

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Guilherme Jacob Antonelli

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DA
MANUFATURA ENXUTA: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO
EM EMPRESAS DO SUL DE MINAS GERAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Área de Concentração: Engenharia de Produção
Orientador: Prof. Dr. José Henrique de Freitas Gomes

Itajubá
Dezembro de 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Guilherme Jacob Antonelli

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DA
MANUFATURA ENXUTA: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO
EM EMPRESAS DO SUL DE MINAS GERAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado (UNIFAL)

Prof. Dr. José Antonio de Queiroz (UNIFEI)

Prof. Dr. José Henrique de Freitas Gomes (Orientador)

Itajubá

Dezembro de 2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Guilherme Jacob Antonelli

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DA
MANUFATURA ENXUTA: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO
EM EMPRESAS DO SUL DE MINAS GERAIS**

Dissertação aprovada por banca examinadora em
03 de dezembro de 2018, conferindo ao autor o
título de Mestre em Ciências do Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado (UNIFAL)

Prof. Dr. José Antonio de Queiroz (UNIFEI)

Prof. Dr. José Henrique de Freitas Gomes (Orientador)

Itajubá

Dezembro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação de mestrado, especialmente, à minha mãe Ivone, que foi sempre meu alicerce e inspiração. Assim como ela, meu pai, minhas irmãs, minhas tias. Aos meus outros familiares e amigos, que me apoiaram, acreditaram e me incentivaram a percorrer este caminho. Aos professores da Universidade Federal de Itajubá, que depositaram em mim grande confiança, acreditaram em meu potencial e compartilharam sua sabedoria e conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças e me rodeado de pessoas capacitadas e generosas que iluminaram meu caminho, para que com êxito eu tenha chegado até onde cheguei.

À minha mãe Ivone e família, por todo o carinho e atenção. Todo o meu amor e gratidão por terem sido minha fortaleza, fonte de inspiração, suporte emocional e principalmente por terem acreditado em mim.

Aos meus amigos, parte importantíssima para que eu me mantivesse firme na busca pelo meu objetivo maior. Muito obrigado por se fazerem presentes, por me motivarem a nunca desistir, por partilharem conhecimento, por serem abrigo e conforto quando algo ruim acontecia.

Ao meu orientador José Henrique de Freitas Gomes, por acreditar em meu potencial e me ajudar nesse novo caminho que iniciei. Por sempre compreender as dificuldades de se desenvolver uma pesquisa e sempre estar disposto a me ajudar a superá-las.

Aos demais professores e funcionários do programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da UNIFEI, pelas contribuições e pela atenção.

À colaboração das empresas que possibilitaram o desenvolvimento e obtenção dos resultados da pesquisa.

E por fim, à CAPES que financiou o desenvolvimento deste trabalho por meio de bolsas de estudo.

RESUMO

É sabido que o sucesso da adoção da Manufatura Enxuta (ME), em qualquer tipo de indústria, depende de quão bem a organização começa seu plano de implementação e como ela consegue acompanhar esse processo. Medir a maturidade diz respeito a investigação, avaliação e medição do estado atual das operações, comparando-as com os padrões de melhores práticas, a fim de definir um grau de implantação. Essa medição representa o quanto das melhores práticas a empresa aplica, o que resulta em um desempenho superior no processo, visto que uma prática aprimorada representa a forma mais eficaz de realizar determinada atividade. A medição dos processos, mais especificadamente a medição dos processos de manufatura enxuta, tema deste trabalho, permite que as pessoas foquem em objetivos funcionais, pois ao se fazer o diagnóstico, as pessoas passam a conhecer todo seu processo e, por isso, podem tomar decisões mais adequadas garantindo sucesso na implantação, utilização de menos recursos e menos desconfiança por parte do trabalhador. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo identificar e analisar o nível de maturidade de algumas empresas situadas na região sul de Minas Gerais com relação à filosofia e práticas da Manufatura Enxuta, a fim de identificar qual o nível de maturidade em que as mesmas se encontram. Para isso, realizou-se uma revisão sobre os principais tópicos abordados pela literatura, uma revisão acerca dos métodos de medição disponíveis, uma validação do instrumento de medição adaptado de Saurin e Ferreira (2008), para então, finalmente, através de um estudo de caso múltiplo, efetivado por meio de questionário, entrevistas e visita em campo, calcular os índices e comparar as empresas. Através da tabulação foi possível classificá-las, gerando um *ranking* geral onde a empresa 2 se destacou como uma referência em relação à aplicação das práticas enxutas, outros resultados mostraram por exemplo, o destaque para o setor tecnológico e aeronáutico quando avaliados quesitos do pilar *JIT*, *JIDOKA* e das ferramentas. Por fim, o trabalho gerou algumas contribuições, tais como: melhoria na ferramenta de medição da maturidade da ME escolhida, incluindo questões principalmente referentes a estabilidade do sistema; análise do cenário *lean* e nível de maturidade das empresas participantes do estudo, possibilitando a medição e avaliação de seus processos.

Palavras- Chave: Manufatura Enxuta, Medição da Maturidade, Avaliação de Processos Enxutos, Grau de Implantação.

ABSTRACT

It is well known that the success of Lean Manufacturing (ME) adoption in any type of industry depends on how well the organization begins its implementation plan and how it can follow that process. Measuring maturity involves researching, assessing and measuring the current state of operations by comparing them with best practice standards to define a degree of implementation. This measurement represents how much of the best practice the company applies, resulting in superior process performance, since improved practice represents the most effective way to perform a given activity. The measurement of processes, more specifically the measurement of lean manufacturing processes, the subject of this work, allows people to focus on functional objectives, because when making the diagnosis, people come to know the whole process and therefore can take better decisions to ensure success in the deployment, use of fewer resources and less distrust on the part of the worker. In this context, the objective of this study was to identify and analyze the level of maturity of some companies located in the southern region of Minas Gerais with respect to the philosophy and practices of the Lean Manufacturing, in order to identify the level of maturity in which they are found. A review of the main topics covered by the literature, a review of the available measurement methods, a validation of the adapted measurement instrument of Saurin and Ferreira (2008) was carried out, and finally, through a study of multiple cases carried out by means of a questionnaire, interviews and field visits, calculate the indices and compare the companies. Through the classification, it was possible to classify a general classification in a company 2 results as a reference in relation to the application of the tools, in their respective components, the highlight for the technological and aeronautical sector when evaluated JIT pillar, JIDOKA and tools. Finally, the work generated some contributions, such as: obtaining an overview of the publications about lean manufacturing and its tools of measurement of maturity; increment in the chosen tool, including issues mainly concerning the stability of the system; analysis of the lean scenario and level of maturity of the companies participating in the study, allowing the measurement and evaluation of their processes.

Keywords: Lean Manufacturing, Measurement of Maturity, Evaluation of Lean Processes, Degree of Deployment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferentes Visões nas abordagens tradicional e JIT	26
Figura 2 – O Sistema Toyota de Produção	28
Figura 3 – Detalhamento das etapas do estudo de caso.....	50
Figura 4 – Casa do Sistema Toyota de Produção	58
Figura 5 – Ferramentas mais usadas (Gráfico de Pareto).....	66
Figura 6 – Número de publicações por periódico.....	70
Figura 7 – Número de publicações por ano	70
Figura 8 – Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 1	83
Figura 9 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 2	85
Figura 10 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 3.....	87
Figura 11 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 4.....	89
Figura 12 – Níveis de maturidade enxuta de casa empresa.....	92
Figura 13 – Itens “NA” e “NE” por empresa	93
Figura 14 – Níveis de maturidade enxuta da base do STP entre as empresas.....	96
Figura 15 – Níveis de maturidade enxuta do pilar <i>JIT</i> do STP entre as empresas	97
Figura 16 – Níveis de maturidade enxuta do pilar <i>JIDOKA</i> do STP entre as empresas	99
Figura 17 – Níveis de maturidade das ferramentas enxutas do STP entre as empresas	100
Figura 18 – Níveis de maturidade da manufatura enxuta das ferramentas destacadas pelo Gráfico de Pareto	102
Figura 19 – Nível médio de maturidade da manufatura enxuta por setor	103
Figura 20 – Nível de maturidade enxuta das melhores e piores práticas do setor aeronáutico e tecnológico	105
Figura 21 – Nível de maturidade enxuta das melhores e piores práticas do setor metalomecânico.....	107
Figura 22 – Comparação do nível de maturidade das empresas com o estudo de Saurin e Ferreira (2008).....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das estratégias de aplicação do questionário	49
Tabela 2 - Escala de pontuação e classificação	56
Tabela 3 - Análise de Confiabilidade considerando as questões do questionário	61
Tabela 4 - Relação de ferramentas citadas nos artigos	68
Tabela 5 - Primeira avaliação dos modelos de maturidade	74
Tabela 6 - Segunda avaliação dos modelos de maturidade	78
Tabela 7 - Nota de cada quesito por empresa avaliada	94
Tabela 8 - Nível de maturidade enxuta das ferramentas destacadas pelo Gráfico de Pareto	101
Tabela 9 - Média do nível de maturidade das práticas enxutas do setor aeronáutico e tecnológico	104
Tabela 10 - Média do nível de maturidade das práticas enxutas do setor metalomecânico ..	106
Tabela 11 - Elementos avaliados na comparação dos níveis de maturidade	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Papel do tipo de pessoa no pré-teste.....	59
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S – Cinco Sentidos

CMM – *Capability Maturity Model*

CMMI – *Capability Maturity Model Integration*

CQZD – Controle de Qualidade Zero Defeitos

DOE – *Design of Experiments*

IMVP – *International Motor Vehicle Program*

JIT – *Just In Time*

LP – *Lean Production*

ME – Manufatura Enxuta

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

OPM3 – *Organizational Project Management Maturity Model*

PDP – *Performance Designed Products*

PM3 – *Project Management Maturity Model*

SEI – *Software Engineering Institute*

SMED – *Single Minute Exchange of Dies* ou Troca Rápida em um Dígito de Minuto

SPE – Sistema de Produção Enxuta

STP – Sistema Toyota de Produção

TPM – *Total Productive Maintenance*

VSM – *Value Stream Mapping* ou Mapeamento do Fluxo de Valor

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Alfa de Cronbach
k	Variável
S_i^2	Variância de cada variável K;
S_{Soma}^2	Soma da variância de todas as variáveis
NA	Não se aplica
NE	Não existe mais poderia ser implantado
MFR	Item com aplicação muito fraca
FR	Item com aplicação fraca
FO	Item com aplicação forte
MFO	Item com aplicação muito forte
A	Número de itens aplicáveis
B	Número de itens com aplicação muito fraca
C	Número de itens com aplicação fraca
D	Número de itens com aplicação forte
E	Número de itens com aplicação muito forte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Contextualização sobre o tema.....	15
1.2	Problema de pesquisa.....	16
1.3	Justificativa.....	17
1.4	Objetivo.....	18
1.4.1	Objetivo geral.....	18
1.4.2	Objetivos específicos.....	18
1.5	Classificação da pesquisa.....	19
1.6	Delimitações da pesquisa.....	20
1.7	Estrutura do trabalho.....	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1	Produção em massa.....	22
2.2	Sistema toyota de produção.....	24
2.3	Princípios do Sistema Toyota de Produção e a filosofia enxuta.....	30
2.3.1	Especificação do valor.....	32
2.3.2	Identificação da cadeia de valor.....	33
2.3.3	Fluxo de valor.....	33
2.3.4	Produção puxada.....	34
2.3.5	Busca da perfeição.....	34
2.4	Pilares do sistema toyota de produção.....	34
2.4.1	<i>Just-in-time</i>	34
2.4.2	Autonomação ou <i>Jidoka</i>	37
2.5	Ferramentas gerenciais inseridas na produção enxuta.....	39
2.5.1	5 S.....	40
2.5.2	<i>TPM</i>	41
2.5.3	<i>SMED</i>	42
2.5.4	Gerenciamento visual.....	43
2.5.5	Integração da cadeia de fornecedores.....	44
2.5.6	<i>VSM</i>	45
2.6	Modelo e medição de maturidade.....	45
3	Método de pesquisa.....	48
3.1	Considerações iniciais.....	48
3.2	Definição do método de pesquisa.....	48
3.3	Condução do estudo de caso múltiplo.....	51

3.3.1	Definição de uma estrutura teórico-conceitual.....	51
3.3.2	Projeto dos casos	52
3.3.3	Teste piloto	60
3.3.4	Coleta de dados.....	63
4	Resultados.....	65
4.1	Considerações iniciais	65
4.2	Descrição e análise de publicações recentes sobre revisão de literatura em manufatura enxuta	65
4.3	Descrição e análise dos instrumentos de avaliação da maturidade da ME existentes na literatura.....	70
4.4	Análise preliminar dos objetos de estudo	80
4.5	Análise do dados.....	82
4.5.1	Análise da maturidade para a Empresa 1.....	83
4.5.2	Análise da maturidade para a Empresa 2.....	86
4.5.3	Análise da maturidade para a Empresa 3.....	88
4.5.4	Análise da maturidade para a Empresa 4.....	90
4.6	Comparação entre os níveis de maturidade das empresas.....	92
4.6.1	Comparação entre os níveis de maturidade de cada empresa e a quantidade de itens NA e itens NE	94
4.7	Comparação de cada prática enxuta por empresa.....	96
4.7.1	Base do STP	97
4.7.2	Pilar <i>JIT</i> do STP	98
4.7.3	Pilar <i>JIDOKA</i> do STP.....	99
4.7.4	Ferramentas do STP	101
4.8	Comparação do nível de maturidade enxuta com base nos setores de atuação.....	103
4.9	Comparação do nível de maturidade enxuta dos objetos de estudo com o trabalho de Saurin e Ferreira (2008).....	109
4.10	Contribuições Gerenciais.....	111
5	Considerações finais	113
5.1	Conclusões gerais	113
5.2	Contribuições do trabalho.....	115
5.3	Sugestões para estudos futuros	116
	REFERÊNCIAS	117
	ANEXO A – Questionário.....	134
	APÊNDICE A – Plano de atividades para pesquisa na empresa.....	142
	APÊNDICE B – Compilado de respostas coletadas acerca do grau de maturidade da ME...	145

1 INTRODUÇÃO

Tendo como tema central a abordagem enxuta do gerenciamento de operações, mais especificamente, a medição da maturidade das ferramentas e filosofia enxutas aplicadas por empresas do Sul de Minas Gerais, o presente capítulo visa, nas subseções a seguir, contextualizar o tema, apresentar a justificativa, o problema de pesquisa e os objetivos que direcionam o trabalho, assim como sua classificação.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O TEMA

O sistema de produção enxuta surgiu da necessidade das empresas japonesas do setor automobilístico, em especial a *Toyota Motor Company*, desenvolverem métodos diferentes de fabricar veículos em relação aos utilizados pela indústria americana, onde o destaque era o sistema de produção em massa da *Ford Company* e *General Motors*. Eles perceberam que não conseguiriam competir com base nos mesmos conceitos, resultando em um novo modelo de sistema de produção, conhecido como Sistema Toyota de Produção (RIANI, 2006). Esse sistema ganhou relevância no final do século XX, a partir da crise do petróleo de 1973. Desde então, se buscava maior entendimento sobre o ganho de competitividade da indústria automotiva do Oriente (WOMACK, JONES e ROOS, 1992).

A *Toyota Motor Company* emergiu como uma das pouquíssimas empresas a escaparem praticamente ilesas dos efeitos da crise, iniciando um contínuo crescimento das exportações de automóveis japoneses para os Estados Unidos, quando "a antiga perfeição da produção em massa já não podia manter tais companhias norte-americanas em suas posições de liderança" (WOMACK, JONES e ROOS, 2004).

A respeito de uma tecnologia de gestão que deveria prevalecer sobre as demais, Womack, Jones e Roos (1992) afirmavam que, em algumas décadas, a Manufatura Enxuta (ME) seria a forma de conduzir operações não só no Oriente mas também no Ocidente. O que tem se visto hoje, embasando a afirmação dos autores, é que o conceito de ME ainda traz à discussão elementos em que predomina a simplicidade, isto é, a busca pela eliminação de desperdício, estabelecimento de fluxo nos processos e proximidade com cliente e mercado em todos os continentes e em diversos setores da indústria e serviços (PESCARMONA, 2011).

Somado a discussão sobre a simplicidade e a busca pela eliminação de desperdício, o foco atualmente, mesmo tendo sido desenvolvida com uma essência industrial, está na aplicação em qualquer setor, inclusive no de serviços, visto que permite alcançar altos níveis

de qualidade, baixos custos e prazos de entrega adequados (ÅHLSTRÖM, 2004; WOMACK; JONES, 2005; SWANK, 2003; FERRO, 2008). Independente do setor, haja vista sua vasta aplicação, como a tendência do *lean healthcare*, o segredo dos bons resultados na qualidade, custo e entrega está em conseguir medir a maturidade das tais práticas e filosofias enxutas independente do setor aplicado (PESCARMONA, 2011).

Bhamu e Sangwan (2014) afirmaram que o sucesso da adoção da ME, em qualquer tipo de indústria, depende de quão bem a organização começa seu plano de implementação e como ela consegue acompanhar esse processo. Em contrapartida, Hammer (2007) em seu trabalho, diz que as empresas percebem que precisam mudar muitas coisas para aproveitar melhor o que a manufatura enxuta pode oferecer, mas elas, geralmente, não estão certas sobre o que exatamente precisam mudar ou como e quando mudar.

Nesse sentido, a medição dos processos, leia-se, a avaliação do nível de maturidade da manufatura enxuta, tema deste trabalho, permite que as pessoas foquem em objetivos funcionais, pois ao se fazer o diagnóstico, as pessoas passam a conhecer todo seu processo e, por isso, podem tomar decisões mais adequadas, benéficas para o processo como um todo (HAMMER, 2007).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Além do que foi dito no tópico anterior, de acordo com Nazareno (2003), no cenário da manufatura no Brasil, o avanço das aplicações e técnicas e ferramentas da Manufatura Enxuta (ME) tem alavancado a flexibilidade e qualidade, principalmente nas indústrias automobilísticas de grande porte e suas cadeias de fornecimento. Porém, como já comentado, as empresas ao tentarem implementar projetos de produção enxuta acabam não alcançando os resultados desejados, sendo comum interrupções no processo de implantação (HAMMER, 2007).

Feld (2000) destaca algumas razões para o fracasso desses projetos, são elas: falta de visão clara de como deve ser o ambiente enxuto, falta de uma direção ou um passo-a-passo a ser seguido, bem como falta de conhecimento quanto a forma de conduzir a implementação.

Somados a isso, segundo Pascale *et al.* (1997), esses fracassos ocorrem também porque as empresas têm uma imensa dificuldade em identificar, priorizar e alinhar propriamente os seus recursos para fazer frente aos muitos fatores que produzem transformações organizacionais. Nesse contexto, Rentes (2000) e Womack (2002) em seus trabalhos, enfatizam que grande parte das organizações enfrentam esses fracassos por falta de

uma metodologia clara de implantação e avaliação e por falta de ferramentas, com métricas e metas estabelecidas, que digam se as empresas estão ou não se tornando enxutas.

Para finalizar, em diversas situações, os esforços de melhoria em muitas indústrias brasileiras têm sido desapontadores, com resultados muito abaixo do esperado, resultando em desperdício dos recursos, perda de confiança nos agentes de mudança, frustração das pessoas envolvidas e, talvez o pior de tudo, em medo de empreitar novas mudanças (RENTES, 2000).

Portanto, diante da importância de se medir e avaliar os processos enxutos, com o intuito de evitar problemas como: falta de padronização nos processos de implantação (TEIXEIRA, 2012), resistência a mudança (MELTON 2005; SEWING, WINCHESTER, e CARNELL 2008), falta de profissionais capacitados para guiarem a implantação (KAMAKURA, 2006) e a fim de desenvolver, avaliar e classificar o cenário *lean* das empresas, surge a questão que orientará o trabalho: Qual o nível de maturidade em que as empresas que aplicam as práticas e filosofia da ME se encontram?

1.3 JUSTIFICATIVA

Ao se analisar o *Lean Manufacturing* (LM) ou a Manufatura Enxuta (ME) na literatura internacional, pode-se verificar que esta é geralmente descrita a partir de dois pontos de vista. O primeiro refere-se a uma perspectiva filosófica relacionada com os princípios orientadores e objetivos globais e o segundo a partir da perspectiva prática de um conjunto de condutas de gestão, ferramentas ou técnicas que podem ser observadas diretamente (BHAMU, SANGWAN, 2014).

O sucesso da implementação de qualquer estratégia administrativa normalmente depende das características organizacionais, o que implica que nem todas as organizações devem ou podem implementar um conjunto similar de estratégias (SHAH e WARD, 2002).

Assim, inserido no contexto de um processo produtivo onde as mais variadas práticas necessitam ser implementadas e estar relacionadas, verifica-se a necessidade de avaliação da maturidade da manufatura enxuta (HAMMER, 2007).

Há de se considerar, ainda, que o sistema desenvolvido pela Toyota está em constante evolução, inclusive na própria Toyota, portanto a implantação e avaliação será contínua. Por possuir um forte embasamento na eliminação de desperdícios de produção, as melhorias devem ser contínuas. Segundo Karlsson e Ahlström (1996), a ideia principal de produzir alinhado à demanda e de modo cada vez mais eficiente, será sempre um objetivo a ser alcançado. Essa característica dificulta a avaliação da implantação, já que nunca será possível

o atendimento da condição ideal. Assim a avaliação deve buscar a visualização do quanto a empresa está próxima desta condição, retratando muito mais uma situação atual (TEIXEIRA, 2014).

Além disso, muitas empresas que pretendem implementar a ME percebem que precisam mudar para aproveitar melhor o que os processos podem oferecer, mas elas, geralmente, não estão certas sobre o que exatamente precisam mudar ou como e quando mudar (HAMMER, 2007). Nesse sentido, a avaliação do nível de maturidade da manufatura enxuta permite que as pessoas foquem em objetivos funcionais, pois ao se fazer o diagnóstico, as pessoas passam a conhecer todo seu processo e, por isso, podem tomar decisões mais adequadas, benéficas para o processo como um todo (HAMMER, 2007).

Por fim, um estudo do tipo se mostra relevante pois, permitirá a análise da documentação disponível a respeito do desenvolvimento de uma metodologia que consiga medir a maturidade do processo de ME nas empresas, por exemplo os trabalhos de: Agrawal, Asokan e Vinodh (2017), McLeod, McWilliamson e Stephens (2016), Ahmad, Redahe e Zabri (2016), Layfield e Gopalakrishnan (2016), Aikhuele e Turan (2015), Pakdil e Leonard (2014) assim como avaliar o cenário *lean* das empresas estudadas, localizadas no sul de Minas Gerais, quanto aos aspectos enxutos e sua maturidade.

1.4 OBJETIVO

Em função do que foi exposto anteriormente, este trabalho foi desenvolvido com o propósito de cumprir com o seguinte objetivo principal:

1.4.1 Objetivo geral

Identificar e analisar o nível de maturidade de empresas situadas na região sul de Minas Gerais com relação à filosofia e práticas da Manufatura Enxuta.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Analisar a produção literária acerca das revisões de literatura sobre o tema e também sobre os principais métodos de medição da maturidade da manufatura enxuta disponíveis;
- b) Adaptar a ferramenta escolhida de acordo com as necessidades da pesquisa e resultados das análises literárias;

- c) Analisar os objetos de estudo com base no questionário aberto gerando uma avaliação qualitativa do nível de maturidade;
- d) Gerar os índices gerais de maturidade de cada empresa assim como os índices individuais de cada tópico da casa do Sistema Toyota de Produção (STP).

1.5 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista de sua natureza, a pesquisa caracteriza-se como pesquisa aplicada, pois visa, conforme dito por Moresi (2003), gerar conhecimento para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

Quando se diz respeito à forma de abordagem, a pesquisa será do tipo qualitativa. Essa abordagem, conforme Vieira (2006), fundamenta-se principalmente em análises qualitativas, caracterizando-se, geralmente, pela não utilização de métodos quantitativos de análise de dados. Entretanto, o uso de uma abordagem qualitativa não exclui possibilidade de análises quantitativas dos dados qualitativos.

É importante destacar que o papel do pesquisador em abordagens desse tipo, busca obter informações do fenômeno segundo a visão dos indivíduos, bem como observar e coletar evidências que possibilitem interpretar o ambiente em que a problemática ocorre (MIGUEL, 2012).

Quando diz respeito ao seu propósito, a pesquisa enquadra-se como descritiva, já que como dito por Ganga (2012), as pesquisas desse tipo envolvem o exame de um fenômeno para melhor defini-lo ou diferenciá-lo. Em outras palavras, visa descrever as características de determinada população ou fenômeno (DANE, 1990; PATTON, 1990; PATTON, 2002; GIL 2008a; GIL, 2008b).

Quanto ao seu método, como o interesse da pesquisa é avaliar e analisar o nível de maturidade de algumas empresas do sul de Minas Gerais que aplicam as práticas e filosofia da ME, a pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso múltiplo, pois conforme as palavras de Yin (2010) e Ganga (2012), visa por meio de evidências qualitativas e quantitativas investigar e descrever um fenômeno inserido no contexto de vida real.

1.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa compreende a análise e avaliação do nível de maturidade da manufatura enxuta de empresas do sul de Minas Gerais e está relacionada à área de GESTÃO DA PRODUÇÃO e à subárea GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO (ABEPRO, 2018).

Para o desenvolvimento deste trabalho fez-se necessário a realização de pesquisas bibliográficas a fim de elucidar a produção literária atual sobre o tema. Por meio da coleta, definiu-se os tópicos mais abordados em relação a manufatura enxuta, sendo os principais, conforme seção 4.2: *SMED*, *KANBAN*, *VSM*, *KAIZEN*, Times Flexíveis, Ferramentas da Qualidade, Comunicação Padronizada, 5S e Trabalho Padronizado.

Esses resultados guiaram a escolha do questionário, assim como a segunda revisão de literatura que tratou dos métodos de medição de maturidade enxuta. Delimitada pelos resultados da primeira revisão e por critérios como: método de medição disponível para ser replicado, geração de índice de maturidade e fácil entendimento definiu-se o instrumento de coleta de dados.

A partir dessa escolha, dos ajustes feitos por meio da validação do instrumento foi possível, juntamente com entrevistas e visitas em campo, propostas pela metodologia do estudo de caso múltiplo, obter as informações e realizar as devidas avaliações.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por quatro capítulos:

O capítulo 1 - Introdução: apresenta a contextualização sobre o tema, o problema de pesquisa, sua justificativa, a classificação da mesma, suas delimitações e a forma como o trabalho está estruturado.

O capítulo 2 - Referencial Teórico: apresenta os conceitos e características da produção em massa assim como o contexto histórico do surgimento da produção enxuta. Nesse capítulo também estão presentes os conceitos sobre o STP, seus princípios, seus tipos de perdas, os pilares que o sustentam e as ferramentas que garantem o funcionamento da ME. Caracteriza a medição de maturidade e demonstra uma revisão bibliográfica sobre o que tem se visto na academia acerca da manufatura enxuta e acerca dos métodos propostos na literatura capazes de medir o nível de maturidade das práticas deste sistema de gestão.

O capítulo 3 - Planejamento e condução da pesquisa: considera a condução do estudo de caso múltiplo por meio da classificação do método de pesquisa, seu vínculo com o nível teórico; projeto dos casos; teste piloto e coleta dos dados.

O capítulo 4 – Resultados: contempla a análise preliminar dos objetos de estudo e a análise e tabulação dos dados.

O capítulo 5 - Conclusão: esse capítulo apresenta, finalmente, as conclusões da pesquisa, suas contribuições e as recomendações para trabalhos futuros.

Complementam o Anexo contendo o instrumento de coleta de dados, o Apêndice contendo o plano de atividades para pesquisa na empresa e por fim as referências bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO EM MASSA

Para entender a lógica estrutural que vigorou nos modos de produção, Deitos e Sobzinski (2014) afirmam ser essencial recorrer ao processo histórico de consolidação dos mesmos, no caso Taylorismo, Fordismo e Manufatura Enxuta, pois, não pode haver qualquer compreensão verdadeira do movimento histórico em si sem que se apreenda as especificadas que o levaram a consolidação (MÉSZÁROS, 2011b, p. 13).

O trabalho de Deitos e Sobzinski (2014) diz ainda que a reestruturação produtiva do início do século XX trouxe algumas transformações na organização do trabalho que se constituíram com base nos pressupostos do taylorismo e do fordismo. Essas modificações, a partir dos anos de 1970 e 1980, além de alterar como o trabalho era realizado trouxe implicativos para a formação humana.

No taylorismo, ocorre a divisão do trabalho manual e do intelectual, essa divisão é marcada pela racionalização do trabalho, pela separação de tarefas entre os que pensam e os que executam. Desse modo os trabalhadores se tornavam extremamente especializados nas tarefas que realizavam sem que lhe fosse necessário acumular conhecimentos e habilidades além de um nível mínimo (PINTO, 2007, p.32).

O taylorismo baseou-se em três princípios: a alienação do trabalhador e decomposição do trabalho; a separação da execução e concepção, no sentido da deterioração com relação aos antigos ofícios, às tradições e conhecimentos dos trabalhadores; e também na exclusividade da gerência quanto ao planejamento. Essa forma de produção é fragmentada e hierarquizada, mãos e cérebro “distanciam-se” entre si. O processo do trabalho é dominado pela gerência que impõe regras, tempos, modos e normas ao trabalhador, desumanizando-o e o obrigando a obedecer (MELO, 2010).

Para Deitos e Sobzinski (2014), embora tenha sido associado ao desenvolvimento dos pressupostos tayloristas, o fordismo apresentava algumas transformações relevantes. Consoante a Antunes (2002), o fordismo pode ser entendido como a forma pela qual a indústria e o processo de trabalho consolidaram-se, ao longo deste século, tendo como alguns aspectos básicos: a produção em massa através da linha de montagem e de uma produção homogênea; o controle pelo cronômetro taylorista; a produção em série; a divisão do trabalho e a fragmentação das funções, que são apenas alguns aspectos característicos e fundamentais do seu desenvolvimento. Somado a isso, conforme Moraes Neto (1989), caracteriza-se como a

socialização da proposta de Taylor, visto que, enquanto este procurava administrar a forma de execução de cada trabalho individual, o fordismo realiza isso de forma coletiva, pela via da esteira.

A indústria estava alcançando um novo patamar econômico e tecnológico onde era necessário superar os problemas inerentes à produção artesanal (WOMACK, JONES e ROOS, 2004). As novas técnicas reduziram drasticamente os custos, aumentando ao mesmo tempo a qualidade do produto e, além disso, possibilitaram reduzir os esforços durante a montagem e o tempo de preparação das máquinas.

Gounet (1999) também comenta sobre alguns pontos essenciais e necessários para caracterizar a transformação no sistema fordista, destacando a desqualificação do trabalhador e a adaptação dos componentes na produção a partir da padronização das peças.

Diante disso, conforme Wood (1992), a grande modificação propiciada pelo advento da produção em massa de Ford, além das ditas acima, não foi a ideia de linha contínua, mas sim a intercambialidade das peças, garantindo, a já comentada, simplicidade de montagem e redução do tempo de produção.

Tal concepção da produção recebe tamanha representatividade, pois foi com ela, conforme, novamente, as palavras de Wood (1992), que se iniciou o ciclo de produção capitalista caracterizado pela separação do trabalhador dos meios de produção, mudando o volume de produção que antes era baixo, assim como a força de trabalho antes altamente especializada.

A lógica do sistema de produção em massa, conforme Santos e Cleto (2002), requer essencialmente que em um dado tempo se produza a máxima quantidade de uma mesma mercadoria. Para isso, o processo produtivo é realizado mediante a especialização de máquinas e mão-de-obra, ou seja, equipamentos e trabalhadores, respectivamente, são dedicados à confecção de peças e na execução de tarefas específicas.

Santos e Cleto (2002) dizem ainda que nesse arranjo, uma vez que as máquinas tenham sido configuradas para a manufatura de determinadas peças, elas devem ser mantidas no *set up* estabelecido o maior tempo possível e isso só é alcançado quando não ocorrem alterações no produto que está sendo fabricado.

Tais conjuntos de inovações garantiram vantagem competitiva a Ford, transformando-a na maior indústria automobilística do mundo, atingindo seu apogeu e início do declínio em 1955. Nesse ano, os três maiores fabricantes de automóveis norte-americanos (Ford, GM e

Chrysler) eram responsáveis por 95% de todas as vendas de automóveis no planeta (WOMACK, JONES e ROOS, 2004).

Entretanto, a partir daí, mais especificamente a partir da primeira crise do petróleo de 1973, que afetou toda a economia mundial, impactando a competitividade das empresas que seguiam o modelo de produção em massa proposto por Ford, era de suma importância, de acordo com o estudo de Ghinato (1996) e Ohno (1997), que um novo modelo, capaz de lidar com as restrições que o cenário econômico impunha, fosse adotado.

Diante deste cenário, a *Toyota Motor Company* emergia como uma das pouquíssimas empresas a escaparem praticamente ilesas dos efeitos da crise, iniciando um contínuo crescimento das exportações de automóveis japoneses para os Estados Unidos, quando "a antiga perfeição da produção em massa já não podia manter tais companhias norte-americanas em suas posições de liderança" (WOMACK, JONES e ROOS, 2004).

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Nesse contexto, o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como toyotismo, apareceu através da empresa automobilística japonesa *Toyota Motor Company*, idealizado por Ohno a partir de conceitos já desenvolvidos por Sakichi e por Kiichiro Toyoda. Esse método de organização da produção e do trabalho apareceu, conforme Pinto (2007), para enfrentar os problemas econômicos, como falta de recursos e mão-de-obra, que assolavam o Japão no pós-guerra.

O Sistema Toyota de Produção (STP) visa a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO,1997). Tal modo de produção, seguindo as palavras de Paraboni e Oliveira (2011), quebrou paradigmas quando da busca pela excelência operacional, despontando com um desempenho inigualável.

Nesse sistema, o ordenamento na produção ocorre por meio da mecanização flexível, a qual consiste, como dito acima, em produzir somente o necessário, com o objetivo de se atender à demanda do mercado, contrapondo-se assim ao modelo fordista. De acordo com Pinto (2007), o sistema de organização toyotista surgiu num período em que a economia estava em lentidão, visava-se o consumo dos bens de produção e também a diversificação da produção.

Antes disso, os sistemas produtivos eram suportados pela lógica da produção em massa, e a partir de então, todas as atenções se voltaram ao Japão, na busca pela compreensão

dos fatores responsáveis pelos resultados positivamente relevantes. Baseando-se no estudo de Ghinato (1996) e Ohno (1997), revelou-se nesse momento, a utilização de elementos inovadores que rompiam com algumas das mais básicas premissas do gerenciamento convencional.

Sabe-se que o STP busca a eliminação de todo e qualquer desperdício, visando otimizar a produção das organizações aumentando sua produtividade, melhorando os resultados operacionais e incrementando o desempenho econômico-financeiro (PARABONI e OLIVEIRA, 2011).

O STP, também conhecido como “*Lean*”, que traduzido para o português significa enxuto, foi apresentada por Krafcik (1988) em seu artigo “*Triumph of the Lean Production System*”, resultado das pesquisas do *IMVP* (*International Motor Vehicle Program* – Programa Internacional de Veículos automotores) no *Massachusetts Institute of Technology* (*MIT*). No programa era estudado o desempenho superior das empresas praticantes da Manufatura Enxuta e no qual foi dada a origem, em 1990, à primeira edição do livro “*The Machine That Changed The World – A Máquina que mudou o mundo*” escrito por Womack, Jones e Roos. Esta obra popularizou os conceitos e mostrou o desempenho superior da Manufatura Enxuta perante as 36 fabricantes de automóveis localizadas em várias partes do mundo (QUEIROZ, 2015).

Em linhas gerais, Shah e Ward (2007) concluíram com base em sua revisão de literatura que *lean* é definido como um sistema sócio técnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar perdas reduzindo ou minimizando a necessidade de fornecedores, clientes ou sua variabilidade interna.

No entanto, como assinalado na literatura e no trabalho de Hasle *et al.* (2012), tratar o *lean* primariamente como a redução ou eliminação de desperdícios é apenas um lado da moeda. O outro lado é que *lean* também é uma estrutura para aumentar a eficiência atuando conforme a demanda e, assim, maximizar as melhorias (HOPP e SPEARMAN, 2004). Além disso, deve ser entendida em dois níveis: o nível estratégico de como entender valor e o nível operacional de como eliminar perdas (TREVILLE e ANTONAKIS, 2006; HINES *et al.*, 2004; HOPP e SPEARMAN, 2004; PAEZ *et al.*, 2004; SHAH e WARD, 2003; SHAH e WARD, 2007).

Ainda baseado em Hasle *et al.*(2012) e em concordância com Hopp e Spearman (2004), acredita-se que *lean* deve ser entendido como mais do que a redução de desperdícios e ou resíduos, e com Shah e Ward(2003), que *lean* é um sistema sócio técnico que pode ser

analisado através de sua prática. Apoiar-se em uma definição com o foco mais forte no lado humano, como sugerido por Spear e Bowen (1999), que assinalam que o indício da produção enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP) tem que ser encontrado na forma como funcionários e gerentes colaboram. Isso deixa claro que é importante compreender *lean* como mais do que ferramentas. As ferramentas devem ser vistas como parte integrante de um sistema sócio técnico mais amplo, embora Spear e Bowen (1999) ressaltem que a maioria das organizações tem dificuldades em aplicar todo o sistema.

Os autores Womack, Jones e Roos (2004) enfatizaram que o cenário no Japão era de baixa demanda por automóveis, força de trabalho de difícil substituição, sem contar as ameaças de concorrentes, por isso buscava-se melhorias nos processos, como viés para tornar a Toyota mais competitiva e superior às dificuldades socioeconômicas do momento. Por conta desse contexto, Pinto (2007) definiu que a natureza da manufatura enxuta visa a constante utilização de menores quantidades de tudo de modo que se consiga entregar mais com a menor aplicação de recursos.

A manufatura enxuta, como também é conhecida, tornou-se, segundo Krafcik (1988) e Holweg (2007), o artifício mais viável de se organizar a produção de modo que se alcançasse níveis satisfatórios de qualidade, produtividade, complexidade de produtos e custo, desafiando as práticas de produção em massa, alterando os *trade-offs* entre produtividade e qualidade além da maneira de pensar as operações.

Baseado, novamente, no trabalho de Krafcik (1988), percebe-se que a produção em larga escala, os altos níveis de eficiência buscados de um modo diferente daquele proposto pela manufatura enxuta e o fluxo contínuo da linha de produção de Henry Ford foram adaptados pela Toyota gerando: uma produção de menor escala coerente com o contexto da empresa na época, uma maior flexibilidade que refletia em grande variedade de produtos em pequenas quantidades, produzidos através do fluxo contínuo. Toda essa diferença pode ser ilustrada na Figura 1 que compara as duas abordagens.

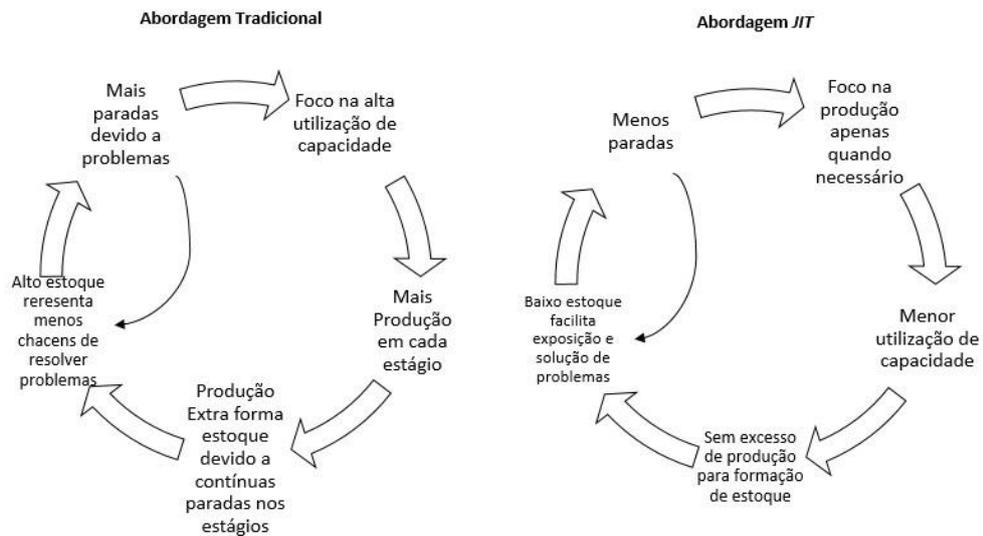


Figura 1 - Diferentes Visões nas abordagens tradicional e JIT

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009)

Em suma, o *Lean Manufacturing* consiste em uma estratégia de gestão da produção que tem como objetivo principal o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade por meio da eliminação sistemática e sustentável dos desperdícios na cadeia produtiva, os quais são definidos como as atividades que não agregam valor ao produto (SHINGO, 1996; OHNO, 1997; WOMACK e JONES, 2004).

Conforme Womack e Jones (1997) e Shah e Ward (2003), trata-se de uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é sempre possível melhorar e fazer cada vez mais com menos através de uma variedade de práticas gerenciais que devem funcionar de maneira sinérgica.

Dito isso, destaca-se um dos conceitos fundamentais da Manufatura Enxuta: a melhoria contínua, chamado de *Kaizen*. Considerada a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção, o conceito é constituído para encorajar mudanças e aperfeiçoamentos constantes, como parte das operações diárias (RIANI, 2006).

Para alcançá-lo, a gerência aproveita a experiência coletiva de todos os seus trabalhadores e valoriza a solução de problemas em conjunto e além disso leva em consideração alguns objetivos fundamentais, são eles:

- a) Otimização e a Integração do sistema de manufatura: é necessário integrar todas as partes do sistema de manufatura, buscando sempre a melhoria do sistema como um todo. Qualquer processo ou atividade que não agrega valor ao produto, do ponto de visto do cliente, é desperdício e precisa ser eliminado. A integração e otimização de um sistema de manufatura é um processo contínuo de redução do número de etapas estanques, necessárias para completar um processo em particular;
- b) Qualidade: o sistema puxado precisa e exige um ambiente produtivo que forneça produtos com qualidade. Cada processo de produção deve passar produtos com qualidade para a etapa seguinte, desse modo, a qualidade deve ser assegurada ao longo de todo o processo. A Manufatura Enxuta exige que cada pessoa envolvida no processo produtivo seja educada e treinada para aceitar a responsabilidade pelo nível de qualidade do seu trabalho;
- c) Flexibilidade do processo: é reduzir os fatores de restrição na produção. Ser flexível é a capacidade de obter materiais rapidamente e de preparar um processo de produção em curto espaço de tempo e a custo mínimo, ou seja, é ser capaz de suportar variações na demanda;
- d) Produção de acordo com a demanda: a empresa tem que programar sua produção de acordo com os pedidos dos clientes, não faz sentido produzir o que os clientes não querem.
- e) Manter o compromisso com clientes e fornecedores: manter os compromissos é o elo final que permite que as empresas fabricantes individuais se juntem em um processo industrial contínuo. Os fornecedores, clientes e funcionários precisam de uma posição clara da alta administração de que a empresa pretende permanecer competitiva no mercado. Planejar para manter os compromissos é um processo de determinar as etapas necessárias para atender aos planos de entrega, níveis de qualidade e margens de lucro;
- f) Redução do custo de produção: é o objetivo mais evidente e factível com a implementação da Manufatura Enxuta, que declara “guerra” ao desperdício e busca de forma determinada e constante a redução dos custos do processo de manufatura como um todo (RIANI, 2006).

Por fim, consoante a este pensamento, Godinho Filho (2004) diz que a manufatura enxuta é um modelo estratégico e integrado de gestão que auxilia a organização a atingir seus

objetivos de desempenho, qualidade e produtividade. Além disso, atualmente, pode ser visto como um modo de pensar das organizações que o tem adotado progressivamente em seus processos produtivos como alternativa para alcançar vantagens competitivas (WOMACK e JONES, 2004; WOMACK, JONES e ROSS, 2004; SCHONBERGERM, 2007; KARIM e ZAMAM, 2013).

Esse modelo, como defendido pelos autores citados acima, resume-se conforme o trabalho de Liker (2005) na Figura 2, em um esquema chamado “Casa do STP”. Nele, o STP fica fácil e claro de entender, de modo que os funcionários e fornecedores possam captar como as práticas funcionam. Os pilares *JIT* e Autonomia sustentam a busca pela melhoria na qualidade, menor custo e menor *lead time*. Essa busca, por sua vez, ocorre por meio de técnicas como, por exemplo, a produção nivelada e gerenciamento visual. Todos esses conjuntos de técnicas, princípios e ferramentas formam o conceito de produção enxuta e serão melhor abordados nas próximas seções.



Figura 2 - O Sistema Toyota de Produção

Fonte: Liker (2005)

2.3 PRINCÍPIOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO E A FILOSOFIA ENXUTA

Em concordância com Slack, Chambers e Johnston (2009), a abordagem enxuta de gerenciar operações é fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e sem interrupção. Sua essência é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda, é o que na Toyota se conhece, de acordo com Shingo (1996), como “princípio do não-custo”.

Ainda conforme Shingo (1996), com o aumento da concorrência e da exigência dos consumidores, este princípio diz que o preço deixou de ser definido pela organização como o resultado de um custo de produção acrescido de uma margem de lucro e passou a ser designado pelo mercado. Dessa maneira, a única solução para aumentar os lucros ocorre por meio da redução de custos, sendo que, para isso, faz-se necessário a eliminação total das perdas.

Na Toyota, a redução dos custos através da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor, ou seja, envolve toda a sequência de atividades e processos que envolvem o material. O processo de identificação e eliminação das perdas, como disse Shingo (1996), passa da matéria prima até o produto final, analisando as operações, focando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor e são desnecessários.

Tais atividades que não adicionam valor, que geram custos e acabam por ser desnecessárias, podem ser classificadas, segundo Ohno (1997), em sete grupos como estão expostas no trabalho de Slack, Chambers e Johnston (2009), Riani (2006) e especificadas a seguir mais detalhadamente:

- a) **Perda por Superprodução:** produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo. Esse tipo de perda é o pior porque, além de ser muito difícil de ser eliminado, cria um incontável número de outros desperdícios, como por exemplo, área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos, escamoteamento de problemas operacionais e administrativos através de “estoques de segurança”;
- b) **Perda por Transporte:** a movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo, não agrega valor. Tais atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao

máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas;

- c) **Perda por Processamento:** no próprio processo, pode haver fontes de desperdício advindas de máquinas ou equipamentos usados de modo inadequado quanto à capacidade ou capacidade de desempenhar uma operação;
- d) **Perda por Fabricação de Produtos Defeituosos:** é o resultado da geração de produtos com alguma característica de qualidade fora do especificado, e que por isso não satisfaz os requisitos de uso. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo em operações com custos totais de qualidade muito maiores do que tradicionalmente considerados. Segundo Ghinato (1995), essa é a perda mais comum e visível nas empresas;
- e) **Perda por Movimentação:** esta perda acontece pela diferença entre trabalho e movimento. Relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação, um operador pode parecer ocupado, mas algumas vezes nenhum valor está sendo agregado pelo trabalho;
- f) **Perda por Espera:** este tipo de perda consiste no tempo em que nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. Existem três tipos de perda por espera: no processo, quando ocorre a falta ou atraso na matéria-prima e um lote inteiro fica aguardando a operação da máquina para iniciar sua produção; do lote, quando peças já passaram por determinado processo e tem que esperar todas as outras peças do lote para poder seguir à próxima etapa; e do operador, quando o operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação. Complementando, Slack, Chambers e Johnston (2009) dizem que a eficiência da máquina e eficiência de mão de obra são duas medidas comuns, que são largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão de obras, respectivamente;
- g) **Perda por Estoque:** é a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. É o recurso financeiro “aprisionado” no sistema produtivo. Significam desperdícios de investimento e espaço devido à sua manutenção. Todo estoque deve tornar-se alvo para eliminação, contudo, somente com a eliminação das causas se consegue reduzi-los.

Por fim, conforme as palavras de Silva *et al.* (2011), pensamento enxuto também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo *feedback* imediato sobre os esforços, fazendo cada vez mais com cada vez menos, perseguindo as perdas através de 5 princípios básicos que são: valor, cadeia de valor, fluxo de valor, produção puxada e busca pela perfeição.

2.3.1 Especificação do valor

O ponto de partida essencial para o pensamento enxuto é o valor. Segundo Womack e Jones (1997), ele só pode ser definido, apesar de ser criado pelo produtor, pelo cliente final, ou seja, valor é o que o cliente quer e pelo que ele pagará; isso exige uma boa compreensão das necessidades específicas do cliente. Conforme Silva *et al.* (2011), ele também é significativo quando expresso em termos de um produto específico (um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento próprio.

Silva *et al.* (2011) prosseguem seu estudo dizendo que pensamento enxuto deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente o valor em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos, através do diálogo com clientes específicos. Para se fazer isso, é preciso ignorar os ativos e as tecnologias existentes e repensar as empresas com base em uma linha de produtos com equipes de desenvolvimento de produtos e processos fortes e dedicados. Isso também exige a redefinição do papel dos especialistas técnicos, da empresa e uma nova análise de onde no mundo se deve criar valor. Na realidade, nenhum gerente pode implementar todas essas mudanças instantaneamente. Ele precisa de tempo para formar uma visão clara do que realmente é necessário.

Segundo Womack e Jones (1997), é preciso um conjunto de ações específicas, necessárias para se gerar um produto específico (seja ele um bem, um serviço, ou, cada vez mais, uma combinação dos dois) da concepção até o consumidor final. Esse conjunto de ações específicas é o próximo princípio da filosofia enxuta, a identificação da cadeia de valor.

2.3.2 Identificação da cadeia de valor

Cadeia ou fluxo de valor é o conjunto de todas as ações ou etapas específicas necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio:

- a) Tarefa de solução de problemas: vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia de processo;
- b) Tarefa de gerenciamento da informação: vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um cronograma detalhado;
- c) Tarefa de transformação física: vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK e JONES, 1998).

Identificar e mapear com precisão o fluxo de valor completo do produto é tarefa fundamental para enxergar os desperdícios em cada processo e implementar ações para eliminá-los, criando assim um novo fluxo de valor otimizado (ROTHER e SHOOK, 1998). Assim, conforme Riani (2006), a identificação da cadeia de valor consiste em mapear o conjunto de todas as atividades. Nesta fase, é importante separar os processos em três categorias: os que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados.

2.3.3 Fluxo de valor

Depois de se ter o valor definido e a cadeia totalmente mapeada, assim como os desperdícios eliminados, Womack e Jones (1997) diz que é chegada a hora de garantir que as etapas destacadas na identificação da cadeia de valor fluam satisfatoriamente, em outras palavras, é necessário garantir a criação de um fluxo.

Em suma, disse Silva *et al.* (2011), os resultados são melhores quando se focaliza o produto em relação às suas necessidades, e não a organização ou o equipamento, de modo que toda a atividade necessária para se projetar, pedir e fornecer um produto ocorra em um fluxo contínuo.

2.3.4 Produção puxada

Depois de estabelecidos o valor, sua cadeia e o fluxo da produção, é necessário garantir a capacidade de projetar, programar e fabricar, exatamente, o que e quando o cliente quer. Significa, ainda conforme os dizeres de Silva *et al.* (2011), que se pode prescindir da projeção de vendas e simplesmente fazer o que os clientes necessitam, ou seja, pode-se deixar que o cliente puxe o produto, quando necessário, em vez de lhe empurrar, muitas vezes, o indesejado.

2.3.5 Busca da perfeição

Womack e Jones (1997) afirmaram que à medida que as organizações começarem a garantir que os quatro primeiros princípios estejam presentes na organização, mais especificamente, que a empresa consiga definir o valor, sua cadeia, consiga garantir um fluxo de produção a partir do pedido do cliente, a qualidade em seus produtos e serviços virá por consequência.

Ao intensificar a aplicação dos quatro princípios de forma interativa, surgem novos desperdícios e novos obstáculos ao fluxo de valor, criando-se oportunidades de melhoria e permitindo sua eliminação de modo que, o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é contínuo e incessante. Ao mesmo tempo, conforme Silva *et al.* (2011), se pode oferecer um produto que se aproxima ainda mais daquilo que o cliente realmente quer.

A partir do conceito dos cinco princípios descritos acima, observa-se que a força de transformação da iniciativa enxuta está na especificação correta do valor para o cliente final, acabando com a tradicional forma de cada membro da cadeia de valor especificar de forma diferente. Além disso, o pensamento enxuto está focado na eliminação das atividades que não agregam valor e estimulação de ações que adicionem valor e ocorram conforme os pedidos dos clientes e de maneira contínua. Para isso, a filosofia enxuta é sustentada por pilares que garantem a busca pela criação do fluxo e melhoria contínua. Estes pilares estão descritos a seguir.

2.4 PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

2.4.1 *Just-in-time*

Seguindo o trabalho de Slack, Chambers e Johnston (2009), “*just-in-time*” (JIT) é tanto uma filosofia quanto um método para planejamento e controle das operações que

garante implicações amplas no que se refere ao aprimoramento do desempenho da produção. Mais especificamente, significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários.

Alternativamente, em termos mais completos, o *just-in-time* com base nas palavras de Voss (1987) é:

Uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e local corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do equilíbrio entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia chave do JIT é a simplificação.

Complementando, no sistema de produção enxuta, a programação do material é feita através de um sistema puxado, onde o ponto inicial da manufatura é o pedido do cliente, que vai para a montagem final. Esta, então, solicita componentes para o processo de manufatura anterior ao seu, e assim sucessivamente até o processo inicial da cadeia produtiva. Existem dois objetivos para a implementação da produção puxada que são a redução do tamanho dos lotes de produção e a manufatura de componentes livres de falhas. Em sua forma mais extrema, um sistema de produção puxada proverá cada operação com os componentes corretos, na quantidade exata e momento adequado (MONDEN, 1984; SHINGO, 1996).

De acordo com Correia e Gianesi (1993), o *JIT* busca atingir esse objetivo por meio da redução dos estoques que tendem a esconder os problemas e são utilizados para evitar discontinuidades do processo produtivo quando há problemas de produção, como paradas para manutenção corretiva ou retrabalho.

É fundamental que se entenda que o *JIT* é somente um "meio" de alcançar o verdadeiro objetivo do STP que é o de aumentar os lucros através da completa eliminação das perdas por meio da utilização de uma série de técnicas. Essas técnicas, ferramentas e práticas interligadas formam a estrutura do STP segundo as palavras de Ghinato (1995).

As técnicas mais comumente relacionadas ao *JIT* são explicadas por Slack, Chambers e Johnston (2009). Eles afirmaram que é necessário desenvolver práticas de trabalho que apoiem a eliminação de desperdícios e o aprimoramento contínuo. Afirmaram também que é necessário um projeto de manufatura com operações focadas que reduzam a complexidade.

Ainda baseado no trabalho de Slack, Chambers e Johnston (2009), sabe-se que as máquinas devem ser simples e pequenas, com um arranjo físico que facilite o fluxo, além de

envolver todos os funcionários, empregar manutenção produtiva total e reduzir o tempo de *setup* e troca, a fim de garantir benefícios como: confiabilidade, flexibilidade e simplicidade.

2.4.1.1 Takt time

O *takt time* é o tempo de trabalho disponível dividido pelo número de unidades concluídas necessárias nesse período de tempo. Isso é muitas vezes referido como o "tambor" na planta, pois é ele que dita o ritmo que a produção precisa seguir. Em outras palavras, é um tempo teórico que uma fábrica deve atender para alcançar a demanda planejada (DUANMU e TAAFFE, 2007).

Quando se produz no ritmo da demanda evita-se o excesso de produção (que ocorre quando se produz mais rápido do que o *takt*) ou a falta de produtos (ocasionada pela produção mais lenta do que exige o *takt*) (TARDIN, 2001).

Finalmente, calcular o tempo *takt* é necessário para organizar os arranjos físicos em formato celular, especificar processos de fabricação, definir as rotas e horários de abastecimentos de material e, finalmente, os níveis de estoque (COCHRAN e LINCK, 1998).

2.4.1.2 Produção puxada e fluxo contínuo

Considerada como um princípio básico do STP, sempre que possível, deve-se estabelecer um fluxo contínuo e unitário entre as operações, pois este é o modo mais eficiente de produzir, uma vez que a produção puxada ou o sistema de puxar elimina a necessidade de se programar todas as operações por onde passará um pedido. Decisões do que fazer e quanto fazer são tomadas pelos operadores, usando um simples sistema de sinalização que conecta as operações através do processo. O sistema *kanban* é um método de se fazer esta sinalização (FUJIWARA *et al.*, 1998).

Quando se controla a produção dessa maneira, somente uma etapa recebe o pedido do cliente, o processo puxador. Para realizá-lo, ela busca no supermercado (estoque dimensionado de peças prontas no final de cada etapa) de peças da etapa anterior o que ela precisa para realizar o pedido. Esta etapa, por sua vez, busca no supermercado de sua etapa anterior o que for necessário para repor seu próprio estoque, e assim sucessivamente, de modo que o trabalho flua de uma atividade com valor agregado ou atividade de apoio para a próxima atividade de forma constante e sem interrupção, garantindo o chamado fluxo contínuo (TAKAHASHI e NAKAMURA, 2000).

A maneira que a manufatura enxuta encontrou para realizar esse tipo de produção é através do *kanban*. O termo vem do japonês que significa “sinal” ou “cartão”, é uma ferramenta que funciona como um alerta de demanda do cliente, ou seja, autoriza o início da produção ou a retirada de itens em um sistema de trabalho. Esta ferramenta controla o nível de trabalho em processo e o prazo de entrega para os produtos, além disso, pode facilitar um *feedback* imediato sobre anormalidades (OHNO, 1997; FELD, 2000; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003; LIKER, 2005).

É um método, conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. Este sistema utiliza cartões e quadros, conforme as palavras de Barros e Junior (2011), para controlar a transferência de um estágio a outro da operação.

Há, baseando-se no trabalho de Slack, Chambers e Johnston (2009), diferentes tipos de *kanban*. São eles:

- a) *Kanban* de movimentação ou transporte: usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica;
- b) *Kanban* de produção: é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que ele seja colocado no estoque ou supermercado;
- c) *Kanban* do fornecedor: são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio de produção.

Por fim, Ohno (1997) expões que é o método de operação de todo o Sistema Toyota de Produção e o deve funcionar efetivamente para manter o *Just in Time* na fábrica, podendo gerar vários problemas se usada incorretamente, sendo necessário estabilidade e sincronia nos processos.

2.4.2 Automação ou *Jidoka*

De acordo com Ghinatto (1995), a automação ou *Jidoka* foi inventado por Sakichi Toyoda a partir da utilização em teares e disseminado por Ohno. Significa automação com inteligência humana, pois ela fornece aos equipamentos a habilidade de distinguir as peças boas das ruins automaticamente, eliminando a necessidade de monitoramento contínuo dos operadores, ocasionando aumento de produtividade e possibilitando melhores níveis de qualidade (*LEAN INSTITUTE ENTERPRISE*, 2003).

A ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador pára a linha de produção, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e à sua supervisão. Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e conseqüentemente reduzindo as paradas da linha (GHINATTO, 1995).

Com base no trabalho de Faria *et al.* (2007), reforçando o que foi mencionado anteriormente, sabe-se que a automação permite eliminar ou reduzir a fabricação de produtos defeituosos na medida que oferece autonomia ao operador e à máquina para parar a produção quando algo anormal é detectado. Por conseqüência, garante melhor qualidade, menor índice de produtos defeituosos, menor desperdício e maior satisfação do cliente.

2.4.2.1 Separação homem-máquina

A separação homem-máquina nada mais é do que eliminar a necessidade de monitoramento contínuo; em outras palavras, o trabalhador não precisa mais “ficar preso” ao equipamento. A automação com inteligência humana fornece aos equipamentos, como já foi dito, a habilidade de distinguir as peças boas das ruins automaticamente, possibilitando que o trabalhador realize outras atividades, garantindo um aumento na produtividade e na flexibilidade das atividades realizadas pelos funcionários (*LEAN INSTITUTE ENTERPRISE*, 2003; FARIA *et al.*, 2007).

2.4.2.2 Controle de qualidade zero defeitos

No Sistema Toyota de Produção, a expressão "Zero Defeitos" tem um significado completamente diferente do que foi consagrado no ocidente. O "Controle da Qualidade Zero Defeitos" (CQZD) na Toyota não é um programa, mas um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas (GHINATO, 1995).

Esse método, disse Ghinato (1995), é a base operacional essencial para a prática da automação e, conforme o trabalho de Shingo (1986), sua sustentação é garantida através de quatro pontos fundamentais, a saber:

- a) Utilização da inspeção na fonte. Este método de inspeção tem caráter preventivo, capaz de eliminar completamente a ocorrência de defeitos pois a função controle é aplicada na origem e não sobre os resultados;
- b) Utilização de inspeção 100% ao invés de inspeção por amostragem;
- c) Redução do tempo decorrido entre a detecção do erro e a aplicação da ação corretiva;
- d) Reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis. Aplicação de dispositivos à prova-de-falhas ("*Poka-Yoke*") cumprindo a função controle junto à execução.

Finalizando a discussão sobre CQZD, sua meta é garantir que um sistema seja capaz de produzir consistentemente produtos livres de defeitos. Este conceito, na Toyota, é aplicado a todas as operações e processos de forma que cada operação e cada processo seja planejado considerando todas as possibilidades de falha. Esta postura preventiva evita a execução sob condições anormais (erros) que gerariam o defeito (GHINATO, 1995).

2.4.2.3 Flexibilização da Mão-de-Obra

Uma das três razões-chaves que definem a filosofia enxuta, segundo o trabalho de Slack, Chambers e Johnston (2009), é o envolvimento dos funcionários. A filosofia enxuta, normalmente, é vista como um sistema total. Ela visa fornecer diretrizes que incluam todos os funcionários e processos na organização.

Dessa maneira, Slack, Chambers e Johnston (2009) finalizam dizendo que o enfoque enxuto à gestão dos recursos humanos incentiva a resolução de problemas por equipes, o enriquecimento de cargos (por meio da inclusão de tarefas de manutenção e *setup* na atividade de operadores), a rotação de cargos e multi habilidades. Sua intenção, através da flexibilização de sua mão-de-obra é encorajar o alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento e senso de propriedade do trabalho.

2.5 FERRAMENTAS GERENCIAIS INSERIDAS NA PRODUÇÃO ENXUTA

Como já foi falado e embasado através das palavras de Ghinatto (1995), todas as técnicas, ferramentas, princípios e práticas devem ser usados de maneira interligada para assim formar a estrutura do STP e, dessa maneira, alcançar o grande objetivo da filosofia enxuta que é reduzir as perdas e os custos desnecessários no processo de fabricação.

Num ambiente onde haja iniciativas de implantação de ME, normalmente se encontram ferramentas gerenciais e modelos de trabalho muito comuns e, em alguns casos,

pode haver até mesmo equívoco no entendimento entre o uso de uma ferramenta de gestão e a própria implantação da ME. Portanto, é importante descrever tais ferramentas e identificar quais contribuições para o estabelecimento da ME elas podem trazer. Dentre as ferramentas, destacam-se conforme Pescarmona (2011) e Liker (2005):

2.5.1 5 S

Surgiu no Japão, no momento em que se buscava métodos para ajudar a reconstruir o país no pós-guerra e veio para o Brasil juntamente com os conceitos da Qualidade. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o 5S é um método de “arrumação de casa” para organizar as áreas de trabalho que enfatiza a organização, limpeza e padronização do ambiente de trabalho.

Os objetivos principais desta ferramenta, conforme Riani (2006) são: melhorar a qualidade dos produtos/serviços; melhorar o ambiente de trabalho e de atendimento ao usuário; melhorar a qualidade de vida dos funcionários; educar para a simplicidade de atos e ações; maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir gastos e desperdícios; otimizar o espaço físico; reduzir e prevenir acidentes; melhorar as relações humanas; aumentar a autoestima dos funcionários.

Este método é representado pela letra “S”, as quais no português são traduzidas e acrescentadas pela palavra senso (HENDERSON e LARCO, 2000; FELD, 2000; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003; HERNÁNDEZ MATÍAS e VIZÁN IDOLPE, 2013):

- a) Seiri (senso de utilização): separar e classificar os objetos em útil e inútil, o que for desnecessário deve ser descartado;
- b) Seiton (senso de organização): organizar os itens necessários, identificando e colocando cada objeto no seu devido lugar;
- c) Seiso (senso de limpeza): manter o ambiente limpo, seguro e agradável;
- d) Seiketsu (senso de padronização): manter a organização, arrumação e limpeza obtidas através dos três primeiros “Ss”;
- e) Shitsuke (senso de disciplina): compromisso e disciplina pessoal para manter os padrões definidos.

2.5.2 TPM

O *TPM* ou, em português, a Manutenção Produtiva Total, segundo *Lean Enterprise Institute* (2003), é um conjunto de técnicas que começaram a ser implantadas para garantir a confiabilidade, desempenho e qualidade de todas as máquinas do processo de produção. Entre diversas definições, destaca-se a elaborada pelo *Japanese Institute of Plant Maintenance* (2002):

Esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos.

Em outras palavras, visa eliminar a variabilidade em processos de produção, causada pelo efeito de quebras não planejadas.

Sabe-se com base na mesma referência que o termo “Total” está relacionado a todo o ciclo de vida do equipamento e “Produtiva” diz respeito à eliminação das perdas sofridas pelas máquinas, como quebra, tempo de troca, pequenas paradas e refugo.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), envolve todos os empregados da empresa, desde a alta administração, até os trabalhadores da linha de produção, sendo estes últimos, responsáveis por suas máquinas e por atividades rotineiras de manutenção objetivando aumentar a eficiência global do equipamento.

Feld (2000) aponta que o equipamento é parte integrante de qualquer ambiente produtivo e a confiabilidade do mesmo é essencial para implantação bem-sucedida da produção enxuta, visto que em ambientes enxutos os níveis de estoque são reduzidos e dessa maneira o tempo de operação das máquinas torna-se ainda mais importante. Pouco estoque pode não suprir as paradas de máquinas não planejadas.

Abordando três aspectos principais: a manutenção preventiva, manutenção corretiva; e a manutenção preditiva, o método tem o objetivo de garantir a produtividade e confiança totais dos equipamentos (FELD, 2000), e está estruturada por oito pilares que possuem seus objetivos, sendo eles: manutenção planejada – quebra zero, aumentar a eficiência e eficácia dos equipamentos, manutenção autônoma – capacitação da mão-de-obra; melhoria específica – reduzir o número de quebras e aumentar a eficiência global do equipamento, educação e treinamento – elevar o nível de capacitação da mão-de-obra, controle inicial – reduzir o tempo de introdução de produto e processo, manutenção da qualidade – zero defeito, *TPM* nas áreas administrativas – reduzir as perdas administrativas, escritório de alta eficiência, segurança,

higienene e meio ambiente – zero acidente (HERNÁNDEZ MATÍAS e VIZÁN IDOLPE, 2013).

2.5.3 SMED

O *SMED* (*Single-minute Exchange of Dies*), conhecido também como Troca Rápida de Ferramentas, é uma prática da manufatura enxuta que se refere ao processo para troca de equipamento de produção de uma peça para outra no menor tempo possível. O *SMED* busca reduzir os tempos de troca a um único dígito, ou seja, menos de dez minutos (*LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2003; HERNÁNDEZ MATÍAS e VIZÁN IDOLPE, 2013).

A redução do tempo de troca de ferramentas é de extrema importância no sucesso do sistema de Manufatura Enxuta e segundo Shingo (1996), consiste na quantidade de tempo necessária para trocar uma ferramenta desde a última peça boa produzida de um lote até a primeira peça boa produzida no seguinte lote de produção. Sua consolidação, ainda com base em Shingo (1996), ocorre por meio dos seguintes estágios: separação de operações internas e externas, conversão de *setup* interno em externo, padronização da função dos elementos do *setup*, utilização de fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminação dos fixadores, utilização de dispositivos intermediários para eliminar ajustes durante o *setup* interno, adoção de operações paralelas, otimização de operações eliminando a necessidade de ajustes e mecanização das operações.

Conforme as palavras de Foroni *et al.* (2009), trata-se de um sistema de troca rápida de ferramentas com o objetivo de minimizar os tempos não produtivos no chão de fábrica. É considerado um dos métodos de contribuição mais efetivo para realizar uma produção *Just-in-Time*.

A redução do tempo, conforme o trabalho de Riani (2006), é importante porque melhora a eficácia de todo o equipamento, contribui para implementar programas de produção nivelada, ajuda a reduzir o inventário de produtos finais, dá suporte ao sistema “Fluxo de Produção”, contribui para a eliminação das perdas e desperdícios, além de adicionar a capacidade da máquina e melhorar a qualidade.

Este método busca também a possibilidade de se fazer mais *setups* em um mesmo intervalo de tempo. Feld (2000) destaca, assim como no trabalho de Riani (2006), que reduzir esse tempo é fundamental para garantir flexibilidade, possibilitando, dessa forma, o cumprimento de programas nivelados de produção. Além disso, fornece um tempo mínimo de

produção para peças fabricadas nos equipamentos, permitindo o aumento do mix e a produção do que é necessário no momento.

2.5.4 Gerenciamento visual

O gerenciamento visual ou comunicação visual, como também é conhecido, é definido por Hall (1987) como uma comunicação “sem palavras, sem voz”, não apenas das condições do chão de fábrica para os trabalhadores, mas funcionando como um verdadeiro mapa das condições da empresa para todos aqueles que podem ler sinais físicos.

Trata-se de um conjunto de medidas, como por exemplo: identificação de espaços e equipamentos, identificação de atividades, recursos e produtos, marcas sobre o solo, técnicas e padrões, áreas de comunicação e descanso, informações, instruções e limpeza, que permitem informar de maneira evidente a situação do sistema produtivo focando, principalmente, em dados que evidenciam as perdas e possibilidades de melhora do sistema (HERNÁNDEZ MATÍAS e VIZÁN IDOLPE, 2013).

De acordo com Pinto (2003), é uma ferramenta capaz de transformar o local de trabalho em uma imagem representativa da realidade, uma vez que o local onde existe a Gestão Visual comunica-se por si mesmo. Sua proposta da visibilidade oferece um efetivo e imediato *feedback*, cujos objetivos são:

- a) Oferecer informações acessíveis e simples, capazes de facilitar o trabalho diário, aumentando o desejo de se trabalhar com maior qualidade;
- b) Aumentar o conhecimento de informações para o maior número de pessoas possível;
- c) Reforçar a autonomia dos funcionários, no sentido de enriquecer os relacionamentos e não enfraquecê-los;
- d) Fazer com que o compartilhamento das informações passe a ser uma questão de cultura da empresa (HALL, 1987).

Se a comunicação for simples e clara como é a proposta do Gerenciamento Visual, percebe-se uma melhor integração dos operários com a fábrica e, conseqüentemente, os produtos e serviços prestados terão um direcionamento para uma maior qualidade. Conforme Leahey (1993), a qualidade dos produtos e serviços está basicamente ligada à comunicação existente entre os funcionários.

De modo final, vale salientar algumas vantagens adicionais. De acordo com Mestre *et al.* (1999), a gestão visual garante maior facilidade de assimilação das informações por parte dos trabalhadores, sem contar na facilidade de se encontrar todas as informações necessárias para se obter uma boa comunicação, facilitando, dessa forma, a integração dos funcionários.

2.5.5 Integração da cadeia de fornecedores

Definida de forma ampla como o conjunto agregado de cadeias de valor associadas por relações interorganizacionais que são estendidas a montante e jusante da empresa focal, com o propósito de processar os fluxos financeiro, de materiais, bens, serviços e informações, do primeiro fornecedor do fornecedor até o último cliente do cliente, tal como o fluxo reverso de componentes, produtos e materiais retornáveis, gerando valor ao cliente (LA LONDE e MASTERS, 1994; CHRISTOPHER, 1997; MENTZER *et al.*, 2001; THAKKAR *et al.*, 2008; BOWERSOX *et al.*, 2014).

Uma cadeia de suprimentos é formada por um conjunto de empresas estratégicas lideradas por uma empresa líder. Cada empresa componente contribui com suas competências centrais, as quais estão inseridas nas cadeias de valor das organizações arrançadas. O conjunto de cadeias de valor das empresas componentes configura uma cadeia de suprimentos. Nesse sentido, esse conjunto pode ser constituído por fornecedores e clientes distribuídos globalmente no mundo em função do atendimento de necessidades mútuas (OLIVEIRA e LEITE, 2009).

Em suma, a gestão e integração de uma cadeia de suprimentos ou fornecedores é um conjunto de abordagens que contempla, com eficiência, fornecedores, fabricantes, depósitos e pontos comerciais de modo que a mercadoria é produzida e distribuída nas quantidades corretas, aos pontos de entrega e nos prazos corretos, com o objetivo de minimizar os custos totais do sistema sem deixar de atender às exigências em termos de nível de serviço (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, SIMCHI-LEVI, 2010).

Tais abordagens, finalizando conforme Riane (2006), corroboram com um dos objetivos principais da produção enxuta, o compromisso com clientes e fornecedores. A integração da cadeia de fornecedores no sistema enxuto, que tem como objetivo otimizar os processos e procedimentos, permite que as empresas fabricantes individuais se juntem em um processo industrial contínuo e dessa forma permaneçam competitivas no mercado garantindo suas entregas em quantidade, qualidade, momento e local corretos.

2.5.6 VSM

É uma técnica apresentada por Rother e Shook (1998) que permite entender o fluxo de material, pessoas e informações. Apresenta as etapas necessárias para a produção de um produto, que vai desde o consumidor até o fornecedor e é fundamental para auxiliar na identificação dos desperdícios e suas origens.

A primeira etapa consiste em selecionar a família de produtos, ou seja, um grupo de produtos que passam, basicamente, pelas mesmas etapas de fabricação e utilizam equipamentos comuns nos seus processos. Posteriormente, a etapa de desenhar o estado atual envolve a coleta de dados no chão de fábrica, estes dados fornecerão as informações necessárias para desenvolver um estado futuro (ROTHER e SHOOK, 1998).

No desenho do estado futuro, busca-se projetar e introduzir um fluxo de valor enxuto, Rother e Shook (1999) ainda evidenciam que uma situação atual tem mais utilidade com a situação futura de modo que as ideias sobre o estado futuro podem surgir durante o mapeamento do estado atual, assim como mapear o estado futuro pode trazer informações sobre o estado atual que não haviam sido destacadas.

Conforme as palavras de Slack, Chambers e Johnston (2009), permite uma abordagem simples, mas eficaz de entender o fluxo de material e informação à medida que se agrega valor a um produto ou serviço. Em suma é uma forma de mapear visualmente o caminho da produção e pode, ainda, colaborar para a medição de indicadores de desempenho como o tempo de atravessamento e o tempo de agregação de valor (MENEZES e MARTINS, 2010).

2.6 MODELO E MEDIÇÃO DE MATURIDADE

Sabe-se, através do trabalho de Santos (2011) que o conceito de maturidade foi proposto inicialmente por Crosby (1979) no chamado “Aferidor de Maturidade da Gerência de Qualidade”. Depois, houve adaptações pela *SEI (Software Engineering Institute)*, que criou o *CMM (Capability Maturity Model)* juntamente com o surgimento de outros modelos como, por exemplo, o *OPM3 (Organizational Project Management Maturity Model)*, o *PMMM (Project Management Maturity Model)*, o modelo unificado para PDP, o *CMMI (Capability Maturity Model Integration)*, dentre outros (QUINTELA e ROCHA, 2007).

Dessa maneira, conforme suas adaptações, a *SEI (2006)* diz que a maturidade organizacional é definida como o grau da implantação de processos documentados, gerenciados, medidos, controlados e melhorados continuamente, realizada por uma organização de forma consistente, podendo ser medida por meio de avaliações.

Complementando este pensamento, os autores a seguir referenciados dizem que medir maturidade diz respeito à investigação, avaliação e medição do estado atual das operações, comparando-as com os padrões de melhores práticas, a fim de definir um grau de implantação (Ray *et al.*, 2006; Chapin e AKRIDGE, 2005).

Não obstante, Rozenfeld *et al.* (2006) dissertam que o nível de maturidade dos processos de uma empresa representa o quanto das melhores práticas ela aplica, o que resulta em um desempenho superior no processo. Uma prática aprimorada representa a forma mais eficaz de realizar determinada atividade que, comprovadamente em outras empresas, tem trazido os melhores resultados.

Conforme o nível de maturidade, os processos podem ser classificados em imaturos e maduros (institucionalizados). Processos imaturos são improvisados, dependentes de pessoas, normalmente reativos e as responsabilidades não são claras. Todavia, processos maduros são definidos, documentados, nos quais as responsabilidades são claras e bem controladas (SANTOS, 2011).

De acordo com Ladeira, McCormack e Oliveira (2008), um modelo de maturidade representa uma abordagem com os componentes relacionados à definição, avaliação, gestão e controle de processos de negócio. Ele diz ainda que as empresas que conseguem focar estrategicamente em seus processos de negócio conseguem alcançar um ótimo nível de performance além de ter um ambiente de trabalho com altos níveis de cooperação e menos conflitos.

Novamente, é necessário dizer, agora conforme as palavras de Hammer (2007), que as empresas percebem que precisam mudar muitas coisas para aproveitar melhor o que os processos podem oferecer, mas elas, geralmente, não estão certas sobre o que exatamente precisam mudar ou como e quando mudar.

Nesse sentido, a avaliação dos processos organizacionais por meio de instrumentos de análise de maturidade permite que as pessoas foquem em objetivos funcionais, pois ao se fazer o diagnóstico, as pessoas passam a conhecer todo seu processo e, por isso, podem tomar decisões mais adequadas, benéficas para o processo como um todo (HAMMER, 2007).

Hammer (2007) ainda diz que os executivos, especialmente quando eles trabalham em diferentes funções, frequentemente discordam sobre os fatores que ajudam a transformação dos processos em geral (enxutos ou não), de modo que, sem conhecer no que eles devem se concentrar, são incapazes de dominar a ciência de transformá-los.

Para a obtenção dos objetivos propostos pela ME, ou seja, alcançar uma maior maturidade, as empresas devem aumentar a consciência do *Lean*, identificar e mitigar suas barreiras, promover a mudança de cultura da organização e do papel dos líderes da equipe, formar times multifuncionais, aumentar o nível de comprometimento dos funcionários e integrar toda a cadeia de suprimentos (do fornecedor ao cliente), envolvendo a necessidade de inovação e adaptação na organização, através de um conjunto de princípios *Lean*, juntamente com os sistemas de informação verticais na organização (BHAMU e SANGWAN, 2014).

A ME deve sempre ser considerada como uma jornada, é essencial identificar o caminho que a empresa deve seguir para ser considerada legitimamente uma organização enxuta (RANSOM, 2008; LEE, 2007; HUSBY, 2007), pois só assim, prosseguindo com o trabalho de Hammer (2007), é possível que as pessoas foquem em objetivos funcionais, e que conhecendo todo seu processo, possam tomar decisões mais acertadas.

Nesse contexto, destaca-se a necessidade da medição e avaliação dos processos de manufatura enxuta, pois a incorreta aplicação de suas estratégias resulta em ineficiência dos recursos da organização e redução da confiança do trabalhador em suas estratégias (MARVEL e STANDRIDGE ,2009).

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Esse capítulo tem como objetivo apresentar o método de pesquisa utilizado, a estrutura teórico-conceitual, o projeto dos casos, a elaboração e validação do questionário, o teste piloto e o planejamento da coleta de dados. O transcorrer da pesquisa é embasado por Miguel (2007), que tratam sobre a realização de estudo de caso. Seguindo seu passo a passo, o presente capítulo foi estruturado conforme os itens a seguir.

3.2 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado neste trabalho foi o estudo de caso múltiplo. Trata-se de uma pesquisa empírica, baseada em evidências qualitativas e quantitativas que investigam um fenômeno contemporâneo inserido no contexto de vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidas (GANGA, 2012; YIN, 2010).

Seu propósito é aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido para que possa estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria (MATTAR, 1996).

Existem alguns desafios ao conduzir um estudo de caso, por exemplo: o tempo gasto, as habilidades necessárias dos entrevistadores, o cuidado com as generalizações e conclusões vindas de um número limitado de casos. Apesar disso, os resultados podem gerar um impacto significativo, que ultrapasse os limites dos questionários e modelos, podendo levar a novos e criativos resultados, além de desenvolver novas teorias (VOSS, TSIKRIKTSIS e FRONLICH, 2002).

Muitos dos conceitos e teorias inovadoras no gerenciamento de operações, da produção enxuta à estratégia de manufatura, foram desenvolvidos por meio do estudo de caso. Esse método enriquece não somente a teoria, mas também o pesquisador. Conduzir uma pesquisa de campo e ser exposto a problemas reais provoca a criação de soluções criativas em todos os níveis da organização, além dos variados contextos de casos que beneficiam pessoalmente o pesquisador que a conduz (VOSS, TSIKRIKTSIS e FRONLICH, 2002).

Os estudos de caso podem ser classificados, segundo Yin (2001) e Voss, Tsikriktsis e Fronlich (2002), de acordo com seu conteúdo e objetivo final (exploratórios, explanatórios ou

explicativos e descritivos) ou quantidade de casos (caso único – holístico ou incorporado ou casos múltiplos – também categorizados em holísticos ou incorporados) (MIGUEL, 2007).

Conforme Ganga (2012), são explicativos ou explanatórios aqueles que têm como objetivo explicar os presumidos vínculos causais nas intervenções da vida real que são demasiadamente complexos para os métodos quantitativos como *surveys* ou experimentos. Ele é considerado descritivo quando visa descrever uma intervenção e o contexto da vida real em que ela ocorreu ou quando pretende ilustrar determinados tópicos em uma avaliação. Por fim, o estudo de caso é considerado exploratório quando é utilizado para investigar as situações em que a intervenção que está sendo avaliada não possui um único e claro conjunto de resultados.

O trabalho em questão tem como objetivo identificar e analisar o nível de maturidade de empresas situadas na região sul de Minas Gerais com relação à filosofia e práticas da Manufatura Enxuta. Em outras palavras, vai avaliar o quanto e em que nível os conceitos e práticas enxutas estão sendo desenvolvidos. Desta maneira, tal estudo classifica-se como exploratório, por querer aprofundar o conhecimento acerca de um problema (qual o nível de maturidade de empresas do sul de Minas Gerais) não suficientemente definido.

O instrumento de investigação escolhido para a coleta dos dados da presente pesquisa foi o questionário com questões fechadas, o que facilita decisões rápidas por meio do respondente, conforme Forza (2002). Além dele, a fim de identificar o perfil do respondente e alguma características da organização, algumas questões semi-estruturadas foram propostas e aplicadas anteriormente ao instrumento de investigação da maturidade.

Voltando ao instrumento de avaliação da maturidade, trata-se, conforme Marconi e Lakatos (1996) e Mattar (1996), de um questionário estruturado não disfarçado, ou seja, o respondente sabe qual é o objetivo da pesquisa, sendo o questionário padronizado, usando questões fechadas.

Foi enviado para validação por meio eletrônico, garantindo a facilidade da comunicação com os entrevistados, evitando a influência do entrevistador e proporcionando economia de custo, tempo e viagens (MARCONI e LAKATOS, 1996; MATTAR, 1996).

Quanto à sua escala, ainda usando como base o trabalho de Forza (2002) e autores como Crisnall (1973) e Parasuraman (1991), classifica-se como ordinal. Conforme os autores citados, este tipo de escala ordena o que está sendo estudado de acordo com certas características, além de servirem também para nomear, identificar e ou categorizar pessoas, objetos ou fatos.

Ainda sobre o instrumento de coleta de dados, vale salientar as vantagens e desvantagens quanto à estratégia de aplicação. Ganga (2012) propôs com base nos trabalhos de Forza (2012), Rea e Parker (1997) e Miller (1991), a seguinte comparação (Tabela 1). Nesta tabela, o número “1” indica que a estratégia de aplicação tem máxima força, e o “3”, o menor desempenho.

Tabela 1 - Comparação das estratégias de aplicação do questionário

<i>Fatores</i>	<i>E-mail</i>	<i>Entrevista pessoal (Face a face)</i>	<i>Entrevista pessoal por telefone</i>
<i>Baixo custo relativo</i>	1	3	2
<i>Alta Taxa de resposta</i>	3	1	2
<i>Maior Cobertura da amostra</i>	3	1	3
<i>Alta capacidade do instrumento de medida captar a percepção do respondente, incluindo materiais sensitivos</i>	2	1	3
<i>Confiabilidade e validade geral</i>	2	1	3
<i>Baixo tempo para coletar dados</i>	3	2	1
<i>Anonimato</i>	1	3	2
<i>Alta conveniência</i>	1	3	3
<i>Maior influência do entrevistador</i>	3	1	2
<i>Flexibilidade no sequenciamento das questões, detalhes e explicações</i>	3	1	2
<i>Alta capacidade de contatar populações de difícil acesso</i>	3	1	2
<i>Falta de questões abertas</i>	1	3	2
<i>Alta garantia de que as instruções de preenchimento são seguidas</i>	3	1	1
<i>Flexibilidade</i>	2	1	2
<i>Grande estresse do respondente</i>	3	1	2

Fonte: (GANGA, 2012; FORZA, 2009; REA e PARKER, 1997; MILLER, 1991)

A entrevista face a face e a visita em campo são partes importantes do desenvolvimento de uma metodologia como o estudo de caso múltiplo. Dessa forma, sabe-se, observando a Tabela 1, que este tipo de abordagem, mesmo podendo gerar maior desconforto ao entrevistado e maior custo, garante uma alta taxa de resposta, uma maior flexibilidade, uma maior capacidade do instrumento de coleta de dados captar a percepção do respondente, sem contar a possibilidade de se obter mais informações através da observação.

Por último, é importante ilustrar a condução de um estudo de caso, que pode ser múltiplo ou não. Detalhadamente, adaptado de Ganga (2012) e Miguel e Augusto (2007), o passo a passo é ilustrado abaixo, na Figura 3. Nele, as atividades de cada etapa desta pesquisa estão expostas para que se possa ter uma ideia mais ampla do transcorrer do trabalho.

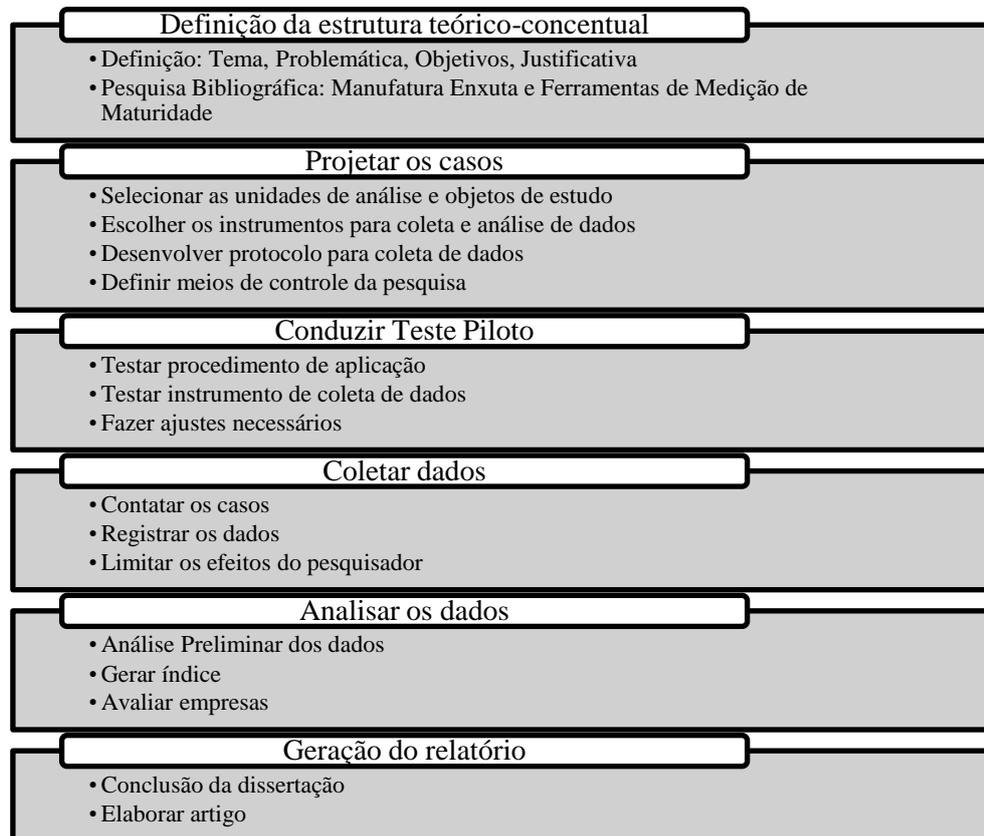


Figura 3 - Detalhamento das etapas do estudo de caso

Fonte: Adaptado de Ganga (2012), Miguel e Augusto (2007)

3.3 CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO

3.3.1 Definição de uma estrutura teórico-conceitual

Na elaboração desse tipo de pesquisa deve-se primeiramente definir um referencial conceitual teórico para o trabalho, de forma a resultar em um mapeamento da literatura sobre o assunto. Esse mapeamento localiza o tópico de pesquisa no contexto da literatura disponível sobre o tema (CROOM, 2005).

Kerlinger (1991) complementa que esta etapa começa com uma profunda e criteriosa análise da literatura a fim de mapear um conjunto de conceitos inter-relacionados, definições

e proposições que apresentem uma visão sistemática do fenômeno, especificando relações ente variáveis, com o objetivo de explicar e predizer o fenômeno estudado.

Foi através dessa etapa que se definiu o tema, os objetivos e a escolha do instrumento de coleta de dados. Ela permitiu a elaboração dos tópicos presentes no Capítulo 1 deste trabalho, a saber: o tema e a importância da medição dos processos de manufatura enxuta; o objetivo geral da pesquisa de identificar e analisar o nível de maturidade das empresas do sul de Minas Gerais com relação à filosófica e práticas da Manufatura Enxuta, assim como os tópicos referentes aos objetivos específicos.

Os trabalhos de revisão permitiram identificar o foco das pesquisas atuais, como já mencionado no item 4.2, Yadav *et al.* (2017), Gurumurthy (2016), Cherrafi *et al.* (2016), Desai (2016), Bhamu e Sangwan (2014), Walter e Tubino (2013) e Stone (2012) destacam a maturidade da manufatura enxuta como tema abordado, o foco atual nesse tema mostra a sua relevância.

Outro ponto importante diz respeito à tomada de decisão quanto ao instrumento de medição da maturidade da manufatura enxuta. A revisão sistemática da literatura sustentou a escolha de um instrumento que abordasse os principais tópicos, como os destacados no Gráfico de Pareto (Figura 5), assim como os critérios estabelecidos, a saber: gera índice enxuto, disponibilidade do instrumento no trabalho estudado e fácil aplicação (entendimento).

3.3.2 Projeto dos casos

3.3.2.1 Seleção dos objetos de estudo

Já quanto ao projeto dos casos, uma das primeiras tarefas nesse planejamento é a escolha da(s) unidade(s) de análise, ou seja, do(s) caso(s) (MIGUEL, 2007). Num primeiro momento deve ser determinada a quantidade de casos: único ou múltiplos casos (YIN, 2001), resultando em vantagens e dificuldades em cada um desses tipos.

Casos únicos são válidos e decisivos para testar a teoria, quando é raro ou extremo; quando é representativo ou típico, em outras palavras, assemelha-se a muitos outros casos. Já os casos múltiplos são mais consistentes e permitem maiores generalizações, mas demandam maiores recursos e tempo por parte do pesquisador (GANGA, 2012; YIN, 2010).

Portanto, para o presente trabalho, ficou estabelecido o número de quatro empresas para comporem os objetos de estudo desta pesquisa, todas elas situadas na região Sul do Estado de Minas Gerais. O estado representa o terceiro maior PIB do país, conforme IBGE

(2016), e os municípios desta região compõem as primeiras colocações em Produto Interno Bruto do estado, também conforme IBGE (2015). Sobre as empresas:

a) Empresa 1

Descrição das atividades: É especializada na produção de peças usinadas e estampadas de material ferroso e não-ferroso, soldadas e/ou quimicamente tratadas, para serem utilizadas em equipamentos de baixa, média e alta tensão. Também fabrica peças de reposição para diversos ramos da indústria e ainda utensílios para a área médica-hospitalar. Tem pouco mais de 20 anos e fazia parte de um condomínio de empresas, atualmente, vem concentrando suas atividades na caldeiraria (corte, dobra e solda de material em aço) e conta com cerca de 40 colaboradores.

Ramo de atuação: Usinagem e Caldeiraria.

b) Empresa 2

Descrição da empresa: Original dos Estados Unidos, é uma empresa que produz grande variedade de produtos de consumo, serviços de engenharia e sistemas aeroespaciais para uma ampla variedade de consumidores, de usuários domésticos a grandes corporações. Presente em 95 países, com um quadro de colaboradores de cerca de 100.000 pessoas, a empresa possui várias marcas que os consumidores podem reconhecer. Inventa e fabrica tecnologias que abordam alguns dos desafios em energia, segurança, produtividade e urbanização global. Misturaram produtos físicos com software para suportar sistemas conectados que melhoram casas, edifícios, fábricas, utilitários, veículos e aeronaves, possibilitando mais segurança, tecnologia e produtividade.

Ramo de atuação: Aeroespacial, casa e construção, segurança e produtividade, performance e tecnologia.

c) Empresa 3

Descrição da empresa: Empresa fundada em 1978, atua no mercado civil para transporte de passageiros; no segmento Corporate, no transporte de executivos; no segmento governamental, fornecendo seus produtos para os governos estaduais e suas polícias; segmento *Oil & Gás*, que tem como principal comprador a Petrobrás, transportando passageiros e materiais; e militares. A empresa lidera o mercado

brasileiro com participação de 49% no mercado civil, 45% no segmento *corporate*, 66% no mercado militar, 81% do segmento governamental. Atualmente, conta com duas linhas de produção, uma para reparação de produtos antigos e outra para a produção de produtos novos.

Ramo de atuação: Aeronáutico.

d) Empresa 4

Descrição da empresa: é uma empresa de peças automotivas que conta com unidades em diversos países como: Alemanha, Brasil, Estados Unidos, China, México e Índia.

Os principais componentes automotivos fabricados são: pistão, bielas, camisas, anéis, bronzinas, buchas, trem de válvula, filtros, radiadores, condensadores, compressores e ar condicionado. Possui plantas em Jaguariúna, Arujá, São Bernardo do Campo, Limeira e Mogi Guaçu, Itajubá, além de possuir uma unidade na Argentina. Atualmente, está listada entre as 10 maiores empresas do mundo no ramo, com 170 plantas, presente em 34 países e 5 continentes. Possui 15 Centros Tecnológicos espalhados pelo mundo, com mais de 6.000 profissionais dedicados.

Ramo de atuação: Automobilístico.

De acordo com Yin (2010) e Eisenhardt (1989), para estudos desta natureza, uma quantidade de casos entre 4 e 10 se mostra como uma escolha adequada.

Tais empresas foram escolhidas por conta dos setores de atuação e por conta do contato com os profissionais. Esse contato facilitou o acesso as informações, às visitas em campo e a disponibilidade para responder aos questionamentos.

Além disso, o recorte de tempo também é importante, resultando em casos retrospectivos ou longitudinais. Um estudo de caso retrospectivo investiga o passado, coletando dados históricos. Em função da natureza histórica, é difícil determinar relações de causa e efeito, os participantes podem não recordar precisamente os eventos estudados e a análise documental não necessariamente reflete o que realmente ocorreu (MIGUEL, 2007; SOUZA, 2005).

Já o estudo de caso longitudinal, como o deste trabalho, investiga o presente, de certa forma superando as limitações do estudo de caso retrospectivo. No entanto, pode trazer limitações de acesso aos dados e informações, pode resultar em grande consumo de tempo e,

não necessariamente, ser conduzido em tempo real (SOUZA, 2005). Ou seja, de certa forma pode apresentar alguma retrospectividade.

Na adoção de estudo de caso múltiplo, pode-se ter um maior grau de generalização dos resultados, porém espera-se uma profundidade menor na avaliação de cada um dos casos, além de consumir mais recursos (MIGUEL, 2007; YIN, 2001; SOUZA, 2005). Como regra geral, uma quantidade de 4 a 10 casos é considerada na literatura como um valor adequado (EISENHARDT, 1989).

3.3.2.2 Escolha do instrumento para coleta e análise dos dados

A partir da seleção dos casos, deve se determinar os métodos e técnicas tanto para a coleta quanto para a análise dos dados. Nesse sentido, devem ser empregadas múltiplas fontes de evidência. Usualmente, considera-se entrevistas (estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas), análise documental, observações diretas e, embora de forma restrita, pode-se incluir *surveys* (MIGUEL, 2007). Cabe ainda destacar que as entrevistas devem considerar diferentes indivíduos, em uma perspectiva diversificada em termos de áreas funcionais, níveis hierárquicos, ou quaisquer outras características importantes, como por exemplo o grau de escolaridade ou o sexo (MIGUEL, 2007).

Os dados podem ser coletados de diversas formas, em diferentes configurações e em diferentes fontes. Na pesquisa do tipo levantamento e de estudo de caso, os principais métodos utilizados para coletar dados são entrevistas e questionários (FORZA, 2002; GANGA, 2012).

Cada método de coleta de dados possui méritos e deficiências, como já mostrado no Tabela 3. As decisões sobre qual método é melhor não podem ser feitas em resumo; em vez disso, eles devem ser baseados nas necessidades da pesquisa específica, bem como em restrições de tempo, custo e recursos (FORZA, 2002).

Para a escolha da ferramenta a ser adaptada para o questionário alguns critérios foram criados. Tais critérios não tem a intenção de classificar as ferramentas como melhores ou piores, todas cumprem seu propósito de medir o nível de maturidade da manufatura enxuta de acordo com suas respectivas metodologias. Deste modo, os critérios são exclusivamente para avaliar quais ferramentas estariam aptas a serem utilizadas conforme a metodologia desta pesquisa

Ou seja, a intenção era encontrar um trabalho que pudesse ser utilizado como um questionário (caso já não fosse um), que estivesse de acordo com o que a revisão da literatura

abordou como importante para o tema, que o método estivesse disponível para consulta no trabalho em questão, que fosse de fácil entendimento e por fim, que pudesse gerar um índice numérico de maturidade além da classificação qualitativa.

Considerando esses aspectos, a metodologia adotada e as análises elaboradas nos tópicos 4.2 e 4.3 optou-se por coletar os dados através de visitas em campo para observar as linhas de produção, entrevista inicial com questões abertas para captar o perfil do respondente e o contexto da empresa com os aspectos enxutos e posteriormente, coletar os dados através de um questionário estruturado não disfarçado com questões fechadas, cujas alternativas são:

- a) NA: Não se aplica;
- b) NE: Não existe mas poderia ser implantado;
- c) MFR: Item com aplicação muito fraca;
- d) FR: Item com aplicação fraca;
- e) FO: Item com aplicação forte;
- f) MFO: Item com aplicação muito forte.

O pesquisador atribuiu uma avaliação para cada item da lista, conforme os critérios acima e além disso, atribuiu-se um peso a cada possibilidade de resposta, conforme segue: NE = 0,0; MFR = 2,5; FR = 5,0; FO = 7,5; MFO = 10,0.

Tal instrumento é uma adaptação do modelo utilizado por Saurin e Ferreira (2008), o escolhido após as análises, e nele o índice de maturidade é calculado através da seguinte equação:

$$Nota = ((B \times 2,5) + (C \times 5,0) + (D \times 7,5) + (E \times 10)) \div A \quad (1)$$

Em que:

- A: número de itens aplicáveis;
- B: número de itens com aplicação muito fraca;
- C: número de itens com aplicação fraca;
- D: número de itens com aplicação forte;
- E: número de itens com aplicação muito forte.

Com base na nota obtida pode-se classificar o item avaliado conforme a Tabela 2 a seguir. É importante destacar que a escala foi definida com base nos pesos estabelecidos no próprio instrumento de avaliação.

Tabela 2 - Escala de pontuação e classificação

<i>Pontuação</i>	<i>Classificação</i>
$0 \leq nota \leq 2,5$	Muito Fraca (MFR)
$2,5 < nota \leq 5$	Fraca (FR)
$5 < nota \leq 7,5$	Forte (FO)
$7,5 < nota \leq 10$	Muito Forte (MFO)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Como já foi mencionado no tópico 4.2 e ilustrado no Gráfico de Pareto (Figura 5), o SMED, Kanban, VSM, Times flexíveis, Ferramentas da qualidade, Comunicação padronizada, 5S e Trabalho Padronizado são mais frequentemente mencionados na literatura. O instrumento aborda não só esses temas, mas também cumpre com os requisitos referentes a disponibilida do instrumento no trabalho analisado, fácil aplicação e capacidade de cálculo do índice enxuto, garantindo, dessa forma, uma ampla avaliação.

Em seu formato original o questionário apresenta 88 questões, sendo: 19 sobre produção puxada e fluxo contínuo, 4 sobre integração da cadeia de fornecedores, 5 sobre operações padronizadas, 4 sobre nivelamento da produção, 2 sobre balanceamento da produção, 3 sobre flexibilização da mão de obra, 4 sobre controle da qualidade zero defeito, 7 sobre manutenção produtiva total, 9 sobre troca rápida de ferramenta, 8 sobre gestão visual, 9 sobre melhoria contínua e 4 sobre *VSM*.

Com o transcorrer das adaptações o questionário foi reduzido para 56 questões, as questões englobadas em produção puxada e fluxo contínuo foram desmembradas, antes avaliado junto ao tópico de gestão visual os quesitos referentes ao 5S ganharam uma seção única, assim como *takt time* e fluxo contínuo. Em linhas gerais cada tópico passou a conter números de questões iguais, a saber: trabalho e operações padronizadas, nivelamento da produção, melhoria contínua, *takt time*, fluxo contínuo, produção puxada, 5S, *SMED*, *TPM*, integração da cadeia de fornecedores, *VSM* e gestão visual com 4, separação homem-máquina e controle da qualidade zero defeitos (CQZD) com 3, flexibilização da mão-de-obra com 2.

3.3.2.3 Desenvolvimento e controle do protocolo

Sabe-se que o desenvolvimento do questionário é uma das etapas importantes do processo de condução de pesquisas do tipo, como *surveys* e estudos de caso, e vem ganhando atenção dos pesquisadores nas últimas décadas (BRYMAN e BELL, 2007; FORZA, 2002; KALTON, 2000).

No que diz respeito ao desenvolvimento do protocolo, o estudo de caso requer as mesmas recomendações de uma pesquisa levantamento ou *survey*, ou seja, o instrumento para coleta de dados deve abranger a teoria pesquisada, mas deve ser amigável para o respondente. Assim, espera-se que a qualidade dos dados coletados bem como a taxa de resposta sejam maiores (CAMPOS, 2011; GANGA, 2012).

As perguntas da pesquisa devem usar palavras consistentes com o nível educacional dos inquiridos pretendidos (MCINTYRE, 1999). Tanto a questão quanto as opções de resposta devem ser claras tanto para o entrevistado quanto para o pesquisador (FOWLER, 1995; SALANT e DILLMAN, 1994). A redação deve impedir interpretações alternativas ou frases incompletas que permitiriam uma interpretação errada (BROWNE e KEELEY, 1998; FOWLER, 1995; SALANT e DILLMAN, 1994).

Como já mencionado no tópico 3.3.2.2, as primeiras adaptações foram principalmente relacionadas ao número e rearranjo das questões, lembrando: o questionário antes com 88 questões passou a conter 56 e as questões englobadas em produção puxada e fluxo contínuo foram desmembradas, antes avaliado junto ao tópico de gestão visual os quesitos referentes ao 5S ganharam uma seção única, assim como *takt time* e fluxo contínuo.

Após tais adaptações, com o intuito de garantir que o instrumento de coleta de informações estivesse de acordo com o que foi dito pelos autores acima, a validação foi feita com 6 especialistas da área. Uma primeira versão adaptada do original foi enviada e depois das avaliações, o questionário, mais detalhado no Anexo A, ficou dividido da seguinte maneira: Seção A – Identificação do perfil do respondente; Seção B – Coleta das informações com relação à aplicação da Manufatura Enxuta na empresa pesquisada, sendo esta estruturada em quatro blocos e ilustrada com a Casa do Sistema Toyota de Produção, conforme Figura 7.

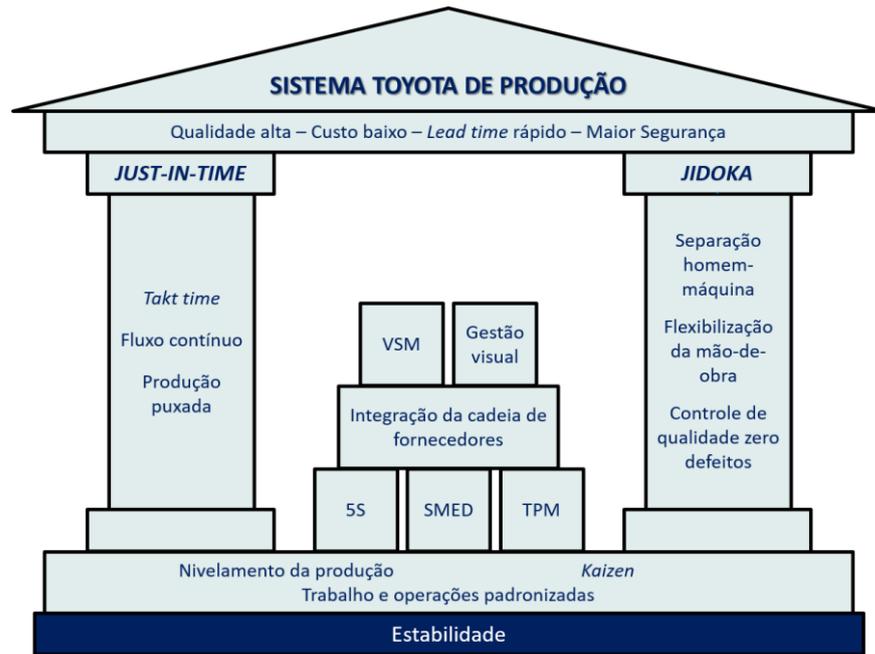


Figura 4 - Casa do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Adaptado de Liker (2005)

Agora esta seção soma 60 questões de múltipla escolha divididas entre:

- a) Bloco 1: Base do Sistema Toyota de Produção (16 questões);
- b) Bloco 2: Pilar do Just-in-Time (12 questões);
- c) Bloco 3: Pilar do Jidoka (8 questões);
- d) Bloco 4: Ferramentas (24 questões).

Entre as principais modificações, destaca-se a criação dos campos para a coleta de dados dos respondentes, a adição de questões relacionadas à estabilidade da ME e a ordem das questões acompanhando o esquema da casa do STP que agora está adaptada para esta pesquisa.

Como ilustra a Figura 4, a estabilidade faz parte do alicerce da casa e garante a sustentação de todo o sistema, por isso e por recomendação dos especialistas, as questões foram incorporadas. Totalizando 4 perguntas, a nova seção foi criada com o intuito de avaliar se a empresa disponibiliza os materiais suficientes para que a demanda dos clientes seja atendida, se ela disponibiliza os recursos de transformação suficientes, se são adotadas praticas para minimizar as alternâncias entre o níveis de produção e se são aplicadas práticas para suavizar as intabilidades e incertezas da demanda.

Em suma, o questionário passou, da versão original com 88 questões, para uma versão final com 60 questões sobre as práticas da ME mais os campos de perfil do respondente e contexto da empresa com a manufatura enxuta. Após a análise das sugestões recebidas e realização das alterações julgadas pertinentes ao desenvolvimento da pesquisa, o instrumento validado foi submetido a um teste piloto.

3.3.3 Teste piloto

A realização de um pré-teste do questionário busca garantir que a estrutura desenvolvida é capaz de medir os indicadores desejados e levar a uma conclusão harmônica com os objetivos propostos pela pesquisa (FORZA, 2002; FREITAS *et al.*, 2000).

Com base no que foi dito, o questionário foi apresentado a colegas, especialistas e aos respondentes-alvo a fim de garantir sua validação. Conforme presente no trabalho de Ganga (2012), submeter o questionário a esses três tipos de pessoas garante, conforme o Quadro 1 a seguir que:

Quadro 1 - Papel do tipo de pessoa no pré-teste

<i>Tipo de Pessoa</i>	<i>Papel no pré-teste</i>
<i>Colegas (outros pesquisadores)</i>	Testar se o questionário consegue atingir os objetivos do estudo
<i>Especialistas</i>	Prevenir a inclusão de questões óbvias que podem revelar um despreparo do pesquisador ante a realidade da empresa
<i>Respondentes-alvo</i>	Fornecer retorno de todos os aspectos que podem afetar as respostas das questões

Fonte: Karlsson (2009) e Ganga (2012)

A aplicação do teste piloto teve por objetivo detectar eventuais dificuldades na interpretação das questões, a coleta ocorreu pelo envio e aplicação do questionário usando os recursos do Google Forms. No total, quatro respondentes de empresas definidas ao acaso, e diferentes das que compuseram os casos múltiplos, participaram desta etapa. Deste modo, pôde-se comprovar a relevância do instrumento para a pesquisa de forma completa e efetiva.

3.3.3.1 Análise de Alfa de Cronbach

Após realizar todos os procedimentos qualitativos de análise de inconsistências na elaboração do questionário, é necessário avaliá-lo quantitativamente.

O teste de *Alfa de Cronbach* permite medir a consistência interna baseada na correlação média entre itens (RODRIGUES e PAULO, 2007). Ele foi utilizado para analisar a confiabilidade interna do questionário através da seguinte equação:

$$\alpha = \frac{K}{(k-1)} \times \left[1 - \frac{S_i^2}{S_{Soma}^2} \right] \quad (2)$$

Em que:

S_i^2 : variância de cada variável K

S_{Soma}^2 : soma da variância de todas as variáveis

Ganga (2012) e Campos (2011) dizem que se a soma da variância de cada item for igual à variância da soma de todos os itens, a confiabilidade é zero. Caso a soma da variância de cada item seja muito menor que a variância total, o alfa será próximo de 1. Portanto, quanto maior o *Alfa de Cronbach*, melhor é a confiabilidade da escala para avaliar o julgamento dos indivíduos. Quando o contrário ocorre, indica grande parcela de subjetividade no item avaliado. Assim, quanto mais itens são colocados para avaliar um conceito, mais confiável será o instrumento de pesquisa.

A literatura, por exemplo em Bryman e Bell (2007), recomenda que o valor do *Alfa de Cronbach* para medir a confiabilidade de um questionário deva situar-se próximo de 0,80. Outros autores, contudo, sugerem adotar níveis inferiores, como 0,7 ou até 0,6, para aceitar como confiáveis os dados obtidos. (CORTINA, 1993 *apud* PRAJOGO, 2011; ZHAO *et al.*, 2008; CORRAR, PAULO E DIAS FILHO, 2007; LITWIN, 1995 *apud* LEE, TO e WU, 2009; MARTINEZ-COSTA, MARTINEZ-LORENTE e CHOI, 2008; QUAZI, HONG e MENG, 2002; LEE e CHOI, 2010).

Para o cálculo deste trabalho, atribuiu-se o valor de 1 a 6 para as alternativas não se aplica (NA), não existe mas poderia ser implantado (NE), aplicação muito fraca (MFR), aplicação fraca (FR), aplicação forte (FO) e aplicação muito forte (MFO). Dessa forma, foi

possível realizar o cálculo para 58 questões. As exclusões da questão 1 e questão 22 se deram pelo fato de que as perguntas tiveram respostas iguais.

De acordo com os resultados obtidos, considerando-se como nível de aceitação mínima o valor de *Alfa de Cronbach* igual ou superior a 0,70, conclui-se que as escalas utilizadas têm consistência interna aceitável, pois todas as questões avaliadas respeitaram o critério acima. A Tabela 7 mostra os resultados do *Alfa de Cronbach* para as questões do questionário neste teste piloto.

Tabela 3 - Análise de Confiabilidade considerando as questões do questionário

<i>Número das questões</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Alpha</i>
Q2	219,67	20,21	0,7963
Q3	219,67	20,21	0,7963
Q4	220,00	20,66	0,8060
Q5	219,33	20,13	0,7963
Q6	219,33	20,13	0,7963
Q7	220,00	20,07	0,7984
Q8	219,67	20,21	0,7963
Q9	220,67	20,26	0,8122
Q10	221,67	21,50	0,8266
Q11	220,33	20,13	0,7963
Q12	221,33	20,11	0,8033
Q13	219,33	19,76	0,7878
Q14	219,67	19,22	0,7783
Q15	219,67	20,21	0,7963
Q16	219,33	19,76	0,7878
Q17	219,67	21,59	0,8282
Q18	219,67	21,59	0,8282
Q19	220,33	21,55	0,8311
Q20	220,33	22,12	0,8385
Q21	221,33	22,05	0,8395
Q23	221,00	20,66	0,8155
Q24	220,33	20,13	0,7963
Q25	221,33	21,08	0,8203
Q26	220,67	20,21	0,7963
Q27	220,67	19,60	0,7877
Q28	220,00	20,66	0,8060
Q29	221,00	19,67	0,7866
Q30	220,67	20,21	0,7963

Tabela 3 - Análise de Confiabilidade considerando as questões do questionário
(continuação)

<i>Número das questões</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Alpha</i>
<i>Q31</i>	221,00	19,67	0,7866
<i>Q32</i>	220,67	20,21	0,7963
<i>Q33</i>	220,00	19,67	0,7866
<i>Q34</i>	220,33	21,13	0,8167
<i>Q35</i>	220,00	20,66	0,8060
<i>Q36</i>	219,33	19,76	0,7878
<i>Q37</i>	219,67	20,21	0,7963
<i>Q38</i>	219,67	20,21	0,7963
<i>Q39</i>	220,00	20,66	0,8060
<i>Q40</i>	219,67	20,21	0,7963
<i>Q41</i>	221,00	19,67	0,7866
<i>Q42</i>	222,00	20,95	0,8141
<i>Q43</i>	221,67	20,53	0,8079
<i>Q44</i>	222,33	20,40	0,8021
<i>Q45</i>	221,67	20,60	0,8070
<i>Q46</i>	219,67	20,21	0,7963
<i>Q47</i>	219,33	20,13	0,7963
<i>Q49</i>	221,33	21,08	0,8203
<i>Q50</i>	221,00	20,66	0,8155
<i>Q51</i>	219,33	19,76	0,7878
<i>Q52</i>	219,67	20,60	0,8070
<i>Q53</i>	221,67	20,53	0,8079
<i>Q54</i>	221,67	20,53	0,8079
<i>Q55</i>	222,00	19,97	0,7962
<i>Q56</i>	222,33	20,40	0,8021
<i>Q57</i>	220,67	20,21	0,7963
<i>Q58</i>	219,67	20,60	0,8070
<i>Q59</i>	219,33	20,13	0,7963
<i>Q60</i>	219,33	20,13	0,7963

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

3.3.4 Coleta de dados

Após a realização do teste piloto, essa etapa considera a coleta dos dados. Primeiramente, os casos devem ser contatados, considerando os principais informantes que

estão cientes da pesquisa. O contato para esta pesquisa foi feito através de e-mail e os casos foram escolhidos considerando seu ramo de atuação e contexto com o tema do trabalho.

Miguel (2007) diz em sua pesquisa que deve ficar claro os benefícios mútuos trazidos pela condução da pesquisa. É importante que os informantes tenham clareza do objetivo e importância da pesquisa e o pesquisador assuma o caráter de confidencialidade dos dados coletados. Porém, antes de sair a campo, é importante ter uma estimativa mais clara do tempo a ser despendido e dos recursos a serem consumidos.

Por isso, foi enviado um cronograma formal onde o objetivo da pesquisa, o passo a passo e a estrutura da condução da coleta, o tempo de duração e as pessoas-chave estavam especificados, este pode ser conferido no Apêndice A.

Foram realizadas quatro visitas, uma em cada empresa, com duração média de três horas. Inicou-se com uma apresentação inicial dos pesquisadores e da pesquisa, posteriormente uma apresentação dos entrevistados e da empresa, para então coletar as primeiras informações por meio da entrevista com questões abertas. Invertendo a ordem do cronograma formal, coletou-se as respostas referentes às praticas enxutas para finalmente, realizar a visita às linhas de produção.

Após os contatos, os dados, compilados no Apêndice B, foram coletados utilizando o instrumento definido no planejamento, como já abordado, e levando em consideração algumas habilidades destacadas na literatura de Yin (2001) como: capacidade de fazer questões adequadas e interpretar as respostas; ser um bom ouvinte e não trazer nenhum tipo de preconceito; estar muito bem embasado (teoricamente) no tema sendo investigado; ser receptivo e sensível a possíveis evidências contraditórias; ser adaptável e flexível às situações novas e/ou não previstas, considerando-as como oportunidades e não ameaças.

Quanto aos registro dos dados, existem várias formas de fazê-lo. A adotada para esta pesquisa foram as anotações, preferencialmente realizadas no momento em que ocorreram as visitas às linhas de produção. Outra opção foram os registros em gravador, utilizados durante a primeira para captar maiores informações sem deixar de dar atenção ao que era falado para realizar a transcrição.

Com a coleta de dados realizada, a próxima etapa se refere a análise e discussão das informações obtidas.

4 RESULTADOS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Capítulo 4 contempla os resultados obtidos por meio das revisões de literatura e as duas últimas etapas da condução do estudo de caso múltiplo. Dessa forma, a seguir, estão dispostas as análises de publicações recentes sobre a ME, as análises acerca dos instrumentos de medição de maturidade, a análise preliminar dos objetos de estudo assim como a análise e tabulação dos dados coletados, juntamente com a apresentação e discussão dos resultados obtidos ao longo do estudo.

4.2 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES RECENTES SOBRE REVISÃO DE LITERATURA EM MANUFATURA ENXUTA

Nesta seção estão apresentados os resultados de uma pesquisa realizada acerca da produção científica recente sobre revisões de literatura em Manufatura Enxuta. O intuito foi identificar os principais temas de maneira que a análise de maturidade realizada nesta pesquisa possa apresentar uma abrangência cujos conceitos e ferramentas empregados estejam em concordância com a literatura desta área.

Para isso, com o intuito de utilizar trabalhos mais atuais foi considerado os últimos seis anos de pesquisa, utilizando como base, por ser o maior banco de dados de resumos e citações da literatura conforme ELSEVIER (2018), a Scopus e pesquisando por “*Lean Manufacturing Literature Review*” em títulos, palavras chave ou resumo, obteve-se os seguintes resultados:

Yadav *et al.* (2017) organizaram os trabalhos existentes sobre a implantação da manufatura enxuta permitindo aos gestores que identifiquem as melhores práticas, destacaram também os *gaps* existentes na literatura. Já Negrão, Filho e Marodin (2016) revisaram a literatura sobre *lean* e a relação da adoção de práticas com a performance.

Narayanamurthy e Gurumurthy (2016) realizaram uma revisão da literatura para entender as características dos vários métodos de avaliação *lean* existentes revelando também *gaps* na literatura. Já Cherrafi *et al.* (2016) identificaram e avaliaram o estado da arte atual de pesquisa sobre *lean*, *six sigma* e sustentabilidade classificando os artigos relevantes e identificando *gaps*, problemas e oportunidades.

Filho, Campos e Assumpção (2016) analisaram a Manufatura Enxuta (ME) como uma estratégia viável às operações além de identificarem a estratégia de produção enxuta adotada pelas empresas nos vários segmentos de atuação.

Em outro trabalho, Yadav (2016) examinou o status da pesquisa “*Lean Six Sigma (LSS)*” em termos de unidades de análise, metodologias existentes empregadas, tópicos de pesquisa e questões investigadas. Enquanto que Panwara *et al.* (2015) revisou a literatura sobre *lean* e sua aplicação nos processos industriais e Kobus e Westner (2015) executaram uma revisão sistemática da literatura das contribuições de pesquisa acadêmicas (*peer-reviewed*) existentes sobre a *Lean Management* de organizações de *TI* de janeiro de 2004 a junho de 2014.

Jasti e Kodali (2014), assim como os trabalhos já mencionados, realizou uma análise da revisão da literatura da produção enxuta. Enquanto que Sangwan (2014), além de revisar a literatura relatou as definições divergentes, escopos, objetivos e ferramentas, técnicas e metodologias e Kodali (2014) em nova pesquisa, revisou a literatura existente sobre pesquisas empíricas em manufatura enxuta fornecendo uma avaliação crítica da metodologia de pesquisa empírica de 178 artigos de pesquisa de 1990 a 2009. Da mesma maneira, Stone (2012) apresentou uma revisão sistemática de 4 décadas da literatura acadêmica sobre *lean* e por último e Walter *et al.* (2012) apresentou uma revisão sobre métodos científicos de avaliação da implantação da manufatura enxuta.

Foram analisados 13 artigos, esse estudo permitiu, por exemplo, identificar que em sete dos trabalhos o foco da pesquisa era a maturidade, foram eles: Yadav *et al.* (2017), Gurumurthy (2016), Cherrafi *et al.* (2016), Desai (2016), Bhamu e Sangwan (2014), Walter e Tubino (2013) e Stone (2012). Esse mesmo número representou a quantidade de trabalhos que trataram a manufatura e o setor automobilístico como os setores mais envolvidos nessas pesquisas, a saber: Filho, Campos e Assumpção (2016), Kobus e Westner (2015), Jasti e Kodali (2014), Bhamu e Sangwan (2014), Jasti e Kodali (2014) e Walter e Tubino (2013).

Já mencionado anteriormente, sabe-se que a manufatura enxuta deve ser vista como uma jornada e que é de suma importância a mudança da filosofia e cultura organizacional. Não obstante, a medição da maturidade no que cerne às ferramentas empregadas também deve receber sua devida atenção (RANSOM, 2008; LEE, 2007; HUSBY, 2007). Por isso, fez-se necessário, por meio desta revisão, elucidar quais ferramentas eram mais frequentemente citadas pelos autores. Essa informação foi importante para guiar os estudos referentes aos modelos de medições de maturidade da ME presentes na literatura e para a escolha de um

modelo apropriado que posteriormente se tornaria o instrumento de coleta de informações dos estudos de caso.

Dos artigos descritos nos parágrafos acima, sete citaram ferramentas e estes estão mais detalhadamente expostos a seguir na Tabela 4. A partir da tabela, gerou-se o Gráfico de Pareto (Figura 5) contendo mais claramente as frequências com que estas ferramentas foram identificadas. Vale salientar que além de guiar a escolha da ferramenta de coleta de dados, essa informação também embasa suas modificações para a adequação ao propósito de investigação.

O Gráfico de Pareto, Figura 5, deixa visualmente claro a frequência com que as ferramentas aparecem nos estudos de revisão em ME. A partir dessa informação, a escolha de um instrumento para avaliação e análise da maturidade fica melhor justificada em relação ao que se discute na literatura. Em outras palavras, o modelo escolhido precisa abordar questões que consigam abranger a ME de forma mais ampla e não pontualmente, abordando e avaliando somente o *Kanban* ou o *SMED*, por exemplo.

Ao mesmo tempo, como o intuito foi evitar que a aplicação do questionário fosse maçante e dispendiosa, diante da necessidade de priorização de informações e redução de escopo, as escolhas feitas e perguntas formuladas foram embasadas no que era prioritário e mais frequente nas pesquisas. Dito isso, observe a frequência ilustrada pelo gráfico a seguir:

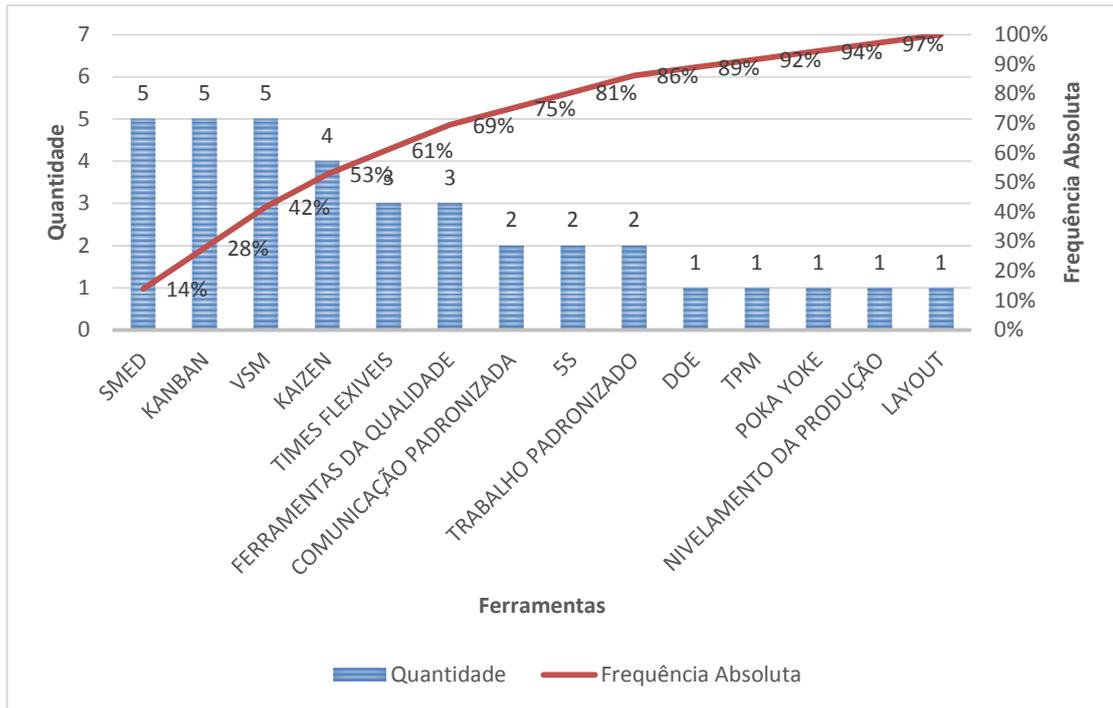


Figura 5 - Ferramentas mais usadas (Gráfico de Pareto)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Em suma, a partir das análises e do Gráfico de Pareto (Figura 5) acima, o que se vê mais frequentemente na literatura são pesquisas que abordam principalmente temas relacionados ao SMED, Kanban, VSM, Times flexíveis, Ferramentas da qualidade, Comunicação padronizada, 5S e Trabalho Padronizado.

Tabela 4 - Relação de ferramentas citadas nos artigos

<i>Referência</i>	<i>SMED</i>	<i>Kanban</i>	<i>Heijunka</i>	<i>DOE</i>	<i>VSM</i>	<i>Comunicação Padronizada</i>	<i>TPM</i>	<i>Kaizen</i>	<i>5S</i>	<i>Trabalho Padronizado</i>	<i>Times Flexíveis</i>	<i>CQZD</i>	<i>Poka Yoke</i>	<i>Layout</i>
<i>Yadav et al. (2017)</i>	X	X	X	X	X	X								
<i>Negrão, Filho e Marodin (2016)</i>	X	X					X	X			X			
<i>Panwar et al. (2015)</i>					X				X	X	X	X		
<i>Cherrafi et al. (2016)</i>	X	X			X	X		X	X	X		X	X	X
<i>Walter e Tubino (2013)</i>	X	X									X	X		
<i>Jasti e Kodali (2014)</i>	X				X			X						
<i>Jasti e Kodali (2014)</i>		X			X			X						
<i>TOTAL</i>	71%	71%	14%	14%	71%	29%	14%	57%	29%	29%	43%	43%	14%	14%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA ME EXISTENTES NA LITERATURA

Ante a acelerada difusão da Manufatura Enxuta (ME), desde a década de 1980, surgiu a necessidade de desenvolver meios para investigar o nível de maturidade de sua implantação (WHITE, PEARSON e WILSON, 1999). De fato, é grande a preocupação em como implantar a ME, porém avaliar o quão enxutas as empresas se apresentam, tem recebido menos atenção na literatura (WAN e CHEN, 2008; BHASIN, 2011).

Diante disso e com o intuito de criar base para a escolha do instrumento de avaliação a ser aplicado nesta pesquisa, nesta seção estão dispostos os artigos encontrados no Periódico da Capes que apresentam uma metodologia de implantação, avaliação e medição da ME.

Durante a revisão das publicações recentes sobre revisão de literatura em Manufatura Enxuta apresentada no tópico 4.2, encontrou-se o trabalho de Walter *et al.* (2013), intitulado “Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: Uma revisão da literatura e classificação”, publicado na Revista Gestão e Produção em 2013.

Esse trabalho foi adotado como ponto de partida para a realização de uma análise crítica da literatura. A partir dele, foram considerados trabalhos de 1996 a 2012, totalizando 48 artigos. Um incremento, utilizando o mesmo método de pesquisa do trabalho em questão, foi feito e para selecionar as publicações de interesse, foi pesquisado por meio do *abstract*, *key words* e *title*, de 2013 a 2017, as seguintes palavras-chave, individuais e combinadas: *lean*, *just in time*, *leanness*, *assessment*, *measure*, *measurement*, *performance*, *model*, *metric* e *index*, o que resultou na adição de mais 10 artigos sobre o tema.

Na sequência, procedeu-se à leitura e análise do *title* e *abstract* dos artigos encontrados, selecionando-se os que apresentavam relevância para os objetivos do trabalho. O critério de exclusão principal foi o de levar em conta apenas os trabalhos focados principalmente em avaliação da ME, desconsiderando da análise artigos que avaliam uma prática isolada da ME, tal como *kanban* ou Troca Rápida de Ferramentas; e artigos que avaliam a implantação da ME em aspectos isolados.

Pode-se perceber através da análise dos trabalhos, primeiramente, os principais periódicos envolvidos nas publicações dos artigos analisados. Através do gráfico Figura 6 constatou-se que os principais periódicos são: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* com 7 publicações, *International Journal of Production Research* e *International Journal of Operations and Production Management* com 4 publicações e *Journal of Manufacturing Technology Management* com 3 publicações.

Já ao que diz respeito ao anos de publicações, conforme o gráfico da Figura 7, destaca-se os anos de 2012 com 10 publicações, 2011 com 9 publicações e 2008 com 7 publicações.

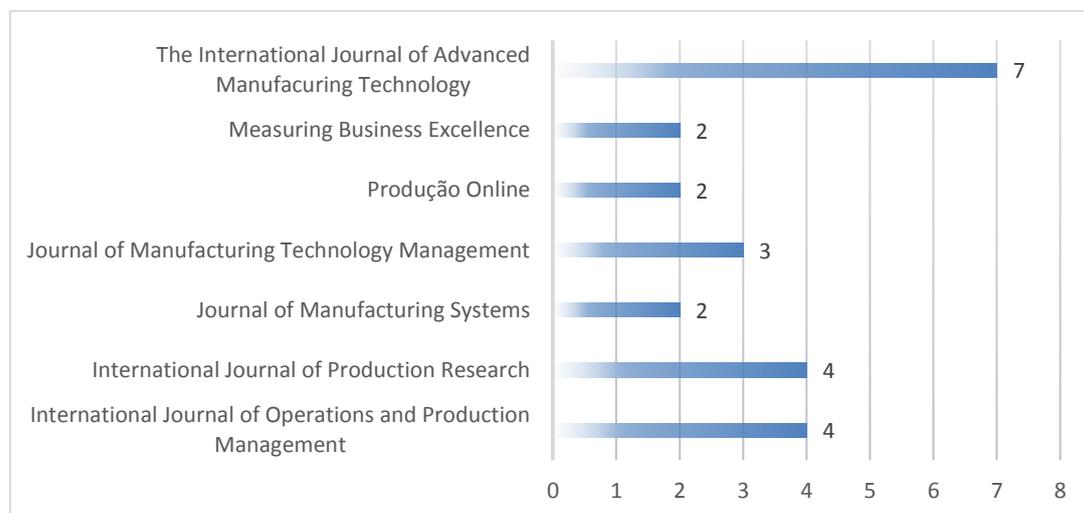


Figura 6 - Número de publicações por periódico

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

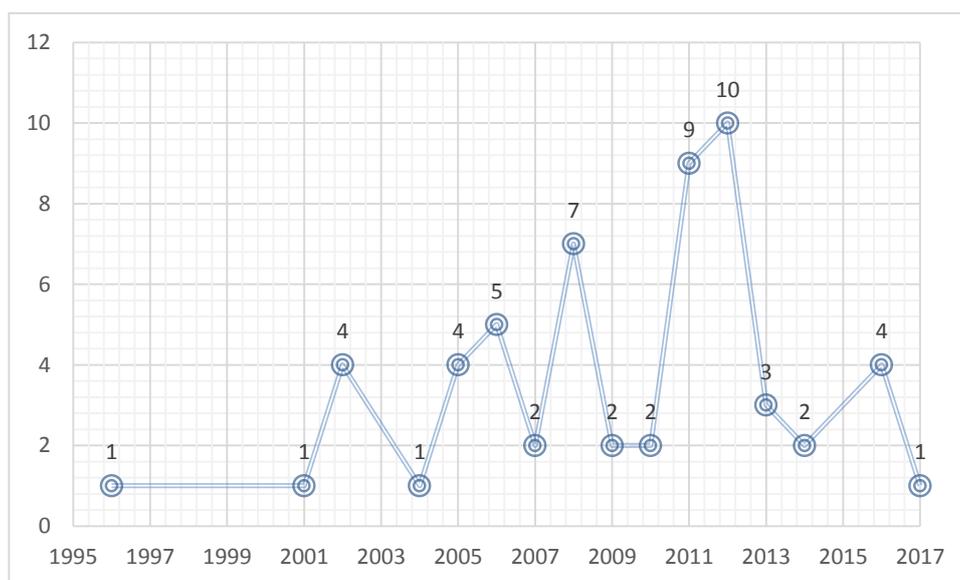


Figura 7 - Número de publicações por ano

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Bhamu e Sangwan (2014) afirmam que o sucesso da adoção da ME, em qualquer tipo de indústria, depende de quão bem a organização começa seu plano de implementação e quão bem ela consegue medir e avaliar os mesmos. Dito isso, os parágrafos a seguir apresentam

uma síntese dos principais resultados da pesquisa realizada de acordo com o trabalho de Walter *et al.* (2013) e o incremento realizado nesta pesquisa.

Karlsson e Ahlström (1996), Sanchez e Pérez (2001), Goodson (2002), Soriano-Meier e Forrester (2002), Nightingale e Mize (2002), Doolen e Hacker (2005), Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006), Matsui (2007), Nogueira e Saurin (2008), Saurin e Ferreira (2008), Zhou (2012), Mcleod, McWilliams e Stephens (2016), Ahmad, Redahe e Zabri (2016), Abolhassani, Layfield e Gopalakrishnan (2016) utilizaram como forma de medição da maturidade da ME uma lista de verificação ou questionário divididos em princípios ou práticas enxutas. Em linhas gerais foram trabalhos que procuraram medir o grau de implementação através de quesitos avaliados por meio de questões e escalas de aplicação.

Kumar e Thomas (2002) e Vinodh e Balaji (2011) elaboraram um método que funciona por meio de um software. O primeiro incluiu práticas verdes em sua avaliação, a fim de mostrar que essas medidas favorecem a economia de dinheiro e redução dos potenciais problemas ambientais. Os segundos, criaram um modelo para avaliar o quão enxuta é uma fábrica por meio de um sistema informatizado denominado sistema de apoio à decisão para avaliação da ME. Este sistema calcula o índice enxuto e identifica as áreas mais fracas e potenciais que precisam ser melhoradas.

Kojima e Kaplinski (2004), Cardoza e Carpinetti (2005), Reis e Barros (2005), Cumbo, Kline e Bumgardner (2006), Ray *et al.* (2006), Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), Gurumurthy e Kodali (2009), Taj (2005), Taj (2008), Taj e Morosan (2011), Bhasin (2011), Eswaramoorthi *et al.* (2011), Unver (2012), Malmbrandt e Ahlstrom (2013) desenvolveram um instrumento que avalia a maturidade da ME através de medidas de desempenho, indicadores ou índices. De maneira geral esses indicadores são divididos em categorias, princípios ou variáveis.

Srinivasaraghavan e Allada (2006) avaliaram a ME por meio da distância de Mahalanobis, utilizando cinco variáveis: 1. Relação da diferença entre a demanda máxima anual e a demanda mínima anual, dividido pela demanda anual máxima; 2. Tempo de setup; 3. Percentual de sucata em relação às vendas; 4. Percentual de entregas em dia dos fornecedores; execução das quatro etapas do método, são criados vários cenários de implementação enxuta (soluções) que se encaixam de acordo com o orçamento financeiro da empresa.

Bayou e Korvin (2008), Behrouzi e Wong (2011), Vinodh e Chintha (2011), Vinodh, Prakash e Selvan (2011), Anvari, Zulkifli e Yussuf (2012) executaram o seu método por meio

da lógica *fuzzy*. Estabelecem as práticas relevantes, seguem seus respectivos passos e estabelecem as notas gerando o índice que representa quão enxuta a empresa se encontra.

Wan e Chen (2008) qualificaram o quão enxuto se apresenta um sistema de manufatura baseado na técnica de Análise Envoltória de Dados. Os processos de produção atuais são chamados de unidades tomadoras de decisão (UTDI). Por meio das UTDA e UTDI são criados diferentes cenários que avaliam trade off entre custo, lead time produtivo e valor agregado ao produto, aliados a decisões estratégicas da empresa.

Já Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010) examinaram a extensão em que práticas enxutas são adotadas e seu impacto operacional no desempenho das empresas. Usando análise fatorial essas práticas enxutas são agrupadas em três constructos: JIT, minimização de desperdícios e gerenciamento do fluxo. Por meio de modelos de regressão múltipla, o efeito das práticas enxutas sobre o desempenho operacional é investigado.

Seyedhosseini *et al.* (2011), Azevedo *et al.* (2012) e Bhasin (2012) utilizaram do Balanced Scorecard e da técnica Delphi para elaborarem seus respectivos modelos. O primeiro trabalho utiliza cinco perspectivas para avaliação de desempenho e gera dezesseis objetivos enxutos, o segundo avalia tanto a agilidade quanto o nível de implantação enxuta enquanto que, o terceiro apresenta um modelo dividido em cinco categorias, totalizando trinta e seis índices que avaliaram empresas através de *survey* e estudos de caso.

Nasab, Bioki e Zare (2012) apresentaram o método denominado A², uma abordagem que usa a técnica *AHP* como entrada para o modelo de Redes Neurais Artificiais – *Artificial Neural Network (ANN)*. O resultado classifica a empresa em três níveis: enxuta, mais enxuta ou muito enxuta. Segundo os autores do modelo, aumento de velocidade de implantação, diminuição de custo, capacidade de analisar vários cenários enxutos em curto espaço de tempo e baixo custo, são algumas das vantagens do método proposto.

Cil e Turkan (2012) conduziram o modelo por meio da abordagem *Analytic Network Process (ANP)*. O primeiro passo para sua execução é a formação de um grupo de decisores especialistas em ME, composto por representantes experientes da alta gerência de vários setores da empresa para discutir os objetivos da transformação enxuta. O segundo passo é construir a estrutura dos objetivos e organizá-los de modo a descrever em detalhes o que a empresa deseja alcançar e, então, incorporar esses objetivos de forma adequada em um modelo de decisão. Na sequência, as práticas enxutas são incorporadas ao modelo e estabelecidas as relações para que sejam determinadas as prioridades a serem tomadas.

Vinodh e Vimal (2012 b) utilizando a abordagem das regras de *if-then* proposta por Tsourveloudis e Valavinis (2002) que avalia agilidade de uma organização, os autores ampliaram seu trabalho anterior, estendendo-o para avaliar a ME. O modelo proposto consiste de 5 viabilizadores enxutos, 30 critérios enxutos e 59 atributos. Os viabilizadores enxutos estão centrados em i) responsabilidade de gestão; ii) gestão de produção; iii) força de trabalho enxuta; iv) tecnologia enxuta; e v) estratégia de manufatura.

Shah e Ward (2007), Do Valle *et al.* (2008) e Wahaba, Mukhtara e Sulaimanb (2013) utilizam em seus métodos tanto a aplicação por meio de lista de verificação ou questionário como como os indicadores. Em suma, são questões associadas a indicadores que demonstram a extensão de implementação de cada prática. Já o trabalho de Wan e Chan (2009) associa a aplicação de questionários com a condução por meio de um software que orienta os usuários com perguntas personalizadas para avaliar o sistema produtivo de acordo com suas características.

Alemi e Akram (2013) e Agrawal, Asokan e Vinodh (2017) utilizaram a lógica *fuzzy* juntamente com a aplicação de questionários para medir a maturidade a maturidade enxuta de produção dos sistemas de fabricação. Já os trabalhos de Hofer *et al.* (2011), Chauhan e Singh (2012) e Ijapour *et al.* (2014) utilizaram de questionários mas combinados com outras técnicas, a saber, respectivamente: análise de regressão ou fatorial, análise hierárquica – Analytical Hierarchy Process (AHP) e DEMATEL.

Singh, Garg e Sharma (2010), Vinodh e Vimal (2012 a) e Pakdil e Leonard (2014) utilizam indicadores associados a lógica *fuzzy* para comporem seu instrumento de avaliação que é dividido em parâmetros, critérios ou dimensões. Por último, Aikhuele e Turan (2016) apresentaram um modelo conceitual para avaliação dos desempenhos de LPD (Processo de Desenvolvimento de Produto Lean. Primeiro, identificou-se os problemas com os métodos de avaliação de desempenho existentes. Em segundo lugar, foram identificados e analisados dez facilitadores básicos do núcleo, com referência à literatura, e os facilitadores *lean* foram verificados por um grupo de especialistas acadêmicos e pesquisadores como um meio possível para avaliar o desempenho do LPD. O modelo conceitual desenvolvido neste estudo de pesquisa, no entanto, ainda é um trabalho em andamento, como ainda está para ser validado no ambiente industrial, portanto é termo um estudo preliminar.

Após esta descrição, a primeira análise levou em conta os critérios: disponibilidade de método e/ou questionário, geração de índice de maturidade e fácil aplicação. Esses critérios e

artigos estão detalhados na Tabela 5 e a partir deles selecionaram-se 12 artigos a serem novamente analisados, os quais estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5 - Primeira avaliação dos modelos de maturidade

<i>Autores</i>	<i>Método disponível</i>	<i>Gera índice</i>	<i>Fácil entendimento</i>
<i>Karlsson e Ahlström (1996)</i>	X		X
<i>Sánchez e Pérez (2001)</i>	X	X	X
<i>Goodson (2002)</i>	X		X
<i>Kumar e Thomas (2002)</i>		X	X
<i>Soriano-Meier e Forrester (2002)</i>		X	X
<i>Nightingale e Mize (2002)</i>	X		X
<i>Kojima e Kaplinski (2004)</i>		X	
<i>Cardoza e Carpinetti (2005)</i>		X	X
<i>Doolen e Hacker (2005)</i>		X	X
<i>Reis e Barros (2005)</i>		X	X
<i>Taj (2005)</i>	X	X	X
<i>Bonavia e Marin (2006)</i>		X	X
<i>Cumbo, Kline e Bumgardner (2006)</i>			X
<i>Lucato, Maestrelli e Vieira Júnior (2006)</i>		X	
<i>Ray et al. (2006)</i>		X	
<i>Srinivasaraghavan e Allada (2006)</i>		X	X
<i>Matsui (2007)</i>	X	X	X
<i>Shah e Ward (2007)</i>			X
<i>Taj (2008)</i>	X	X	X
<i>Bayou e Korvin (2008)</i>	X	X	
<i>Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)</i>	X		X
<i>Do Valle et al. (2008)</i>	X	X	X
<i>Nogueira e Saurin (2008)</i>		X	X
<i>Saurin e Ferreira (2008)</i>	X	X	X
<i>Wan e Chen (2008)</i>	X	X	
<i>Gurumurthy e Kodali (2009)</i>	X	X	X
<i>Wan e Chen (2009)</i>		X	X
<i>Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010)</i>	X		X

Tabela 5 - Primeira avaliação dos modelos de maturidade (Continuação)

<i>Autores</i>	<i>Método disponível</i>	<i>Gera índice</i>	<i>Fácil entendimento</i>
<i>Singh, Garg e Sharma (2010)</i>	X	X	
<i>Taj e Morosan (2011)</i>		X	X
<i>Behrouzi e Wong (2011)</i>	X	X	X
<i>Bhasin (2011)</i>	X	X	X
<i>Eswaramoorthi et al. (2011)</i>		X	X
<i>Hofer et al. (2011)</i>	X	X	X
<i>Syedhosseini et al. (2011)</i>	X	X	
<i>Vinodh e Balaji (2011)</i>		X	
<i>Vinodh e Chintha (2011)</i>		X	
<i>Vinodh, Prakash e Selvan(2011)</i>		X	
<i>Anvari, Zulkifli e Yussuf (2012)</i>	X	X	
<i>Azevedo et al. (2012)</i>	X	X	X
<i>Bhasin (2012)</i>			
<i>Chauhan e Singh (2012)</i>	X	X	X
<i>Cil e Turkan (2012)</i>		X	
<i>Nasab, Bioki e Zare (2012)</i>		X	
<i>Unver (2012)</i>		X	
<i>Vinodh e Vimal (2012 a)</i>	X	X	
<i>Vinodh e Vimal (2012 b)</i>	X	X	
<i>Zhou (2012)</i>		X	X
<i>Alemi e Akram (2013)</i>		X	
<i>Wahaba, Mukhtara e Sulaimanb (2013)</i>			X
<i>Ahlstrom (2013)</i>	X		X
<i>Pakdil e Leonard (2014)</i>	X	X	
<i>Irajpour et al. (2014)</i>		X	
<i>Aikhuele e Turan (2015)</i>	X		
<i>McLeod, McWilliams e Stephens (2016)</i>			
<i>Ahmad, Redahe e Zabri (2016)</i>			X
<i>Abolhassani, Layfield e Gopalakrishnan (2016)</i>			X
<i>Agrawal, Asokan e Vinodh (2017)</i>		X	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A próxima etapa consistiu em avaliar esses 12 artigos anteriormente selecionados quanto às ferramentas mais frequentemente mencionadas nos estudos de revisão de literatura. Em outras palavras, esses 12 artigos foram analisados com base no Gráfico de Pareto da Figura 5, gerado a partir da análise das ferramentas mais mencionadas nos trabalhos de literatura revisados.

A Tabela 6, abaixo, categoriza os trabalhos analisados em relação aos temas considerados relevantes a partir da revisão de literatura.

O que se pode perceber, através das duas análises, é que alguns deles, apesar de efetivos quanto ao seu objetivo, eram inviáveis com base nos critérios estabelecidos. Por exemplo, o método proposto por Sanchez e Pérez (2001) abordava a melhoria contínua, os times flexíveis, a integração de fornecedores e sistemas de informação flexível. Eram poucos aspectos quando comparado aos abordados na revisão.

O trabalho de Taj (2005) e Taj (2008), por sua vez, abordaram mais aspectos, como: inventário, processo, manutenção, *layout*, fornecedores, *setup*, qualidade e organização da produção. Contudo, apresentavam parâmetros em porcentagem, dificultando a qualificação do que era avaliado além de não abordar de forma específica questões sobre *SMED*, *kanban* e *VSM*.

Do Valle *et al.* (2008) aborda apenas de forma pontual os itens *TPM*, *SMED* e *setup*, Gurumurthy e Kodale (2009) não geram o índice de forma clara e compara o que poderia implantar com o que está implantando, trata dos itens: *SMED*, *VSM*, ferramentas da qualidade.

Behrouzi e Wong (2011) discorre sobre aspectos relacionados à qualidade, custo, tempo e entrega, porém não é tão fácil aplica-lo além de não disponibilizar o método. Já Bhasin (2011) aborda aspectos como: segurança, *VSM*, qualidade, *kaizen*, estratégia *lean*, sustentabilidade, *lean* como negócio, cultura e filosófica *lean*, porém apresenta somente um item acerca do *SMED*.

O trabalho de Hofer *et al.* (2011) se adequa em grande parte dos critérios. Apesar de realizar a tabulação dos dados de maneira mais complexa, realiza sua avaliação através da comparação com as empresas dos Estados Unidos. Aborda os critérios: sistema puxado, *setup*, *TPM*, fornecedores *JIT*, desenvolvimento de fornecedores.

Azevedo *et al.* (2012) abordaram itens como: *TPM*, relação com cliente, *JIT*, fornecedores e produção puxada. Já Saurin e Ferreira (2008) aborda de forma robusta os aspectos declarados como importantes para a avaliação da manufatura enxuta além de ter sido

criada e aplicada no cenário brasileiro, o que pode ser positivo pois esta pesquisa pretende avaliar este cenário. Todas essas análises são alicerce para a escolha da ferramenta, tópico este discutido no Capítulo 3.

Tabela 6 - Segunda avaliação dos modelos de maturidade

	<i>SMED</i>	<i>KANBAN</i>	<i>VSM</i>	<i>KAIZEN</i>	<i>TIMES FLEXÍVEIS</i>	<i>FERRAMENTAS DA QUALIDADE</i>	<i>COMUNICAÇÃO PADRONIZADA</i>	<i>5S</i>	<i>TRABALHO PADRONIZADO</i>
<i>Sanchez e Pérez (2001)</i>				X	X				
<i>Taj (2005)</i>							X		
<i>Matsui (2007)</i>		X							
<i>Taj (2008)</i>		X							
<i>Do Valle et al. (2008)</i>	X								X
<i>Saurin e Ferreira (2008)</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gurumurthy e Kodali (2009)</i>	X		X			X		X	
<i>Behrouzi e Wong (2011)</i>						X			
<i>Bhasin (2011)</i>	X	X	X		X	X		X	
<i>Hofer et al. (2011)</i>		X							
<i>Azevedo et al. (2012)</i>		X							
<i>Chauan e Singh (2012)</i>		X		X	X	X			

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.4 ANÁLISE PRELIMINAR DOS OBJETOS DE ESTUDO

Essa análise preliminar é composta pela primeira etapa da coleta de informações obtida a partir do questionário aberto da seção A. Foi possível obter informações acerca do perfil do respondente, do contexto da empresa com a ME e assim compor a avaliação qualitativa preliminar descrita a seguir.

a) Empresa 1

Perfil do respondente: O entrevistado é formado em administração e trabalha na empresa desde 2009. Já atuou como gerente de processos, gerente de logística e gerente industrial, cargo que ocupa atualmente.

Contextualização com a produção enxuta: A empresa já iniciou programas de 5S e Kaizen, contudo, hoje, somente trabalha com os procedimentos padrão que antes eram certificados pela ISO 9000. Ao ser questionado, por não trabalharem com estoque, acreditam que o *JIT* seria o item mais aplicável à empresa.

Avaliação qualitativa preliminar: A empresa apresentava alguns programas mas por conta das dificuldades financeiras acabou por cancelá-los. O reflexo disso é observado no chão de fábrica, o fluxo do processo não é facilmente compreendido sem o auxílio de alguém que o conheça, a disposição do produtos e peças também é confusa. Dessa forma, constata-se que o ambiente, em geral, apresenta muita oportunidade de melhoria.

b) Empresa 2

Perfil do respondente: Ambos os entrevistados são formados em engenharia e atuam na empresa desde 2014 sendo responsáveis pela implantação do sistema *lean* e da planta no município.

Contextualização com a produção enxuta: A empresa tem aplicado um próprio sistema *lean* que, criado em 2014, contou com a participação de um time de implementação envolvendo a todos, principalmente a alta gerência. O sistema, considerado como bem abrangente, é aplicado em todos os setores, desde operação (planejamento) até financeiro e conta com todas as ferramentas empregadas através de um *framework* adaptado ao seu modelo de negócio.

Avaliação qualitativa preliminar: Os entrevistados estão familiarizados com os conceitos e práticas enxutas e estão ali basicamente para a implantação do sistema

lean. Em outras palavras, suas bagagens conceituais e práticas acerca da filosofia e práticas enxutas refletiram positivamente nos resultados. O que se viu foi um ambiente limpo, calmo e organizado, com materiais destacados, sem estoques desnecessários e com muitos processos muito bem monitorados.

c) Empresa 3

Perfil do respondente: O entrevistado é formado em engenharia e atua na empresa alocado na área de melhoria contínua, a qual obteve experiência atuando como agente de melhoria contínua e supervisor de logística.

Contextualização com a produção enxuta: O programa de manufatura enxuta teve início, em 2013, juntamente com um projeto de melhoria contínua. A ideia era modificar a produção, que antes não permitia a visualização do seu *status*, como também, definir as estações de trabalho e diminuir o tempo de ciclo. Atualmente, por conta da baixa demanda, a visualização desse fluxo de produção fica prejudicada, contudo, apresentam projetos de 5S e Kaizen adaptados ao seu modelo de negócio. Seu sistema *lean* não segue um certo *framework*, apenas identificam que algo é interessante de ser implantado e aplicam de forma simples e em conformidade com o seu contexto empresarial.

Avaliação qualitativa preliminar: Trata-se de uma empresa bastante tecnológica e familiarizada com os conceitos enxutos. Contudo, durante a entrevista, foi possível perceber que eles optam por atuar de forma simples, ou seja, conhecem a metodologia mas não se preocupam em seguir um passo-a-passo se o resultado for positivo. O ambiente é limpo, calmo, com muito controle, seu processo de fabricação e seu fluxo é de fácil entendimento e percepção.

d) Empresa 4

Perfil do respondente: Ambos os entrevistados são engenheiros e já ocuparam cargos de engenheiro de processos, supervisor de engenharia de processo, supervisor de planejamento de produção.

Contextualização com a produção enxuta: O envolvimento com as ideias enxutas começou, de fato em 2015, com a criação e início de implantação do seu sistema enxuto. Atualmente, empresa que é dividida em mini fábricas, somente a linha de aço-

carbono é a linha mais desenvolvida quanto aos quesitos enxutos, funcionando a partir de um sistema puxado.

Avaliação qualitativa preliminar: A preocupação com as questões envolvendo a manufatura enxuta é recente, contudo, assim como a Empresa 2, também apresentam um time responsável pela implantação, no entanto, esta se encontra fase inicial. A quantidade de família de produtos e o número de processos foi determinante na avaliação, pois, apesar de organizados, quando comparada com as Empresas 2 e 3 por exemplo, esta deixa a desejar quanto a organização e clareza no fluxo dos processos. No geral, a empresa apresenta boas práticas que tendem a gerar bons resultados com o desenvolvimento das propostas enxutas que estão iniciando.

A análise das informações obtidas através das questões abertas e a visita em campo permitiram esta avaliação qualitativa preliminar, já a aplicação das questões fechadas e a tabulação das notas geraram os resultados a seguir:

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta etapa do trabalho, estão presentes as análises gerais acerca da maturidade da manufatura enxuta de cada empresa e também as comparações individuais feitas com base em cada bloco da casa do Sistema Toyota de Produção da Figura 4.

Nesta avaliação, estão presentes os gráficos com cada quesito do questionário (estabilidade, trabalho e operações padronizadas, nivelamento da produção, melhoria contínua, *takt time*, fluxo contínuo, produção puxada, separação homem-máquina, flexibilização da mão-de-obra, controle de qualidade zero defeitos, 5S, *SMED*, *TPM*, integração da cadeia de fornecedores, *VSM* e gestão visual) e seu grau de maturidade individual. A nota de cada quesito é somada e dividida pelo total de quesitos, ou seja, dezesseis, compondo assim, o cálculo da média geral do nível de maturidade da ME de cada empresa.

$$\text{Nível de maturidade enxuta geral} = \frac{A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+L+M+N+O+P}{16} \quad (3)$$

Sendo:

- A: Nível de maturidade do quesito Estabilidade;
- B: Nível de maturidade do quesito Trabalho e operações padronizadas;
- C: Nível de maturidade do quesito Nivelamento da Produção;
- D: Nível de maturidade do quesito Melhoria Contínua;
- E: Nível de maturidade do quesito *Takt time*;
- F: Nível de maturidade do quesito Fluxo contínuo;
- G: Nível de maturidade do quesito Produção Puxada;
- H: Nível de maturidade do quesito Separação Homem-máquina;
- I: Nível de maturidade do quesito Flexibilização da mão-de-obra;
- J: Nível de maturidade do quesito Controle de qualidade zero defeitos;
- K: Nível de maturidade do quesito 5S;
- L: Nível de maturidade do quesito *SMED*;
- M: Nível de maturidade do quesito *TPM*;
- N: Nível de maturidade do quesito Integração da cadeia de fornecedores;
- O: Nível de maturidade do quesito *VSM*;
- P: Nível de maturidade do quesito Gestão visual.

Para ilustrar, foram identificados nas Figuras 8,9, 10 e 11, quatro regiões que relacionam os quesitos, sua nota e sua posição na casa do STP. Ou seja, os quesitos da região 1 avaliaram a base, os da região 2 avaliaram o pilar *JIT*, os da região 3 o pilar *JIDOKA* e os da região 4 são referentes às ferramentas.

4.5.1 Análise da maturidade para a Empresa 1

Como é possível perceber, através da Figura 8, as melhores práticas da Empresa 1 estão relacionadas à integração da cadeia de fornecedores e flexibilização de mão-de-obra com nota 10, seguidas pelo *TPM*, Fluxo Contínuo e Estabilidade com nota 8,13.

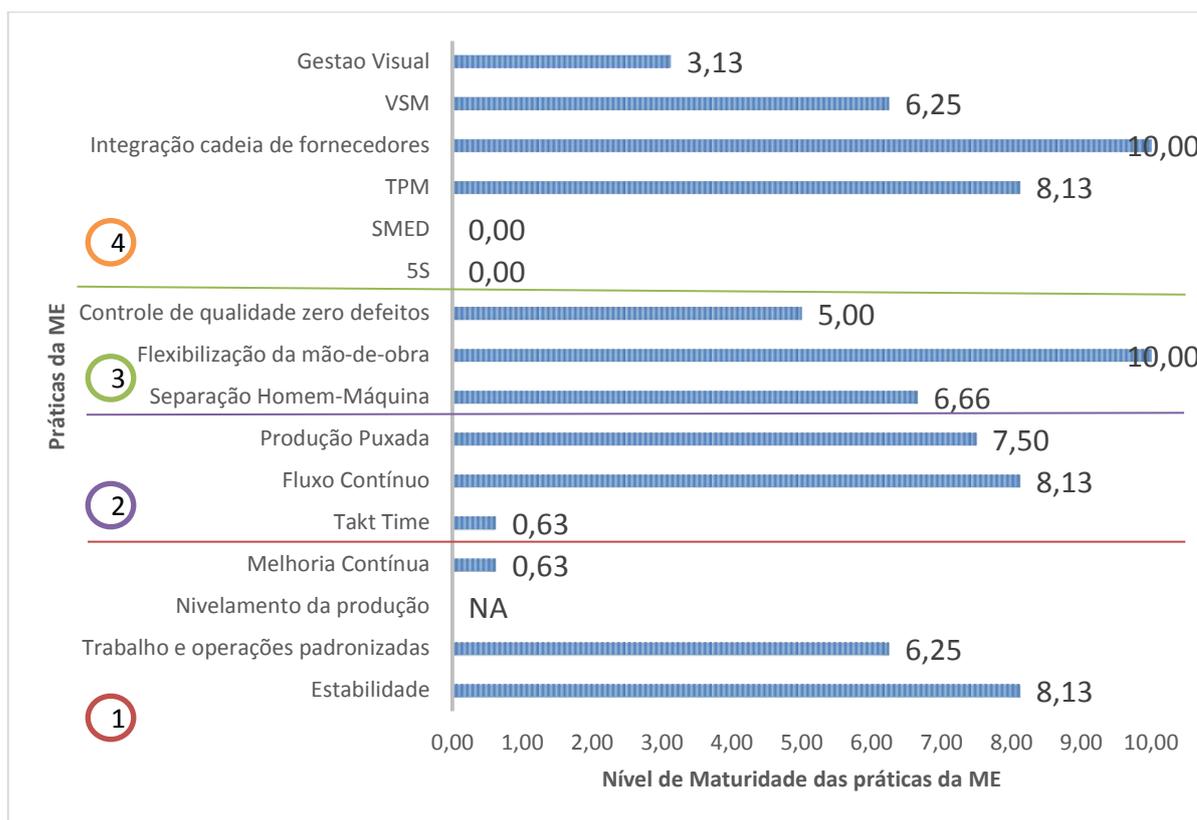


Figura 8 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Ao que cerne à integração da cadeia de fornecedores (Nota 10), vale salientar que as práticas foram consideradas muito fortes, ou seja, os pedidos são feitos em pequenos lotes e de maneira puxada, com informações sobre o que é pedido, quantidade, prazo e onde armazenar.

O entrevistado relata que os pedidos são feitos considerando o *lead time* e seus fornecedores tem prazo de até 5 dias úteis para entrega de produtos comerciais e de 15 a 30 dias para materiais de usina. Esse controle possibilitou também uma boa nota no quesito Estabilidade, visto que os recursos de transformação e materiais estão disponíveis.

A flexibilização da mão de obra (Nota 10) também recebeu destaque, ou seja, foram bem avaliados quanto aos quesitos relacionados à proximidade física entre a execução das operações e a autonomia do trabalhador para tomar decisões.

Realmente, com a visita em campo, foi possível perceber que alguns trabalhadores comandavam mais de uma máquina e dessa forma realizavam operações multifuncionais, contudo, algumas máquinas estavam paradas por falta de trabalhadores que soubessem manipulá-las, isso identifica uma oportunidade de investimento em treinamento e *job rotation*

Por questões relacionadas às modificações que a empresa sofreu e à crise pela qual ela passa, o programa 5S não é mais aplicado (nota 0). Dessa forma, os recursos para sua manutenção deixaram de ser oferecidos e as auditorias para seu controle deixaram de ser realizadas, o resultado disso é perceptível durante a visita à linha de produção, o fluxo do processo não é claro, os materiais estão mal organizados e com pouca identificação. Assim como o 5S, esta empresa também não apresenta padrões para *set up* interno e externo, nem treinamento para eliminação de ajustes, obtendo nota 0 para o *SMED*, o que deveria ser investigado já que consideram ter muita mudança de *set up*. Dessa forma, de maneira geral, estes são, portanto, os destaques negativos da avaliação.

Outro destaque, é sobre o Nivelamento da produção avaliado pelo entrevistado como não aplicável (NA). Segundo o mesmo, a empresa tem um PCP que faz um sequenciamento das ordens geradas, porém atuam de forma instintiva. Não produzem toda peça todo dia porque trabalham a produção sob projeto, então, eventualmente em um mês pode fabricar um item e outro mês não fabricá-lo mais. Muitas empresas enxergam o nivelamento somente do ponto de vista do mix e não do volume, por isso, esta percepção equivocada de não aplicável.

Considerando todos os itens avaliados e suas pontuações, foi possível, através do cálculo da média das pontuações de cada item, gerar um índice geral. A Empresa 1 obteve nota 5,36 caracterizando um estado de maturidade forte, reflexo de suas boas pontuações em flexibilização da mão de obra, integração da cadeia de fornecedores, fluxo contínuo e estabilidade.

De um modo geral, conforme os critérios e faixas de avaliações propostos pelo instrumento de coleta de dados, os elementos questionados foram vistos como bem aplicados dentro da empresa 1, apresentando um bom nível de maturidade e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação. Entretanto, isso não foi percebido durante a visita, com base nas observações, considerando os estudos feitos, a Empresa 1 apresentou um nível muito fraco de maturidade.

Contrapor essas duas avaliações é importante para avaliar o questionário utilizado e dessa forma identificar oportunidades de melhorias. As faixas de pontuações e o cálculo que considera todos os quesitos com o mesmo peso acabam por levar a uma avaliação que não condiz com a realidade da empresa, investigar esses pontos em pesquisas futuras podem garantir maior fidelidade na avaliação.

4.5.2 Análise da maturidade para a Empresa 2

Enquanto a primeira empresa obteve como melhores práticas a integração da cadeia de fornecedores e a flexibilização da mão de obra, a segunda obteve suas melhores pontuações quando foi avaliado a melhoria contínua com Nota 10 e a gestão visual e o fluxo contínuo ambos com 9,38, conforme observado na Figura 9.

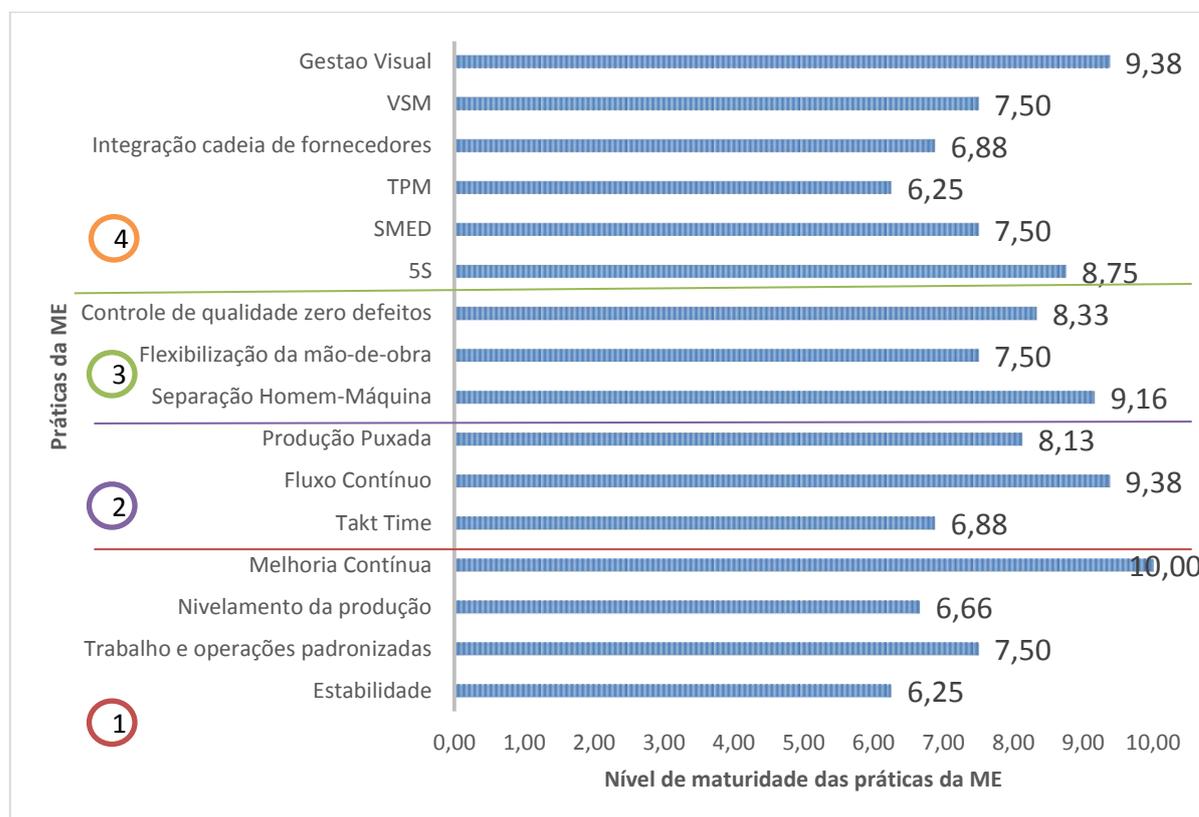


Figura 9 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com pontuação máxima, a empresa apresenta programa ou sistema para coleta de ideias de melhorias, além disso, promove o incentivo e engajamento por meio de premiações. Existem grupos de melhoria, os chamados Eventos *Kaizen* e sempre que uma melhoria é adotada esta é padronizada.

No que tange ao fluxo contínuo (Nota 9,38), apesar de sua fluidez, algumas operações apresentam testes, gerando esperas que, contudo, estão sob controle. O prazo de entrega é cumprido, tendo um índice de 96% de entregas dentro do tempo estabelecido e por fim, o arranjo físico favorece a produção e transporte de pequenos lotes sendo que somente uma operação recebe a ordem pelo setor do PCP. Na gestão visual (Nota 9,38), os fluxos visíveis,

os dispositivos visuais, as metas, informações e indicadores de processos definidos e disseminados garantiram que esse item tenha sido tão bem avaliado quanto o fluxo.

Nos quesitos com menores pontuações estão: Estabilidade, Nivelamento da Produção e *Takt Time*. Quanto à estabilidade, a empresa disponibiliza os materiais para a demanda ser atendida assim como disponibiliza mão de obra e máquinas. Contudo, existem alternâncias de níveis altos e baixos de produção em função de sua variação, pois os mesmos acabam por não aplicar muitas práticas pra suavizá-la.

Já a respeito do nivelamento da produção, as linhas dedicadas estão niveladas contudo a empresa não apresenta um plano de nivelamento para as linhas compartilhadas. Por não apresentarem demanda suficiente e trabalharem através do regime *make to order*, não conseguem fazer todo item todo dia, por isso, esse item não se aplica. Destacam-se também as bruscas mudanças na demanda, apesar de não ser o ideal, acabam, mesmo com tais mudanças, conseguindo cumprir o planejado, principalmente por conta da flexibilidade dos trabalhadores, todos sabem comandar diversas linhas na empresa.

O *takt time* é conhecido mas não o usam, o ritmo é ditado pela capacidade das linhas, isso faz com que os tempos de ciclo, também conhecidos, sejam balanceados conforme a capacidade. Outra ressalva importante é sobre os itens avaliados no quesito *SMED*, alguns critérios receberam como classificação o “não se aplica” por não acontecerem trocas nas linhas, estas são dedicadas e só acontecem um padrão de *start* para a produção.

Avaliando os critérios e suas notas, através da média calculada, a empresa obteve 7,88 como nota geral, reflexo de suas boas práticas em melhoria contínua, fluxo contínuo, separação homem-máquina e gestão visual.

Isso a classifica, segundo a Tabela 2, como uma empresa com práticas enxutas em um estado muito forte de maturação. Isso quer dizer que os elementos questionados estão próximo ao seu estado ideal, podendo classificar a empresa como uma referência em relação à aplicação dessas práticas.

Alinhando as avaliações, esta é a empresa em que a nota obtida através do questionário mais foi fiel ao que foi visto durante a visita. A familiaridade dos respondentes com o tema assim como a familiaridade do contexto empresarial com as práticas enxutas fez com que o questionário fosse bastante abrangente e efetivo em sua avaliação. Esta, realmente, é uma empresa com um grau muito forte de maturidade da ME.

4.5.3 Análise da maturidade para a Empresa 3

Continuando a etapa de tabulação dos dados, a Empresa 3 apresentou como destaque, como é possível perceber pela Figura 10, o quesito referente a produção puxada com nota máxima seguido pelos quesitos 5S e Trabalho e operações padronizadas com nota 9,38.

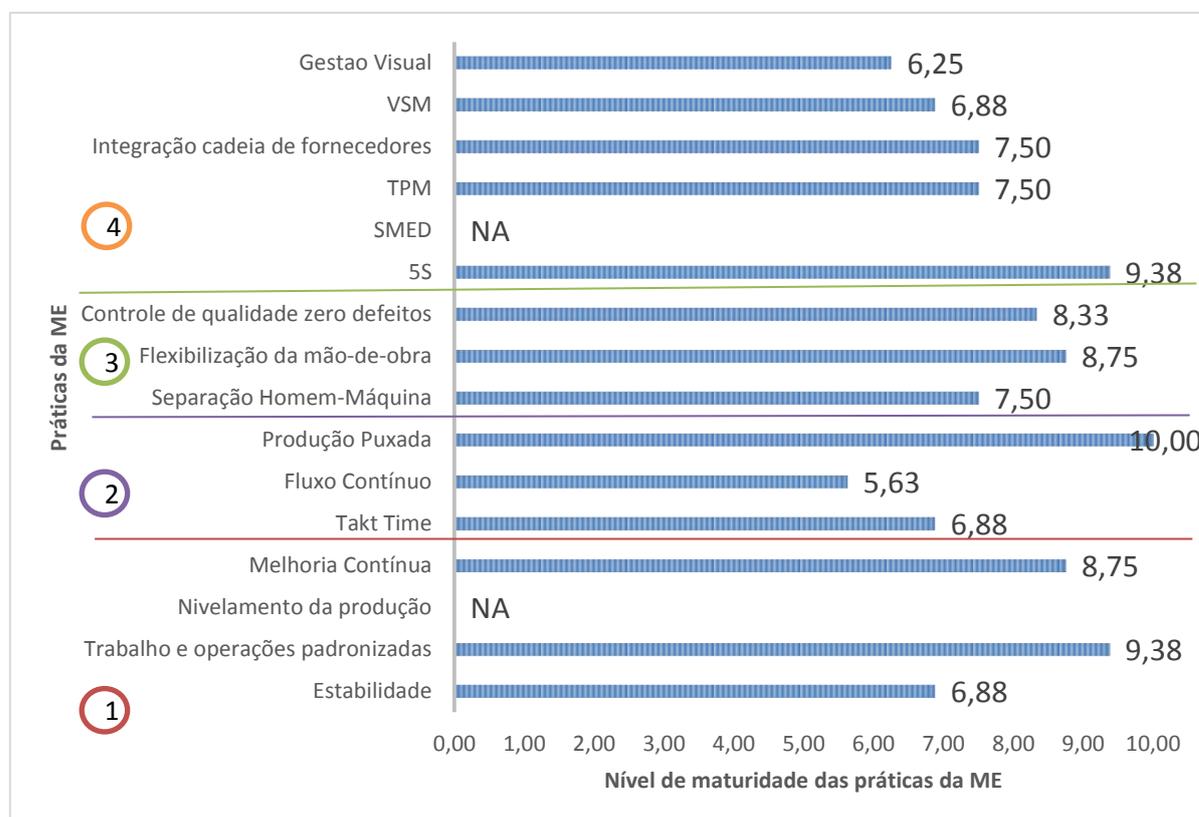


Figura 10 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 3

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

No que diz respeito à produção puxada, os itens referentes à implantação de supermercados foram considerados como não aplicáveis para o seu contexto pois, segundo os entrevistados, a empresa apresenta estoque *FIFO* para tudo e os itens são fornecidos conforme o planejamento e controle da produção que esta alinhado à demanda. Além disso, apresentam *Kanban* para materiais de baixo custo e alta frequência, como observado em campo.

Outro destaque foi a aplicação do 5S, durante a visita foi possível perceber que a organização aplica e disponibiliza os recursos necessários para manutenção além de acompanhar o desenvolvimento através de auditorias mensais. Juntamente com o 5S, trabalho e operações padronizadas também foi bem avaliado, pois existem rotinas e folhas de operações padronizadas e estas são periodicamente revisadas e comunicadas. Atualmente, a

participação dos trabalhadores na elaboração dos padrões é feita através de reuniões, dessa forma, tudo é controlado e inspecionado e não depende somente do responsável geral pelos processos.

Nos quesitos menos pontuados tem-se, primeiramente, a gestão visual (Nota 6,25) que, conforme os entrevistados e observado durante a visita em campo, apresenta oportunidades de melhorias no fluxo do processo para tornar-se visível e compreensível do início ao fim. Já quanto as metas, estas são bem definidas e compartilhadas mas a divulgação dos indicadores é fraca, faltando informação. Segundo eles, a tendência é dar atenção somente quando algum problema é detectado.

Juntamente com a gestão visual, o fluxo contínuo (Nota 5,63) apresentou alguns aspectos a serem melhorados. Segundo os respondentes, o sequenciamento pode ocorrer dentro de cada estação de trabalho mas este não está claro. Ademais, o cumprimento aos prazos de entrega precisa ser aprimorado, visto que, conforme os entrevistados, alguns atrasos acontecem nas entregas das peças. Quanto a ordem de produção e ao arranjo físico, o sistema puxador, mais próximo do cliente final, define o início da produção e o arranjo favorece a produção, possibilitando o transporte do produto. Complementando a respeito do arranjo físico, fica claro, através das observações no local, o caminho a ser percorrido pelo produto durante seu processamento, as etapas são bem divididas e a agregação de valor de etapa para etapa é notória.

No que diz respeito aos itens avaliados como não aplicáveis, *SMED* foi assim classificado porque na empresa eles não o realizam. Quanto ao nivelamento da produção, não apresentam um *mix* pois contam somente com um serviço e um produto. As peças sempre vem sob demanda e feita sob pedido.

Considerando todas as notas e calculando a média geral, a empresa obteve 7,83 como nota geral. Sua pontuação é reflexo de boas práticas principalmente em trabalho e operações padronizadas, 5S, produção puxada e flexibilização da mão de obra.

Qualitativamente, essa nota a classifica como muito forte quanto às práticas e filosofia da manufatura enxuta e significa que, em sua maioria, os elementos questionados foram vistos como próximos ao estado ideal. Agora, confrontando a avaliação com as conclusões obtidas a partir da visita à linha de produção e com os resultados obtidos por empresas anteriores o que se vê é uma organização com quesitos bem aplicados contudo, apresentam oportunidades de melhorias, o que significa um grau forte de maturidade. Nesta avaliação, o questionário deixou de ser abrangente pois a empresa classificou alguns itens como não aplicáveis, em

linhas gerais, uma avaliação mais detalhada nesses quesitos geraria um parecer mais fiel e condizente com a realidade.

4.5.4 Análise da maturidade para a Empresa 4

Os dados da última empresa também foram tabulados, estes estão ilustrados na Figura 11.

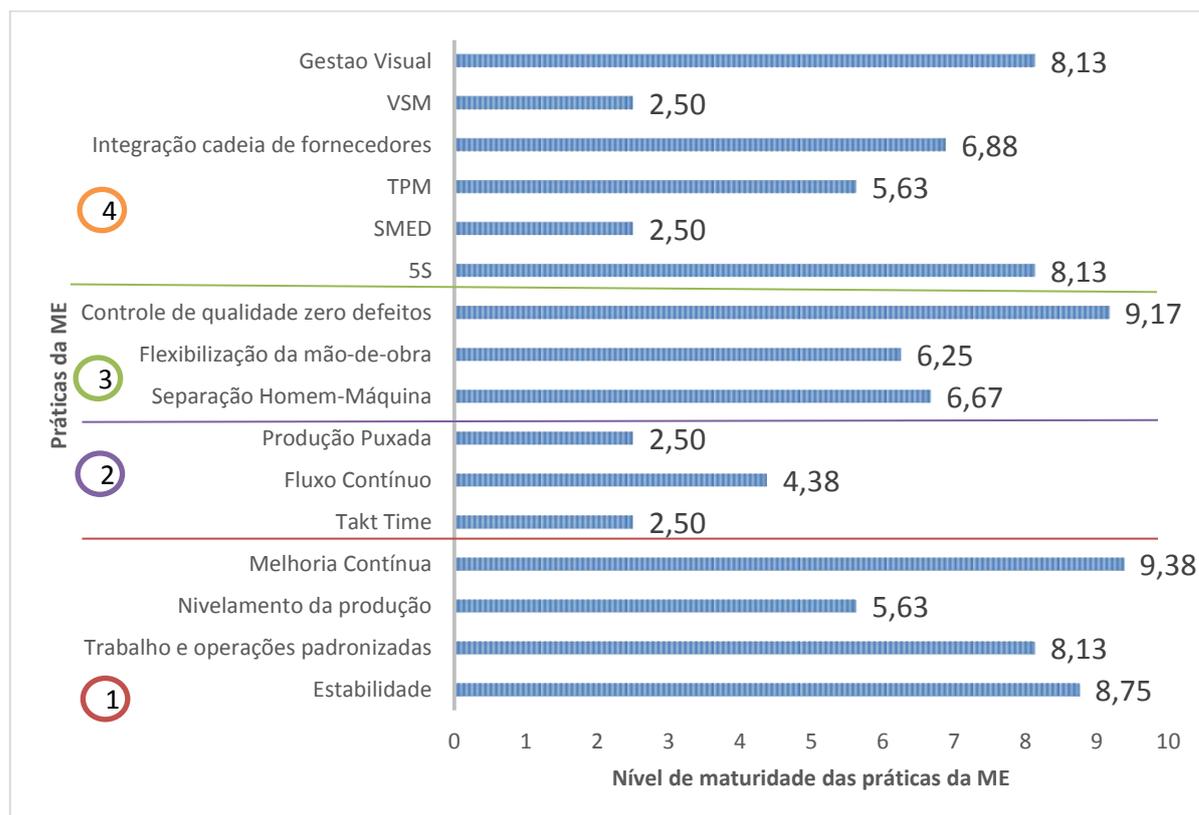


Figura 11 - Nível de maturidade das práticas enxutas da Empresa 4

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Pode-se ver, por exemplo, que os aspectos enxutos melhores pontuados foram os que avaliaram a Melhoria Contínua com nota 9,38 e o Controle de Qualidade Zero Defeitos (CQZD) com nota 9,17. Quanto às práticas relacionadas a melhoria contínua, a empresa apresenta programa para coleta de melhorias com grupos dedicados que fazem com que essas melhorias sejam padronizadas e os trabalhadores incentivados e recompensados ao propô-las.

No que diz respeito ao controle de qualidade, os processos são controlados e tentam reduzir a variabilidade medindo 100% dos itens, realizando as auditorias, divulgando os indicadores e combatendo as causas raízes dos defeitos.

Quanto aos itens que receberam as menores notas, o *takt time*, com nota 2,50, é conhecido mas não o seguem à risca, somente na linha puxada piloto que vem sendo implantada. São mais de 7000 itens ativos e para a empresa é complexo conhecê-lo, apesar de saber que deveriam, a produção não consegue seguir o seu ritmo, sendo que, a máquina, segundo os entrevistados, não para. Uma sugestão seria aplicação do Gráfico de Pareto nesses itens para então identificar quais são os mais significativos e, dessa forma, priorizar sua aplicação.

Assim como no *takt time*, a iniciativa da produção puxada e a tentativa de se esgotar ao máximo a implementação dos supermercados acontece somente na linha puxada piloto, ou seja, só em uma linha de uma das várias mini fábricas. Esta linha, é uma linha teste onde estão sendo aplicadas as práticas e filosofias enxutas, trata-se de um projeto inicial de adaptação da empresa às ações enxutas.

SMED e *VSM* encontram-se no mesmo cenário, possuem a iniciativa em estado inicial, aplicados somente em uma linha, a chamada linha piloto em manufatura enxuta. O *SMED* começou a ser desenvolvido agora, sendo que somente uma área tem esses formulários com padrões e atividades descritos e completos, separando o que é *setup* externo e interno. Forante, seus tempos não são restritos ao *set up* externo, pelo contrário, são em sua maioria internos.

Já quanto aos mapas do fluxo de valor, estes foram elaborados e analisados por uma equipe, existe um plano de ação para sua implantação porém, este plano só ocorre, atualmente, na linha já mencionada. Vale salientar que a empresa em questão não avaliou nenhum item proposto como fora de seu contexto, ou seja, todos os itens foram aplicáveis. Sendo assim, calculou-se a média das notas de cada quesito e dessa forma obteve-se a nota da empresa em questão. Esta recebeu 6,07 como nota, o que a classifica como uma empresa com práticas enxutas em um estágio forte de aplicação.

Suas boas práticas em controle de qualidade, melhoria contínua, gestão visual, trabalho e operações padronizadas e estabilidade são reflexo disso. Com essa nota os quesitos avaliados, de maneira geral, são vistos como bem aplicados dentro da empresa, apresentando um bom nível de maturidade e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação. Contudo, ao se confrontar o resultado do questionário às conclusões obtidas através das observações classifica-se a empresa com um grau fraco de implantação. Apesar de considerar todos os itens como aplicáveis, sua presença fica restrita à linha piloto. Obter um grau de maturidade considerado como forte e pontuar muito fracamente em quesitos

referentes ao *JIT*, que representam a essência da ME, representa um indício de que o questionário precisa ser reavaliado e, de forma que alguns quesitos recebam uma ponderação maior.

4.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE MATURIDADE DAS EMPRESAS

Anteriormente, foi feita uma avaliação com base nas notas de cada quesito contido no questionário, com ela foi possível destacar as melhores e piores práticas enxutas de cada empresa. Além desta análise, é possível comparar o grau de maturidade geral de cada empresa através do cálculo da média das notas obtidas em estabilidade, trabalho e operações padronizadas, nivelamento da produção, melhoria contínua, *takt time*, fluxo contínuo, produção puxada, separação homem-máquina, flexibilização da mão-de-obra, controle de qualidade zero defeitos, 5S, *SMED*, *TPM*, integração da cadeia de fornecedores, *VSM* e gestão visual.

O gráfico da Figura 12 mostra a posição de cada empresa e em que nível cada uma se enquadra, vale lembrar que, conforme a escala de pontuação da Tabela 2, notas menores ou iguais a 2,5 classificam a empresa com um grau de maturidade muito fraco, notas maiores que 2,5 e menores ou iguais a 5 categorizam a empresa em um grau fraco de maturidade, assim como uma nota maior que 5 e menor ou igual a 7,5 significa um grau forte de maturidade e notas maiores que 7,5 e menores ou iguais a 10 situam a empresa em um grau muito forte de implantação das práticas enxutas.

Dessa forma, qualitativamente, a Empresa 1 e a Empresa 4 apresentam o mesmo grau forte de maturidade. Isso quer dizer que, conforme a escala do questionário, a maioria dos quesitos avaliados são vistos como bem aplicados dentro das empresas, por exemplo: CQZD, melhoria contínua, trabalho e operações padronizadas, gestão visual e flexibilização da mão-de-obra. Em suma, apresentam um bom nível de maturidade e precisam de poucos ajustes para a sua consolidação, como por exemplo: aplicar as práticas enxutas em novas linhas de produção, investir em práticas para suavizar a instabilidade da demanda e investir em padronizar as melhorias alcançadas.

A Empresa 2 e a Empresa 3 destacaram-se na avaliação, obtiveram um grau muito forte de aplicação, classificando seus itens como próximos ao seu estado ideal. Estas empresas podem ser classificadas como uma referência em relação à aplicação das práticas enxutas, por exemplo, com relação a melhoria contínua, pois, conforme análise, apresentam programas e

grupos para coleta de ideias e práticas de melhoria contínua, sempre padronizando-as e incentivando seus colaboradores.

Diante da comparação entre tais resultados e das constatações obtidas através das visitas, é possível destacar os seguintes pontos:

Considerar a Empresa 1, com nota 5,36, com um grau forte de aplicação revela, no mínimo, que as faixas consideradas estão desalinhadas à realidade. As características do fluxo do processo, as práticas percebidas durante a visita, a organização do processo e da linha de produção não são de uma empresa com grau forte de maturidade enxuta, pelo contrário, caracterizam uma empresa com grau muito fraco de aplicação.

Referente a Empresa 2, a familiaridade dos respondentes com o tema assim como a familiaridade do contexto empresarial com as práticas enxutas fez com que o questionário fosse bastante abrangente e efetivo em sua avaliação e classificação. Esta, realmente, é uma empresa com um grau muito forte de maturidade da ME. Já a Empresa 3, apesar de obter boas práticas, quando comparada com a Empresa 2 e com as constatações obtidas através da visita apresentam oportunidades de melhorias, o que significa um grau forte de maturidade.

Por último, a Empresa 4, apesar de considerar todos os itens como aplicáveis, sua presença acontece somente na linha piloto. Obter um grau de maturidade considerado como forte e pontuar muito fracamente em quesitos referentes ao *JIT*, por exemplo, representa um indício de que o questionário precisa ser reavaliado de forma que alguns quesitos recebam uma ponderação maior.

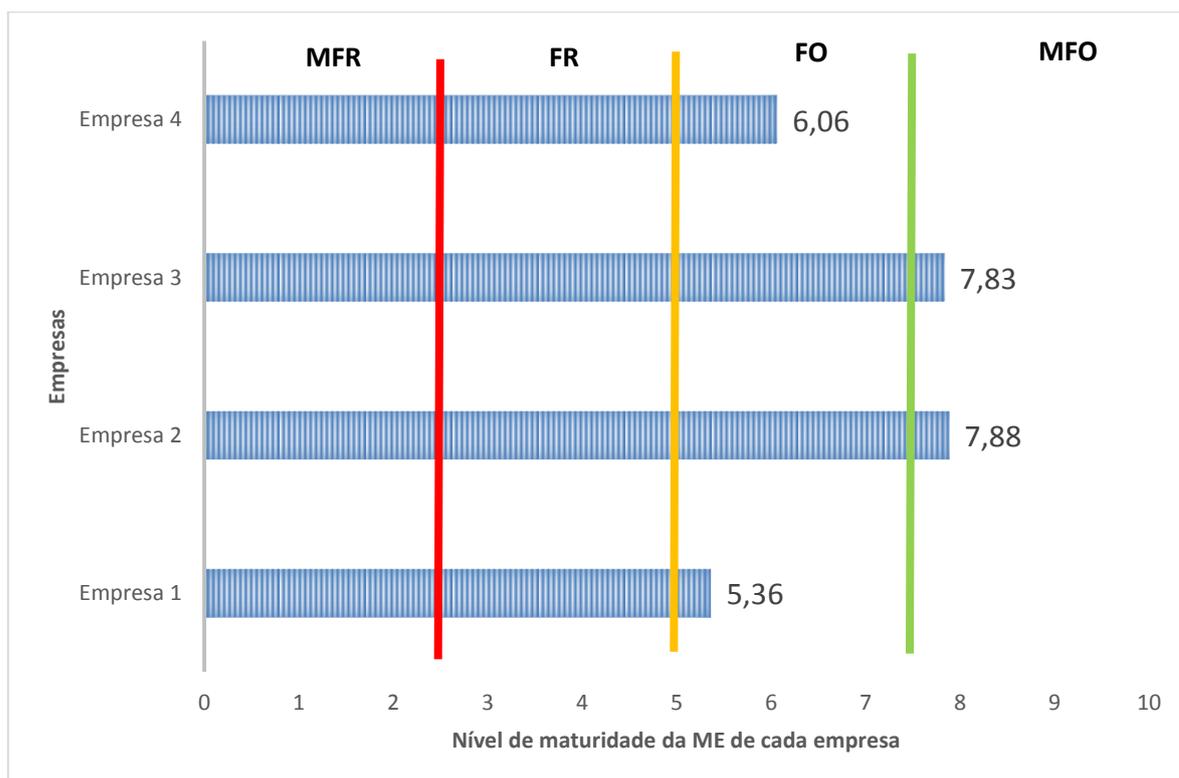


Figura 12 - Níveis de maturidade enxuta de cada empresa

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.6.1 Comparação entre os níveis de maturidade de cada empresa e a quantidade de itens NA e itens NE

A comparação entre os níveis de maturidade de cada empresa leva a outra análise, é pertinente descobrir se o número de itens NA e NE, itens não aplicáveis ao contexto da empresa e itens que não existem mas poderiam ser implantados, influenciaram em suas colocações, isto é, se empresas consideradas mais maduras tendem a ter todos os itens aplicáveis ou não. A Figura 13 ilustra a quantidade desses itens por empresa.

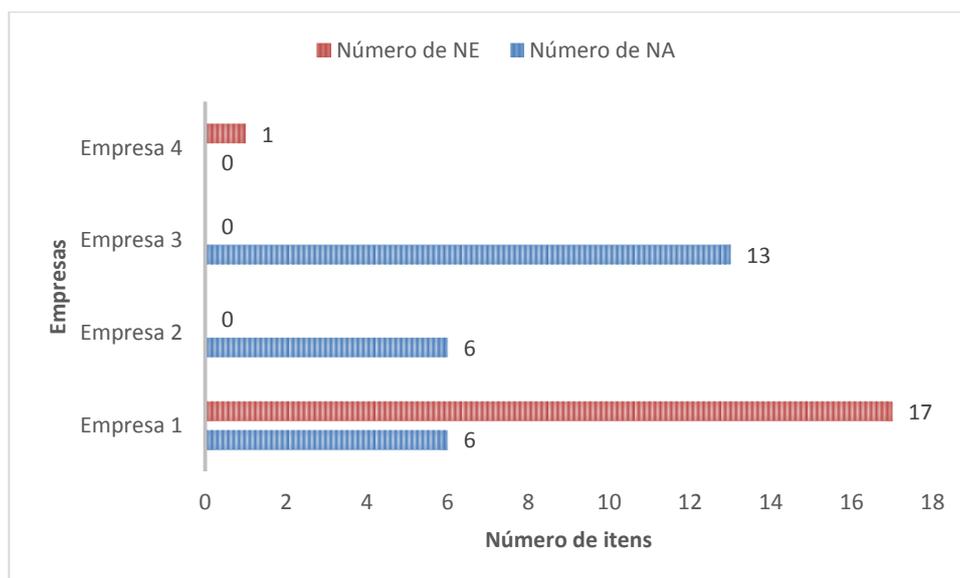


Figura 13 - Itens “NA” e “NE” por empresa

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A fórmula considera na divisão somente os itens aplicáveis, ou seja, em seu cálculo os respectivos pesos são multiplicados pela quantidade de itens com aplicação muito fraca, fraca, forte e muito forte e dividido somente pelo quantidade de itens aplicáveis. Claramente, considerar que um item não é aplicável garante que a sua nota não seja prejudicada, isso é justo porque nem todas as ferramentas e práticas enxutas são aplicáveis a todos os contextos empresariais.

O fato de que os itens não aplicáveis não influenciam negativamente no cálculo pode ser comprovado, além do uso da fórmula, através da classificação geral e da Figura 13. Mesmo tendo 13 itens classificados como não aplicáveis, a empresa 3 ficou como segunda colocada na classificação geral.

Tal análise leva a pensar também que uma empresa que considerar estar fora do contexto mas aplicar muito bem algumas ferramentas pode ter uma nota alta, influenciando o resultado. Dessa forma, o aprimoramento neste aspecto pode ser tema de pesquisas futuras.

Já quanto aos itens que não existem mas poderiam ser implantados, estes sim podem influenciar negativamente o grau de maturidade pois, conforme a descrição da fórmula, são ponderados com peso 0 e entram na divisão pois são contabilizados como itens aplicáveis.

4.7 COMPARAÇÃO DE CADA PRÁTICA ENXUTA POR EMPRESA

Outra análise interessante é a comparação de cada bloco do STP por empresa, a Tabela 7 apresenta a nota de cada quesito.

Tabela 7 - Nota de cada quesito por empresa avaliada

<i>Quesitos</i>	<i>Empresa 1</i>	<i>Empresa 2</i>	<i>Empresa 3</i>	<i>Empresa 4</i>
<i>BASE DO STP</i>				
<i>Estabilidade</i>	8,12	6,25	6,87	8,75
<i>Trabalho e Operações Padronizadas</i>	6,25	7,50	9,37	8,12
<i>Nivelamento da Produção</i>	NA	6,66	NA	5,62
<i>Melhoria Contínua</i>	0,62	10,00	8,75	9,37
<i>PILAR JIT</i>				
<i>Takt Time</i>	0,62	6,87	6,87	2,50
<i>Fluxo Contínuo</i>	8,12	9,37	5,62	4,37
<i>Produção Puxada</i>	7,50	8,12	10,00	2,50
<i>PILAR JIDOKA</i>				
<i>Quesitos</i>	<i>Empresa 1</i>	<i>Empresa 2</i>	<i>Empresa 3</i>	<i>Empresa 4</i>
<i>Separação Homem-Máquina</i>	6,66	9,16	7,50	6,67
<i>Flexibilização da mão-de-obra</i>	10,00	7,50	8,75	6,25
<i>Controle de qualidade zero defeito</i>	5,00	8,33	8,33	9,17
<i>FERRAMENTAS</i>				
<i>Quesitos</i>	<i>Empresa 1</i>	<i>Empresa 2</i>	<i>Empresa 3</i>	<i>Empresa 4</i>
<i>5S</i>	NE	8,75	9,37	8,12
<i>SMED</i>	NE	7,50	NA	2,50
<i>TPM</i>	8,12	6,25	7,50	5,62
<i>Integração da Cadeia de Fornecedores</i>	10,00	6,87	7,50	6,87
<i>VSM</i>	6,25	7,50	6,87	2,50
<i>Gestão Visual</i>	3,12	9,37	6,25	8,12

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

As comparações a seguir serão divididas em subtópicos e começam pela base do STP, para então avaliar o pilar *JIT*, o pilar *JIDOKA* e as ferramentas.

4.7.1 Base do STP

A primeira comparação importante é quanto aos quesitos da base do STP, são eles: estabilidade, trabalho e operações padronizadas, nivelamento da produção e *kaizen* ou melhoria contínua. Por estar onde estão, pontuações mais altas ali levam a crer que uma base mais madura, ou seja, com notas mais altas, tendem a garantir um sistema com nota geral mais alta, mais maduro como um todo.

A análise das notas foram feitas, as médias gerais do nível de maturidade dos quesitos referentes à base do STP estão lançadas na Figura 14 a seguir.

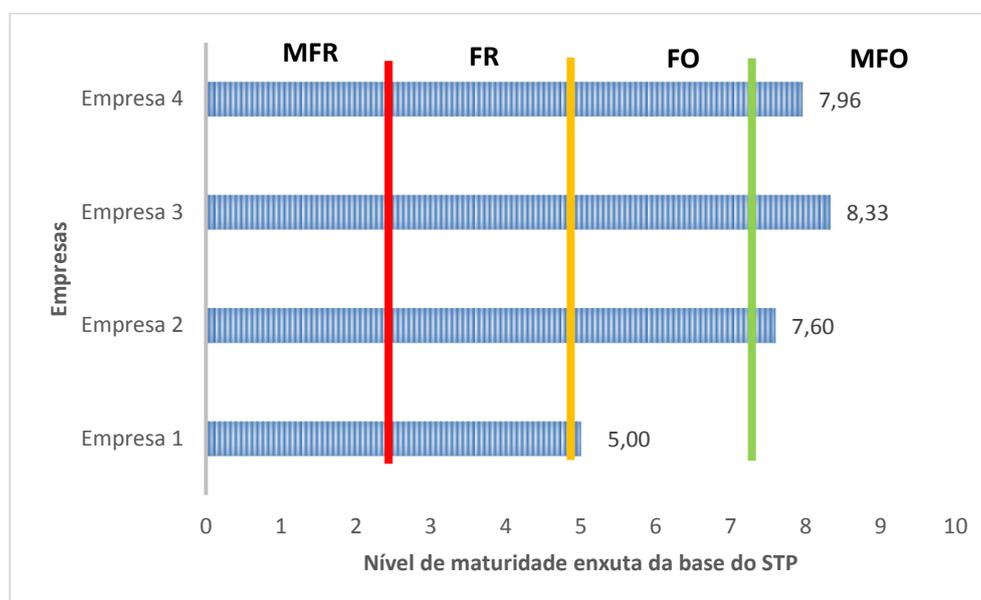


Figura 14 - Níveis de maturidade enxuta da base do STP entre as empresas

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Como é possível notar, a Empresa 2 e a Empresa 3, detentoras das maiores notas gerais, figuram também como empresas com maturidade muito forte quando avaliados os quesitos referentes à base do STP, isso corrobora para a ideia de que uma base sólida garante uma maturidade maior. Divergindo dos resultados obtidos nas avaliações gerais, a Empresa 4, quando avaliado somente os quesitos em questão, apresentou um grau de maturidade muito forte. Ou seja, mesmo configurada com um grau de maturidade tido como forte, neste aspecto avaliado agora ela é tida também como referência.

A terceira posição da Empresa 2 pode ser explicada pelo fato de que outras empresas, por exemplo, a Empresa 3, considerou que alguns quesitos, no caso, quesitos acerca do nivelamento da produção, não eram aplicáveis. Isso acontece porque muitas empresas enxergam o nivelamento somente do ponto de vista do *mix* e não do volume, por isso, esta percepção equivocada de não aplicável, o que acaba por gerar uma avaliação com uma nota menos abrangente. Vale salientar que, por se tratar de uma processo ininterrupto e amplo de avaliação, um parecer mais amplo e de todos os aspectos da manufatura enxuta é bem mais seguro e garante uma nota final mais confiável do que considerar apenas um aspecto, no caso, a base.

4.7.2 Pilar *JIT* do STP

A nova comparação é com base no primeiro pilar da casa do STP, nele são avaliados os quesitos referentes ao *takt time*, fluxo contínuo e produção puxada, como é possível perceber por meio da Figura 15.

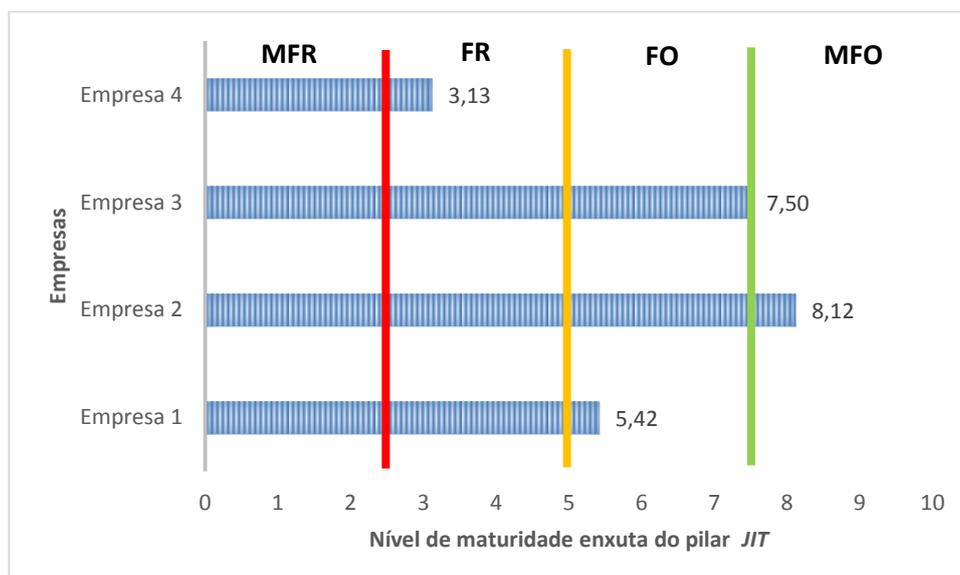


Figura 15 - Níveis de maturidade enxuta do pilar *JIT* do STP entre as empresas

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Ao realizar a tabulação dos dados, foi possível perceber que a relação do nível de maturidade em seu índice geral e a maturidade do pilar *JIT* coincidiu para a Empresa 2 e

Empresa 3, isto é, as duas empresas mais maduras apresentaram as duas maiores notas médias para o pilar do *JIT*.

Para o caso da empresa 4, a maioria de seus quesitos nesse pilar foram classificados como muito fracos, justamente pela implementação somente na linha piloto, o que quer dizer que a empresa já possui iniciativas com relação à aplicação do elemento questionado, no entanto, o mesmo ainda se encontra em seus estágios iniciais e/ou embrionários. Novamente, contesta-se o resultado obtido na avaliação geral em que a referida empresa pontuou com um grau forte de aplicação.

Espera-se que empresas com grau de maturidade elevado, obtenham graus elevados quando avaliadas com relação ao *JIT* pois este reúne muito da essência da manufatura enxuta: 1) alinhar a produção à demanda pelo *takt time*, combatendo a superprodução e os demais desperdícios dela decorrentes; 2) implementar fluxos contínuos e unitários sempre que possível, pois este é o modo mais eficiente de se produzir, uma vez que elimina os estoques intermediários, as esperas e outros desperdícios; 3) implementar sistemas puxados com supermercados naqueles processos que continuarão tendo que produzir e transferir em lotes, substituindo a produção empurrada pela puxada em tais processos. Portanto, dizer que uma empresa possui grau de maturidade forte em manufatura enxuta, sem ter os componentes do *JIT* sólidos, é algo que deve ser melhor investigado.

De modo conclusivo, ao avaliar este pilar, as empresas consideradas mais maduras são as que também apresentaram maior grau de maturidade no referido pilar. Isto é, as empresas mais maduras em seu contexto geral também apresentaram elevado grau de maturidade quando avaliado os quesitos referentes ao *takt time*, produção puxada e fluxo contínuo. Em síntese, o *takt time* é conhecido e utilizado para a definição do ritmo de produção, os tempos de ciclo são conhecidos, padronizados e balanceados, o fluxo tende a ser contínuo com arranjo físico que favorece o transporte e a produção além da utilização de dispositivos visuais e dimensionamento de supermercados.

4.7.3 Pilar *JIDOKA* do STP

Assim como o pilar *JIT*, a comparação do nível de maturidade do pilar *JIDOKA* também foi feita. Nessa comparação, demonstrada na Figura 16, foram avaliados os quesitos referentes a separação homem-máquina, flexibilização da mão-de-obra e controle de qualidade zero defeitos.

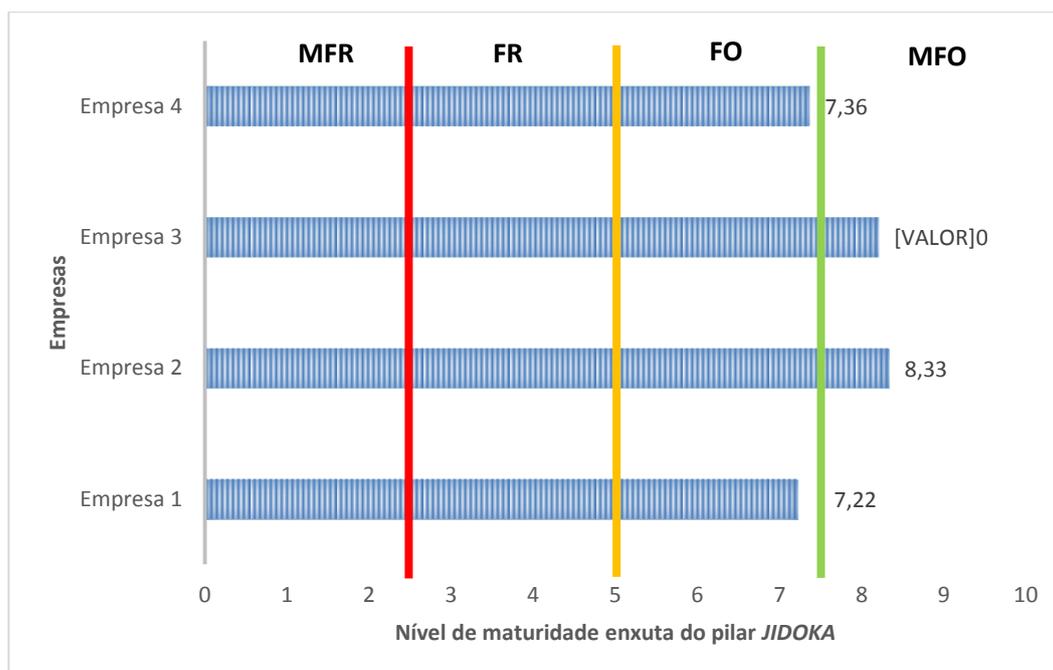


Figura 16 - Níveis de maturidade enxuta do pilar JIDOKA do STP entre as empresas

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Novamente a relação do nível de maturidade geral e maturidade do pilar coincidiram, dessa vez, exatamente com a mesma colocação da avaliação geral. Tanto Empresa 2 como a Empresa 3 apresentam dispositivos para impedir que peças defeituosas prossigam no processo, permitem e garantem a autonomia para a tomada de decisão por parte dos trabalhadores, controlam e auditam os processos assim como combatem as causas raízes de defeitos assegurando que os elementos questionados estejam próximo ao seu estado ideal, classificando-os como uma referência em relação à sua aplicação.

Outro destaque importante é para as Empresas 1 e 4, seus níveis de maturidade geral encontram-se com uma pontuação relativamente menor quando comparados ao do pilar *JIDOKA*. Tal fato reflete a importância dada pelas empresas a questões pontuais como a identificação de peças defeituosas, as causas raízes dos defeitos, a multifuncionalidade dos trabalhadores, a proximidade física entre a execução das operações e à qualidade dos produtos e processos em geral.

4.7.4 Ferramentas do STP

Agora, considerando a parte final da casa do STP, tem-se a avaliação do grau de maturidade das ferramentas. Nessa avaliação, serão comparados os quesitos referentes às práticas do 5S, SMED, TPM, Integração da Cadeia de Fornecedores, VSM e Gestão Visual.

É interessante também, agora, avaliar quais das ferramentas destacas pelo Gráfico de Pareto, presente na Figura 5, estão mais maduras e em quais empresas estão. Dos tópicos destacados como mais frequentes nas publicações, conforme revisão realizada considerando os últimos quatro anos de pesquisa, utilizando como base a *Scopus* e pesquisando por “*Lean Manufacturing Literature Review*” em títulos, palavras chave ou resumo, pode-se destacar as ferramentas SMED, VSM e 5S, sendo assim estas são as ferramentas destacadas para este item dos resultados.

4.7.4.1 Comparação da média do nível de maturidade das ferramentas enxutas do STP entre as empresas

A tabulação dos dados referentes às ferramentas permitiu a elaboração da Figura 17 a seguir:

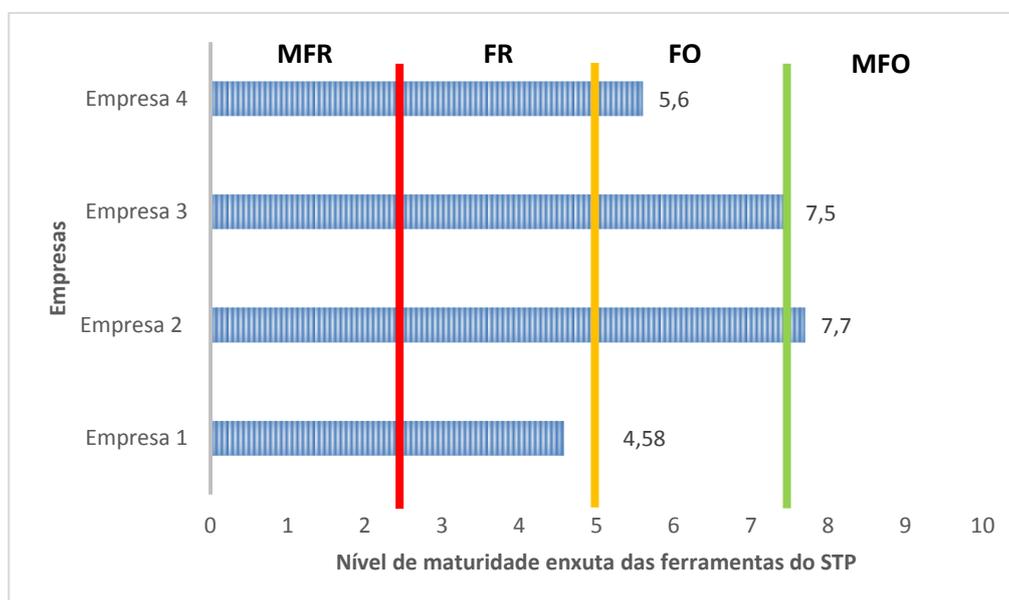


Figura 17 - Níveis de maturidade das ferramentas enxutas do STP entre as empresas

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com a análise, pode-se destacar a Empresa 2 como a mais madura quando avaliada no âmbito de suas ferramentas enxutas implantadas. Ela, segundo os critérios de avaliação, tem

suas ferramentas próximas ao seu estado ideal, podendo classificar a empresa como uma referência em relação à aplicação dessas práticas.

As empresas 3 e 4, de acordo com as notas, tem seus elementos vistos como bem aplicados dentro da empresa, apresentando um bom nível de maturidade e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação. Já a empresa 1, no geral, aplica as práticas relacionadas ao elemento questionado, porém ainda se observa muitas oportunidades de melhoria e necessidades de ajustes para uma consolidação do mesmo.

De maneira geral, em todas as empresas, os destaques quanto aos maiores graus de maturidade estão por conta do *TPM*, gestão visual e *5S*. Esta última ferramenta, por suas vez, coincide como um dos itens destacados como mais abordados na literatura, conforme os destaques do Gráfico de Pareto.

4.7.4.2 Comparação das ferramentas enxutas destacadas pelo Gráfico de Pareto

Reforçando o parágrafo anterior, a seguir está a investigação das ferramentas *SMED*, *5S* e *VSM*, conforme Tabela 8, selecionados com base no Gráfico de Pareto, Figura 5, gerado pela análise das publicações referentes à manufatura enxuta e suas práticas mais comumente abordadas na literatura.

Tabela 8 - Nível de maturidade enxuta das ferramentas destacadas pelo Gráfico de Pareto

<i>Ferramenta</i>	<i>Empresa 1</i>	<i>Empresa 2</i>	<i>Empresa 3</i>	<i>Empresa 4</i>
5S	NE	8,75	9,375	8,125
SMED	NE	7,5	NA	2,5
VSM	6,25	7,5	6,875	2,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Apesar de estarem presentes na literatura como destaque entre as ferramentas mais utilizadas e mencionadas em pesquisas, o *5S* e o *SMED* não estão sendo aplicados na Empresa 1 nesse momento, mas a mesma considera que deveria tê-los implantados.

Já a Empresa 2 tem um bom grau de maturidade nessas práticas, sendo o *5S* com um grau de aplicação muito forte enquanto que o *SMED* e o *VSM* estão aplicados com um grau forte, porém bem próximos de um estado ideal.

Não obstante, a Empresa 3 considerou que o *SMED* não é aplicado ao seu contexto, enquanto que, o *5S* encontra-se em um estado ideal de aplicação e o *VSM* bem aplicado, apresentando um bom nível e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação.

Ademais, a Empresa 4 apresentou grande divergência quanto às ferramentas avaliadas, tem o *5S* em seu estado consolidado, contudo, quando avaliados *SMED* e *VSM*, constatou-se que os mesmos estão em estágios muito fracos, ou seja, apesar das iniciativas ainda se encontram em seus estágios iniciais de aplicação. Esses cenários, com as notas de cada ferramenta e sua posição quanto ao grau de aplicação ficam mais visíveis com o gráfico da Figura 18.

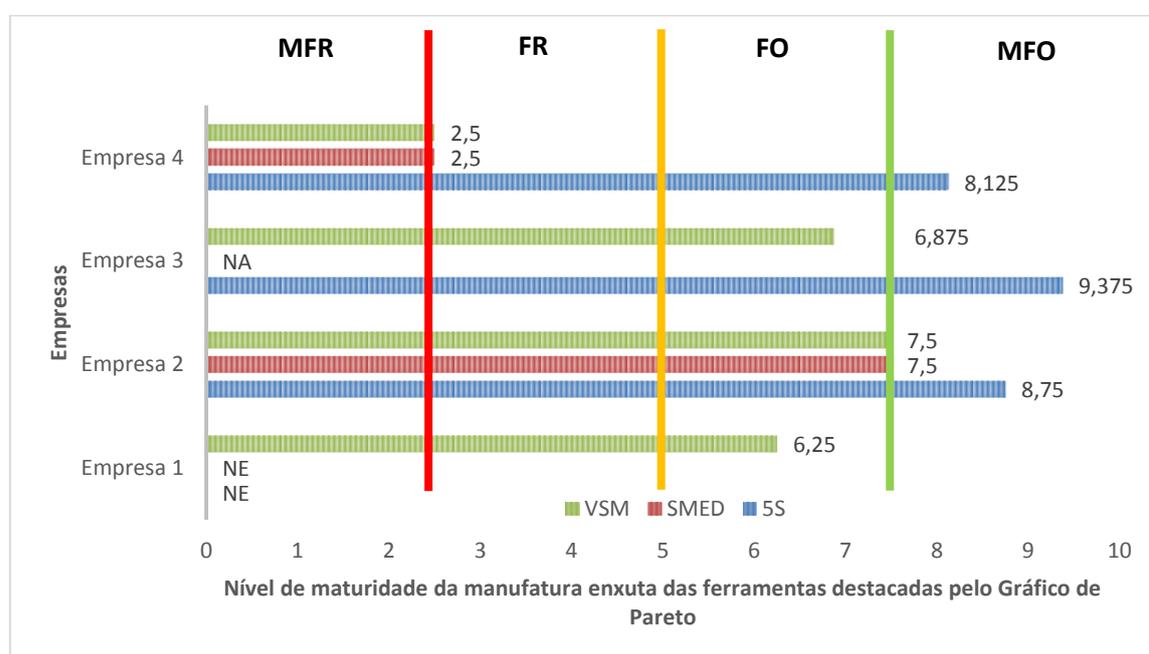


Figura 18 - Níveis de maturidade da manufatura enxuta das ferramentas destacadas pelo Gráfico de Pareto

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.8 COMPARAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE ENXUTA COM BASE NOS SETORES DE ATUAÇÃO

Através da descrição das atividades de cada empresa é possível categorizá-las quanto ao setor de atuação. Dessa forma, de acordo com suas atividades, classifica-se a Empresa 2 e 3 como atuantes no setor aeronáutico e tecnológico enquanto que a Empresa 1 e 4 como atuantes no setor metalomecânico.

Com base nessa divisão, é viável, através das médias dos níveis de maturidade da ME de cada empresa, classificar os setores avaliados e categorizá-los conforme seu grau de maturidade. Dessa forma, através da Figura 19 temos a seguinte segmentação.

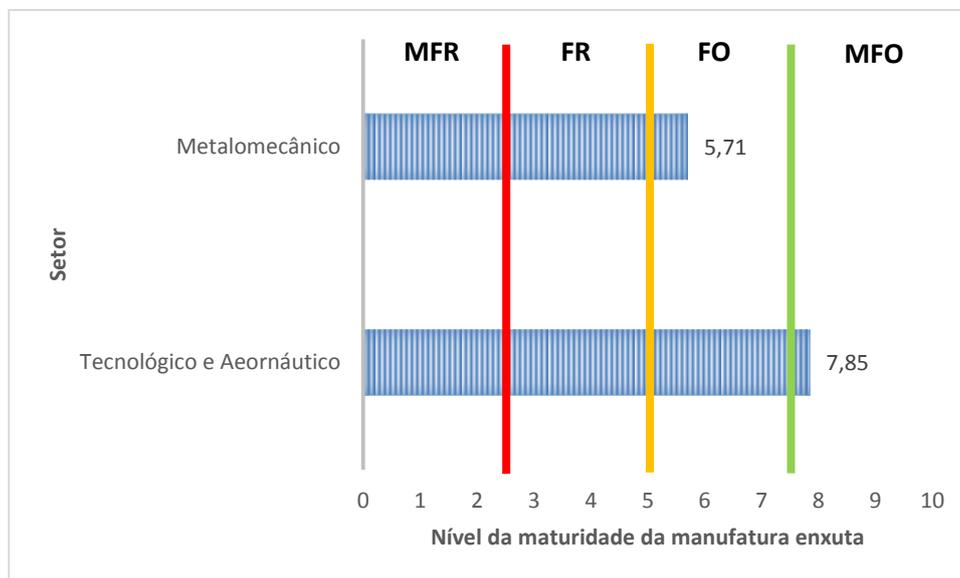


Figura 19 - Nível médio de maturidade da manufatura enxuta por setor

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observando o gráfico e a média das notas das empresas, nota-se que ambas obtiveram o mesmo grau de maturidade, quando categorizadas qualitativamente. Classificadas com um grau de aplicação forte, conforme os parâmetros de avaliação do questionário, os setores tem práticas vistas como bem aplicadas, apresentando um bom nível de maturidade e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação.

Contudo, mesmo com o mesmo grau, a visita em campo comprova essa diferença pontual entre as notas dos dois setores. O que foi percebido, durante as idas à linha de produção, é que o ambiente das duas empresas voltadas para tecnologia e aeronáutica são, em linhas gerais, mais organizados e limpos, sem presença de estoques ou em pequenas quantidades, com identificações mais visíveis de produtos, equipamentos, indicadores e setores.

Como outro ponto a ser analisado, vale salientar que no setor aeronáutico e tecnológico o *kaizen* foi o destaque entre os quesitos avaliados da base do STP, já no pilar *JIT*, as melhores pontuações foram para produção puxada, enquanto que para o pilar *JIDOKA* as maiores avaliações foram para os quesitos referentes a separação homem-máquina. Por fim, quando avaliada as ferramentas, o destaque do setor foi o 5S, o que corrobora com o que

foi visto em campo, já dito anteriormente. Como destaques negativos do mesmo setor tem-se na base a estabilidade, no pilar *JIT* o *takt time*, no pilar *JIDOKA* a flexibilização da mão de obra e a *TPM* na parte das ferramentas.

Abaixo, na Tabela 9, estão discriminadas as médias de cada item das empresas que compõem o setor.

Tabela 9 - Média do nível de maturidade das práticas enxutas do setor aeronáutico e tecnológico

Setor Aeronáutico e Tecnológico

<i>BASE</i>	Empresa 2	Empresa 3	Média
<i>Estabilidade</i>	6,25	6,87	6,56
<i>Trabalho e Operações Padronizadas</i>	7,5	9,37	8,44
<i>Nivelamento da Produção</i>	6,66	NA	6,66
<i>Kaizen</i>	10,00	8,75	9,37
<i>PILAR JIT</i>	Empresa 2	Empresa 3	Média
<i>Takt Time</i>	6,87	6,87	6,87
<i>Fluxo Contínuo</i>	9,37	5,62	7,50
<i>Produção Puxada</i>	8,12	10,00	9,06
<i>PILAR JIDOKA</i>	Empresa 2	Empresa 3	Média
<i>Separação homem-máquina</i>	9,16	7,50	8,33
<i>Flexibilização da mão-de-obra</i>	7,50	8,75	8,12
<i>CQZD</i>	8,33	8,33	8,33
<i>FERRAMENTAS</i>	Empresa 2	Empresa 3	Média
<i>5S</i>	8,75	9,37	9,06
<i>SMED</i>	7,50	NA	7,50
<i>TPM</i>	6,25	7,50	6,87
<i>Integração da Cadeia de Fornecedores</i>	6,87	7,50	7,18
<i>VSM</i>	7,50	6,87	7,18
<i>Gestão Visual</i>	9,37	6,25	7,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A análise da Tabela 9 possibilitou a elaboração do gráfico da Figura 20, nele pode-se visualizar mais claramente a posição de cada destaque positivo e negativo em cada quesito. A saber *kaizen* e estabilidade são referentes a base, produção puxada e *takt time* referentes ao pilar *JIT*, separação homem-máquina e flexibilização da mão de obra referentes ao pilar *JIDOKA* e 5S e *TPM* são as ferramentas. Vale ressaltar também que todos os destaques,

positivos e negativos, obtiveram uma média que os classificaram pelo menos com um grau forte de maturidade.

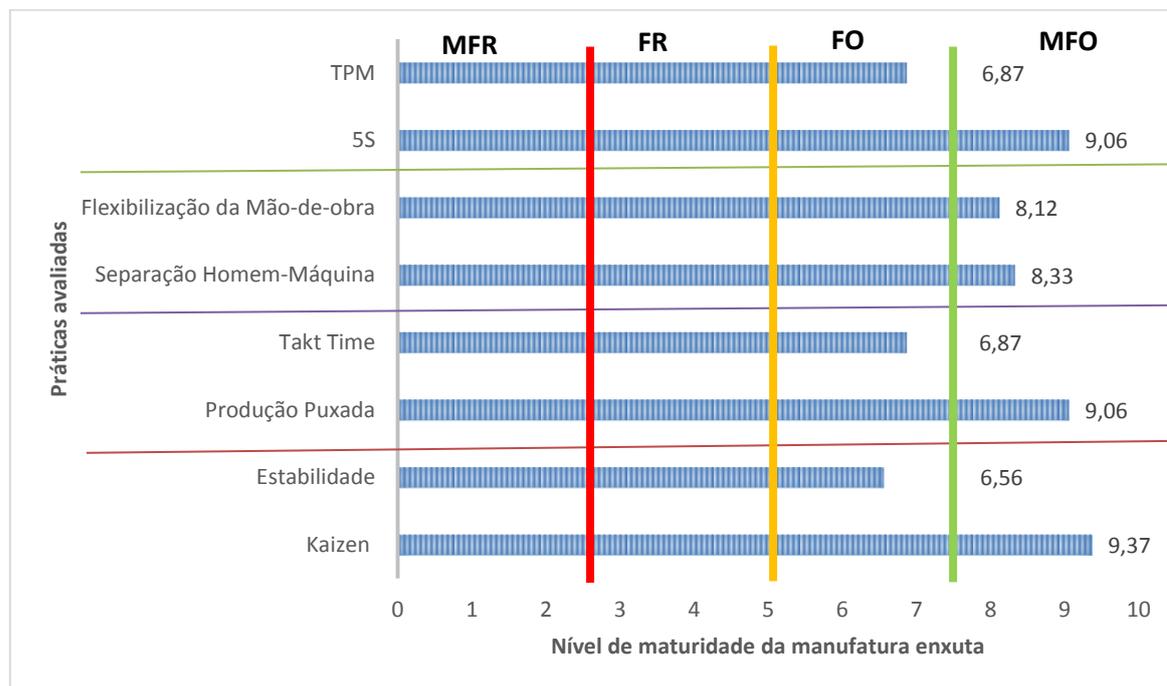


Figura 20 - Nível de maturidade enxuta das melhores e piores práticas do setor aeronáutico e tecnológico

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O mesmo foi feito para o setor metalomecânico e diferentemente do setor anterior, este teve como destaques positivos a estabilidade quando avaliados os quesitos da base do STP, o fluxo contínuo quando o que estava em pauta eram os temas referentes ao *JIT*, a flexibilização da mão-de-obra na parte referente ao *JIDOKA* e por fim, a integração da cadeia de fornecedores quando avaliados os pontos sobre as ferramentas implantadas. Quanto aos destaques negativos, a menor nota na base foi para o *kaizen*, no pilar *JIT* o *takt time*, no pilar *JIDOKA* a separação homem-máquina foi o quesito que menos pontuou, já a ferramenta com menor nota foi o *SMED*. Tais médias do nível de maturidade das práticas enxutas estão melhores discriminadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Média do nível de maturidade das práticas enxutas do setor metalomecânico

Setor Metalomecânico

<i>BASE</i>	Empresa 1	Empresa 4	Média
<i>Estabilidade</i>	8,12	8,75	8,44
<i>Trabalho e Operações Padronizadas</i>	6,25	8,12	7,19
<i>Nivelamento da Produção</i>	NA	5,62	5,62
<i>Kaizen</i>	0,62	9,37	5,00
<i>PILAR JIT</i>	Empresa 1	Empresa 4	Média
<i>Takt Time</i>	0,62	2,50	1,56
<i>Fluxo Contínuo</i>	8,125	4,375	6,25
<i>Produção Puxada</i>	7,50	2,50	5,00
<i>PILAR JIDOKA</i>	Empresa 1	Empresa 4	Média
<i>Separação homem-máquina</i>	6,66	6,67	6,66
<i>Flexibilização da mão-de-obra</i>	10,00	6,25	8,12
<i>CQZD</i>	5,00	9,17	7,08
<i>FERRAMENTAS</i>	Empresa 1	Empresa 4	Média
<i>5S</i>	0,00	8,12	4,06
<i>SMED</i>	0,00	2,50	1,25
<i>TPM</i>	8,12	5,62	6,87
<i>Integração da Cadeia de Fornecedores</i>	10,00	6,87	8,43
<i>VSM</i>	6,25	2,50	4,37
<i>Gestão Visual</i>	3,12	8,12	5,62

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A partir da tabela, foi possível, assim como feito anteriormente, gerar o gráfico das melhores e piores práticas do setor, tal gráfico está exposto na Figura 21.

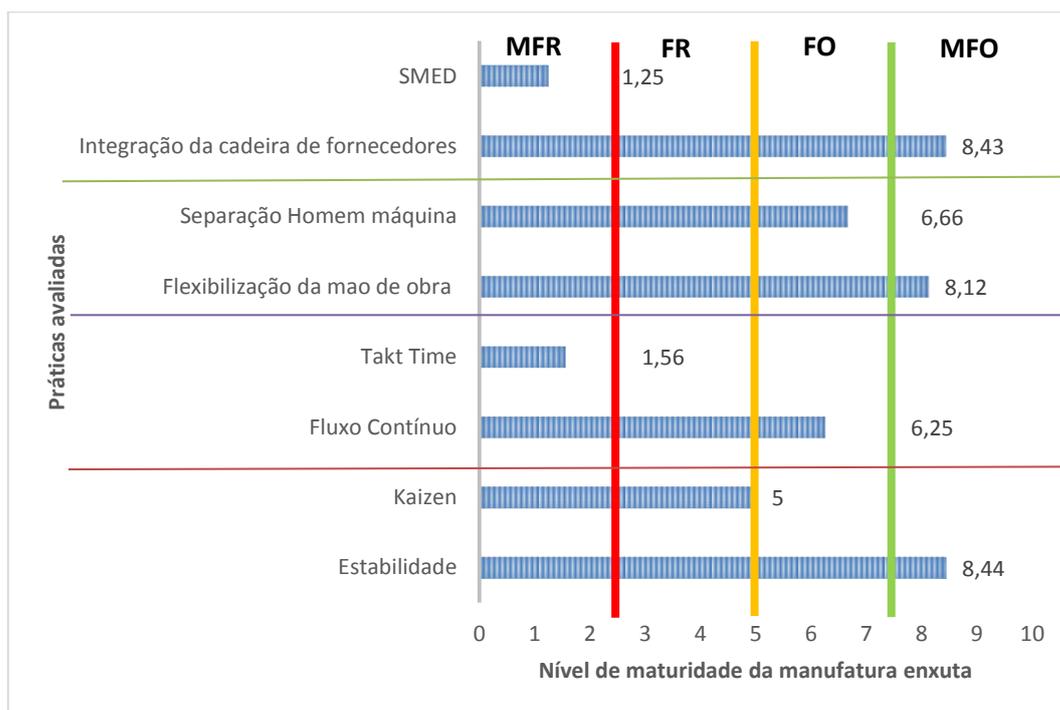


Figura 21 - Nível de maturidade enxuta das melhores e piores práticas do setor metalomecânico

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Diferentemente do setor anteriormente analisado, no setor metalomecânico existem quesitos com práticas muito fracas. As empresas já possuem iniciativas com relação à aplicação do *SMED* e do *takt time*, no entanto, os mesmos ainda se encontram em seus estágios iniciais e/ou embrionários, juntamente com tais quesitos, tem-se o *Kaizen* que classificou-se com um grau de maturidade fraco, já as outras práticas em questão classificaram-se como, pelo menos, fortes.

Ao comparar os dois setores é possível perceber, por exemplo, que enquanto o *kaizen* é destaque como uma boa prática no setor aeronáutico e tecnológico, é tido como uma prática com notas menores no setor metalomecânico. O mesmo acontece com o quesito separação homem-máquina, quando comparado o pilar *JIDOKA*, já o *takt time*, quesito do pilar *JIT*, aparece nos dois setores como uma prática com destaque negativo. Quando comparadas as ferramentas, os dois setores apresentaram destaques distintos e de um modo geral o resultado desta análise foi o seguinte:

- **Setor Tecnológico e Aeronáutico:**

- Melhores Práticas: Kaizen (Base do STP), Produção Puxada (Pilar *JIT*), Separação Homem-máquina (Pilar *JIDOKA*), 5S (Ferramentas);

- Piores Práticas: Estabilidade (Base do STP), *Takt Time* (Pilar *JIT*), Flexibilização da mão-de-bra (Pilar *JIDOKA*), *TPM* (Ferramentas).

- **Setor Metalomecânico:**

- Melhores Práticas: Estabilidade (Base do STP), Fluxo contínuo (Pilar *JIT*), Flexibilização da mão-de-bra (Pilar *JIDOKA*), Integração da cadeia de fornecedores (Ferramentas);

- Piores Práticas: *Kaizen* (Base do STP), *Takt Time* (Pilar *JIT*), Separação Homem-máquina (Pilar *JIDOKA*), *SMED* (Ferramentas).

4.9 COMPARAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE ENXUTA DOS OBJETOS DE ESTUDO COM O TRABALHO DE SAURIN E FERREIRA

Outra análise pertinente diz respeito a comparação entre os resultados obtidos pelos autores Saurin e Ferreira (2008) e as notas obtidas através deste estudo de caso. Vale salientar que, apesar de utilizado como base para o estudo, o questionário elaborado pelos autores em questão sofreu algumas modificações e, para que esta comparação fosse possível, somente os tópicos em comum entre os instrumentos de coleta de dados foram levados em conta sendo que, os itens referentes a produção puxada e fluxo contínuo foram utilizados conjuntamente, por meio de uma média simples entre as notas dos dois quesitos. Desta forma, nesta avaliação foi considerado os seguintes elementos, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Elementos avaliados na comparação dos níveis de maturidade

<i>Elementos</i>	<i>Saurin e Ferreira (2008)</i>	<i>Empresa 1</i>	<i>Empresa 2</i>	<i>Empresa 3</i>	<i>Empresa 4</i>
<i>Elementos da Base do STP</i>					
<i>Trabalho e Operações Padronizadas</i>	6,00	6,25	7,50	9,38	8,13
<i>Nivelamento da Produção</i>	8,80	NA	6,66	NA	5,63
<i>Elementos do Pilar JIT</i>					
<i>Produção Puxada e Fluxo Contínuo</i>	8,30	7,81	8,75	7,81	3,44

Tabela 11 - Elementos avaliados na comparação dos níveis de maturidade
(continuação)

Elementos	Saurin e Ferreira (2008)	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
<i>Elementos do Pilar JIDOKA</i>					
<i>Flexibilização da mão-de-obra</i>	6,70	10,00	7,50	8,75	6,25
<i>CQZD</i>	5,70	5,00	8,33	8,33	9,17
<i>Ferramentas</i>					
<i>SMED</i>	10,00	0,00	7,50	NA	2,50
<i>TPM</i>	6,40	8,13	6,25	7,50	5,63
<i>Integração da cadeia de fornecedores</i>	6,30	10,00	6,88	7,50	6,88
<i>VSM</i>	7,50	6,25	7,50	6,88	2,50
<i>Gestão visual</i>	7,50	3,13	9,38	6,25	8,13
<i>Nível de Maturidade da ME</i>	7,32	6,29	7,63	7,80	5,83

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com base nos valores esclarecidos acima, foi possível elaborar o gráfico da Figura 22, e nela está contido o nível de maturidade geral de cada empresa estudada neste trabalho assim como o nível de maturidade calculado com base nas notas obtidas do estudo de Saurin e Ferreira (2008).

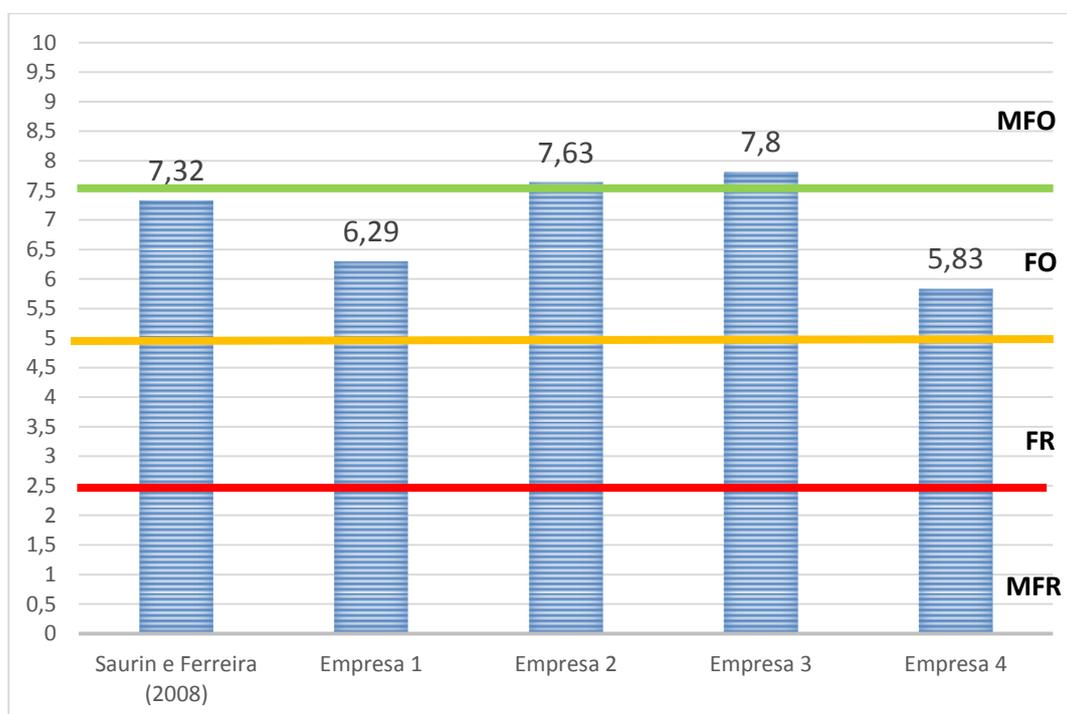


Figura 22 - Comparação do nível de maturidade das empresas com o estudo de Saurin e Ferreira (2008)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A empresa do estudo de Saurin e Ferreira (2008) é uma multinacional fabricante de máquinas agrícolas (colheitadeiras, tratores, plantadeiras e plataformas), com cerca de 2200 funcionários. As práticas da ME começaram a ser implantadas no setor de usinagem em 2001, mas somente em julho de 2003 a empresa começou a implementá-las no setor na montagem de colheitadeiras.

A partir da tabulação e das faixas de avaliações definidas, chegou-se a conclusão que a organização em questão possui o mesmo grau de maturidade da Empresa 1 e Empresa 4, ou seja, apresentam um grau forte de maturidade, necessitando apenas de alguns ajustes para consolidação. Tais empresas, inclusive a de Saurin e Ferreira (2008), compõem o setor metalomecânico, já as Empresas 2 e 3 apresentaram um grau de maturidade muito forte, ou seja, são referências nos quesitos avaliados e compõem o setor tecnológico e aeronáutico.

Das empresas que compõem o setor metalomecânico acima citadas, o objeto de estudo dos autores já mencionados é a que apresenta maior grau de maturidade, isso pode ser o resultado da diferença entre o início das aplicações das práticas enxutas na empresa de máquinas agrícolas, visto que a referida aplica tais práticas cerca de dez anos antes das estudadas nesta pesquisa.

Nesta comparação, o *SMED* foi o quesito que mais chamou atenção por sua diferença em relação as empresas estudadas. Neste ponto, a empresa agrícola é vista como referência, obtendo nota máxima, tendo assim, uma aplicação em estado ideal enquanto que as empresas deste trabalho, com exceção da Empresa 2, consideraram o item como não aplicável ou com um desempenho muito fraco.

Finalizando, nota-se também que, apesar de suas limitações e modificações, o questionário mostrou-se coerente com os resultados obtidos em outras pesquisas, mantendo seu propósito de avaliar e gerar um índice capaz de classificar as práticas avaliadas.

4.10 CONTRIBUIÇÕES GERENCIAIS

De maneira geral, como já explicitado por Karlsson e Ahlström (1996), Shah e Ward (2002), Hammer (2007) e Teixeira (2014), medir os processos enxutos deve ser uma atividade contínua, além disso, esta atividade é essencial para a tomada de decisões mais acertadas, benéficas para todo o processo, evitando, dessa forma, que os recursos sejam usados de forma incorreta e que os colaboradores criem resistência para com a sua implantação. Dito isso, o

presente trabalho, de maneira geral, contribuiu para que as empresas avaliassem seus processos e identificassem quais são suas melhores práticas e quais *gaps* devem receber mais atenção.

Para a Empresa 1 destaca-se a oportunidade de avaliar se os conceitos enxutos que envolvem o nivelamento da produção são, realmente, não aplicáveis ao seu contexto produtivo, a necessidade de se investir em padronização das melhorias implantadas assim como no incentivo aos funcionários para que as proponham, na realização de auditorias de qualidade e fornecimento de indicadores e na aplicação de programas de organização do ambiente de trabalho, por exemplo, o 5S, além disso, é interessante realizar estudos acerca dos tempos relacionados ao *takt time* e dos *set up's* para que possam, então, reduzi-los. Como ponto forte destaca-se a relação com sua cadeia de suprimentos e a integração com seus fornecedores, as atividades realizadas neste quesito estão sendo bem desenvolvidas.

Já com relação a Empresa 2, tem-se: a oportunidade de se investir em controles relacionados à variação da demanda e minimização das alternâncias entre os níveis de produção, investir em práticas que possibilitem a utilização do *takt time* não só nas linhas dedicadas mas também nas linhas compartilhadas, investigar a aplicação do *SMED* em seu sistema produtivo. Como pontos fortes da empresa destacam-se: a melhoria contínua, o fluxo contínuo, o 5S e a gestão visual.

Para a Empresa 3, a ferramenta permitiu chamar atenção para o estudo da aplicação do nivelamento de produção ao seu contexto produtivo assim como chamou a atenção para a necessidade de se investir em melhorias na utilização do *takt time*, na divulgação de seus indicadores e no seu fluxo de processo. Como pontos fortes destacados tem-se a aplicação da melhoria contínua, as atividades referentes a este quesito estão sendo bem desenvolvidas.

Concluindo, para a Empresa 4 destacou-se a oportunidade de melhoria nas práticas relacionadas a produção puxada e aplicação do *Kanban*, assim como a necessidade de se investir na utilização do *takt time*. Apesar de apresentar muitas famílias de produtos, a empresa pode tentar, através do Gráfico de Pareto, identificar as principais famílias para que, então, seja aplicado o referido tempo, é importante também mapear o fluxo de valor, pelo menos, dos produtos mais significantes. Como pontos fortes em relação à aplicação dos quesitos nesta empresa destaca-se a prática da gestão visual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES GERAIS

Para atingir seus resultados, o presente trabalho, por meio da revisão sobre as revisões de literatura acerca da ME, esclareceu os principais temas abordados e dessa maneira embasou a escolha do instrumento de medição, de forma que este abrangesse de maneira semelhante tudo que vem sendo falado pelos pesquisadores da área. Dos treze artigos analisados foi possível identificar que, em sete dos trabalhos, o foco da pesquisa era a maturidade. Esse mesmo número representou a quantidade de trabalhos que trataram a manufatura e o setor automobilístico como os setores mais envolvidos nessas pesquisas.

A partir desta revisão inicial, aclarou, juntamente com o Gráfico de Pareto, o que recebe mais destaque na literatura quando se trata de ferramentas e práticas enxutas. A saber: *SMED*, *kanban*, *VSM*, *kaizen*, times flexíveis, ferramentas da qualidade, comunicação padronizada, 5S e trabalho padronizado.

A posteriori, analisou 58 artigos com ferramentas de medição da maturidade da ME. A primeira análise levou em conta os critérios: disponibilidade de método e/ou questionário, geração de índice de maturidade e fácil aplicação, selecionaram-se 12 artigos a serem estudados. A próxima etapa consistiu em avaliar esses 12 artigos previamente selecionados quanto às ferramentas mais frequentemente mencionadas nos estudos de revisão de literatura (Gráfico de Pareto). A ferramenta escolhida foi a elaborada por Saurin e Ferreira (2008). Ela cumpriu os critérios estabelecidos, aborda de forma robusta os aspectos declarados como importantes para a avaliação da manufatura enxuta além de ter sido criada e aplicada no cenário brasileiro.

A partir das realizações acima e dos resultados apresentados e discutidos ao longo do capítulo anterior, estabelecem-se, para o presente trabalho, as seguintes conclusões:

1. Quanto a avaliação geral do nível de maturidade da ME entre empresas, a Empresa 2 classifica-se como uma referência em relação à aplicação das práticas enxutas, ou seja, um grau de maturidade muito forte, enquanto que as outras, com grau forte de aplicação, apresentam um bom nível de maturidade necessitando alguns ajustes para consolidação.

2. Quando analisado somente a base do STP, nota-se que as empresas com maior grau de maturidade no geral obtiveram boa classificação nesse quesito, o que corrobora para a ideia de que uma base estável é de suma importância para o processo. Com exceção da empresa 1 com classificação fraca todas obtiveram uma classificação muito forte.
3. Foram avaliados também o número de itens que não são aplicáveis ao contexto da empresa (NA) e os itens que não existem mas poderiam ser implantados (NE). Os itens NA não influenciam negativamente no cálculo, mas podem gerar uma nota geral alta se uma empresa considerar estar fora do contexto em certos aspectos enxutos mas aplicar muito bem algumas ferramentas. Dessa forma, o aprimoramento neste aspecto pode ser tema de pesquisas futuras. Já quanto aos itens NE, estes sim podem influenciar negativamente o grau de maturidade pois, conforme a descrição da fórmula, são ponderados com peso 0 e entram na divisão pois são contabilizados como itens aplicáveis.
4. Quando avaliado o Pilar *JIT*, a Empresa 2 caracteriza-se como referência ao desenvolver tais práticas pois os quesitos estão próximos de um estado ideal. Empresa 3 e Empresa 1 apresentaram um grau de maturidade forte, ou seja, poucos ajustes necessários, enquanto que a empresa 4 apresentou um grau de maturidade fraco com muitas oportunidades de melhoria e ajustes para sua consolidação. Quando agrupadas por setores, destacou-se o setor tecnológico e aeronáutico com graus de maturidade da ME forte e muito forte.
5. O Pilar *JIDOKA*, no geral, obteve notas altas. As Empresas 2 e 3 com um grau de maturidade muito forte, ou seja, são referência nesse pilar, ao passo que Empresas 1 e 4 obtiveram um grau de maturidade forte, sendo assim, os elementos são vistos como bem aplicados dentro da empresa, apresentando um bom nível de maturidade e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação. Novamente o setor tecnológico e aeronáutico se destaca obtendo um grau de maturidade qualificado como ideal.
6. No que diz respeito as ferramentas, a Empresa 2 obteve um grau muito forte de aplicação, ou seja, ela é a única que está em um estado ideal de aplicação dos critérios avaliados. Neste quesito, a Empresa 1 tem muitas oportunidades de melhoria e necessidades de ajustes para sua consolidação, já as Empresas 3 e 4 com um grau

forte, tem os quesitos bem aplicados e com um bom nível de maturidade necessitando apenas poucos ajustes necessários.

7. A partir do Gráfico de Pareto foram destacadas três ferramentas, são elas: *VSM*, *SMED* e *5S*. Somente as Empresas 2 e 4 aplicam todas elas.
8. Quando avaliados os setores, definiu-se a empresa 1 e 4 como empresas do setor metalomecânico (manufatura) e a empresa 2 e 3 do setor tecnológico e aeronáutico. A média das notas gerou uma nova pontuação classificando o setor tecnológico e aeronáutico com um nível de maturidade da ME maior que o do setor metalomecânico.
9. Foram discriminadas as melhores e piores práticas de cada setor em cada quesito avaliado, observou-se que o *takt time* é o quesito com pior grau de maturidade nos dois setores avaliados.
10. Quanto a comparação entre os objetos de estudo e o trabalho de Saurin e Ferreira, a empresa avaliada por eles tem um grau de maturidade forte, maior que as Empresas 1 e 4 que compõem o seu setor, contudo, as empresas 2 e 3 permaneceram com o grau de maturidade muito forte, sendo elas mais maduras do que a estudada pelos referidos autores.
11. Por fim, quanto as contribuições gerenciais destaca-se a oportunidade de avaliar seus processos identificando, por exemplo: oportunidades de aperfeiçoamento nas divulgações dos indicadores, padronização das propostas de melhorias, necessidade de investimento em praticas relacionadas ao *set up* e mapeamento do fluxo de valor.

5.2 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

O desenvolvimento deste trabalho permitiu atribuir as seguintes contribuições:

- Modificação da ferramenta de medição de maturidade escolhida, inclusão de questões principalmente referentes à estabilidade do sistema enxuto, garantindo dessa forma, atualização e maior abrangência do questionário;

- Análise do cenário *lean* e nível de maturidade das empresas participantes do estudo, possibilitando a medição e avaliação de seus processos e ferramentas enxutas;
- Identificação, por meio da avaliação, de práticas e métodos que não estão sendo aplicados mas poderiam e conseqüentemente proporcionariam melhora em seus processos.
- Possibilidade de identificação de falhas e melhorias nas práticas enxutas já implantadas na empresa.

5.3 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Como sugestões para estudo futuro ficam as seguintes sugestões:

- Melhorar as classificações, deixar mais claro o que seria uma empresa com quesitos muito fracos, fracos, fortes e muito fortes;
- Investigar a possibilidade de se relacionar esta pesquisa com o que vem sendo discutido a cerca da Indústria 4.0. Em outras palavras, investigar se empresas com um bom grau de maturidade tendem a ter mais facilidade ao se deparar com práticas da Indústria 4.0;
- Incrementar os resultados com análises estatísticas, por exemplo: investigar correlação entre a base do STP e o pilar *JIT* ou investigar se as médias enxutas obtidas são estaticamente iguais ou diferentes;
- Tentar obter uma nova fórmula que possibilite um índice geral calculado diferentemente de uma média simples. Em outras palavras, ponderar quais práticas seriam mais importantes através de uma análise multicritério;
- Avaliar a questão dos itens não aplicáveis ao contexto da empresa para que a sua exclusão da fórmula, não aumente a grau de maturidade da ME sendo que somente itens pontuais foram avaliados.

REFERÊNCIAS

ABOLHASSANI, A.; LAYFIELD, K.; GOPALAKRISHNAN, B. Lean and US manufacturing industry: popularity of practices and implementation barriers. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 7, p. 875-897, 2016.

AGRAWAL, R.; ASOKAN, P.; VINODH, S. Benchmarking fuzzy logic and ANFIS approaches for leanness evaluation in an Indian SME: A case study. **Benchmarking: An International Journal**, v.24, n. 4, p. 973-993, 2017.

ÅHLSTRÖM, M. M. P. An instrument for assessing lean service adoption. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n.9, p. 1131 – 1165, 2013.

ÅHLSTRÖM, P. Lean Service Operations: translating lean production principles to service operations. **International Journal of Services Technology and Management**, v. 5, n. 5/6, p. 545-564, 2004.

AHMAD, K.; REDAHE, N. N. M.; ZABRI, S. M. **Lean Strategy Implementation and the Roles Of Performance Measurement**. 28th International Business Information Management Association Conference. Espanha, 2016.

AIKHUELE, D. O.; TURAN, F. M. **Proposal for a Conceptual Model for Evaluating Lean Product Development Performance**: A Study of LPD Enablers in Manufacturing Companies. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2015.

ALEMI, M. A.; AKRAM, R. Measuring the leanness of manufacturing systems by using fuzzy topsis: a case study of the 'parizan sanat' company. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 24, n.3, p. 166-174, 2013.

ANTONAKIS, J.; TREVILLE, S. de. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 2, p. 99-123, 2006.

ANTUNES, R. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

ANVARI, A.; ZULKIFLI, N.; YUSUFF, R. M. A dynamic modeling to measure lean performance within lean attributes. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, p. 1-15, Apr. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

AZEVEDO, S. G. *et al.* An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p. 85-94, 2012.

BAYOU, M. E.; KORVIN, A. Measuring the leanness of manufacturing system: A case study of Ford Motor Company and General Motors. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 25, n. 4, p. 287-304, 2008.

BEHROUZI, F.; WONG, K. Y. Lean performance evaluation of manufacturing systems: a dynamic and innovative approach. **Procedia Computer Science**, v. 3, p. 388-395, 2011.

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

BHASIN, S. Measuring the leanness of an organisation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 55-74, 2011.

BHASIN, S. Performance of Lean in large organisations. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 31, n. 3, p. 349-357, 2012.

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

BOWERSOX, D.; CLOSS, J. COOPER, M.; BOWERSOX, J. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: ISBN, 2014.

Browne, M. N., & Keeley, S. M. **Asking the right questions**: A guide to critical thinking. (5th Ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.

BRYMAN, A.; BELL, E. **Business research methods**. 2^a ed., New York: Oxford University Press, 2007.

CAMPOS, D F. **Avaliação do impacto da certificação ISO 9001 e do conhecimento acumulado no desempenho das organizações do setor automobilístico**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Itajubá; 2011.

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. **Produção Online**, v. 5, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/338/433>>. Acesso em: 11 out. 2018.

CHAPIN, D. A. e AKRIDGE, S. How can security be measured. **Information Systems Control Journal**, v. 2, p. 43-47, 2005.

CHAUHAN, G.; SINGH, T. P. Measuring parameters of lean manufacturing realization. **Measuring Business Excellence**, v. 16, n. 3, p. 57-71, 2012.

CHERRAFI, A.; ELFEZAZI, S.; CHIARINI, A.; MOKHLIS, A.; BENHIDA, K. The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. **Journal of Cleaner Production**, v.55, n.15, p.4481-4515, 2016.

CHISNALL, Peter. **Marketing Research: Analysis and Measurement**. McGraw-Hill: 1973.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.

CIL, I.; TURKAN, Y. S. An ANP-based assessment model for lean enterprise transformation. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 29, Mar. 2012.

COCHRAN, D. S.; LINCK, J. **The importance of takt time in manufacturing System Design**. Massachusetts Institute of Technology, 1998.

CORRAR, L.J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J.M. (Coord.). **Análise multivariada**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1993.

CROOM, S. **Topic Issues and Methodological Concerns for Operations Management Research**. EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management, Brussels, Belgium, 31st Jan.-4th Feb, 2005.

CUMBO, D.; KLINE, D. E.; BUMGARDNER, M. S. Benchmarking performance measurement and lean manufacturing in the rough mill. **Forests Product Journal**, v. 56, n. 6, p. 25-30, 2006.

DANE, F. C. **Research methods**. Belmont: California, Brooks/Cole, 1990.

DEITOS, J. M.; SOBZINSKI, J. S. **Reestruturação produtiva e as mudanças no trabalho e na educação**. X Anped Sul. Florianópolis, 2014

DIAS, T. F.; 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**, v. 4, n. 2, p. 104-122, 2008.

DO VALLE, A. C. R. *et al.* Aplicação do método Benchmarking Enxuto em uma empresa metal mecânica. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 3, n. 4, p.11-27, 2008.

DOOLEN, T. L.; HACKER, M. E. A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 24, n. 1, p. 55-67, 2005.

DOS REIS, A. C. C.; BARROS, J. G. M. Avaliação dos resultados da implementação do Sistema Global de Manufatura em uma planta da General Motors do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 1, n. 1, p. 20-33, 2005.

DUANMU, J.; TAAFFE, K. **Measuring Manufacturing throughput takt time analysis and simulation**. Winter Simulation Congress, Washington – DC, 2007.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELSEVIER (2018). Disponível em: < <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>>. Último acesso: 19/12/2018.

ESWARAMOORTHY, M. *et al.* A survey on lean practices in Indian machine tool industries. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9-12, p. 1091-1101, 2011.

FARIA, F. O.; FERREIRA, G. S.; GUIMARÃES, I. F. G.; OKANO, C. S.; PEREIRA, C. B.; SILVA, N. F. **Análise do sistema toyota de produção em duas empresas de ramos industriais distintos**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

FELD, W. M. **Lean Manufacturing**. Tools, techniques and how to use them. NY: Simon & Schuster, 2000.

FERRO, J. R., Novas fronteiras de aplicação do sistema Lean em serviços. Lean Institute, 2008. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>> Acesso em: 12 Nov. 2018.

FILHO, M. G.; DE CAMPOS, F. C.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica sobre estratégia e Manufatura Enxuta em segmentos da indústria. **Gest. Prod.**, v. 23, n. 2, p. 408-418, 2016.

FORONI, C. D.; MEDEIROS, C. M.; VILHENA, G. F. R.; ARAÚJO, L. S. **Estudo de caso da metodologia SMED: redução de setup em uma empresa francesa do setor alimentício.** XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2009.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations and Production Management**, v.22, n. 2, p.152-194, 2002.

FORZA, C. Surveys. In: KARLSSON, C. (Ed.). **Researching operations management.** New York: Routledge, 2009

Fowler, J., Floyd J. (1995). **Improving survey questions: Design and evaluation.** (Vol. 38). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

FREITAS, H. *et al.* O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, v. 35, n.3, p 105-112, 2000.

FREITAS, W. R. de S.; JABBOUR, C. J. C. **O estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: fundamentos, roteiro de aplicação e pressupostos de excelência.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, São Carlos. Anais eletrônicos...São Carlos: ENEGEP, 2010.

FUJIWARA, O.; YUE, X.; SANGARADAS, K.; LUONG, H. T. Evaluation of performance measures for multi-part, single-product kanban controlled assembly systems with stochastic acquisition and production lead time. **Int. J. Prod. Res.**, v. 36, n.5, p. 1427-1444, 1998.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção: um guia prático de conteúdo e forma.** São Paulo: Atlas, 2012.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – mais do que simplesmente just-in-time – Automação e Zero Defeitos.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia. UFRGS. Caxias do Sul: Educs, 1996.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – Mais do que simplesmente Just-In-Time.** Editora da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 1996.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – mais do que simplesmente Just in Time.** Revista Produção, v. 5, n. 2, p. 169-190, 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008a

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008b

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura** – configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. Tese Doutorado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

GOODSON, E. R. Read a plant fast. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 5, p. 105-113, 2002.

GOUNET, T. **Fordismo e toyotismo na civilização do automóvel**. São Paulo: Boitempo, 1999.

GURUMURTHY, A.; KODALI, R. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 2, p. 274-308, 2009.

HALL, R. W. **Attaining Manufacturing Excellence** – Just in Time, Total Quality, Total People Involvement. Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1987.

HAMMER, M. The Process Audit: A new framework, as comprehensive as it is easy to apply, is helping companies plan and execute process-based transformations. **Harvard Business Review**. [online], abril 2007. Disponível em: [<http://hbr.org/2007/04/the-process-audit/ar/1>]. Último acesso em: 10 de out de 2018.

HASLE, P. *et al.* Lean and the working environment: a review of the literature. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 7, p. 829-849, 2012.

HENDERSON, B. A.; LARCO, J. L. **Lean Transformation**: how to change your business into a lean enterprise. Richmond: The Oaklea Press, 2000. 286 p.

HERNÁNDEZ MATÍAS, J.C.; VIZÁN IDOLPE, A. **Lean Manufacturing**: conceptos, técnicas e implantación. Escuela de Organización Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2013. Disponível em: <http://es.slideshare.net/slides_eoi/lean-manufacturing-conceptos-technicas-e-implantacin/>. Consultado em: 17/12/2018.

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.

HOFER, A. R. *et al.* An institutional theoretic perspective on forces driving adoption of lean production globally China vis- a-vis the USA. **The International Journal of Logistics Management**, v. 22, n. 2, p. 148-178, 2011.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management. Cambridge**, v. 25, n. 2, p. 420-437, 2007.

HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. To pull or not to pull: what is the question? **Manufacturing and Service Operations Management**, v. 6, n. 2, p. 133-48, 2004.

HUSBY, P. Becoming Lean. **Material Handling Management**, v. 62, p. 42-51, 2007.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2015). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/pesquisa/38/47001?tipo=ranking>> Data de acesso: 17/12/2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016). Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23038-contas-regionais-2016-entre-as-27-unidades-da-federacao-somente-roraima-teve-crescimento-do-pib>> Data de acesso: 17/12/2018.

IRAJPOUR, A.; NAJAFABADI, A.; MAHBOD, M. A.; MOHAMMAD, K. A Framework to Determine the Effectiveness of Maintenance Strategies Lean Thinking Approach. **Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering**, v. 2014, 2014.

J. I. P. M. Japanese Institute of Plant Maintenance. **TPM frequently asked questions**. 2002. Disponível em < www.jipm.or.jp/en/home > Acesso em 12 dez 2018.

JASTI, N. V. K.; KODALI, R. Lean production: literature review and trends. **International Journal of Production Research**, v.1, n.1, p. 867-885, 2014.

KALTON, G. Developments in survey research in the past 25 years. **Survey Methodology**, v.26, n.1, p.310, 2000.

KAMAKURA, Y. Corporate Structural Change and Social Dialogue in the Chemical Industry. **Geneva: International Labour Organization**, 2006.

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

KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 16, n. 2, p. 21-41, 1996.

KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 16, n. 2, p. 21-41, 1996.

KELINGER, F. N. **Foundations of behavior research**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1991

KOBUS, J.; WESTNER, M. **Lean management of it organizations**: A literature Review. Pacific Asia Conference on Information Systems, 2015. Disponível em <<http://aisel.aisnet.org/pacis2015/172>> Último acesso: 10/10/2018.

KODALI, N. V. K. J. R. A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 8, p. 1080-1122, 2014.

KOJIMA, S.; KAPLINSKI, R. The use of a lean production index in explaining the transition to global competitiveness: the auto components sector in South Africa. **Technovation**, v. 24, n. 3, p. 199-206, 2004.

KRAFCIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**, v. 30, p. 41-52, 1988.

KUMAR, A.; THOMAS, S. A Software tool for screening analysis of lean practices. **Environmental Progress**, v. 21, n. 3, p. 12-16, 2002.

LA LONDE, B. J.; MASTERS, J. M. Emerging logistics strategies: blueprints for the next century. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 24, n. 7, p. 35-47, 1994.

LADEIRA, M. B.; MCCORMACK, K.; OLIVEIRA, M. P. V. Supply chain maturity and performance in Brazil. **International Journal of Operations & Production Management**, v.13, n.4, p. 272-282, 2011.

LEAHEY, S.G. **Productivity depends upon quality communications**. Handbook for Productivity Measurement and Improvement, Productivity Press, Portland, OR, p. 8-6.1-6.15, 1993.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean**: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. São Paulo: Lean Institute Brasil , v. 1.0, 97 p.,2003.

LEE, J.; CHOI, B. Determinants of Knowledge Management Assimilation: an Empirical Investigation. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 57, n. 3, 2010.

LEE, P.K.C.; TO, W.M.; YU, T.W. The implementation and performance outcomes of ISO 9000 in service organizations. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v.26, n.7, p.646-662, 2009.

LEE, Q. Implementing Lean Manufacturing. **Institute of Management Services Journal**, vol. 51, p. 14-19, 2007.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUCATO, W. C.; MAESTRELLI, N. C.; VIEIRA JÚNIOR, M. Determinação do Grau de Enxugamento de uma Empresa: uma proposta conceitual. **Ciência & Tecnologia**, v. 12, n. 24, p. 25-38, 2006.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MARTÍNEZ-COSTA, M; MARTÍNEZ-LORENTE, A. R. Does quality management foster or hinder innovation? An empirical study of Spanish companies. **Total Quality Management**, v. 19, n. 3, p. 209-221, 2008.

MARVEL, J.H. STANDRIDGE, C.R. A simulation enhanced lean design process. **Journal of Industrial Engineering & Management**, v.2, n. 1, p. 90-113. 2009.

MATSUI, Y. An empirical analysis of Just-in-time production in Japanese manufacturing Companies. **International Journal of Production Economics**, v. 108, n. 1-2, p. 53-164, 2007.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**: Metodologia e Planejamento. São Paulo: Atlas, 1996.

MCINTYRE, L. J. **The practical skeptic**: Core concepts in sociology. Mountain View, CA: Mayfield Publishing, 1999.

MCLEOD, A. A.; STEPHENS, M. P.; MCWILLIAMS, D. L. Empirical Modeling of Lean Adoption in Small to Medium Size Manufacturers. **Journal of Advanced Manufacturing Systems**, v. 15, n. 4, p. 173–188, 2016.

MELLO, A. **O projeto pedagógico da Confederação Nacional da Indústria para a educação básica nos anos 2000**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MELTON, T. The Benefits of Lean Manufacturing. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, p. 662–673, 2005.

MENEZES, T. M.; MARTINS, J. C. Mapeamento do Fluxo de Valor: uma análise da sua utilização e resultados em uma empresa do ramo de ar condicionado. **Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos, SP, Brasil, 2010.

MENTZER, J. T. *et al.* Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MESTRE, M., STEINER, A., STAINER, L., STROM, B. Visual communications – The Japanese experience. **Corporate Communications: An International Journal**, v. 5, n.1, p. 34-41, 1999.

MÉSZÁROS, I. **A educação para além do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008.

MIGUEL, C.; AUGUSTO, P. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. **Produção**, v.17, n.1, p. 216-229, 2007.

MIGUEL, P.A.C. (Org.) **Metodologia de Pesquisa Científica em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2ª. Edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MILLER, D. C. **Handbook of research design and social measurement**. London: Sage, 1991

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.

MORAES NETO, B. R. **Marx, Taylor e Ford: as forças produtivas em discussão**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1989.

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

NARAYANAMURTHY, G.; GURUMURTHY, A. Leanness assessment: a literature review. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 10, p. -, 2016.

NASAB, H. H.; BIOKI, T. A.; ZARE, H. K. Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v. 29-30, p. 73-81, 2012.

NAZARENO, R. R. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistema de produção enxuta**. Dissert. Mestrado em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 2003.

NEGRÃO, L. L. L.; FILHO, M. G.; MARODIN, G. Lean practices and their effect on performance: a literature review. **Production Planning & Control**, v.28, n.1, p. 33-56, 2016.

NIGHTINGALE, D. J.; MIZE, J. H. Development of a Lean Enterprise Transformation Maturity Model. **Information Knowledge Systems Management**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2002.

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 metalmeccânico. **Produção Online**, v. 8, n. 2, 2008.

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

OLIVEIRA, J. B.; LEITE, M. S. A. Analytical modelo f support for setting up and integratiing a supply chain. **Gestão & Produção**, v.17, n. 3, p. 447-463, 2010.

PAEZ, O. *et al.* The lean manufacturing enterprise: an emerging sociotechnological system integration. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v. 14, n. 3, p. 285-306, 2004.

PAKDIL, F.; LEONARD, K. M. Criteria for a lean organisation: development of a lean assessment tool. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 15. p. 4587-4607, 2014.

PANWAR, A.; NEPAL, B. P.; JAIN, R.; RATHORE, A. P. S. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. **Production Planning & Control: The management of Operations**, v. 26, n. 7, p. 564-587, 2015.

PARASURAMAN, A. **Marketing research**. New York: Addison-Wesley Publishing Co, 1991.

PAROBONI, P. B.; OLIVEIRA, R. F. **Eficiência global dos equipamentos pela abordagem da gestão do posto de trabalho**: Um estudo de caso na indústria metalmeccânica. XXXI Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Belo Horizonte, 2011.

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and Research Methods**. Sage Publications, 1990.

PATTON, M. Q. **Qualitative Research and Evaluation Methods**. 3. ED. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2002.

PESCARMONA, A. **Manufatura Enxuta e Desempenho de Negócio**. Dissert. Mestrado em Administração de empresas - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

PINTO, G. A. **A organização do trabalho no século 20**: Taylorismo, Fordismo e Toyotismo. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

PINTO, L. F. R. **Sistema de Gestão Visual aplicada ao TPM** – Uma Abordagem Prática. Trabalho de diploma referente ao curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal de Itajubá, 2003.

PRAJOGO, D.I. The roles of firms' motives in affecting the outcomes of ISO 9000 adoption. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 31, n. 1, p.78-100, 2011.

QUAZI, H. A.; HONG, C. W; MENG, C T. Impact of ISO 9000 certification on quality management practices: A comparative study. **Total quality management**, v. 13, n. 1, p. 53-67, 2002.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para a implantação da manufatura enxuta considerando os propósitos da produção mais limpa**. Dissert. Mestrado em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 2015.

QUINTELLA, Heitor L. M. M.; ROCHA, Henrique M. Nível de maturidade e comparação dos PDPs de produtos automotivos. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 199-217, 2007.

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

RANSOM, C. **Wall street view of Lean transformation**. 2008. Disponível em:<www.lean.org/events>. Acesso em: 14 de março de 2015.

RAY, C. D. *et al.* The lean index: operational "lean" metrics for the wood products industry. **Wood and Fiber Science**, v. 38, n. 2, p. 238-255, 2006.

REA, L. M.; PARKER, R. A. **Designing and conducting survey research**: a comprehensive guide. 2. Ed. New York: John Wiley, 1997.

RENTES, A. F. **TransMeth** – Proposta de Metodologia para condução de processos de transformação de Empresas. Tese de Livre Docência. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 2000.

RIANI, A. M. **Estudo de Caso**: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson. Dissert. Mestrado Faculdade de Engenharia - Universidade Federal de Juiz de Fora- UFJF, Juiz de Fora, 2006.

RODRIGUES, A; PAULO, E. **Introdução à análise multivariada**. Análise Multivariada. São Paulo: Atlas, 2007

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See** - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

ROZENFELD, Henrique *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALANT, P.; DILLMAN, D. A. **How to conduct your own survey**. New York: John Wiley and Sons, 1994.

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

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

SANTOS, C. A.; CLETO, M. G. **Produção Enxuta**: Um estudo de caso de aplicação numa empresa multinacional instalada no Brasil. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2002.

SANTOS, R. V. **Desenvolvimento de um mecanismo para medir impacto da aplicação do seis sigma na maturidade do processo de fabricação**. Dissert. de mestrado Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UFTPR, Paraná, 2011.

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**, v. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.

SCHONBERGER, R. J. Japanese production management: na evolution with mixed success. **Journal of Operations Management**, n. 25, p. 403-419, 2007.

SEI (Org.). CMMI para Desenvolvimento - Versão 1.2: melhoria de processos visando melhores produtos. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2006. 586 p. Disponível em: <www.sei.cmu.edu/library/.../CMMI-DEV-1-2-Portuguese.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

SEWING, A.; WINCHESTER, T., CARNELL, P. Helping Science to Succeed: Improving Processes in R&D. **Drug Discovery Today**, vol. 13, p. 227–233, 2008.

SEYEDHOSSEINI, S. M. et al. Extracting leanness criteria by employing the concept of Balanced Scorecard. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 10454-10461, 2011.

SHAH, R.; WARD, P. Lean manufacturing context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 335, p. 1-21, 2002.

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

SHAH, R.; WARD, P.T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129-49, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system**. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, 1986.

SILVA, I. B.; MIYAKE, D. I.; BATOCCHIO, A; AGOSTINHO, O. L. Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, p. 687-704, 2011.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão: Conceitos, Estratégias e Estudos de Caso**. São Paulo: Bookman, 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.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SORIANO-MEIER, H. S.; 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.

SOUZA, R. **Case Research in Operations Management**. EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management, Brussels, Belgium, 31st Jan.-4th Feb, 2005.

SPEAR, S.; BOWEN, H.K. Decoding the DNA of the Toyota production system. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 5, p. 95-106, 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.

STONE, K. B. Four decades of lean: a systematic literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n. 2, p. 112-132, 2012.

SWANK, C. K. The Lean Service Machine. **Harvard Business Review**, v. 81 n.10, p.123-130, 2003.

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.

TAJ, S.; MOROSAN, C. The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 2, p. 223-240, 2011.

TAKAHASHI, K.; NAKAMURA, N. Reactive logistics in a JIT environment. **Production Planning & Control**, v. 2, n. 1, pp. 20-31, 2000.

TARDIN, G. G. **O sistema puxado e o nivelamento da produção**. Dissertação de mestrado em engenharia mecânica da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2001.

TEIXEIRA, E. S. M.; MERLIM, J. M. **Proposta de cálculo de graus de maturidade da cultura lean**. IV Congresso de Sistemas Lean. Porto Alegre, 2014.

TEIXEIRA, Edson S. M. **Graus de maturidade da cultura lean do polo metal-mecânico do nordeste de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação do Instituto Superior Tupy IST/SOCIESC Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville, 2012.

THAKKAR, J.; KANDA, A.; DESHMUKH, S. G. Evaluation of buyer-supplier relationships using an integrated mathematical approach of interpretive structural modeling (ism) and graph theoretic matrix the case study of Indian automotive SMES. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 1, p. 92-124, 2008.

UNVER, H. O. An ISA-95-based manufacturing intelligence system in support of lean initiatives. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 65, p. 853-866, 2012.

VIEIRA, M. M. F. **Por uma boa pesquisa (qualitativa) em administração**. In: VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. (Org.). Pesquisa Qualitativa em Administração. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

VINODH, S.; BALAJI, S. R. Fuzzy logic based leanness assessment and its decision support system. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 13, p. 4027-4041, 2011.

VINODH, S.; CHINTHA, S. K. Leanness assessment using multigrade fuzzy approach. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 2, p. 431-44, 2011.

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. Leanness evaluation using IF–THEN rules. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 63, n. 1-4, p. 407-413, 2012b.

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, 2012a.

VOSS, C. A. (Org.). **Just in time manufacture**; IFS, Springer Verlag, 1987.

Voss, C., Tsikriktsis, N. and Frohlich, M. Case Research in Operations Management. **International Journal of Operations and Production Management**, v.22, p. 195-219, 2002.

WAHAB, A. N. A; MUKHTAR, M.; SULAIMAN, R. **A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions**. The 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2013

WALTER *et al.* Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: Uma revisão da literatura e classificação. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 23-45, 2013.

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. 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.

WHITE, R. E.; PEARSON, J. N.; WILSON, J. R. JIT manufacturing: a survey of implementations in small and large U.S. manufactures. **Management Science**, v. 45, n. 1, p.1-15, 1999.

WOMACK, J. **An LEI New Year's resolution**: no wallpaper. [online], janeiro 2002. Disponível em: [www.lean.org.br].

WOMACK, J. P., JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Editora Campus, 6ª edição, 1997.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean Consumption. **Harvard Business Review**, v.83, n. 3, p. 58-69, 2005.

WOMACK, J.; JONES, D. – **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Editora Campus, ed 5, Rio de Janeiro, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**, 4 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**, 5 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda, 1992.

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

WOOD, Thomaz. **Fordismo, Toyotismo e Volvismo**: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. *Rev. adm. Empres*, v.32, n.4, p. 6-18, 1992.

YADAV, G. T. N. D. Lean Six Sigma: a categorized review of the literature. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 1, p -, 2016.

YADAV, O. P; NEPAL, B. P.; RAHAMAN, M.; LAL, V. Lean Implementation and Organizational Transformation: A literature Review. **Engineering Management Journal**, v. 29, n. 1, p. 2-16, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Método. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZHAO, X.; HUO, B.; FLYNN, B.B.; YEUNG, J.H.Y. The impact of power and relationship commitment on the integration between manufacturers and customers in a supply chain. **Journal of Operations Management**, v. 26, p. 368-388, 2008.

ZHOU, B. **Lean principles, practices, and impacts**: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). *Annals of Operation Research*, 2012.

ZOUAIN, D. M. (Org.). **Pesquisa qualitativa em administração**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO

AVALIAÇÃO E ANÁLISE DO NÍVEL DE MATURIDADE DA MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO COM BASE NA PERCEPÇÃO DE EMPRESAS DO SUL DE MINAS GERAIS	
APRESENTAÇÃO	
<p>Trata-se de uma pesquisa que consiste na avaliação e análise do nível de maturidade da manufatura enxuta, é parte integrante de uma dissertação desenvolvida para o Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.</p> <p>As informações obtidas serão mantidas em sigilo, bem como a identidade dos respondentes. Gostaria de garantir ainda o envio dos resultados finais desta pesquisa cujo objetivo é subsidiar estudos de natureza acadêmica.</p> <p>Agradecemos antecipadamente sua participação e nos colocamos à disposição para quaisquer informações que se fizerem necessárias.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p>Guilherme Jacob Antonelli - Mestrando Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI antonelli_3405@hotmail.com (16) 99179 6808</p> <p>Prof. Dr. José Henrique de Freitas Gomes Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI ze_henriquefg@yahoo.com.br</p>	
SEÇÃO A – INFORMAÇÕES GERAIS	
IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL DO RESPONDENTE	
<i>CAMPOS OPCIONAIS</i>	
NOME	
EMPRESA	
E-MAIL PARA CONTATO	
<i>CAMPOS OBRIGATÓRIOS</i>	
CARGO	
DEPARTAMENTO	
FORMAÇÃO PROFISSIONAL	
TRABALHA NA EMPRESA HÁ:	
SEÇÃO B – PESQUISA SOBRE A ME – PARTE 1	

1. O que é a [nome da empresa]? Qual o seu ramo de atuação e como ela funciona atualmente? (Para uma visão geral sobre o contexto da empresa)
2. Há quanto tempo você(s) está(ão) na empresa? Qual a função ou cargo que ocupa(m) e qual a sua formação profissional? (Se achar conveniente, pode perguntar como a pessoa chegou ao cargo atual e como ela conheceu os conceitos e a filosofia da manufatura enxuta)
3. Em relação às práticas voltadas para a gestão de operações já implementadas pela empresa, quais delas você(s) considera(m) que estão inseridas no contexto da manufatura enxuta?
4. Há quanto tempo a empresa atua com a manufatura enxuta? Como surgiu a proposta de trabalhar com ela?
5. Em quais setores, etapas ou processos já existe algo implementado?
6. Para os colaboradores da empresa, como foi a aceitação, o treinamento e a adaptação deles com relação à manufatura enxuta?
7. Das possíveis práticas ainda não adotadas, quais você consideraria como oportunidades para a melhoria dos resultados operacionais da empresa? Quais os desafios para esta implementação?
8. A empresa percebe alguma(s) diferença(s), principalmente em relação a indicadores de desempenho (KPIs), de setores que adotam práticas enxutas daqueles que ainda não o fazem? (Se for opção da empresa, não é necessário especificar os indicadores devido a questões de sigilo; caso contrário, são informações que enriquecem...)

9. A empresa tem alguma perspectiva futura voltada para implementação de novas práticas ou manutenção das práticas atuais referentes aos conceitos enxutos? Qual a visão da empresa neste contexto?

10. Existe algum ponto ou tópico não abordado nas questões anteriores que você(s) gostaria(m) de mencionar e/ou destacar?

Outras informações

SEÇÃO B – PESQUISA SOBRE A ME – PARTE 2

LEGENDA:

NA – Não se aplica; **NE** – Não existe mas poderia ser implantado; **MFR** – Aplicação muito fraca; **FR** – Aplicação fraca; **FO** – Aplicação forte; **MFO** – Aplicação muito forte.

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DAS QUESTÕES

Para cada uma das questões listadas, pede-se para identificar nas alternativas o grau de aplicação em que o elemento questionado se encontra atualmente na empresa. Esse grau pode variar de:

- Não se aplica (NA): o elemento questionado não é aplicável ao contexto ou ao mercado em que a empresa atua.
- Não existe mas poderia ser implantado (NE): a empresa não adota as práticas relacionadas ao elemento questionado, mas poderia criar esforços para fazê-lo visando sua melhoria operacional.
- Aplicação muito fraca (MFR): a empresa já possui iniciativas com relação à aplicação do elemento questionado. No entanto, o mesmo ainda se encontra em seus estágios iniciais e/ou embrionários.
- Aplicação fraca (FR): a empresa já aplica as práticas relacionadas ao elemento questionado, porém ainda se observa muitas oportunidades de melhoria e necessidades de ajustes para uma consolidação do mesmo.
- Aplicação forte (FO): o elemento questionado é visto como bem aplicado dentro da empresa, apresentando um bom nível de maturidade e com poucos ajustes necessários para a sua consolidação.
- Aplicação muito forte (MFO): elemento questionado próximo ao seu estado ideal, podendo classificar a empresa como uma referência em relação à aplicação dessas práticas.

Lembrando que uma boa auto avaliação e a veracidade nas respostas assinaladas são de fundamental importância para o levantamento e a confiabilidade desta pesquisa.

BLOCO 1 – BASE DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO						
ESTABILIDADE						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
1. A empresa disponibiliza os materiais suficientes para que a demanda dos clientes seja atendida?						
2. A empresa disponibiliza os recursos de transformação suficientes, tais como mão de obra e máquinas, para que a demanda dos clientes seja atendida?						
3. São adotadas práticas que buscam minimizar as alternâncias entre níveis de produção altos (picos) e baixos (vales) de forma a se garantir uma estabilidade do sistema?						
4. São aplicadas práticas para suavizar as instabilidades ou incertezas na demanda, ou, pelo menos, para minimizar os seus impactos sobre a produção?						
TRABALHO E OPERAÇÕES PADRONIZADAS						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
5. Existem rotinas-padrão e folhas de operação padrão para todas as operações? (Rotinas-padrão são documentos que descrevem o conteúdo, tempos, movimentos e resultados de cada operação) (As folhas são documentos que apresentam quantidade máxima permitida de material em processamento, pontos de inspeção de qualidade, <i>takt time</i> , tempo de ciclo e <i>layout</i> da célula ou linha)						
6. As folhas de operação-padrão e rotinas-padrão são periodicamente revisadas e comunicadas aos usuários?						
7. Os funcionários participam ativamente da elaboração dos padrões, de forma que a experiência deles sejam incorporadas?						
8. Existem controles para garantir que os padrões estão sendo respeitados ou para indicar uma necessidade de revisão?						
NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
9. Existe um plano de nivelamento de produção para os itens fabricados, de tal modo a intercalar a produção de pequenas quantidades das diferentes variedades?						
10. O nivelamento do <i>mix</i> e volume de produção estabelecido garante a produção de Toda Peça Todo Dia, pelo menos?						
11. O nivelamento do <i>mix</i> e volume de produção é mantido sem grandes e bruscas mudanças?						
12. A empresa possui a preocupação em aprimorar sua flexibilidade por meio da utilização de técnicas que melhoram o nivelamento?						
MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN)						

QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
13. Existe algum programa ou sistema para coleta de ideias de melhoria?						
14. Existem grupos de melhoria contínua?						
15. As melhorias realizadas são sempre padronizadas?						
16. Os funcionários são incentivados a propor melhorias e recebem feedback destas propostas?						
SEÇÃO B – PESQUISA SOBRE A ME						
BLOCO 2 – PILAR DO JIT						
TAKT TIME						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
17. O <i>takt time</i> é conhecido? (<i>Takt time</i> é o tempo total disponível por dia dividido pela demanda diária, enquanto que tempo de ciclo é o tempo necessário para a execução de uma peça, ou seja, o tempo transcorrido entre a repetição do início ao fim da operação)						
18. A produção dos itens segue o ritmo definido pelo <i>takt time</i> ?						
19. Os tempos de ciclo são padronizados, conhecidos e balanceados conforme o <i>takt time</i> ?						
20. Existem controles para garantir que a produção está seguindo o ritmo do <i>takt time</i> ou para indicar uma necessidade de intervenção?						
FLUXO CONTÍNUO						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
21. Há fluxo contínuo e unitário entre processos consecutivos?						
22. A entrega de produtos acabados aos clientes finais é realizada dentro do prazo prometido?						
23. Somente uma operação recebe a ordem de produção pelo setor de PCP?						
24. O arranjo físico dos postos de trabalho favorece a produção e transporte de pequenos lotes?						
PRODUÇÃO PUXADA						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO

25. A implementação dos supermercados (ou estoques tipo FIFO) ocorre apenas quando esgotadas todas as possibilidades de implementação dos fluxos contínuos e unitários?						
26. É adotada uma fórmula para dimensionar supermercados de produtos acabados e semi-processados? (Considere no mínimo os parâmetros demanda média diária, variação da demanda, coeficiente de segurança e lead time de reposição)						
27. Há dispositivos visuais, como cartões <i>kanban</i> , para puxar a produção entre células ou linhas de produção?						
28. Os processos só produzem o que é indicado no <i>kanban</i> de produção ou até o preenchimento do espaço FIFO subsequente?						
SEÇÃO B – PESQUISA SOBRE A ME						
BLOCO 3 – PILAR DO <i>JIDOKA</i>						
SEPARAÇÃO HOMEM-MÁQUINA						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
29. Existe um mecanismo/dispositivo que impede que peças defeituosas sigam para o processo seguinte?						
30. Os funcionários têm autonomia de paralisar a linha, parcial ou totalmente, bem como solicitar ajuda quando alguma anormalidade é detectada?						
31. Há painéis sinalizadores para indicar os postos paralisados ou que necessitam de auxílio?						
FLEXIBILIZAÇÃO DA MAO-DE-OBRA						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
32. O trabalhador tem autonomia para tomar suas decisões, tendo treinamentos e <i>job rotation</i> que permitam exercitar suas habilidades multifuncionais?						
33. Existe proximidade física entre a execução das operações, permitindo que os operadores estejam próximos o bastante para transferir materiais facilmente e realizar operações multifuncionais?						
CONTROLE DE QUALIDADE ZERO DEFEITOS (CQZD)						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
34. Os processos estão sob controle, apresentando baixa variabilidade e esta é reduzida continuamente?						
35. Há identificação e combate às causas raiz de defeitos? (Causas raízes são os problemas que deram início ao encadeamento de acontecimentos que gerou o defeito)						
36. Existem auditorias de qualidade que forneçam indicadores e resultados relativos à qualidade?						

SEÇÃO B – PESQUISA SOBRE A ME						
BLOCO 4 – FERRAMENTAS						
5S						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
37. Existe aplicação de programas 5S ou similar?						
38. É possível enxergar a aplicação de cada um dos 5 Sentos no ambiente? (Senso de Utilização, Senso de Organização, Senso de Limpeza, Higiene e Saúde, Senso de Padronização e Senso de Disciplina)						
39. A empresa disponibiliza os recursos necessários à manutenção dos 5 sentidos?						
40. A empresa promove auditorias para avaliar e melhorar a aplicação dos 5 sentidos?						
TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (SMED)						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
41. Existem padrões escritos que identificam e separam claramente atividades de setup interno e externo? (<i>Setup</i> externo envolve atividades que podem ser executadas enquanto a máquina está funcionando e <i>setup</i> interno envolve atividades que só podem ser executadas enquanto a máquina está parada)						
42. Os tempos de setup são, em sua maioria, restritos somente a tempos de setup externo?						
43. Na preparação interna, somente a remoção e a colocação de ferramentas são feitas enquanto que na externa os materiais são posicionados próximo à máquina?						
44. Os trabalhadores praticam medidas e recebem treinamento para eliminação de ajustes desnecessários? (Por exemplo, evitar o uso de parafusos e porcas de tamanhos diferentes, redução do número de roscas, redução do número de orifícios)						
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
45. Existe manutenção autônoma, ou seja, os operadores são capacitados a executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas? (<i>Inspeção diária, lubrificações e limpezas</i>)						
46. Existe plano de manutenção preventiva?						
47. Existe controle de quebra ou parada de máquina? (<i>Tais como diários de bordo ou relatórios operacionais que geram indicadores divulgados e analisados</i>)						
48. Existe análise dos modos de quebra/falha das máquinas?						

INTEGRAÇÃO DA CADEIA DE FORNECEDORES						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
49. As entregas dos fornecedores são feitas em pequenos lotes?						
50. As entregas dos fornecedores são feitas com grande frequência e de maneira puxada ao invés de empurrada?						
51. Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contêm informações sobre o que é pedido, em que momento deve chegar, em que quantidade e onde armazenar?						
52. Os fornecedores-chave adotam técnicas que asseguram a qualidade de seus produtos, dispensando inspeções de qualidade no momento do recebimento?						
MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM)						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
53. Existem mapas do estado atual e do estado futuro para as principais famílias de produtos?						
54. Os mapas do estado atual e do estado futuro são elaborados e analisados por uma equipe com representantes de todas as áreas da empresa envolvidas no fluxo de valor?						
55. Existem planos de ação para implantar os mapas do estado futuro, com designação de responsabilidades e prazos?						
56. O mapeamento do fluxo de valor não se restringe ao nível porta-a-porta, também incluindo a cadeia de suprimentos?						
GESTÃO VISUAL						
QUESTÕES	NA	NE	MFR	FR	FO	MFO
57. O fluxo dos processos é visível e compreensível do início ao fim?						
58. O uso de dispositivos visuais é disseminado para o compartilhamento de informações? (Por exemplo, placas, alarmes, faixas no piso e dispositivos à prova de erros)						
59. As metas e informações da empresa estão claramente definidas e acessíveis a todos na organização?						
60. Os indicadores de processo e resultado são amplamente divulgados, inclusive aos operadores e são utilizados como incentivo à tomada de decisão?						

APÊNDICE A – PLANO DE ATIVIDADES PARA PESQUISA NA EMPRESA

1. DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Título da pesquisa:	Avaliação e análise do nível de maturidade da manufatura enxuta: um estudo de caso múltiplo em empresas do Sul de Minas Gerais
Tema:	Emprego dos conceitos e práticas da manufatura enxuta (<i>lean manufacturing</i>) para o gerenciamento de operações industriais.
Problema de pesquisa:	Qual o nível de maturidade em que as empresas que aplicam as práticas e filosofia da manufatura enxuta se encontram?
Motivação:	<ul style="list-style-type: none"> – Empresas se considerarem enxutas aplicando somente parte da filosofia e das práticas que envolvem todo o Sistema Toyota de Produção; – Uma incorreta aplicação das estratégias enxutas pode resultar em ineficiência dos recursos da organização e redução da confiança do trabalhador em tais estratégias.
Objetivos da pesquisa:	Avaliar e analisar o nível de maturidade de empresas do Sul de Minas Gerais com relação à filosofia e práticas da manufatura enxuta.
Método de pesquisa:	Estudo de caso múltiplo

2. DESCRIÇÃO DOS PESQUISADORES E DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Pesquisador:	Guilherme Jacob Antonelli (mestrando em Engenharia de Produção)
Professor orientador:	José Henrique de Freitas Gomes, Dr.
Linha de pesquisa:	Sistemas de produção e logística
Programa de Pós-Graduação:	Mestrado em Engenharia de Produção
Instituição de ensino:	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

3. AGENDA PROPOSTA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Número de visitas solicitadas:	1 visita
Data e horário sugeridos:	24/08/2018, 09:00 hs (sob aprovação da empresa)
Duração estimada da visita:	2 a 3 horas
Profissionais indicados para entrevista:	“Y e Z”

ROTEIRO PARA A PESQUISA	
RECEPÇÃO / APRESENTAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES	<p>Tempo estimado: 10 a 20 min</p> <p>Descrição das atividades: autorização e entrada do(s) pesquisador(es) na empresa, deslocamento ao setor encaminhado, apresentação inicial entre os participantes da visita, reafirmação da proposta e dos objetivos da pesquisa, esclarecimentos de possíveis dúvidas e/ou questões preliminares, outras considerações pertinentes (pequeno expediente).</p>
1ª PARTE: ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	<p>Tempo estimado: 30 a 40 min</p> <p>Objetivos da entrevista: ter uma visão geral da empresa e do seu ramo de atuação, conhecer um pouco do perfil dos profissionais entrevistados, obter uma percepção inicial sobre práticas enxutas já adotadas na empresa e como a mesma desenvolveu estas atividades, identificar práticas enxutas ainda não adotadas e os principais desafios quanto a estas implementações, questionar sobre possíveis perspectivas futuras da empresa em relação às suas práticas enxutas.</p> <p>Descrição das atividades: em uma conversa de caráter mais informal, o pesquisador fará perguntas relacionadas aos objetivos estabelecidos. Outros tópicos não mencionados acima, mas que se fizerem pertinentes, poderão ser incorporados à conversa ao longo da realização desta primeira parte.</p> <p>Local sugerido: uma sala de reuniões ou outro local que os profissionais entrevistados considerarem mais conveniente.</p>
2ª PARTE: VISITA A SETORES DA EMPRESA RELACIONADOS AO TEMA DA PESQUISA	<p>Tempo estimado: 50 a 60 min</p> <p>Objetivos da visita: proporcionar ao pesquisador uma oportunidade de visualizar em tempo real os aspectos discutidos e mencionados durante a entrevista, no sentido de prover evidências físicas para complemento das informações coletadas. Além disso, de uma maneira bem rápida, sugere-se que o pesquisador possa ter uma vista geral sobre a organização interna da empresa.</p> <p>Descrição das atividades: visitação a setores da empresa para observação de evidências relevantes aos tópicos pesquisados, além de outras localidades pertinentes, caso sejam recomendadas pelos profissionais entrevistados.</p> <p>Locais para visita: a serem definidos pelos profissionais entrevistados, dentro das possibilidades e permissões concedidas pela empresa.</p>
3ª PARTE: PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO DA PESQUISA (SOBRE TÓPICOS MAIS ESPECÍFICOS AO TEMA)	<p>Tempo estimado: 50 a 60 min</p> <p>Objetivos do questionário: registrar informações técnicas e um pouco mais detalhadas que possibilitarão quantificar e concluir a análise sobre o nível de maturidade da manufatura enxuta na empresa em questão. Vale ressaltar que, embora as informações deste questionário sejam mais específicas, estas são estritamente de cunho acadêmico e voltadas para a intensidade como a empresa adota as várias práticas de um sistema enxuto. Nenhuma informação financeira/operacional ou outros indicadores de desempenho, bem como dados técnicos de produto/processo, são necessários para o preenchimento do questionário.</p>

<p>3ª PARTE:</p> <p>PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO DA PESQUISA</p> <p>(SOBRE TÓPICOS MAIS ESPECÍFICOS AO TEMA)</p> <p>(Continuação)</p>	<p>Estrutura do questionário: o questionário a ser aplicado foi adaptado de uma pesquisa publicada em uma revista nacional de renome na área de Engenharia de Produção¹, sendo posteriormente validado por pesquisadores da área de Sistemas de Produção, para então ser utilizado nesta pesquisa. São 60 questões objetivas, as quais foram organizadas seguindo uma estrutura do Sistema Toyota de Produção comumente adotada na literatura (vide figura abaixo). A fim de considerar todos os aspectos relevantes que compõem um sistema produtivo baseado na manufatura enxuta, o questionário foi estruturado em quatro blocos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bloco 1: base do Sistema Toyota de Produção (16 questões) – Bloco 2: pilar do <i>Just-in-Time</i> (12 questões) – Bloco 3: pilar do <i>Jidoka</i> (8 questões) – Bloco 4: ferramentas (24 questões) <div style="text-align: center;"> </div> <p>¹ SAURIN, T. A. e FERREIRA, C. F. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. <i>Gestão & Produção</i>, v. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.</p> <p>Observação: o preenchimento do questionário poderá ser feito juntamente com a presença do(s) pesquisador(es) no próprio local da entrevista. Entretanto, se os participantes considerarem mais conveniente, tais questões podem ser preenchidas posteriormente em conjunto entre os profissionais entrevistados e encaminhados ao(s) pesquisador(es) via e-mail dentro de um prazo combinado.</p>
<p>ENCERRAMENTO</p>	<p>Tempo estimado: 5 a 10 min</p> <p>Descrição das atividades: agradecimentos pela participação e contribuição da empresa na pesquisa, ajustes finais em relação a algum tópico pertinente da pesquisa, encerramento dos trabalhos, retirada do(s) pesquisador(es) da empresa.</p>

APÊNDICE B – COMPILADO DE RESPOSTAS COLETADAS ACERCA DO GRAU DE MATURIDADE DA ME

Questões	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Questões	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
1	MFO	FO	FO	MFO	31	NE	MFO	FR	FO
2	MFO	FO	FO	MFO	32	MFO	FO	MFO	FO
3	FO	FR	FR	FO	33	MFO	FO	FO	FR
4	FR	FR	FO	FO	34	FR	FO	FO	FO
5	FR	FO	MFO	FO	35	MFO	MFO	FO	MFO
6	FR	FO	MFO	FO	36	NE	FO	MFO	MFO
7	MFO	FR	FO	MFO	37	NE	MFO	MFO	MFO
8	FR	FO	MFO	FO	38	NE	FO	MFO	FO
9	NA	FR	NA	FR	39	NE	MFO	FO	FO
10	NA	NA	NA	MFR	40	NE	FO	MFO	FO
11	NA	FO	NA	FR	41	NE	NA	NA	MFR
12	NA	FO	NA	MFO	42	NE	NA	NA	MFR
13	NE	MFO	FO	MFO	43	NE	NA	NA	MFR
14	MFR	MFO	MFO	MFO	44	NE	FO	NA	MFR
15	NE	MFO	FO	FO	45	MFO	NA	FO	NE
16	NE	MFO	MFO	MFO	46	FO	NA	MFO	FO
17	NE	FO	FO	FO	47	MFO	FO	FO	FO
18	NE	FR	FR	FR	48	FR	FR	FR	FO
19	MFR	FR	FO	FR	49	MFO	FO	NA	FR
20	NE	MFO	FO	FR	50	MFO	FO	NA	FR
21	MFO	FO	FR	MFR	51	MFO	FO	MFO	MFO
22	FR	MFO	MFR	FO	52	MFO	FR	FR	FO
23	MFO	MFO	FO	MFR	53	FR	FO	FR	MFR
24	FO	MFO	FO	FR	54	FO	FO	FO	MFR
25	NA	FO	NA	MFR	55	FR	FO	FO	MFR
26	NA	FO	NA	MFR	56	FO	FO	FO	MFR
27	FO	FO	MFO	MFR	57	FR	FO	FR	MFR
28	FO	MFO	NA	MFR	58	NE	MFO	FO	MFO
29	MFO	FO	FO	FR	59	MFR	MFO	FO	MFO
30	MFO	MFO	MFO	FO	60	FR	MFO	FR	MFO