidades quanto aos tipos de produtos?						
3.2	Inexistem variações grandes e rápidas no <i>mix</i> de modelos e níveis de demanda (por exemplo, por meio da introdução de pedidos emergenciais)?						
4	Células de manufatura	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
4.1	Há dedicação dos recursos (equipamentos ou pessoas) para a fabricação de famílias de produtos que possuem processos semelhantes?						
4.2	O arranjo físico dos postos de trabalho permite um fluxo sincronizado e contínuo de material com a formação mínima (preferencialmente sem) de estoques intermediários?						
4.3	Existe proximidade física entre a execução das atividades, permitindo que os operadores estejam próximos o bastante para transferir materiais facilmente e possam realizar as operações multifuncionais?						
4.4	O layout facilita curtos deslocamentos para realizar operações multifuncionais (tipicamente layout em "U").						
4.5	Há fluxo unitário de peças entre os postos de trabalho de uma célula?						
5	Equipes Multifuncionais	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA

5.1	O operador é capaz de operar diversas máquinas?						
5.2	Qual é a intensidade de aplicação do rodízio entre tarefas?						
6	Autonomação	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
6.1	As máquinas são dotadas de dispositivos que detectam anormalidades?						
6.2	As máquinas param automaticamente quando alguma anormalidade é detectada?						
6.3	Os funcionários têm autonomia de paralisar a linha quando alguma anormalidade é detectada?						
6.4	Há painéis sinalizadores para indicar os postos paralisados?						
7	Operações padronizadas	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
7.1	Existem rotinas-padrão para todas as atividades a serem executadas (rotinas-padrão são procedimentos escritos que descrevem conteúdo, tempos, movimentos e resultados de cada atividade)?						
7.2	As folhas de operação-padrão são periodicamente revisadas e comunicadas aos usuários?						
7.3	Há definição do nível máximo de estoque em processamento (quantidade-padrão) em cada posto?						
7.4	Os funcionários participam ativamente da elaboração dos padrões, de forma que sejam incorporados a eles suas experiências?						

7.5	Os padrões estão em locais de fácil acesso a todos, permitindo sua consulta de forma rápida e clara?						
8	Gerenciamento Visual	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
8.1	O fluxo dos processos é visível e compreensível do início ao fim?						
8.2	Existem indicadores e sinais visuais bem disseminados tais como placas de segurança, identificação de locais e quadros de ritmo de produção?						
8.3	Existem, bem disseminados, controles e garantias visuais que previnem ou identificam falhas?						
8.4	Existe aplicação de 5S ou programa similar?						
9	Controle da Qualidade Zero Defeito (CQZD)	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
9.1	Há identificação e combate às causas raízes de defeitos (causas raízes são os problemas que deram início ao encadeamento de acontecimentos que gerou o defeito)?						
9.2	Existem especificações documentadas a respeito das características de qualidade dos produtos?						
9.3	Existem auditorias de qualidade?						
9.4	São usados <i>poka-yokes</i> (dispositivos de detecção física ou a prova de erros) com função de controle (dispositivos que param a linha quando alguma anormalidade é detectada)?						
9.5	São usados <i>poka-yokes</i> (dispositivos de detecção física ou a prova de erros) com função de advertência (dispositivos que apenas sinalizam quando alguma anormalidade é detectada)?						
10	Melhoria Contínua, Kaizen	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA

10.1	Existem atividades em pequenos grupos (APGs), tais como CCQs?						
10.2	Periodicamente, ocorrem <i>kaizens workshops</i> (eventos caracterizados por trabalho intensivo, <i>brainstorming</i> e envolvimento de equipes, geralmente de 4 a 5 dias de duração, nos quais os membros tentam alcançar o máximo de melhoria de uma atividade ou processo)?						
10.3	As melhorias realizadas são sempre padronizadas?						
10.4	Os grupos de melhoria contínua utilizam ferramentas estruturadas para análise e solução de problemas, tais como gráfico de Pareto, diagrama espinha de peixe ou <i>brainstorming</i> ?						
10.5	As metas da empresa são desdobradas de forma clara e objetiva, a fim de que as ações de melhoria contínua contribuam para que elas sejam atingidas?						
10.6	Todos os membros da unidade fabril são treinados para terem conhecimento da filosofia, princípios e práticas básicas da produção enxuta?						
10.7	Os operadores recebem algum tipo de recompensa, financeira ou não, pela participação em atividades de melhoria contínua?						
10.8	A alta gerência está envolvida diretamente com os programas de melhoria?						
11	Manutenção Produtiva Total	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
11.1	Há preferência pela manutenção preventiva (de forma programada) em vez de manutenção corretiva (atuar somente em quebras ou paradas de máquinas)?						
11.2	Existe manutenção preditiva (caracterizada pelo monitoramento dos itens sujeitos a falhas ou desgaste)?						
11.3	Existe manutenção autônoma, ou seja, os operadores são capacitados a executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas (inspeção diária, lubrificações e limpezas)?						

11.4	Os funcionários são treinados para detectar anormalidades nas máquinas e equipamentos que usam em seu trabalho?						
11.5	Existem listas de verificações para checagens de máquinas e equipamentos?						
11.6	A ferramenta FMEA (análise de modos e efeitos de falhas) é utilizada na manutenção?						
11.7	O indicador OEE (<i>overall equipment effectiveness</i>) é coletado periodicamente em máquinas priorizadas?						
12	Troca Rápida de Ferramentas	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
12.1	Existem programas para a redução dos tempos de <i>setup</i> ?						
12.2	Existem padrões escritos que identificam e separam claramente atividades de <i>setup</i> interno e externo? (<i>Setup</i> externo se refere àquelas atividades que podem ser executadas enquanto a máquina está funcionando e <i>setup</i> interno se refere àquelas atividades que só podem ser executadas enquanto a máquina está parada)?						
12.3	Os operadores realizam atividades de preparação externa, realizando todas as atividades que podem ser executadas com a máquina funcionando?						
12.4	Na preparação interna, somente a remoção e a colocação de ferramentas são feitas?						
12.5	São estudadas, frequentemente, medidas para evitar o uso de parafusos e porcas de tamanhos diferentes, redução do número de roscas, redução do número de orifícios, eliminação de ajustes desnecessários e dispositivos em geral que facilitam a TRF (troca rápida de ferramentas)?						
13	Integração da cadeia de fornecedores	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA

13.1	Os fornecedores fazem entregas em pequenos lotes e em curtas periodicidades (Ex.: diariamente)?						
13.2	Há dispositivos para puxar entregas dos fornecedores externos (Ex.: <i>kanbans</i> de fornecedores ou qualquer outro dispositivo que sinalize o momento em que o fornecedor deve fazer a entrega)?						
13.3	Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contêm informação sobre o que é pedido, em que momento deve chegar (dia e hora), em que quantidade e onde armazenar?						
13.4	Os fornecedores-chave adotam técnicas típicas de CQZD (controle de qualidade zero defeito) que asseguram a qualidade de seus produtos?						
14	Desenvolvimento do produto enxuto	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
14.1	O projeto proporciona simplificação do processo, permitindo redução de tempo e custo nas operações de montagem?						
14.2	O projeto do produto procura usar componentes e métodos padronizados, reduzindo o tempo de desenvolvimento?						
15	Mapeamento do fluxo de valor	MFO	FO	FR	MFR	NE	NA
15.1	Existem mapas do estado atual e do estado futuro para todas as famílias de produtos?						
15.2	Existem planos de ação para implantar os mapas do estado futuro, com designação de responsabilidades e prazos?						
15.3	Os mapas do estado atual e do estado futuro são elaborados e analisados por uma equipe com representantes das áreas da empresa envolvidas no fluxo de valor?						
15.4	O mapeamento do fluxo de valor não se restringe ao nível interno a empresa, inclui também a cadeia de suprimentos (incluindo fornecedores e clientes)?						

Apêndice 3 – Entrevista de coleta de informações para a elaboração das relações das práticas enxutas com as características da empresa.

Responder as seguintes questões de acordo com os valores de intensidade de importância expostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Escala fundamental de Saaty (1990) adaptada

Escala verbal	Escala numérica
Absolutamente melhor	9
Criticamente melhor	8
Muito fortemente melhor	7
Fortemente melhor	6
Definitivamente melhor	5
Moderadamente melhor	4
Fracamente melhor	3
Pobremente melhor	2
Igual	1

Fonte: Adaptada de Saaty (1990)

1. *Just in Time*

1.1 Qual característica influencia mais o ***Just in Time*** na sua empresa?

() Repetitividade do processo

() Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

1.2 Qual característica influencia mais o ***Just in Time*** na sua empresa?

() Estabilidade da demanda

() Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

1.3 Qual característica influencia mais o ***Just in Time*** na sua empresa?

() Estabilidade da demanda

() Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

2. *Kanban*

2.1 Qual característica influencia mais o ***Kanban*** na sua empresa?

() Repetitividade do processo

() Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

2.2 Qual característica influencia mais o **Kanban** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

2.3 Qual característica influencia mais o **Kanban** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

3. Nivelamento da produção

3.1 Qual característica influencia mais o **Nivelamento da produção** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

3.2 Qual característica influencia mais o **Nivelamento da produção** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

3.3 Qual característica influencia mais o **Nivelamento da produção** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

4. Células de manufatura

4.1 Qual característica influencia mais as **Células de manufatura** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

4.2 Qual característica influencia mais as **Células de manufatura** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

4.3 Qual característica influencia mais as **Células de manufatura** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

5. **Equipes multifuncionais**

5.1 Qual característica influencia mais as **Equipes multifuncionais** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

5.2 Qual característica influencia mais as **Equipes multifuncionais** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

5.3 Qual característica influencia mais as **Equipes multifuncionais** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

6. **Autonomação**

6.1 Qual característica influencia mais a **Autonomação** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

6.2 Qual característica influencia mais a **Autonomação** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

6.3 Qual característica influencia mais a **Autonomação** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

7. Operações padronizadas

7.1 Qual característica influencia mais as **Operações padronizadas** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

7.2 Qual característica influencia mais as **Operações padronizadas** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

7.3 Qual característica influencia mais as **Operações padronizadas** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

8. Gerenciamento visual

8.1 Qual característica influencia mais o **Gerenciamento visual** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

8.2 Qual característica influencia mais o **Gerenciamento visual** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

8.3 Qual característica influencia mais o **Gerenciamento visual** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

9. Controle da Qualidade Zero Defeito (CQZD)

9.1 Qual característica influencia mais o **CQZD** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

9.2 Qual característica influencia mais o **CQZD** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

9.3 Qual característica influencia mais o **CQZD** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

10. Kaizen

10.1 Qual característica influencia mais o **Kaizen** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

10.2 Qual característica influencia mais o **Kaizen** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

10.3 Qual característica influencia mais o **Kaizen** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

11. Manutenção Produtiva Total (TPM)

11.1 Qual característica influencia mais a **TPM** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

11.2 Qual característica influencia mais a **TPM** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

11.3 Qual característica influencia mais a **TPM** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

12. Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

12.1 Qual característica influencia mais a **TRF** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

12.2 Qual característica influencia mais a **TRF** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

12.3 Qual característica influencia mais a **TRF** na sua empresa?

- ☐ Estabilidade da demanda
- ☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

13. Integração da cadeia de fornecedores

13.1 Qual característica influencia mais a **Integração da cadeia de fornecedores** na sua empresa?

- ☐ Repetitividade do processo
- ☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

13.2 Qual característica influencia mais a **Integração da cadeia de fornecedores** na sua empresa?

- ☐ Estabilidade da demanda
- ☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

13.3 Qual característica influencia mais a **Integração da cadeia de fornecedores** na sua empresa?

- ☐ Estabilidade da demanda
- ☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

14. Desenvolvimento do produto enxuto

14.1 Qual característica influencia mais o **Desenvolvimento do produto enxuto** na sua empresa?

- ☐ Repetitividade do processo
- ☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

14.2 Qual característica influencia mais o **Desenvolvimento do produto enxuto** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

14.3 Qual característica influencia mais o **Desenvolvimento do produto enxuto** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____

15. Mapeamento do fluxo de valor (MFV)

15.1 Qual característica influencia mais o **MFV** na sua empresa?

☐ Repetitividade do processo

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

15.2 Qual característica influencia mais o **MFV** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Volume de produção

Em qual grau de importância? _____

15.3 Qual característica influencia mais o **MFV** na sua empresa?

☐ Estabilidade da demanda

☐ Repetitividade do processo

Em qual grau de importância? _____