

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS**

EVERTON LUIZ VIEIRA

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE
UTILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS *LEAN MANUFACTURING* –
ESTUDO DE CASO NA APL DO ALUMÍNIO DO SUDOESTE DO
PARANÁ**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2017

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS**

EVERTON LUIZ VIEIRA

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE
UTILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS *LEAN MANUFACTURING* – ESTUDO
DE CASO NA APL DO ALUMÍNIO DO SUDOESTE DO PARANÁ**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2017

EVERTON LUIZ VIEIRA

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE
UTILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS *LEAN MANUFACTURING* – ESTUDO
DE CASO NA APL DO ALUMÍNIO DO SUDOESTE DO PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Eduardo Gouvêa da Costa

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima

PATO BRANCO

2017

V658p

Vieira, Everton Luiz.

Proposta de um método de avaliação do nível de utilização das práticas *lean manufacturing* – estudo de caso na APL de alumínio do sudoeste do Paraná. / Everton Luiz Vieira. – Pato Branco: UTFPR, 2017.

115f.: il.; 30cm.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Eduardo Gouvêa da Costa.

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima.

Dissertação: (Mestrado) Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Pato Branco, PR, 2017.

Bibliografia: f. 98 – 102.

1.Método para avaliação. 2. Sistema de produção. 3. Arranjo produtivo local. 4. Fabricação enxuta. I. Costa, Sergio Eduardo Gouvêa da, orient. II. Lima, Edson Pinheiro de, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título.

CDD (22. ed.) 670.42

Ficha catalográfica elaborada por
Maria Juçara Vieira da Silveira CRB – 9/1359
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco.



TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 18

A Dissertação de Mestrado intitulada “**Proposta de um método de avaliação do nível de utilização das práticas *Lean Manufacturing* – estudo de caso na APL de Alumínio do Sudoeste do Paraná**”, defendida em sessão pública pelo candidato **Everton Luiz Vieira**, no dia 07 de julho de 2017, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, área de concentração Gestão dos Sistemas Produtivos, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sérgio Eduardo Gouvêa da Costa - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima – coorientador – UTFPR

Prof. Dr. Fernando Deschamps – PUCPR

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Pato Branco, 27 de julho de 2017.

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin
Coordenador do PPGEPS/UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Eduardo Gouvêa da Costa, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Ao meu Co-Orientador Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima pelas contribuições a este trabalho.

Aos professores do programa pelos conhecimentos repassados durante essa jornada.

Aos colegas do mestrado que contribuíram na minha formação.

A todas as empresas da APL de Alumínio do Sudoeste do Paraná que estiveram de portas abertas para a realização da pesquisa.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família e esposa, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Dias prósperos não vem por acaso,
nascem de muita fadiga e persistência
(Henry Ford)

RESUMO

VIEIRA, Everton Luiz. **Proposta de um método de avaliação do nível de utilização das práticas lean manufacturing – estudo de caso na APL de alumínio do sudoeste do Paraná.** 2017. 98 páginas. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Técnicas de gestão com base no *Lean Manufacturing*, estão cada vez mais sendo utilizados pelas empresas, principalmente nas indústrias, visando o aumento da eficiência e lucratividade, perante a acirrada competitividade dos mercados. Entretanto, as informações quanto as práticas e os métodos de avaliação do *Lean*, nem sempre estão disponíveis para as empresas. Levando em consideração que o *Lean* está baseado na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua dos processos. Deste modo, a presente dissertação objetiva a proposição de um método para medir o nível de utilização de práticas *lean* nas empresas do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná, as quais não possuem nenhum sistema *Lean* formalmente estruturado. O método proposto é baseado em estudo de Saurin e Ferreira (2008), itens da norma SAE J4000 e J4001, estudos de Duran e Batochio (2003) e casa do Sistema Toyota de Produção onde foi adaptado um questionário para levantar informações referentes a utilização de práticas *Lean* nas empresas estudadas, as práticas foram separadas por pilares e base da casa STP. Com os resultados obtidos foi possível identificar que as empresas da APL de alumínio utilizam apenas 13,63% das 15 práticas *Lean* avaliadas. Por fim a análise detalhada dos resultados revelou oportunidades de melhorias quanto a utilização das práticas *Lean* nas empresas avaliadas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Práticas *Lean*. Arranjo Produtivo Local de alumínio. Método de Avaliação.

ABSTRACT

VIEIRA, Everton Luiz. **Proposal for an evaluation method of the utilization level of lean manufacturing practices – case study at aluminium APL (Local Productive Arrangements) in the southwest of Paraná.** 2017. 98 pages. Master's Degree Dissertation in Production System Engineering. Federal Technology University - Parana. Pato Branco, 2017

Management techniques such as Lean Manufacturing are increasingly being used by companies, mostly in industries, aiming to increase efficiency and profitability in the face of the fierce industry competitiveness. However, informations about the practices and evaluation models of Lean are not always available for the companies. Considering that Lean is based on the waste elimination and on continuous improve seeking the Lean culture. Therefore, this dissertation outlines the proposition of a method to measure the degree of Lean practices at the aluminium APL in the southwest of Paraná, that does not own any Lean system formally structured. The presented method is based on studies of Saurin and Ferreira (2008), items of the regulation SAE J4000 and J4001, studies of Duran and Batochio (2003) and the house of Toyota System of Production where it was adapted a survey to raise informations about the uses of Lean practices at the companies that were studied, the practices were divided by principles and bases of the STP house. With the obtained results it was possible to identify that the aluminium APL companies uses only 13,63% of the 15 evaluated Lean practices. Finally the detailed analysis of the results highlighted improvements opportunities in terms of the Lean practices use in the aluminium APL companies.

Keywords: Lean Manufacturing. Lean practices. Aluminium Local Productive Arrangements. Evaluation Methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa STP	19
Figura 2 – Modelo de produção Lean.....	29
Figura 3 – Arquitetura do nível superior do LEM.....	31
Figura 4 – Dimensões do prêmio <i>Shingo Prize</i>	32
Figura 5 – Tela inicial do software de avaliação <i>Lean</i>	35
Figura 6 – Principais elementos da norma SAE J4000	39
Figura 7 – Casa STP e seus elementos.....	48
Figura 8 – Casa STP e seus elementos com seus respectivos pesos	50
Figura 9 – Pesos por pilar avaliado	51
Figura 10 – Modelo casa STP com pontuação a máxima que pode ser atingida.....	53
Figura 11 – Base territorial do APL do alumínio Sudoeste do Paraná	61
Figura 12 – Resultado da média geral da pesquisa em relação ao <i>Lean</i>	64
Figura 13 – Total <i>Lean</i> atingido em cada elemento pelas médias empresas.....	67
Figura 14 – Quadro de organização programa 5S	68
Figura 15 – Local de trabalho limpo e organizado.....	69
Figura 16 – Instrução de trabalho.....	70
Figura 17 – Faixas para demarcação de espaços.....	71
Figura 18 – Gestão visual através de quadros com indicadores	71
Figura 19 – Total <i>Lean</i> atingido em cada elemento pelas pequenas empresas	76
Figura 20 – Modelo de Instrução de trabalho	78
Figura 21 – Identificação de segurança em quadro elétrico	79
Figura 22 – Pintura de faixas em corredores.....	80
Figura 23 – Total <i>Lean</i> atingido em cada elemento pelas microempresas	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Os 14 princípios de gestão Toyota	23
Quadro 2 – Avaliação do indicador eliminação de desperdícios	28
Quadro 3 – Indicadores <i>Lean</i> referentes a sistemas flexíveis de informação	30
Quadro 4 – Mapeamento das práticas <i>Lean Manufacturing</i> nas seis áreas de impacto.....	37
Quadro 5 – Onze práticas avaliadas para categorizar o nível <i>Lean</i> da empresa	37
Quadro 6 – Escala para medir o nível de implementação <i>Lean</i> dos componentes de cada elemento.....	39
Quadro 7 – Características dos métodos de avaliação de práticas <i>Lean</i>	40
Quadro 8 – Métodos e características principais das abordagens metodológicas de pesquisa.....	42
Quadro 9 – Modelo de questionário das práticas <i>Lean</i>	47
Quadro 10 – Elementos, objetivos e pilares do questionário.....	49
Quadro 11 – Fragmento questionário elemento base prática 5S organização e limpeza.....	49
Quadro 12 – Escala para medir o nível de implementação das práticas <i>Lean</i>	50
Quadro 13 – Pontuação máxima que pode ser obtida em cada componente	51
Quadro 14 – Siglas e significados das fontes de dados.....	53
Quadro 15 – Estrato do questionário da prática troca rápida de ferramentas	53
Quadro 16 – Especialistas consultados para análise do questionário.....	54
Quadro 17 – Questões elaboradas para a prática liderança <i>Lean</i>	55
Quadro 18 – Questionário adaptado após opinião dos especialistas.....	59
Quadro 19 – Pontuação máxima que pode ser obtida em cada componente	59
Quadro 20 – Classificação do porte das empresas segundo o número de funcionários.....	62
Quadro 21 – Percentual atingido em cada elemento avaliado	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porte das empresas pesquisadas.....	63
Gráfico 2 – Pontuação média geral.....	65
Gráfico 3 – Total <i>Lean</i> por porte das empresas.....	66
Gráfico 4 – Nota média por porte de empresas.....	66
Gráfico 5 – Gráfico práticas elemento base – Médias empresas.....	68
Gráfico 6 – Gráfico práticas elemento pilar <i>Just in Time</i> – Médias empresas.....	72
Gráfico 7 – Gráfico práticas elemento pilar qualidade – Médias empresas.....	74
Gráfico 8 – Gráfico práticas elemento pilar pessoas – Médias empresas.....	75
Gráfico 9 – Gráfico práticas elemento base – Pequenas empresas.....	77
Gráfico 10 – Gráfico práticas elemento pilar <i>Just in Time</i> – Pequenas empresas.....	81
Gráfico 11 – Gráfico práticas elemento pilar qualidade – Pequenas empresas.....	82
Gráfico 12 – Gráfico práticas elemento pilar pessoas – pequenas empresas.....	83
Gráfico 13 – Gráfico práticas elemento base - Microempresas.....	85
Gráfico 14 – Gráfico práticas elemento pilar <i>Just in Time</i> - Microempresas.....	86
Gráfico 15 – Gráfico práticas elemento pilar qualidade - Microempresas.....	87
Gráfico 16 – Gráfico práticas elemento pilar pessoas - Microempresas.....	88
Gráfico 17 – Gráfico elemento base resumido por porte de empresa.....	89
Gráfico 18 – Gráfico pilar <i>just in time</i> resumido por porte de empresa.....	91
Gráfico 19 – Gráfico pilar qualidade resumido por porte de empresa.....	92
Gráfico 20 – Gráfico pilar pessoas resumido por porte de empresa.....	93

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	16
1.4 OBJETIVOS.....	17
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	17
1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	19
2.2 FILOSOFIA <i>LEAN MANUFACTURING</i>	21
2.3 PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA <i>LEAN MANUFACTURING</i>	21
2.4 PRÁTICAS <i>LEAN</i>	24
2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS ENXUTAS.....	27
2.5.1 Método de Karlsson e Ahlström.....	27
2.5.2 Método de Sánchez e Pérez.....	29
2.5.3 <i>Lean Enterprise Model</i> – LEM.....	30
2.5.4 Prêmio <i>Shingo</i> – <i>Shingo Prize</i>	32
2.5.5 Método de Goodson.....	33
2.5.6 Método de Saurin e Ferreira.....	33
2.5.7 Método de Kumar e Thomas.....	34
2.5.8 Método de Kojima e Kaplinki.....	35
2.5.9 Método de Doolen e Hacker.....	35
2.5.10 Método de Bonavia e Marin.....	37
2.5.11 Método de Hofer <i>et al.</i> (2011).....	38
2.5.12 Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999).....	38
2.6 SÍNTESE DOS MÉTODOS APRESENTADOS.....	40
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	41
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	41
3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	42
3.2.1 Elaboração do questionário.....	43
3.2.2 Verificação da aplicabilidade do questionário.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.1.1 APL DE ALUMÍNIO DO SUDOESTE DO PARANÁ.....	61
4.1.2 Classificação das empresas.....	62
4.2 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA.....	63
4.3 MÉDIAS EMPRESAS.....	66

4.4 PEQUENAS EMPRESAS	76
4.5 MICROEMPRESAS	84
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	89
6 CONCLUSÃO.....	95
6.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	96
6.2 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	97
REFERÊNCIAS.....	98
APÊNDICE A - MODELO QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA	103
APÊNDICE B – RESULTADO DAS PRÁTICAS AVALIADAS POR PORTE DE EMPRESA.....	112

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Atualmente, os mercados estão cada vez mais competitivos, em constante mudança e evolução devido à globalização e à competitividade. Ainda é possível encontrar empresas em um verdadeiro ciclo vicioso, sem tempo para organizar estratégias através de um método de gestão que traga bons resultados e seja adequado ao mercado em que atua. Para que as empresas sobrevivam a tal contexto, torna-se necessária a utilização de instrumentos e práticas que lhes garantam ganhos de produtividade, moral, qualidade e vantagem competitiva. Para tanto a adesão das práticas *Lean* apresenta-se como uma alternativa para sobrevivência das empresas no mercado.

Graças ao “A Máquina que Mudou o Mundo”, de Ross, Womack e Jones (1990), em que se estudou a implementação de práticas *Lean* na indústria automobilística em uma escala global, muitas empresas que possuíam a produção tradicional acabaram aceitando as práticas *Lean* em seus processos.

O *Lean Manufacturing*, ou simplesmente *Lean*, é um conjunto de boas práticas que, juntamente com o método de gestão, traz grandes benefícios às empresas, principalmente no âmbito da redução de custos. Ohno (1997) defende que a principal base do sistema *Lean* é justamente a eliminação de desperdícios, por isso, é muito comum encontrar empresas em fase de implantação inicial, assim como algumas que já utilizam o sistema há algum tempo e também empresas que utilizam práticas *Lean* de forma involuntária sem ter delas conhecimento.

Transformar-se numa empresa *Lean* não é tão simples como aparenta. Estudos de Pavnaskar *et al.* (2003) apontam que a utilização incorreta de algumas *práticas Lean* pode resultar em desperdício adicional de recursos. Pensando dessa forma, muitas empresas adotam a filosofia *Lean* como uma estratégia para sobreviverem no mercado, mas, de acordo com Bhasin (2008), Sellito *et al* (2010), em torno de 10% apenas das empresas obtiveram sucesso na implementação do *Lean*.

A implantação do *Lean Manufacturing*, em busca de uma cultura *Lean*, passa por várias etapas e possui uma relação direta com a maturidade da cultura

empresarial em relação aos conceitos daquele. Rother (2010) instrui que o nível de implantação não está diretamente ligado às práticas e ferramentas que a empresa aplica, mas sim com o quanto a empresa amadureceu em relação à cultura *Lean*. Assim, uma avaliação da implantação deve possuir uma relação direta com o nível de maturidade da cultura empresarial e das práticas adotadas pela empresa.

Muitas pesquisas já foram realizadas para auxiliar as empresas a implementar o *Lean*, porém avaliar o nível de utilização de tais práticas nas empresas, tem tido pouca atenção na literatura (WAN; CHEN, 2008; BHASIN, 2011). De acordo com Duran e Batocchio (2003), os estudos elaborados não apresentam métodos estruturados que possam ser apropriados para todos os tipos de empresas.

Segundo Macedo (2010), os métodos mais conhecidos na literatura apresentam estruturas que limitam suas aplicações somente para avaliar o nível de implementação em empresas que já possuem programas que utilizam as práticas *Lean*, mas para empresas que não possuem um sistema implementado são poucas as pesquisas a respeito.

Em mercados como o da APL (Arranjos produtivos locais) do alumínio do Sudoeste do Paraná, há necessidade de suportes práticos de métodos de gestão que venham ao encontro na redução de custos e desperdícios, aumento de capacidade produtiva, agilidade no desenvolvimento de novos produtos e serviços, satisfação dos clientes e outras características importantes para que as empresas mantenham-se competitivas no mercado em que atuam. Levando em consideração que o *Lean Manufacturing* possui uma proposta adequada à situação, tornou-se importante a sua avaliação no contexto da APL do alumínio do Sudoeste do Paraná, principalmente por ser um ramo de atividade de alta importância para o Estado. Com tal percepção, pode-se avaliar o nível de utilização das práticas *Lean*, desenvolvendo um diagnóstico para as empresas e colaborando na implantação desta cultura, conscientizando para a busca de implantações estáveis e de longo prazo, de forma a aproveitar de uma maneira mais eficiente e eficaz as vantagens da eliminação de desperdícios proporcionados pelo *Lean Manufacturing*.

A presente dissertação tem como tema central a proposta de um método para avaliação do nível de utilização das práticas *Lean* em empresas da APL do alumínio da região Sudoeste do Paraná, que não possuem formalmente um sistema *Lean* estruturado. Além disso, o estudo de caso também pretende contribuir para o

aperfeiçoamento dos métodos existentes de avaliação da adoção de tais práticas nas empresas.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O Paraná é o quinto colocado no PIB (Produto Interno Bruto), possui uma economia emergente. Esta forte condição econômica baseia-se na agricultura, pecuária, mineração, extrativismo vegetal e na indústria. Suas regiões são caracterizadas por polos de produção, e o Sudoeste possui um importante polo de empresas do ramo de fabricação de utensílios de alumínio (FIEP, 2015).

Neste cenário estão inseridos os APL's, que são os arranjos produtivos locais, ou seja, podem ser considerados como aglomerações territoriais de agentes econômicos, políticos e sociais, com foco num conjunto específico de atividades econômicas e que apresentam vínculos e interdependência (CHIOCHETTA, 2005). O setor de utensílios de alumínio da região Sudoeste é constituído por empresas que se classificam em: laminadoras, repuxadores, fundição em ferro e alumínio, fabricantes e fornecedores de acessórios (AGÊNCIA SUDOESTE, 2016).

Muitas empresas da APL de alumínio são de gestão familiar e foram crescendo de forma desordenada, sem a utilização de métodos estruturados de gerenciamento dos processos produtivos. Devido à importância da APL para a região, torna-se necessário desenvolver esse setor da economia através de ferramentas de gestão que venham a colaborar com o crescimento das empresas.

A proposta deste trabalho está pautada na avaliação do nível de utilização das práticas *Lean* em empresas que não possuem a filosofia *Lean* implementada, através de um método que examinará as práticas utilizadas pela empresa e o nível de sua utilização. Para isso, escolheu-se a APL de alumínios do Sudoeste do Paraná para o desenvolvimento desta pesquisa.

Desse modo, espera-se criar um diagnóstico para as empresas, no que tange ao nível de utilização das práticas *Lean*, e direcionar ações para uma implementação estruturada e efetiva, colaborando com o crescimento das empresas da APL. A partir do exposto, o presente estudo objetiva responder à seguinte pergunta: Qual o nível de utilização das práticas *Lean* por empresas que não possuam um sistema *Lean* estruturado?

1.3 JUSTIFICATIVA

No passado as empresas podiam focar apenas nos próprios processos de produção e vendas, pressionando o mercado a se adaptar às suas necessidades ou características, de acordo com o modelo de negócios por elas praticado. Com o tempo, sociedade e mercado foram alterando-se em termos de complexidade e exigências; colaboradores, acionistas, fornecedores, sociedade e clientes passaram a pressionar as empresas com maior intensidade, velocidade e multiplicidade de formas. De acordo com Pinedo (2003) essa cobrança por melhores produtos, resultados e ganhos crescentes fez com que as empresas sentissem a necessidade de buscar melhoria contínua em seus processos.

Apesar da visível necessidade de estruturas organizacionais serem cada vez mais *Lean* e flexíveis para manterem sua vantagem competitiva, torna-se importante citar que existe uma carência de ferramentas com métricas que demonstrem aos gestores o quanto as empresas estão se tornando *Lean*, para que possam medir e acompanhar a evolução e pontos de melhoria. Segundo Shah e Ward (2007), estudos práticos sobre o *Lean* estão em fase inicial de desenvolvimento e precisam de métodos confiáveis e válidos que garantam sua avaliação. Kumar e Thomas (2002) afirmam que apesar dos métodos de avaliação do *Lean* cobrirem vários aspectos com relação a implantação, é complicado encontrar um que se encaixe perfeitamente em todas as empresas e em diversos sistemas produtivos.

Nesse contexto de incertezas sobre o nível de utilização de práticas *Lean* a pesquisa mostra-se oportuna pelo fato de contribuir para o desenvolvimento do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná, fornecendo um instrumento para que os gestores das empresas possam ter em mãos um diagnóstico das práticas *Lean* que suas empresas já estão utilizando ou que precisam utilizar em busca da excelência nos negócios.

Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa desenvolve um tema interessante e desafiador, visto que a proposição do método de avaliação do nível de utilização das práticas *Lean* está direcionada para objetos de estudo que se caracterizam por não terem aderido a nenhum programa *Lean* formalmente. Por esse motivo, a pesquisa demonstra um cunho acadêmico relevante e de suma importância,

contribuindo na forma de uma proposta conceitual e prática sobre o tema *Lean* que se mostra em constante evolução e atrai o interesse de muitos pesquisadores.

1.4 OBJETIVOS

Para dar suporte a resposta da pergunta do problema de pesquisa, foi definido o objetivo geral e os objetivos específicos desta dissertação.

1.4.1 OBJETIVO GERAL

De acordo com o enfoque deste trabalho - diretamente relacionado à medição dos níveis de utilização das práticas *Lean* em um determinado grupo de empresas - foi possível definir o objetivo geral que viesse ao encontro da resposta à pergunta da pesquisa. Desse modo, o objetivo geral desta dissertação é desenvolver um método para medir o nível de utilização das práticas *Lean* em indústrias da APL do alumínio do Sudoeste do Paraná que não possuem um sistema *Lean* estruturado.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para cumprir o objetivo geral desta investigação foi necessário delimitar os objetivos específicos que darão suporte ao atendimento da resposta à pergunta de pesquisa. Portanto, os objetivos específicos são:

- a) analisar os principais métodos de avaliação do *Lean Manufacturing*;
- b) selecionar um método de avaliação do nível de utilização de práticas *Lean* e adaptar o método para que possa ser aplicado em empresas da APL de alumínio do Sudoeste do Paraná;
- c) analisar as características das empresas pesquisadas em relação aos níveis de utilização obtidos pela aplicação do método de avaliação utilizado.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa está organizada em três capítulos de modo estruturado. No primeiro capítulo realiza-se a contextualização, a definição e a justificativa do tema,

assim como os objetivos do trabalho. No segundo capítulo busca-se a fundamentação teórica que guia o entendimento do trabalho com as devidas fontes de pesquisa e referências de assuntos relacionados ao tema principal. No terceiro capítulo, será apresentada a metodologia de pesquisa que será a base para o desenvolvimento desta dissertação com a descrição de suas etapas.

1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Quanto às limitações da abordagem utilizada nesta pesquisa, identificou-se a diferença no porte das empresas pertencentes ao APL do alumínio do Sudoeste do Paraná como, por exemplo, as médias empresas, formam grupo de apenas duas empresas, dificultando a interpretação dos dados por se tratar de uma quantidade pequena se comparada com as pequenas e microempresas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Segundo Monden (1984), o propósito do STP – Sistema Toyota de Produção é aumentar os lucros através da redução de custos, ou seja, eliminar os desperdícios da produção.

Foi através da adoção deste propósito que a *Toyota Motor Company* edificou seu sistema de gerenciamento. Liker (2005) propõe uma das formas, entre tantas existentes, para representar a estrutura do STP, conforme Figura 1.

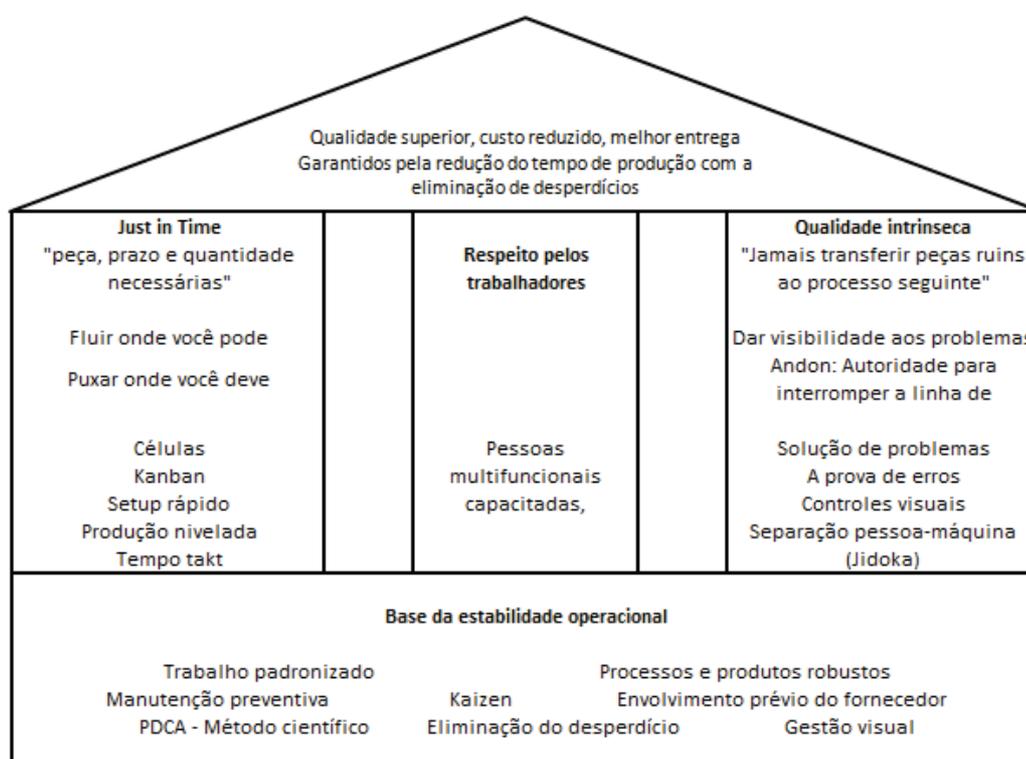


Figura 1 – Casa STP
Fonte: Adaptado de Liker (2005)

De acordo com Hoeft (2013) o modelo da Casa Toyota continua sendo a melhor representação simplificada dos princípios e da filosofia do STP, pois a casa é uma grande analogia para as verdades que a Toyota aprendeu ao longo dos tempos. O STP sustenta-se numa base de estabilidade operacional, pilares de: *Just in Time*, respeito pelos trabalhadores e qualidade intrínseca que dão sustentação ao telhado que busca a melhor qualidade, menor custo, melhor entrega e eliminação de desperdícios da produção.

De acordo com Shingo (1996) e Ohno (1997) as maiores perdas presentes nos sistemas de produção são classificadas em sete categorias:

- a) Perdas por superprodução (produção em excesso): estas perdas são capazes de esconder as demais perdas e são difíceis de serem eliminadas. Segundo Ghinato (2000), as perdas por produção em excesso podem ser por quantidade e antecipação. Isso ocorre quando o processo produz muito mais do que o cliente está disposto a comprar (demanda).
- b) Perdas por transporte: as movimentações de materiais são consideradas atividades que geram custos e não agregam valor ao produto. De acordo com Ghinato (2000), o transporte é responsável por até 45% do tempo total de fabricação de um item.
- c) Perdas por processamento em excesso: são as perdas no próprio processo que se encontra aquém de uma condição considerada ideal e que poderiam ser eliminadas sem alterar as funções básicas do produto como, por exemplo, inspeções sequenciais de um produto.
- d) Perdas por defeitos: as perdas por fabricação de produtos defeituosos são geradas pela fabricação de componentes ou produtos que apresentam características de qualidade fora das especificações do projeto.
- e) Perdas por movimentação: são perdas ligadas diretamente aos movimentos desnecessários que os operadores realizam quando executam uma operação. De acordo com Antunes (2009), existem muitos métodos e estudos para reduzir as perdas por movimentação, mas torna-se necessário introduzir o conceito de padronização de operações.
- f) Perdas por espera: estas estão associadas ao período de tempo em que nenhum processo ou operação é executado pelos operadores ou máquinas, ou seja, o lote está parado aguardando o momento de ser processado.
- g) Perdas por estoque: são originadas pela inexistência de estoques elevados de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados, que agregam altos custos financeiros e necessidade de espaço físico excedente para armazenagem. Para Antunes (2009), as

causas da manutenção destes estoques são a falta de nivelamento e sincronização da produção.

O STP visa à redução de custos mediante a completa eliminação dos desperdícios. Identificar os desperdícios não é uma tarefa fácil. De acordo com Ohno (1997), o STP foi concebido a partir de dois princípios direcionadores para melhorar este processo crítico. O primeiro é o *Just in time* (JIT), segundo o qual somente o que é necessário, na quantidade necessária e quando for necessário. Qualquer desvio dessas verdadeiras necessidades da produção é considerado um desperdício. O segundo princípio é o *Jidoka*, ou automação, que permite com que qualquer problema na produção seja imediatamente detectado e o processo parado até que o problema seja resolvido.

2.2 FILOSOFIA *LEAN MANUFACTURING*

O termo *Lean Manufacturing* (Manufatura enxuta, produção enxuta, PE) foi disseminado no ocidente, nos anos 90, quando *James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross* publicaram o livro “A Máquina que Mudou o Mundo”. O livro baseia-se no IMVP (*International Motor Vehicle Program*), estudo realizado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em que foram abordadas as técnicas *Lean* originadas na Toyota Motor Company (WOMACK *et al.* 1998).

Conforme Liker (2005), a implementação da filosofia *Lean Manufacturing* resulta “de um conjunto de práticas simples que visam a otimizar os processos produtivos, baseados em uma nova forma de “pensar” a gestão”.

2.3 PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA *LEAN MANUFACTURING*

Segundo Womack e Jones (1998), a filosofia *Lean Manufacturing* concentra-se em um conjunto de princípios e conceitos com a finalidade de simplificar o modo como uma empresa produz valor agregado aos seus clientes e todos os desperdícios são eliminados. Foi percebido que as empresas do ocidente, na tentativa de implementar um sistema de produção *Lean*, utilizavam-se de técnicas

que não eram totalmente adequadas, por não entenderem que todos os elementos envolvidos no desempenho da empresa não poderiam ser tratados de forma isolada.

Por tal motivo, Womack e Jones (1998) apresentaram, de forma simples e abrangente, os cinco princípios da mentalidade *Lean*:

a) Determinar valor

O princípio valor é o ponto de partida essencial para conceituar a Mentalidade Enxuta. O valor só pode ser definido pelo cliente e passa a ser significativo a partir do momento em que for expresso em forma de um produto específico, na forma de um bem ou serviço, ou ambos, de forma simultânea. É importante que o produto, bem ou serviço atenda perfeitamente as expectativas do cliente a um preço específico num momento específico.

b) Identificar a cadeia de valor

Conhecer todas as ações específicas necessárias para um determinado produto percorrer seu caminho, desde a matéria prima até o produto acabado, ou do pedido a entrega, ou, ainda, da concepção até o lançamento. No decorrer da cadeia de valor, aparecem três tipos de ações: as que criam valor, as que não criam valor, mas são inevitáveis, e as etapas adicionais que não criam valor e devem ser eliminadas (desperdícios puros). Tais ações devem ultrapassar o limite interno da empresa e abranger os fornecedores envolvidos com o objetivo de criar um canal para que a cadeia de valor busque a eliminação desses desperdícios.

c) Fluxo

A proposta deste princípio é produzir e movimentar um item por vez ou lotes pequenos, ao longo das etapas de processamento, continuamente para abastecimento, porém somente do que a etapa seguinte está necessitando.

d) Produção Puxada

Consiste em produzir somente quando o cliente sinalizar a necessidade do produto no momento que ele precisar. Para oportunizar essas ações, é necessário trabalhar com lotes menores para que se ganhe com a redução dos excessos de produção, *lead time* e estoques intermediários.

e) Perfeição

Este princípio está baseado na melhoria contínua e infinita dos quatro princípios listados anteriormente em toda a cadeia de produção, na busca

constante de desperdícios que devem ser eliminados do processo. Implica reconhecer que sempre existe uma maneira melhor para realizar cada atividade.

Com uma visão mais ampla, Liker (2005) encontra 14 princípios associados aos conceitos *Lean*. O autor comenta que o sucesso na implementação das ferramentas baseia-se na filosofia cultural da empresa e na habilidade de cultivar a liderança para manter a empresa em processo de constante aprendizagem juntamente com seus colaboradores.

Os 14 princípios *Lean* descritos por Liker (2005) podem ser vistos no Quadro 1.

Princípios	
1	Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.
2	Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.
3	Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.
4	Nivelar a carga de trabalho.
5	Construir uma cultura de parar e resolver problemas para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa.
6	Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários.
7	Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.
8	Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada, que atenda colaboradores e processos.
9	Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho e vivam a filosofia e a ensinem aos outros.
10	Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
11	Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-se e ajudando-os a melhorar.
12	Ver por si mesmo para compreender completamente a situação.
13	Tomar decisões lentamente por consenso, considerando todas as opções e implementá-las com rapidez.
14	Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua.

Quadro 1 – Os 14 princípios de gestão Toyota
Fonte: Liker (2005)

Vários autores analisam o sistema *Lean* através de princípios, porém, normalmente, são complementos da visão inicial de Ohno (1997), tendo como base principal a eliminação de desperdícios. Como o *Lean* caracteriza-se como um modelo de gestão, deve-se levar em consideração que os conceitos que aparecem

como princípios normalmente estão associados às raízes da formação de uma cultura de eliminação de desperdícios através do foco no cliente e da melhoria contínua.

2.4 PRÁTICAS LEAN

Para facilitar o entendimento sobre os conceitos *Lean Manufacturing*, considerou-se importante demonstrar algumas ferramentas ou práticas que fazem parte do modelo *Lean*. Utilizou-se como referências os trabalhos de Liker (2005), Womack e Jones (1998), Monden (1984), Ohno (1997), Rother e Shook (2007) e Shingo (1996) para definição dessas ferramentas. Foram selecionadas as mais conhecidas ou relevantes numa implantação *Lean* e resumidamente apresentadas.

a) 5S – Sigla que corresponde a cinco expressões japonesas que começam com a letra “S”. Descrevem práticas do ambiente de trabalho, importantes para gestão visual, limpeza e organização. São traduzidas em português como:

- *Seiri*: Senso de utilização, manter na área de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, reduzindo a quantidade de materiais no local de trabalho;
- *Seiton*: Senso de organização, facilitar a identificação e localização de ferramentas e materiais que são necessários para realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentação desnecessária;
- *Seiso*: Senso de limpeza, manter o local de trabalho o mais limpo possível, com todos os componentes nos respectivos locais;
- *Seiketsu*: Senso de padronização, isto é, padronizar as práticas de trabalho e a organização do espaço conforme as regras citadas anteriormente;
- *Shitsuke*: Senso de autodisciplina, tornar os quatro “s” anteriores um padrão, não permitindo o regresso aos velhos hábitos.

Normalmente é uma ferramenta inicial e básica, mas deve conter um esforço sistemático para o seu sucesso.

b) Kanban: Termo original do japonês que significa “quadro de sinais” ou “cartão”. É um sistema utilizado onde existe produção puxada, que autoriza e dá instruções para a produção ou retirada de produtos. Geralmente é composto por um conjunto de cartões (verde, amarelo e vermelho) e um quadro sinalizador que prioriza a

produção. Tem duas funções em uma operação de produção: instruir abastecedores para que manuseiem materiais e instruir processos para que fabriquem produtos quando o cliente solicitar. São responsáveis por garantir que o verdadeiro sistema de produção puxada seja mantido e pela organização dos estoques.

c) Takt time: “Tempo *takt*” é um valor de tempo que referencia o ciclo de produção. É um número teórico calculado através da divisão do tempo disponível pela demanda prevista pelo cliente. O objetivo é definir o ritmo em que a produção deve produzir seus itens, de modo que o tempo usado nas operações não ultrapasse o tempo *takt*.

d) Mapeamento do fluxo de valor: Do inglês *Value Stream Mapping* (VSM), é um diagrama que reúne todas as etapas envolvidas nos fluxos de materiais e informações necessárias para atender os clientes, do pedido à entrega (porta a porta). Geralmente o VSM é composto por dois mapas: o estado atual que demonstra as condições atuais, e o do estado futuro, que mostra as oportunidades de melhoria identificadas para obter a melhor condição de desempenho em certos pontos.

e) Trabalho padrão: Procedimentos de trabalho precisos de cada um dos operadores num processo produtivo, levando em conta o tempo *takt*, sequência de trabalho e estoque padrão.

f) Kaizen: Processo de melhoria contínua em qualquer tipo de atividade a fim de criar mais valor com eliminação ou redução de desperdícios, normalmente realizado por equipes de trabalho para buscar soluções de melhoria nos processos.

g) Controle da qualidade total: É uma metodologia gerencial segundo a qual todos os departamentos e colaboradores da empresa são responsáveis por melhorar de forma contínua a qualidade de seus produtos e serviços. Baseado no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

h) Gestão visual: Método para compartilhamento e visualização de informações de atividades, produção, produtos, indicadores de desempenho e várias outras que permitem que todos tenham acesso e entendimento do andamento das atividades nas empresas.

i) Dispositivos a prova de erros ou Poka Yoke: método que auxilia os operadores a evitarem erros na realização do seu trabalho. Podem ser sistemas eletrônicos que evitem que determinada atividade possa ser esquecida ou burlada, alterações de projetos de produtos de forma que impeçam a montagem incorreta ou até sistemas

complexos de monitoramento para garantir que a sequência de etapas de produção seja executada.

j) Fluxo contínuo: Método de produzir e movimentar um item por vez (ou lotes pequenos) ao longo de uma série contínua de processos. Cada etapa deve ser realizada somente quando for solicitada pela etapa seguinte.

k) Andon: Ferramenta de gerenciamento visual que mostra o estado das operações em uma área ou em um único local. Também pode avisar quando alguma anormalidade acontece. Pode ser simples, como uma lâmpada, ou sinal sonoro que indica quando há algum processo parado ou quando algum operador necessita de auxílio.

l) Sigla de Single Minute Exchange of Dies - SMED: que significa *set up* rápido ou troca rápida de ferramentas. Trata-se de um processo de preparação de um equipamento no menor tempo possível, separando as operações internas (que só podem ser realizadas com o equipamento parado) e externas (que podem ser realizadas enquanto o equipamento está produzindo). O SMED trabalha na conversão das atividades internas para externas, de modo que o tempo de *set up* seja reduzido para um tempo menor que dez minutos e a disponibilidade do equipamento para produção fique maior.

m) Heijunka: Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período de tempo estipulado, de forma que a produção atenda de forma eficaz a demanda do cliente. Assim, é possível garantir a estabilidade do processo e, ao mesmo tempo, evitar o excesso de estoques, reduzir custos, mão de obra e *lead time* de produção.

n) Total Productive Maintenance - TPM: manutenção produtiva total ou manutenção autônoma. Abordagem para garantir que todas as máquinas do processo produtivo estejam sempre aptas a realizar suas tarefas e que os operadores do processo participem de forma ativa no cuidado com seus equipamentos.

o) Desenvolvimento e melhoria de produto enxuto: Utiliza os conceitos do *Lean* para que novos produtos possam ser produzidos mais rapidamente, com menos trabalho e menor número de erros. Estabelece princípios de substituição rápida de modelos, expansão constante do mix de produtos, aumento da participação de fornecedores no desenvolvimento do projeto, equipes de desenvolvimento multidisciplinar, estabelecimento de bons mecanismos de comunicação e utilização de ferramentas de projeto baseada no computador.

p) Integração com fornecedores: Os fornecedores são considerados parceiros das empresas, por isso, deve existir um estreito laço entre eles, os fornecedores devem ser avaliados de acordo com seu desempenho em qualidade, quantidade, prazos de entrega e custo.

q) Flexibilização da mão de obra: O significado deste conceito está embasado na possibilidade de flexibilizar a mão de obra, ou seja, alterar o número de operadores quando a demanda de produção é alterada; para isso, três fatores são pré-requisitos para a sua viabilização: projeto adequado do *layout* dos equipamentos, operadores versáteis e bem treinados, avaliação contínua e revisões práticas das rotinas e operações padronizadas.

2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS ENXUTAS

Com a crescente disseminação dos princípios *Lean*, originados da adoção de práticas *Lean* por uma grande quantidade de empresas, surgiu a necessidade de desenvolver meios para investigar o nível de maturidade de sua implantação. De acordo com Walter e Tubino (2013), é grande a preocupação em implantar o *Lean*, porém avaliar o quão enxutas as empresas se apresentam tem recebido uma atenção menor na literatura.

Segundo Bhasin (2008), torna-se necessário investigar estatisticamente quantas empresas obtiveram sucesso na implantação do *Lean*, devido ao grande número de iniciativas sem sucesso. Saurin e Ferreira (2008) afirmam que os princípios determinam o alicerce do sistema, as regras que a empresa deve seguir, e as práticas caracterizam o meio de viabilizar a implantação de tais princípios.

Alguns métodos de avaliação da maturidade citados com maior frequência na literatura nacional e internacional serão apresentados na sequência.

2.5.1 Método de Karlsson e Ahlström

O método desenvolvido por Karlsson e Ahlström (1996) apresenta nove princípios: melhoria contínua, zero defeitos, eliminação de desperdícios, *Just in Time* (JIT), puxar ao invés de empurrar, responsabilidades descentralizadas, equipes multifuncionais, sistemas de informações vertical e funções integradas. Os conceitos

da pesquisa realizada pelos autores basearam-se nos estudos de Womack, Jones e Ross (1998) autores do livro a Máquina que Mudou o Mundo.

As pesquisas de Karlsson e Ahlström (1996) foram realizadas em empresas que vinham implementando o *Lean* em seus processos. Cada princípio tem um conjunto de indicadores que avaliam a extensão adotada, e sugere caminhos para a empresa seguir em direção ao *Lean*. No Quadro 2, o exemplo do método de avaliação do princípio de eliminação de desperdícios.

Indicador	Eliminação de desperdício	Lean			
Produto em processo	Valor do trabalho em progresso em relação às vendas				
Tamanho de lote	Tempo de execução da produção entre os <i>set ups</i>				
Tempo de <i>set up</i>	Quantidade de tempo necessário para mudanças de produtos				
<i>Down time</i> de máquinas	Número de horas máquina perdidas devido ao mau funcionamento em relação ao total de horas máquina				
Transporte de:	Número de vezes que as peças são transportadas				
Peças	Total de distância percorrida para o transporte de peças.				
Perdas	Valor das perdas em relação às vendas				
Retrabalho	Valor do retrabalho em relação às vendas				
Legenda:					
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td> Deve aumentar</td> <td> Deve diminuir</td> <td> A prática deve alterar-se nessa direção</td> </tr> </table>			 Deve aumentar	 Deve diminuir	 A prática deve alterar-se nessa direção
 Deve aumentar	 Deve diminuir	 A prática deve alterar-se nessa direção			

Quadro 2 – Avaliação do indicador eliminação de desperdícios
 Fonte: Adaptado de Karlsson e Ahlström (1996)

No exemplo do quadro 2, conforme à flecha indicada na legenda do quadro, nota-se que todos os indicadores analisados devem diminuir para a empresa seguir no caminho *Lean*.

2.5.2 Método de Sánchez e Pérez

O método de Sánchez e Pérez (2001) estrutura-se numa lista de verificação composta por seis princípios *Lean* que foram desdobrados em trinta e seis indicadores. Os seis princípios abordados pelos autores estão demonstrados na figura 2.

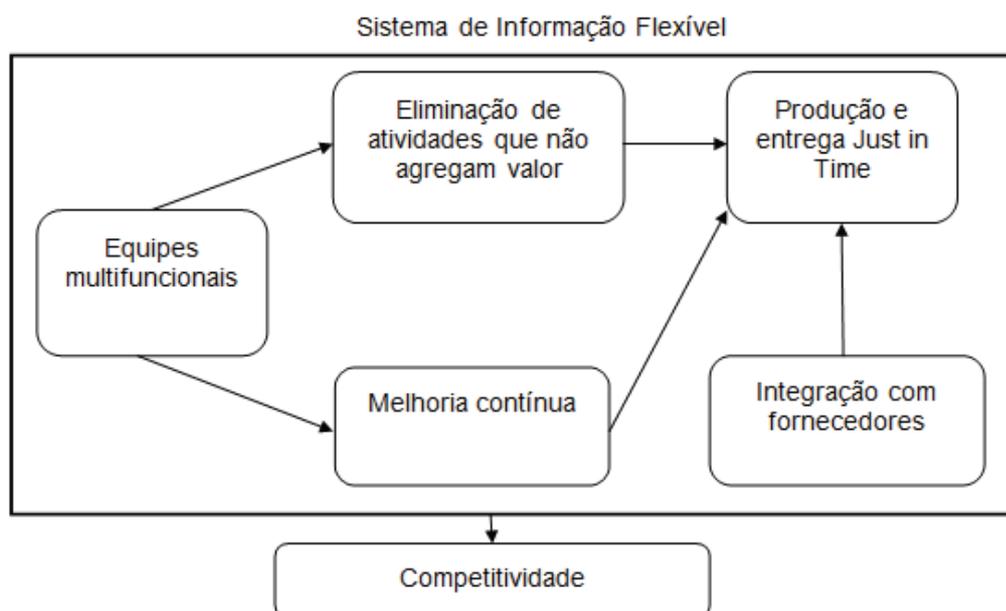


Figura 2 – Modelo de produção Lean
 Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)

Para cada princípio *Lean* foram associados indicadores de desempenho que são caracterizados por práticas básicas do *Lean Manufacturing* e que contribuem para a melhoria do desempenho das empresas. O Quadro 3 exemplifica o princípio de sistemas de informações flexíveis utilizados na pesquisa e sua estratificação em indicadores de desempenho.

Indicador	Definição	Mudança
S1	A frequência com que as informações são passadas aos colaboradores	↑
S2	Quantidade de informativos das reuniões da alta direção aos colaboradores	↑
S3	Porcentagem de procedimentos escritos e formalizados na empresa	↑
S4	Percentual de equipamentos na produção com computadores integrados	↑
S5	Número de decisões que os colaboradores podem realizar sem o controle da supervisão	↑
Legenda:  O indicador deve aumentar para avançar no <i>Lean Manufacturing</i>  O indicador deve diminuir para avançar no <i>Lean Manufacturing</i>		

Quadro 3 – Indicadores *Lean* referentes a sistemas flexíveis de informação
Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)

O método proposto por Sánchez e Pérez (2001) foi testado, no ano de 2001, num total de 107 empresas do segmento automotivo e de máquinas industriais da região de Aragon, na Espanha.

2.5.3 *Lean Enterprise Model* – LEM

O método *Lean Enterprise Model* – LEM surgiu em 1998 como uma alternativa para os métodos de avaliação existentes na época e baseou-se na indústria aeronáutica dos EUA. O método caracteriza-se como uma ferramenta para avaliação de características e desempenho de uma empresa utilizando-se de indicadores que são comparados com valores de referência pré-estabelecidos e fornecidos pelo próprio método. De acordo com *Lean Advancement Initiative* - Lai (2016), diante desse comparativo, encaminham-se as iniciativas em busca das melhorias.

O LEM é composto por três partes principais (LAI, 2016): um diagrama resumo que fornece a visão do topo da hierarquia do método em que se encontram

sumarizadas as práticas da empresa e seus indicadores de desempenho associados; um manual de referência que disponibiliza o conteúdo de forma detalhada e completo do método estruturado, e um *software* que combina técnicas de hipertexto e filtros avançados para acessar os níveis de informação do método.

A figura 3, proposta por Durán e Batocchio (2003), demonstra a arquitetura do nível superior do método LEM, apresentando:

- a) seis princípios;
- b) quatro medidas de desempenho;
- c) doze práticas chamadas de prioritárias.

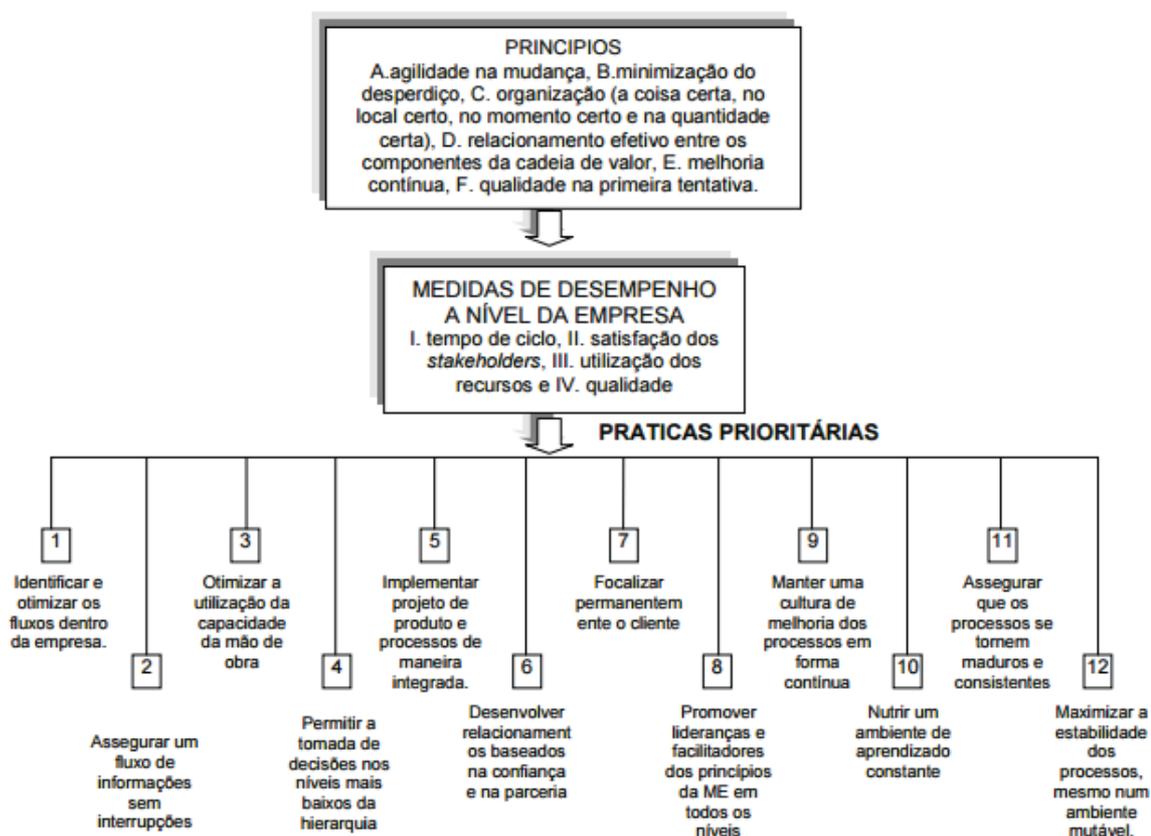


Figura 3 – Arquitetura do nível superior do LEM
Fonte: Adaptado de Durán e Batocchio (2003)

De acordo com Macedo (2010) o método traz, para cada uma das doze práticas prioritárias, uma definição que ajuda na compreensão do significado de cada uma delas, também apresenta um conjunto de indicadores de desempenho que quantificam o nível de desenvolvimento em que a empresa está.

2.5.4 Prêmio *Shingo* – *Shingo Prize*

Em 1998, o Prêmio *Shingo Prize* foi criado na Universidade de Utah (Estados Unidos) e tem por objetivo promover a implantação dos conceitos da manufatura enxuta e com isso reconhecer as empresas dos Estados Unidos, Canadá e México quando os padrões de manufatura de classe mundial fossem alcançados (SHINGO PRIZE, 2016). Considerado como modelo baseado na abordagem da gestão enxuta, o *Shingo Prize* segue filosofia de gestão compartilhada do reconhecido engenheiro Shigeo Shingo. A característica do prêmio é a avaliação de quatro dimensões, como pode ser visto na figura 4.



Figura 4 – Dimensões do prêmio *Shingo Prize*
Fonte: Adaptado de Shingo Prize (2016)

A estruturação do modelo é projetada para colaborar com os gestores na identificação da posição que a empresa ocupa na direção à implementação dos conceitos *Lean*, apresentando como resultado a possibilidade de uma avaliação ampla e detalhada do nível de implementação já existente.

O modelo *Shingo Prize* busca ser flexível para que possa aplicar-se a todos os tipos de empresas do setor privado ou público com fins lucrativos ou não.

2.5.5 Método de Goodson

O método de Goodson (2002) apresenta o *Rapid Assessment Plant* (RPA), que considera que, com uma visita rápida ao chão de fábrica, em menos de uma hora, é possível identificar se uma empresa é realmente *Lean*. O questionário é dividido em onze categorias:

- satisfação do cliente;
- segurança, ambiente, limpeza e ordem;
- sistema de gestão visual;
- sistema de planejamento;
- uso do espaço, movimentação de materiais, fluxo de produtos em linha;
- motivação da equipe;
- condição da manutenção de máquinas e ferramentas;
- integração da cadeia de fornecedores;
- compromisso com a qualidade.

O questionário RPA é composto por vinte perguntas relacionadas às onze categorias, que o avaliador preenche com sim ou não para o que está sendo avaliado.

De acordo com Goodson (2002) o método RPA foi aplicado por ele e seus alunos em mais de 150 indústrias de diferentes ramos de atividade para avaliar o quão *Lean* as empresas se encontravam.

2.5.6 Método de Saurin e Ferreira

O método de Saurin e Ferreira (2008) tem como objetivo avaliar qualitativamente a implantação do *Lean* numa fábrica de máquinas agrícolas. A avaliação é baseada em doze práticas *Lean*:

- produção puxada e fluxo contínuo;
- integração da cadeia de fornecedores;
- nivelamento da produção;
- balanceamento da produção;
- operações padronizadas;
- flexibilização da mão de obra;

- controle da qualidade zero defeitos;
- manutenção produtiva total;
- troca rápida de ferramentas;
- gerenciamento visual;
- melhoria contínua; e.
- mapeamento do fluxo de valor.

Com base nas práticas Lean selecionadas, foi desenvolvida uma lista de verificação com 88 itens a serem avaliados durante a pesquisa. De acordo com Saurin e Ferreira (2008), a coleta de dados foi realizada através de observações diretas no local de trabalho, de análise de documentos e entrevistas com gestores e operadores do processo. Cada possibilidade de resposta da lista de verificação possui um peso diferenciado que compõe a equação que calcula a nota de cada prática *Lean* avaliada.

2.5.7 Método de Kumar e Thomas

O método proposto por Kumar e Thomas (2002) apresenta um *software* para a empresa avaliar o nível de práticas *Lean* em uso em suas instalações. Os esforços foram concentrados para incluir práticas verdes, para demonstrar como essas medidas favorecem a organização não só para poupar dinheiro, mas também reduzir problemas ambientais. Na Figura 5, é possível visualizar a tela inicial do *software*.

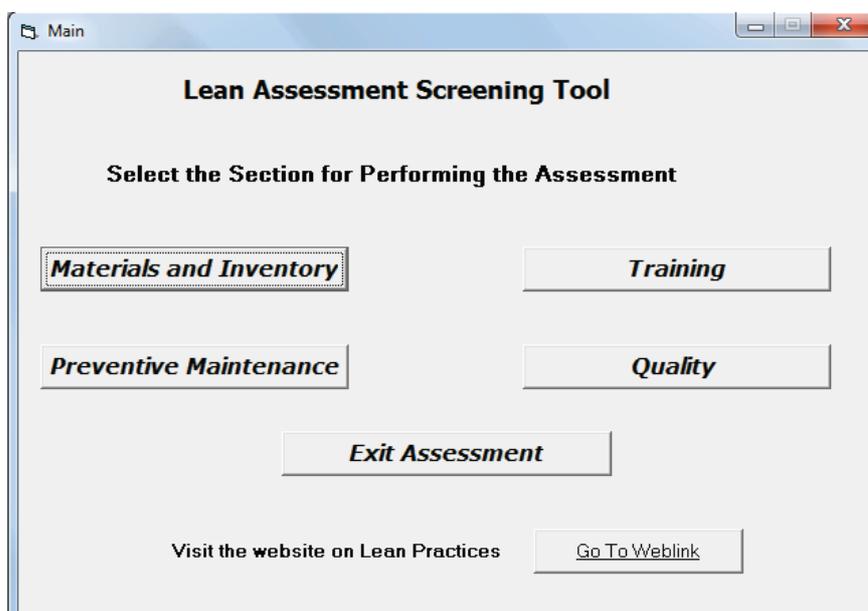


Figura 5 – Tela inicial do software de avaliação *Lean*
Fonte: Kumar e Thomas (2002)

O *software* de Kumar e Thomas (2002) está disponível para *download* no site <http://www.eng.utoledo.edu/aprg/ppis/pptools.htm#lean> e avalia quatro categorias: estoque de materiais, treinamento, manutenção preventiva e qualidade. Cada categoria possui um grupo de perguntas relacionadas ao meio ambiente que devem ser respondidas pelo usuário do *software*.

2.5.8 Método de Kojima e Kaplinki

O método proposto por Kojima e Kaplinki (2004) foi aplicado em empresas de componentes automotivos da África do Sul e tem a finalidade de avaliar o *Lean* e identificar os fatores que determinam sua taxa de adoção. Foi desenvolvido um indicador composto por três índices considerados polos relacionados com a mudança: qualidade, flexibilidade e logística, melhoria contínua e dentro de cada índice os quais foram separados por elementos para posterior mensuração.

No índice de flexibilidade e logística foram definidos sete elementos: níveis de armazenagem (número de dias de produtos em processo e de produtos acabados); esforços para redução de tempo de *set up*; operadores multiqualificados (rotatividade de funções); uso de *Kanban*; entrega *Just in time* e *layout* celular.

O índice de qualidade foi avaliado através de dois elementos: se a empresa é certificada e em que nível encontra-se na norma VDA6 do setor automotivo e também o desempenho da qualidade externa (retorno dos clientes).

No índice de melhoria contínua, foram avaliados os desempenhos num período de cinco anos, no que diz respeito ao desempenho de qualidade externo e ao nível de utilização de sistemas de sugestão.

O indicador é calculado agregando a média das pontuações em cada um dos três índices, classificando a empresa no índice *Lean* como: forte, média ou fraca.

2.5.9 Método de Doolen e Hacker

O método desenvolvido por Doolen e Hacker (2005) é composto por seis áreas de impacto utilizadas como base para o desenvolvimento das questões relativas à

adoção de práticas *Lean*. No Quadro 4, é possível visualizar as áreas de impacto e as principais práticas utilizadas na avaliação.

Áreas de Impacto	Principais práticas <i>Lean Manufacturing</i>
Equipamentos e processos de produção	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do tempo de set up - Padronização do trabalho - Células de manufatura - Dispositivos a prova de erros - Identificação de valor - Manutenção produtiva total - Organização do chão de fábrica - Gestão da qualidade total - Redução do tempo de ciclo
Gestão do chão de fábrica	<ul style="list-style-type: none"> - Programação da produção - Redução de tamanho de lote de produção - Controle de fluxo puxado
Melhoria contínua de produtos	<ul style="list-style-type: none"> - Padronização de peças - Engenharia simultânea - Projeto para manufatura
Relacionamento com fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de fornecedores - Avaliação de custos totais - Troca de informações - Tempo de relacionamento
Relacionamento com clientes	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação de desempenho de entregas - Estabilização da demanda - Serviços para aumentar valor agregado - Análise dos requisitos do cliente - Customização de produtos
Gestão da mão de obra	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhadores multifuncionais - Delegação de trabalhos - Avaliação de funcionários; - Pagamento por desempenho - Sistema formal de recompensas

Quadro 4 – Mapeamento das práticas *Lean Manufacturing* nas seis áreas de impacto
Fonte: Adaptado de Doolen e Hacker (2005)

O estudo foi realizado em grandes e pequenas empresas que produzem componentes eletrônicos do noroeste do Pacífico.

2.5.10 Método de Bonavia e Marin

Bonavia e Marin (2006) apresentam um método para avaliar o grau de utilização das práticas mais representativas do *Lean* em indústrias de revestimentos cerâmicos na Espanha e sua relação com o tamanho da planta e seu efeito sobre o desempenho operacional das empresas do setor.

A coleta de dados é realizada por onze questões relacionadas a práticas *Lean*, sendo cinco delas coletadas por meio de observação direta no chão de fábrica. No Quadro 5, é possível visualizar as variáveis analisadas.

- Tecnologia de grupo
- Sistema puxado (*Kanban*)
- Redução do tempo de *set up*
- Empregados multifuncionais
- Quadros de gestão visual com gráficos na fábrica
- Programa de organização (5'S)
- Métodos de controle estatístico de qualidade
- Programa de sugestões
- Operações padronizadas
- Manutenção produtiva total
- Controle de qualidade

Quadro 5 – Onze práticas avaliadas para categorizar o nível *Lean* da empresa
Fonte: Bonavia e Marin (2006)

Ao final da análise, o fabricante é classificado como: não adota, baixa adoção e alta adoção das práticas *Lean*.

2.5.11 Método de Hofer *et al.* (2011)

Hofer *et al.* (2011) analisam as diferenças do nível de adoção de práticas *Lean* em indústrias dos Estados Unidos e China. Foram avaliadas as seguintes práticas *Lean*: produção puxada, fluxo, redução do tempo de *set up*, controle estatístico de processo, manutenção produtiva total, envolvimento dos funcionários, fornecimento *Just in time*, desenvolvimento de fornecedores e envolvimento dos clientes. As respostas foram medidas numa escala Likert de 5 pontos variando de “0” (sem implementação) a “5” (implementação completa) e os dados foram analisados por meio de análise de regressão.

2.5.12 Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999)

Em agosto de 1999, foi aprovada a norma SAE J4000, desenvolvida pela *Society of Automotive Engineers* (SAE). Trata-se de uma ferramenta com capacidade de identificar e medir as melhores práticas na implementação do *Lean* em uma empresa.

De acordo com Durán e Batocchio (2003) a norma SAE J4000 é composta por um conjunto de características que um sistema de produção deve ter para atingir a categoria de empresa *Lean*. A norma é composta por dois documentos:

- J4000: lista de critérios pelo quais o *Lean* poderá ser atingido;
- J4001: instruções para avaliação dos níveis de cumprimento da J4000.

De modo a auxiliar no entendimento a norma, foi criado o anexo SAE RR003 para facilitar o caminho na direção do processo de implantação do *Lean*, apresentando exemplos de melhores práticas em empresas do setor automotivo (SAE INTERNACIONAL, 2016).

A norma SAE J4000 é composta seis elementos e de 52 componentes que ajudam na avaliação do nível de conformidade da implementação do *Lean*. Os componentes são divididos em seis elementos, conforme demonstrado na figura 6.

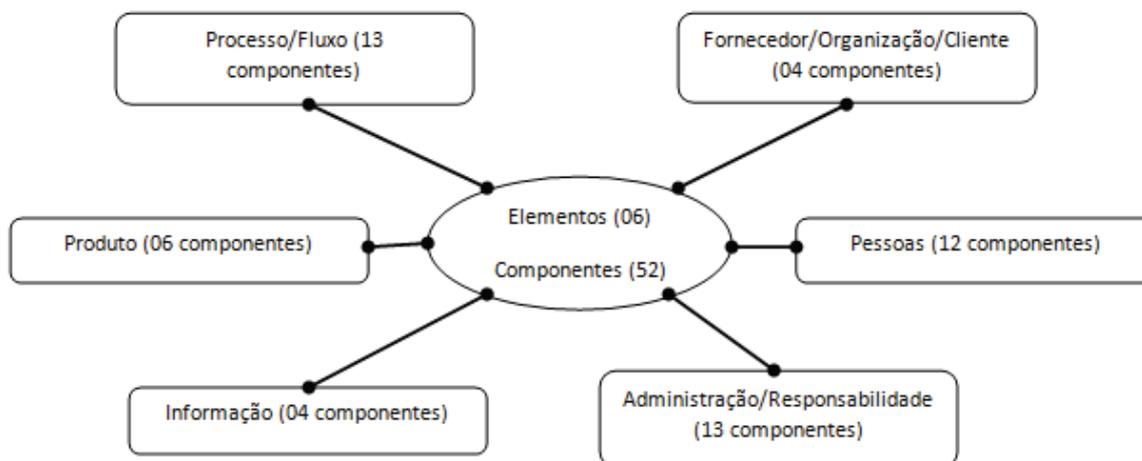


Figura 6 – Principais elementos da norma SAE J4000
Fonte: Adaptado de SAE J4000 (1999)

Para poder quantificar o nível de implementação, cada elemento possui uma escala de medição que vai de 0 a 3, dependendo do nível em que se encontra. No Quadro 6, é possível visualizar a escala de medição de cada elemento.

Nível	Descrição
Nível 0	O componente não está implementado ou existem inconsistências fundamentais na sua implementação.
Nível 1	O componente está implementado, mas ainda existem inconsistências menos significativas na implementação.
Nível 2	O componente está satisfatoriamente implementado.
Nível 3	O componente está satisfatoriamente implementado e mostra um contínuo melhoramento nos últimos doze meses.

Quadro 6 – Escala para medir o nível de implementação *Lean* dos componentes de cada elemento
Fonte: Adaptado de SAE J4001 (1999)

2.6 SÍNTESE DOS MÉTODOS APRESENTADOS

Para sintetizar com maior clareza os métodos apresentados pela literatura, o Quadro 7 resume as características de cada método.

Publicação	Inclui princípios do <i>Lean</i>	Inclui indicadores	Qual abrangência	Inclui práticas <i>Lean Manufacturing</i>
Karlsson e Ahlström (1996)	Sim	Sim	Chão de fábrica	Sim
Sánchez e Pérez (2001)	Sim	Sim	Chão de fábrica	Não
Lean Enterprise Model – LEM	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Prêmio Shingo – Shingo Prize (2009)	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Goodson (2002)	Sim	Sim	Chão de fábrica	Sim
Saurin e Ferreira (2008)	Sim	Sim	Chão de fábrica	Sim
Kumar e Thomas (2002)	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Kojima e Kaplinki (2004)	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Doolen e Hacker (2005)	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Bonavia e Marin (2006)	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Hofer et al. 2011	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim
Normas SAE J4000 e SAE J4001 (1999)	Sim	Sim	Chão de fábrica, administrativo e cadeia de suprimentos	Sim

Quadro 7 – Características dos métodos de avaliação de práticas *Lean*
Fonte: Adaptado de Nogueira e Saurin (2006) e Walter e Tubino (2013)

É possível observar que todos os métodos adotam como referência os princípios e práticas do *Lean* e incluem indicadores como forma de avaliação. Todos os métodos abrangem o chão de fábrica nas avaliações de práticas *Lean*. Notou-se nas características dos métodos de avaliação pesquisados que todos abordam empresas que já possuem um sistema *Lean* estruturado, e a necessidade de medir o quanto as empresas estão evoluindo em termos de gestão e melhoria contínua no que diz respeito a implementação do *Lean*.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste terceiro capítulo, será apresentada a caracterização e o detalhamento da estratégia de pesquisa, delimitação e etapas para desenvolver e alcançar os objetivos propostos.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), pesquisa é um procedimento racional e sistemático que objetiva proporcionar respostas aos problemas propostos. Assegura também que a pesquisa é utilizada quando não se dispõe de informações suficientes para responder ao problema em questão. É possível classificar as pesquisas em três grandes grupos:

- Pesquisa descritiva: objetiva primordialmente a descrição de características de determinada população ou fenômeno e ao estabelecimento de relações entre variáveis. A característica mais significativa deste tipo de pesquisa está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionário e observação sistemática.

- Pesquisa exploratória: possui como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Este tipo de pesquisa caracteriza-se por proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o mais explícito e com possibilidade de construir hipóteses.

- Pesquisa explicativa: busca identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Caracteriza-se pelo aprofundamento do conhecimento da realidade por explicar a razão, o porquê das coisas.

Segundo Miguel (2012), as abordagens de pesquisa têm características próprias e são, em geral, empregadas individualmente de acordo com o método próprio. Côrrea (1992) demonstra requisitos que são importantes para algumas dessas abordagens metodológicas de pesquisa no Quadro 8.

Características	Abordagem			
	Experimento	Estudo de caso	Pesquisa ação	Survey
Presença do pesquisador na coleta de dados	Possível	Usual	Usual	Não usual
Tamanho pequeno da amostra	Possível	Usual	Usual	Não usual
Variáveis difíceis de quantificar	Possível	Possível	Possível	Possível
Mensurações perceptivas	Possível	Possível	Possível	Possível
A causalidade é central na análise	Adequado	Adequado	Possível	Adequado
Necessita construir teoria – responder a questões do tipo “como”	Possível	Adequado	Possível	Adequado
Participação não ativa do pesquisador	Possível	Possível	Impossível	Possível
Controle sobre as variáveis	Usual	Praticamente impossível	Praticamente impossível	Muito difícil
Necessita de entendimento profundo do processo de decisão	Difícil	Adequado	Possível	Difícil

Quadro 8 – Métodos e características principais das abordagens metodológicas de pesquisa
Fonte: Adaptado de Côrrea (1992)

Conforme demonstrado no Quadro 8, cada uma das abordagens de pesquisa apresentam características diferenciadas e o enquadramento de cada uma de acordo com a estratégia do pesquisador.

A presente dissertação classifica-se como uma abordagem qualitativa, com caráter descritivo de pesquisa e o método de pesquisa utilizado é o estudo de caso.

De acordo com Miguel (2012), o estudo de caso é uma das abordagens mais frequentemente adotadas no Brasil, no âmbito de pesquisa da engenharia de produção. Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa a estratégia preferida de questões do tipo “como” e “por que”, sobretudo quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco centra-se em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas em pesquisas históricas, mas amplia duas fontes de evidências que não são usualmente incluídas no repertório de um historiador: a observação direta e série sistemática de entrevistas (YIN, 2001).

3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para manter a conformidade com o método de pesquisa e alinhamento com os objetivos específicos, o desenvolvimento da pesquisa será apresentado com as

seguintes etapas que compõem o método para avaliar o nível de utilização das práticas *Lean*:

- examinar a literatura disponível com o objetivo de buscar embasamento teórico necessário para o desenvolvimento dos passos para proposição de um método, objetivo desta dissertação;

- desenvolver um questionário capaz de medir o nível de utilização das práticas *Lean*, utilizando-o como base para as questões as práticas abordadas pelos autores citados no referencial teórico;

- verificar a aplicabilidade do questionário através de entrevistas com especialistas na área do *Lean* para correções necessárias visando à maior confiabilidade nos resultados;

- aplicar o questionário em empresas da APL do alumínio do Sudoeste do Paraná, com objetivo de coletar dados para análise;

- compilar os dados coletados com o objetivo de formalizar o resultado obtido da aplicação do questionário;

- analisar, considerar e concluir sob a luz do resultado obtido.

Após a finalização da etapa de análise dos resultados, a etapa de “considerações finais” abordará as lacunas existentes contemplando a identificação de oportunidades de adequação das empresas do APL de alumínio do Sudoeste do Paraná as práticas *Lean* identificadas e mensuradas pelo método.

3.2.1 Elaboração do questionário

O questionário tem como objetivo a obtenção de dados para análise do nível de utilização das práticas *Lean* nas empresas do APL do alumínio. Foram estabelecidas um conjunto de 15 práticas *Lean* avaliadas e baseadas no estudo de SAURIN E FERREIRA (2008), DURÁN & BATOCCHIO (2003), NORMAS SAE J4000 E SAE J4001 (1999), PRÊMIO SHINGO – SHINGO PRIZE, (2009), KUMAR E THOMAS (2002), LEAN ENTERPRISE MODEL, KARLSSON E AHLSTROM (1996). As práticas divididas por elementos da casa STP são: 5S organização e limpeza, manutenção produtiva total, sugestão de melhorias e *Kaizen*, trabalho padronizado, gestão visual, nivelamento e balanceamento da produção, integração com fornecedores, melhoria contínua de produtos, troca rápida de ferramentas, sistema

puxado, fornecedores *just in time*, mapeamento do fluxo de valor, defeitos e controle de qualidade, controle estatístico da qualidade e operadores multifuncionais. Estas práticas foram baseadas em trabalhos de Liker (2005), Womack e Jones (1998) e Shingo (1996) sobre o tema *Lean*.

O estudo realizado por SAURIN E FERREIRA (2008) era composto por 12 práticas: produção puxada e fluxo contínuo, integração da cadeia de fornecedores, nivelamento da produção, balanceamento da produção, operações padronizadas, flexibilização da mão-de-obra, controle da qualidade zero defeitos, manutenção produtiva total, troca rápida de ferramentas, gerenciamento visual, melhoria contínua e mapeamento do fluxo de valor. O questionário utilizado no estudo de SAURIN E FERREIRA (2008) contém 88 questões para avaliar as práticas *Lean* em uma empresa fabricante de máquinas agrícolas que já possui o sistema *Lean* estruturado. Com base nas 15 práticas selecionadas, foi adaptada uma lista de verificação utilizada por SAURIN E FERREIRA (2008), no quadro 9 deste estudo, contendo 77 questões.

Prática	Questões
5S - Organização e limpeza	A empresa possui algum programa de organização implementado (5S ou similar)
	Existem auditorias do programa de organização e limpeza
	Os ambientes de trabalho são limpos e organizados
Manutenção produtiva total	Existe um plano de manutenção preventiva das máquinas e equipamentos
	Os operadores são capacitados para executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas (inspeção, limpeza e lubrificação)
	Existe indicador de OEE
	Há preferência pela manutenção preventiva ao invés da corretiva
	Existe um histórico de manutenção das máquinas e equipamentos através de ordens de manutenção
	Existem listas de verificações para orientar as atividades de manutenção
Sugestão de melhorias - Kaizen	A gestão da empresa está envolvida diretamente com programas de melhoria
	Os colaboradores recebem algum tipo de recompensa, financeira ou não, pela participação em atividades de melhoria contínua
	As melhorias realizadas nos processos são sempre padronizadas
	Os colaboradores da empresa receberam treinamentos sobre filosofia, princípios e práticas do Lean Manufacturing

	<p>As metas da empresa são desdobradas de forma clara e objetiva, a fim que as ações de melhoria contínua contribuam que elas sejam atingidas</p> <p>Existem atividades de grupos de melhorias</p> <p>Existem apresentações das melhorias implementadas</p> <p>São utilizadas ferramentas da qualidade nas atividades dos grupos de melhoria</p>
Trabalho padronizado	<p>Existem instruções de trabalho para todas as operações</p> <p>As instruções de trabalho são periodicamente revisadas e comunicadas aos usuários</p> <p>Os colaboradores são treinados nas instruções de trabalho</p> <p>Os colaboradores participam ativamente na elaboração dos padrões, de forma que sejam incorporados a eles suas experiências</p> <p>Os padrões estão em locais de fácil acesso de todos, permitindo sua consulta de forma rápida e clara</p> <p>Existem documentos que apresentam a quantidade máxima permitida de material em processamento, pontos de inspeção de qualidade, tempo takt, tempo de ciclo e layout do processo</p>
Gestão visual	<p>O uso de placas, alarmes, faixas no piso são disseminados para o compartilhamento de informações</p> <p>Não existem obstáculos visuais (paredes, pouca iluminação, layouts confusos) que dificultem o compartilhamento de informações entre os processos</p> <p>Os indicadores de processo e resultado são amplamente divulgados aos operadores</p> <p>As informações compartilhadas por meio da gestão visual são necessárias aos operadores para realização de suas tarefas</p>
Nivelamento e balanceamento da produção	<p>Existe uma programação nivelada no horizonte de uma semana</p> <p>Inexistem variações grandes e rápidas no mix de modelos e volumes de produção (introdução de pedidos fora da programação)</p> <p>Considerando um volume de 7 a 30 dias, existe uma programação nivelada de produção</p> <p>Os tempos de ciclo dos postos de trabalho são balanceados</p> <p>Existe estudo de balanceamento de produção de acordo com o tempo takt</p>
Integração com fornecedores	<p>Os principais fornecedores adotam técnicas que asseguram a qualidade de seus produtos, dispensando inspeções de qualidade no momento do recebimento</p> <p>Os fornecedores são avaliados periodicamente com base no prazo de entrega, quantidade e qualidade</p>
Melhoria contínua de produtos	<p>Trabalha na melhoria contínua dos produtos</p> <p>Utiliza ferramenta de projeto (CAD)</p> <p>Desenvolve projetos simultaneamente com equipes multifuncionais</p>

	Clientes/Fornecedores participam do desenvolvimento de produtos
Troca rápida de ferramentas	Existem procedimentos escritos que identificam e separam atividades de set up interno e externo
	Os operadores são qualificados no método de troca rápida de ferramentas
	Os tempos de set up são nulos ou são restritos somente a tempos de set up externo
	Existe espaço suficiente ao redor das máquinas para facilitar a movimentação dos operadores durante o set up
	São realizados estudos para eliminação de ajustes desnecessários durante o set up
	Quando os equipamentos estão parados, os operadores nunca os deixam para executar qualquer parte da do set up externo
	Na preparação interna, somente a remoção e colocação de ferramentas são feitas
	Na preparação externa, as ferramentas, dispositivos de fixação e os materiais são posicionados próximos a máquina
Sistema puxado de produção	Somente uma operação recebe a ordem de produção emitida pelo setor de PCP
	Todas as ordens de produção correspondem a pedidos certos de clientes
	As entregas aos clientes são realizadas dentro do prazo acertado na venda
	Há dispositivos visuais que permitem identificar as prioridades de produção
	Há fluxo contínuo e unitário entre processos consecutivos
	Há dedicação de recursos (pessoas e equipamentos) para fabricação de famílias de produtos que possuem processos semelhantes
	Os lead times de produção de cada produto são conhecidos
	Os tempos de ciclo são menores que o tempo takt
	O layout dos postos de trabalho favorece a produção e transporte de pequenos lotes
Existe sistema Kanban ou FIFO para puxar a produção	
Fornecedores JIT	Os fornecedores cumprem os prazos de entrega
	Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contém informação sobre o que é pedido, em que momento deve chegar (dia e hora), em que quantidade e onde armazenar
	Os fornecedores fazem entregas em pequenos lotes e com grande frequência
Mapeamento do fluxo de valor	A empresa realiza o mapeamento do fluxo de valor
	Existem planos de ação para implementar os mapas do estado futuro, com designação de responsabilidades e prazos
	Os mapas são elaborados por equipes multifuncionais

	A empresa analisa a agregação de valor nas etapas de seus processos
Defeitos/Controle de qualidade	Existe sistema para detecção de anormalidades e aplicação de ação corretiva
	Existem ações para controle e redução de retrabalhos e refugos
	Existem auditorias da qualidade
	São realizadas preferencialmente inspeções na fonte pelos próprios operadores
	Existe inspeção em 100% dos itens produzidos
	Existem indicadores de processo e resultados relativos a qualidade
	Existem dispositivos a prova de erros nos processos
	Quando algum problema é detectado no processo, os operadores têm autonomia para paralisa-lo
Controle estatístico da qualidade	Existe controle estatístico de processos
	São tomadas ações corretivas/preventivas para conter tendências de problemas identificadas no controle estatístico
	Os dados coletados no controle estatístico são divulgados para os envolvidos no processo
Operadores multifuncionais	Os operadores são treinados e os treinamentos registrados
	Existe uma matriz de multifuncionalidade de operadores
	O operador tem oportunidade de exercitar suas habilidades multifuncionais

Quadro 9 – Modelo de questionário das práticas *Lean*
Fonte: Adaptado de Saurin e Ferreira (2008)

Para o questionário adaptado no presente estudo, foi realizada a inclusão de mais 03 práticas: melhoria contínua de produtos, fornecedores *just in time* e controle estatístico da qualidade, nas quais foram elaboradas perguntas para identificação do nível de utilização destas práticas.

O estudo baseou-se na casa do STP (Sistema Toyota de Produção) proposta por Liker (2005), conforme pode ser visualizado na figura 7.

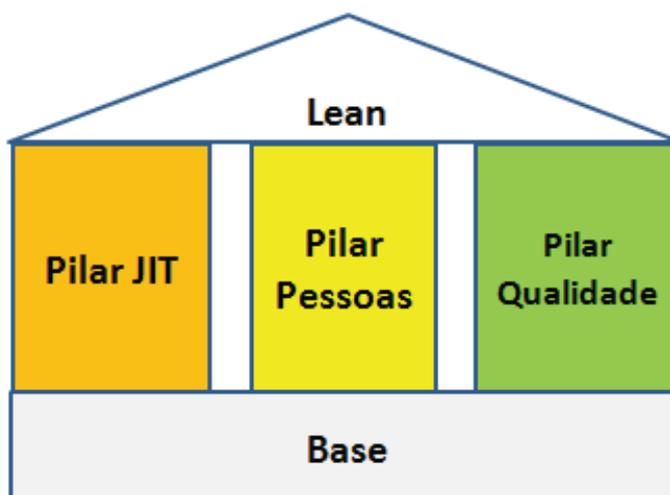


Figura 7 – Casa STP e seus elementos
Fonte: Adaptado de Liker (2002)

A divisão da casa foi realizada em 04 elementos: base, pilar *Just in Time*, pilar pessoas e pilar qualidade. De acordo com Liker (2005), esses elementos são os que dão sustentação ao *Lean*. Cada elemento é composto por práticas que serão avaliadas no estudo, conforme quadro 10.

Elemento	Objetivo	Práticas
Base	Dar base à estabilidade operacional	5S – Organização e limpeza
		Manutenção produtiva total
		Sugestão de melhorias – KAIZEN
		Trabalho padronizado
		Gestão visual
		Nivelamento e balanceamento da produção
		Integração com fornecedores
		Melhoria contínua de produtos
Pilar Just in Time	Preços, prazos e quantidades necessárias	Troca rápida de ferramentas
		Sistema puxado de produção
		Fornecedores JIT
		Mapeamento do fluxo de valor
Pilar Qualidade	Jamais transferir peças ruins ao processo seguinte	Defeitos/Controle de qualidade
		Controle estatístico da qualidade
Pilar	Respeito aos	Operadores multifuncionais

Pessoas	trabalhadores	
----------------	---------------	--

Quadro 10 – Elementos, objetivos e pilares do questionário
Fonte: Adaptado de Saurin e Ferreira (2008); SAE J4000 e J4001

As somatórias dos quatro elementos são fundamentais para dar a estrutura necessária para sustentar a casa STP, resultado disso a empresa pode obter maior qualidade, menor custo, melhor entrega garantidos pela redução do *lead time* mediante a eliminação do desperdício.

O Quadro 11 apresenta um fragmento do questionário que avalia o elemento base e a prática 5S organização e limpeza, para exemplificar o formato do instrumento proposto. O questionário - na íntegra - encontra-se no APÊNDICE A.

Componente STP - Lean	Prática	Questões	Fonte de dados	NA	N0	N1	N2	N3
Base	5S - Organização e limpeza	A empresa possui algum programa de organização implementado (5S ou similar)	OB/OP					
		Existem auditorias do programa de organização e limpeza	OB/DC					
		Os ambientes de trabalho são limpos e organizados	OB					

Quadro 11 – Fragmento questionário elemento base prática 5S organização e limpeza
Fonte: Adaptado de Saurin e Ferreira (2008)

Para avaliar e quantificar os dados obtidos durante a aplicação do questionário, foi atribuída uma avaliação para cada item da lista conforme a norma SAE J4000 e J4001 e estudos de DURAN E BATOCHIO (2003). Os critérios e pesos foram separados, conforme quadro 12:

Codificação	Descrição	Peso
NA	Não se aplica	NA
N0	A prática não está implementada ou existem inconsistências fundamentais na sua implementação	0
N1	A prática está implementada ou existem inconsistências menos significativas na sua implementação.	1
N2	O componente está satisfatoriamente implementado	2

N3	O componente está satisfatoriamente e mostra um contínuo melhoramento nos últimos 12 meses.	3
----	---	---

Quadro 12 – Escala para medir o nível de implementação das práticas *Lean*
Fonte: Adaptado de Duran e Batocchio (2003)

Cada elemento foi dividido por pesos conforme o nível de importância atribuído para cada um e podem ser observados na figura 8.

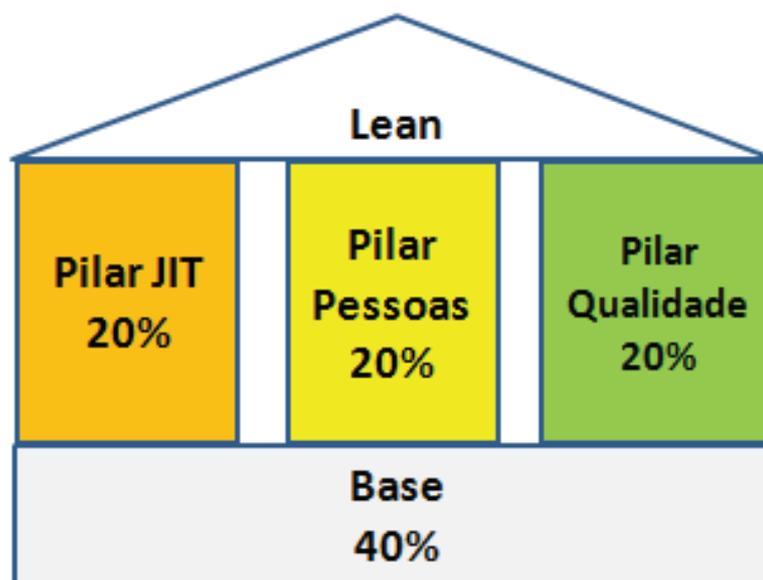


Figura 8 – Casa STP e seus elementos com seus respectivos pesos
Fonte: Adaptado de Liker (2002)

De acordo com Liker (2005) se o elemento base for implementado de forma eficaz os pilares conseguem manter-se para sustentar o sistema *Lean* nas empresas, caso contrário a chance de sucesso da implementação do *Lean* pode ser prejudicada.

Desse modo, é possível calcular o peso para cada prática, conforme figura 9.

$$\% \text{ Base} = \frac{\text{Número pontos obtidos}}{\text{Número máximo pontos possíveis}} \times 0,40$$

$$\% \text{ Pilar JIT} = \frac{\text{Número pontos obtidos}}{\text{Número máximo pontos possíveis}} \times 0,20$$

$$\% \text{ Pilar Qualidade} = \frac{\text{Número pontos obtidos}}{\text{Número máximo pontos possíveis}} \times 0,20$$

$$\% \text{ Pilar Pessoas} = \frac{\text{Número pontos obtidos}}{\text{Número máximo pontos possíveis}} \times 0,20$$

Figura 9 – Pesos por pilar avaliado
Fonte: Dados da pesquisa (2016)

São multiplicadas as possibilidades pelos seus pesos e depois somadas a cada prática e pontuadas conforme a aplicação, após isso se divide a somatória pelo total de itens que foram aplicáveis ao estudo.

Cada componente da casa STP possui uma pontuação máxima que pode ser atingida na aplicação do questionário se atingir peso 3 em todas as respostas. As pontuações são demonstradas no quadro 13.

Componente	Número de questões	Pontuação máxima
Base	38	114 pontos
Pilar JIT	25	75 pontos
Pilar qualidade	11	33 pontos
Pilar pessoas	3	9 pontos

Quadro 13 – Pontuação máxima que pode ser obtida em cada componente
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Nota-se que o elemento da casa STP com maior número de pontos possíveis de serem atingidos é a base, pois é através dela que se inicia a implementação do *Lean Manufacturing*.

As práticas escolhidas foram separadas na lista por pilares do STP. A avaliação de cada item da lista e as análises qualitativas realizadas foram baseadas em 04 fontes de dados:

- a) observações diretas do trabalho nas linhas de produção pelo pesquisador. Segundo Liker (2005) a cuidadosa observação crítica do trabalho a fim de identificar oportunidades de melhoria é uma característica crucial do *Lean*;
- b) análise de documentos do sistema de produção e qualidade, tais como ordens de produção, indicadores de desempenho, instruções de trabalho, quadros e murais;
- c) entrevistas com operadores das linhas de produção, com duração de 20 minutos. Estas entrevistas foram utilizadas para avaliar a percepção dos operadores em relação às práticas *Lean* que a empresa utiliza;
- d) entrevistas individuais com diretores e gestores de diversas áreas da empresa. As entrevistas foram baseadas nos itens da lista de verificação do apêndice A. Cada entrevista teve duração de 45 minutos.

Para realizar o estudo, cada questão será respondida por alguma das fontes de dados citadas anteriormente, as quais receberão uma codificação conforme o quadro 14.

SIGLA	SIGNIFICADO
OB	Observações do processo
DC	Análise de documentos
GT	Entrevista com gestores
OP	Entrevista com operadores

Quadro 14 – Siglas e significados das fontes de dados
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Para exemplificar a codificação das fontes de dados foi retirado um estrato da prática troca rápida de ferramentas com as questões que foram avaliadas e as fontes e dados codificados, de acordo com o quadro 15.

Prática	Questões	Fonte de dados	NA	N0	N1	N2	N3
Troca rápida de ferramentas	Existem procedimentos escritos que identificam e separam atividades de set up interno e externo	OB/DC					
	Os operadores são qualificados no método de troca rápida de ferramentas	OB/DC/OP					
	Os tempos de set up são nulos ou são restritos somente a tempos de set up externo	OB/DC					
	Existe espaço suficiente ao redor das máquinas para facilitar a movimentação dos operadores durante o set up	OB					
	São realizados estudos para eliminação de ajustes desnecessários durante o set up	OB/DC/OP/GT					
	Quando os equipamentos estão parados, os operadores nunca os deixam para executar qualquer parte da do set up externo	OB/OP					
	Na preparação interna, somente a remoção e colocação de ferramentas são feitas	OB					
	Na preparação externa, as ferramentas, dispositivos de fixação e os materiais são posicionados próximos a máquina	OB					

Quadro 15 – Estrato do questionário da prática troca rápida de ferramentas
Fonte: Adaptado de Saurin e Ferreira (2008)

Os resultados das pesquisas foram demonstrados graficamente para avaliar cada pilar e prática identificada e o nível de utilização destes, os quais serão representados na casa STP com os percentuais na base, pilar JIT, pilar pessoas e pilar qualidade; a somatória dos elementos será demonstrada no telhado, isto é, o nível *Lean* que a empresa avaliada encontra-se, conforme figura 10.

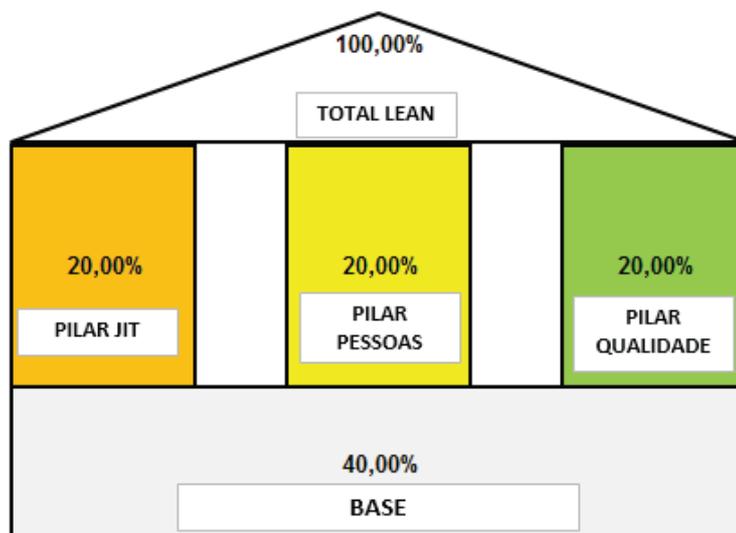


Figura 10 – Modelo casa STP com pontuação a máxima que pode ser atingida
Fonte: Dados da pesquisa (2016)

3.2.2 Verificação da aplicabilidade do questionário

Após a finalização da elaboração do questionário proposto na investigação, as questões elaboradas foram revisadas por professores e profissionais da indústria na área de pesquisa do *Lean Manufacturing*. O perfil dos entrevistados pode ser observado no quadro 16.

Atividade Profissional	Área de atuação
Professor Doutor	Produção enxuta; gestão da produção na construção civil; ergonomia de processos; gestão da segurança e saúde no trabalho.
Professor Doutor	Gestão da produção e planejamento de instalações industriais; sistemas enxutos; benchmarking industrial como ferramenta de diagnóstico.
Professor Mestre	Engenharia de produção; planejamento e controle de sistemas de produção; <i>lean manufacturing</i> .
Diretor Industrial	Gestão da produção; planejamento estratégico; <i>Lean manufacturing</i> .
Gerente de Produção	Gestão da produção
Gerente de Produção	Gestão da produção

Quadro 16 – Especialistas consultados para análise do questionário

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Os especialistas contribuíram na melhoria do questionário sugerindo algumas oportunidades de melhorias, pilares e práticas que foram avaliadas. Em relação a formatação do cabeçalho do questionário foi sugerido incluir dados das empresas como: quantidade de funcionários e produção mensal.

Quanto ao pilar pessoas, foi relatada a necessidade de inclusão da prática de liderança *Lean*, pois, no primeiro método havia apenas a abordagem sobre a prática operadores multifuncionais e conforme opinião dos especialistas, a questão de liderança possui grande influência no pilar pessoas, o que dá sustentação ao *Lean*,

para isso foram elaboradas mais 04 questões para avaliar a prática liderança *Lean*, conforme quadro 17.

Liderança Lean	Quando ocorrem problemas no processo, os gestores vão até o local do acontecido para tentar entender a situação?
	Quando os colaboradores dão sugestões de melhoria, recebem o feedback dos gestores?
	É dado mais importância na solução dos problemas ou nas pessoas que geraram o problema? (Achar culpados)
	O líder é um exemplo a ser seguidos pelos colaboradores?

Quadro 17 – Questões elaboradas para a prática liderança *Lean*
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

As questões elaboradas servirão de base para o pesquisador identificar o nível da utilização da prática liderança *Lean*, pois podem ser avaliados como os gestores das empresas atuam como líderes.

Quanto à importância do trabalho, todos concordaram que existe grande carência em relação a utilização de práticas *Lean* nas empresas fabricantes de utensílios em alumínio, e que este levantamento realizado na pesquisa vai contribuir para que seja possível um diagnóstico da situação atual nas empresas da APL de alumínio do Sudoeste do Paraná.

Após a contribuição dos especialistas o questionário passou de 15 para 16 práticas, com a inclusão da liderança *Lean*. O número de perguntas passou de 77 para 81. O questionário com as alterações pode ser observado no quadro 18.

Componente e STP - Lean	Prática	Questões
Base	5S - Organização e limpeza	A empresa possui algum programa de organização implementado (5S ou similar)
		Existem auditorias do programa de organização e limpeza
		Os ambientes de trabalho são limpos e organizados
	Manutenção produtiva total	Existe um plano de manutenção preventiva das máquinas e equipamentos
		Os operadores são capacitados para executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas (inspeção, limpeza e lubrificação)
		Existe indicador de OEE

		Há preferência pela manutenção preventiva ao invés da corretiva
		Existe um histórico de manutenção das máquinas e equipamentos através de ordens de manutenção
		Existem listas de verificações para orientar as atividades de manutenção
	Sugestão de melhorias - Kaizen	A gestão da empresa está envolvida diretamente com programas de melhoria
		Os colaboradores recebem algum tipo de recompensa, financeira ou não, pela participação em atividades de melhoria contínua
		As melhorias realizadas nos processos são sempre padronizadas
		Os colaboradores da empresa receberam treinamentos sobre filosofia, princípios e práticas do Lean Manufacturing
		As metas da empresa são desdobradas de forma clara e objetiva, a fim que as ações de melhoria contínua contribuam que elas sejam atingidas
		Existem atividades de grupos de melhorias
		Existem apresentações das melhorias implementadas
		São utilizadas ferramentas da qualidade nas atividades dos grupos de melhoria
	Trabalho padronizado	Existem instruções de trabalho para todas as operações
		As instruções de trabalho são periodicamente revisadas e comunicadas aos usuários
		Os colaboradores são treinados nas instruções de trabalho
		Os colaboradores participam ativamente na elaboração dos padrões, de forma que sejam incorporados a eles suas experiências
		Os padrões estão em locais de fácil acesso de todos, permitindo sua consulta de forma rápida e clara
		Existem documentos que apresentam a quantidade máxima permitida de material em processamento, pontos de inspeção de qualidade, tempo takt, tempo de ciclo e layout do processo
	Gestão visual	O uso de placas, alarmes, faixas no piso são disseminados para o compartilhamento de informações
		Não existem obstáculos visuais (paredes, pouca iluminação, layouts confusos) que dificultem o compartilhamento de informações entre os processos
		Os indicadores de processo e resultado são amplamente divulgados aos operadores

		As informações compartilhadas por meio da gestão visual são necessárias aos operadores para realização de suas tarefas
	Nivelamento e balanceamento da produção	Existe uma programação nivelada no horizonte de uma semana
		Inexistem variações grandes e rápidas no mix de modelos e volumes de produção (introdução de pedidos fora da programação)
		Considerando um volume de 7 a 30 dias, existe uma programação nivelada de produção
		Os tempos de ciclo dos postos de trabalho são balanceados
		Existe estudo de balanceamento de produção de acordo com o tempo takt
	Integração com fornecedores	Os principais fornecedores adotam técnicas que asseguram a qualidade de seus produtos, dispensando inspeções de qualidade no momento do recebimento
		Os fornecedores são avaliados periodicamente com base no prazo de entrega, quantidade e qualidade
	Melhoria contínua de produtos	Trabalha na melhoria contínua dos produtos
		Utiliza ferramenta de projeto (CAD)
		Desenvolve projetos simultaneamente com equipes multifuncionais
		Clientes/Fornecedores participam do desenvolvimento de produtos
Pilar JIT	Troca rápida de ferramentas	Existem procedimentos escritos que identificam e separam atividades de set up interno e externo
		Os operadores são qualificados no método de troca rápida de ferramentas
		Os tempos de set up são nulos ou são restritos somente a tempos de set up externo
		Existe espaço suficiente ao redor das máquinas para facilitar a movimentação dos operadores durante o set up
		São realizados estudos para eliminação de ajustes desnecessários durante o set up
		Quando os equipamentos estão parados, os operadores nunca os deixam para executar qualquer parte da do set up externo
		Na preparação interna, somente a remoção e colocação de ferramentas são feitas
		Na preparação externa, as ferramentas, dispositivos de fixação e os materiais são posicionados próximos a máquina
	Sistema puxado de produção	Somente uma operação recebe a ordem de produção emitida pelo setor de PCP

		Todas as ordens de produção correspondem a pedidos certos de clientes
		As entregas aos clientes são realizadas dentro do prazo acertado na venda
		Há dispositivos visuais que permitem identificar as prioridades de produção
		Há fluxo contínuo e unitário entre processos consecutivos
		Há dedicação de recursos (pessoas e equipamentos) para fabricação de famílias de produtos que possuem processos semelhantes
		Os lead times de produção de cada produto são conhecidos
		Os tempos de ciclo são menores que o tempo takt
		O layout dos postos de trabalho favorece a produção e transporte de pequenos lotes
		Existe sistema Kanban ou FIFO para puxar a produção
	Fornecedores JIT	Os fornecedores cumprem os prazos de entrega
		Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contém informação sobre o que é pedido, em que momento deve chegar (dia e hora), em que quantidade e onde armazenar
		Os fornecedores fazem entregas em pequenos lotes e com grande frequência
	Mapeamento do fluxo de valor	A empresa realiza o mapeamento do fluxo de valor
Existem planos de ação para implementar os mapas do estado futuro, com designação de responsabilidades e prazos		
Os mapas são elaborados por equipes multifuncionais		
A empresa analisa a agregação de valor nas etapas de seus processos		
Pilar qualidade	Defeitos/Control e de qualidade	Existe sistema para detecção de anormalidades e aplicação de ação corretiva
		Existem ações para controle e redução de retrabalhos e refugos
		Existem auditorias da qualidade
		São realizadas preferencialmente inspeções na fonte pelos próprios operadores
		Existe inspeção em 100% dos itens produzidos
		Existem indicadores de processo e resultados relativos a qualidade
		Existem dispositivos a prova de erros nos processos
		Quando algum problema é detectado no processo, os operadores têm autonomia para paralisa-lo

	Controle estatístico da qualidade	Existe controle estatístico de processos
		São tomadas ações corretivas/preventivas para conter tendências de problemas identificadas no controle estatístico
		Os dados coletados no controle estatístico são divulgados para os envolvidos no processo
Pilar Pessoas	Liderança <i>Lean</i>	Quando ocorrem problemas no processo, os gestores vão até o local do acontecido para tentar entender a situação?
		Quando os colaboradores dão sugestões de melhoria, recebem o feed back dos gestores?
		É dada mais importância na solução dos problemas ou nas pessoas que geraram o problema? (Achar culpados)
		O líder é um exemplo a ser seguidos pelos colaboradores?
	Operadores multifuncionais	Os operadores são treinados e os treinamentos registrados
		Existe uma matriz de multifuncionalidade de operadores
		Os operadores têm oportunidade de exercitar suas habilidades multifuncionais

Quadro 18 – Questionário adaptado após opinião dos especialistas
Fonte: Adaptado de SAURIN E FERREIRA (2008)

Devido a alteração realizada no questionário, o total de pontos que podem ser obtidos em cada prática foi alterado, conforme pode ser visto no quadro 19.

Componente	Número de questões	Pontuação máxima
Base	38	114 pontos
Pilar JIT	25	75 pontos
Pilar qualidade	11	33 pontos
Pilar pessoas	7	21 pontos

Quadro 19 – Pontuação máxima que pode ser obtida em cada componente
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

No pilar pessoas a pontuação máxima antes da análise dos especialistas era de 09 pontos, após a alteração passou para 21 pontos, devido à importância atribuída para a prática liderança *Lean*, ressaltado pelos especialistas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.1 APL DE ALUMÍNIO DO SUDOESTE DO PARANÁ

A região Sudoeste do Paraná concentra municípios com excelentes resultados de IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), apresentando grande concentração de indústrias de utensílios domésticos e produtos em alumínio e gerando mais de 1.100 empregos diretos (APL ALUMÍNIO, 2016).

O APL do alumínio é composto por 28 empresas, sendo 14 localizadas no município de Francisco Beltrão, 04 em Pato Branco, 04 em Marmeleiro, 02 em Nova Prata do Iguaçu, Coronel Vivida, Bom Sucesso do Sul, Flor da Serra e Realeza possuem uma unidade cada (APL ALUMÍNIO, 2016). Na figura 11 visualiza-se a base territorial do APL de alumínio.



Figura 11 – Base territorial do APL do alumínio Sudoeste do Paraná
Fonte: APL do alumínio (2016)

O setor de utensílios de alumínio da região Sudoeste do Paraná é constituído por empresas que se classificam em: laminadoras, repuxadores, fundição em ferro e alumínio, fabricante e fornecedores de acessórios (AGÊNCIA SUDOESTE, 2012).

De acordo com APL do alumínio (2016), os produtos oferecidos pela APL são:

- ligas em alumínio;
- discos para repuxo e estampagem;
- peças injetadas em alumínio;
- peças fundidas em alumínio;
- acessórios para utilidades domésticas, estampadas, fundidas e baquelite;
- utilidades domésticas em geral, fundidas, estampadas e repuxadas.

4.1.2 Classificação das empresas

A definição oficial do porte das empresas segue uma classificação estabelecida pela lei 123/2006, que divide os tamanhos de acordo com a receita da empresa. Tal divisão segmenta as empresas em grupos: Microempresa, Pequena Empresa, Média Empresa e Grande Empresa (BRASIL, 2007).

Uma das restrições para utilizar a classificação definida por lei está na dificuldade de acesso às informações sobre faturamento das empresas e isso dificulta a utilização da classificação das empresas em portes para uso acadêmico devido à dificuldade da coleta desses dados.

No entanto, é possível utilizar um método, sugerido pelo Sebrae, que torna essa etapa mais eficiente. Apesar de não possuir fundamentação legal, esse critério é bastante utilizado para a seleção de empresas, para fins bancários, ações de tecnologia, exportação e outros (SEBRAE, 2017).

Segundo o Sebrae (2017), as empresas podem ser classificadas segundo seu porte pelo número de funcionários que possuem. Utilizando as mesmas descrições da lei, as empresas podem ser segmentadas por porte, conforme quadro 20:

Porte	Número de Funcionários
Microempresa	Até 19
Pequena Empresa	20 a 99
Média Empresa	100 a 499
Grande Empresa	Mais de 500

Quadro 20 – Classificação do porte das empresas segundo o número de funcionários
Fonte: Adaptado de Sebrae (2017)

Através dessa classificação é possível categorizar as empresas do APL do Alumínio do Sudoeste do Paraná.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em 22 empresas das 28 que compõem a APL do alumínio do Sudoeste do Paraná. Não foi possível acessar todas as empresas devido à falta de permissão por parte dos proprietários que não demonstraram interesse em participar da pesquisa.

Entre as empresas pesquisadas foi realizada a classificação de acordo com o número de funcionários, sendo obtidas classificações conforme o Gráfico 1.

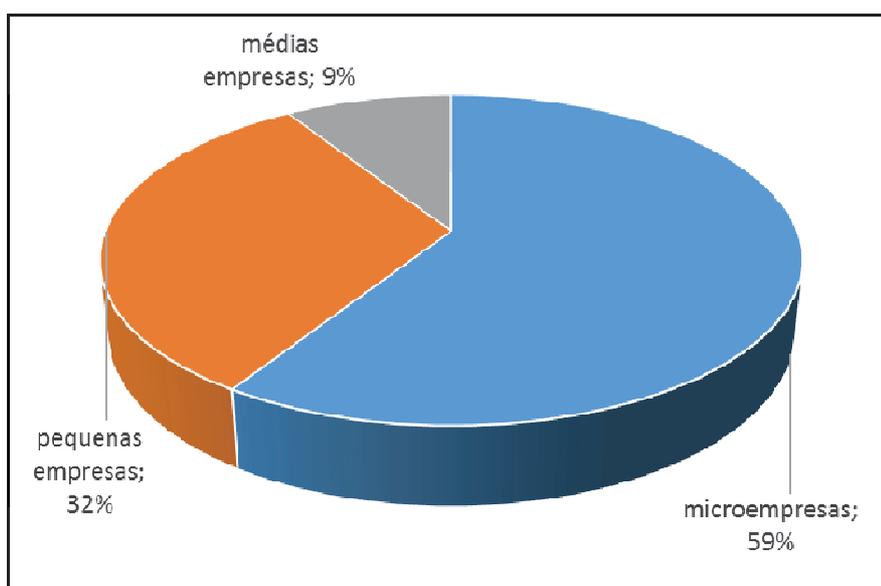


Gráfico 1 – Porte das empresas pesquisadas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com os resultados do porte das empresas, nota-se que 59% (13 empresas) são enquadradas como microempresas; 32% (07 empresas) como pequenas empresas e 9% (02 empresas), médias empresas. Esse enquadramento foi baseado na quantidade de funcionários, de acordo com SEBRAE (2017).

Utilizando a casa do STP, foi possível visualizar a avaliação geral de todas as empresas, considerando o percentual médio alcançado em cada elemento, conforme figura 12.

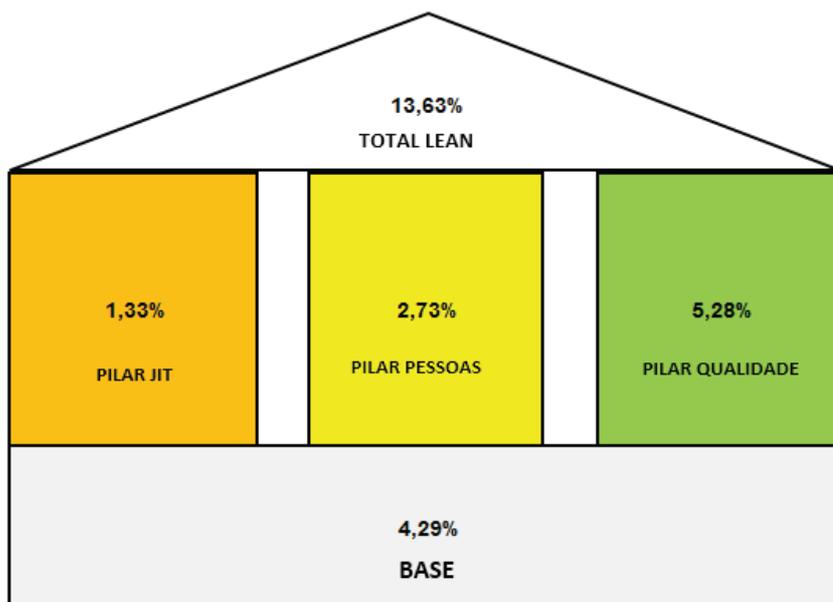


Figura 12 – Resultado da média geral da pesquisa em relação ao *Lean*
Fonte: Dados da pesquisa 2017

De acordo com os resultados obtidos, o nível *Lean* encontrado na média geral das empresas da APL de Alumínio do Sudoeste do Paraná é de 13,63%. Esse resultado foi encontrado através da somatória dos elementos da casa STP: base 4,29%, pilar qualidade 5,28%, pilar pessoas 2,73% e pilar *Just in Time* 1,33%; de acordo com esse resultado médio, o enquadramento das práticas estão no nível N1.

Para visualizar o quanto esses resultados ficaram em relação aos objetivos, foi desenvolvido um gráfico com os valores máximos que poderiam ser alcançados e as notas obtidas em cada elemento, conforme gráfico 2.

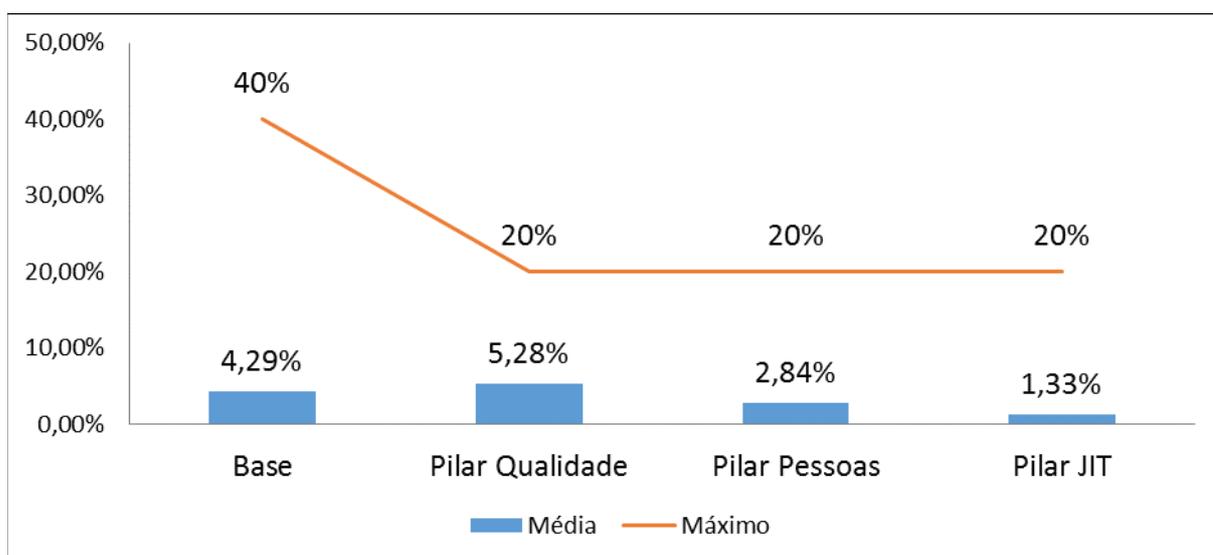


Gráfico 2 – Pontuação média geral
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com o gráfico 2, todos os elementos avaliados ficaram abaixo do valor máximo que poderiam obter. No quadro 21 foi desenvolvida uma coluna para verificar o percentual atingido em cada elemento avaliado.

Elemento	Média	Máximo	% atingido
Base	4,29%	40%	10,73%
Pilar Qualidade	5,28%	20%	26,41%
Pilar Pessoas	2,73%	20%	13,64%
Pilar <i>just in time</i>	1,33%	20%	6,67%

Quadro 21 – Percentual atingido em cada elemento avaliado
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

O elemento base atingiu 10,73%, o pilar qualidade 26,41%, o pilar pessoas 13,64% e o pilar *Just in Time* 6,67%. Nota-se que o elemento que teve um melhor desempenho médio foi o pilar qualidade e o que teve o pior desempenho médio foi o pilar *Just in Time*.

Para facilitar o entendimento e visualização dos resultados, optou-se por estratificar as empresas por porte, isto é, microempresas, pequenas empresas e médias empresas. Os resultados médios do total *Lean* por porte das empresas são apresentados no gráfico 3:

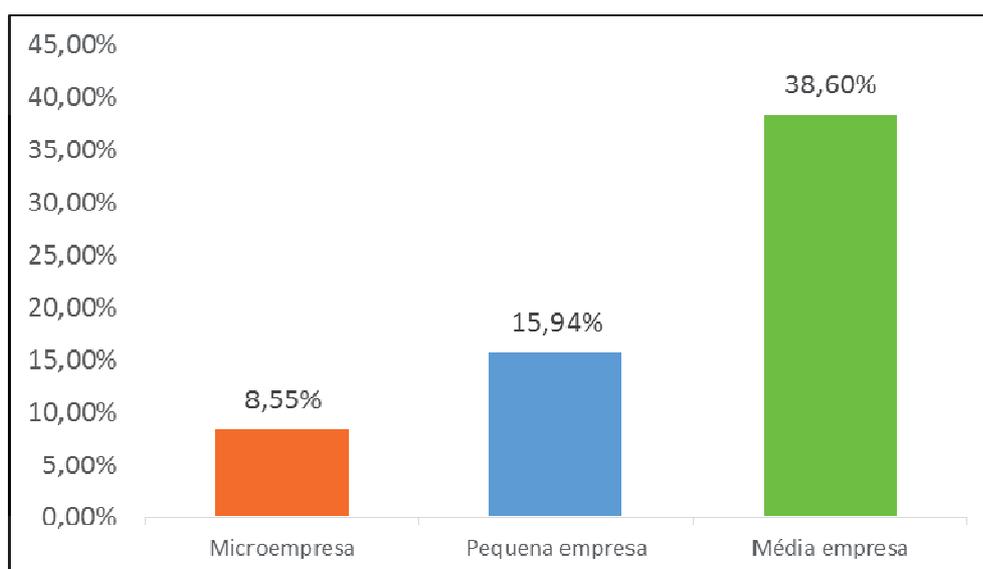


Gráfico 3 – Total *Lean* por porte das empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com o gráfico 3, as médias empresas tiveram melhor desempenho obtendo uma nota média no total *Lean* de 38,6%; as pequenas ficaram em segundo lugar com 15,94% e as microempresas com 8,55%. Foram estratificados os dados por empresa pesquisada no Apêndice B

A média *Lean* que as empresas obtiveram devem-se à somatória dos elementos: base, pilar qualidade, pilar pessoas e pilar *Just in Time*, o que pode ser visualizado no gráfico 4.

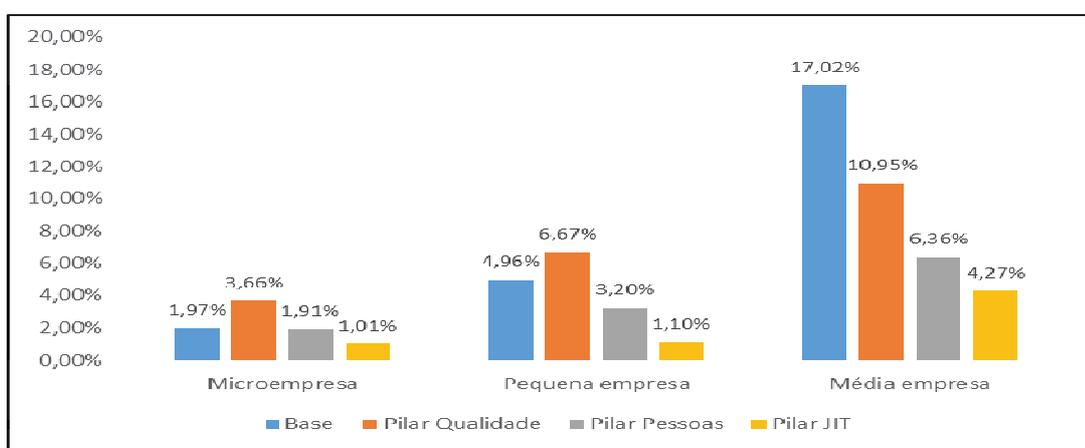


Gráfico 4 – Nota média por porte de empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Através do gráfico 4, é possível notar que as médias empresas tiveram um desempenho superior, se comparadas com as pequenas e microempresas. O elemento que mais se destacou nas médias empresas foi a base, obtendo um percentual de 17,02%. Nas pequenas e médias empresas, o pilar qualidade obteve um percentual maior entre os elementos avaliados.

4.3 MÉDIAS EMPRESAS

As médias empresas da APL do alumínio do Sudoeste do Paraná correspondem a 9% (2 empresas) do total de empresas avaliadas. São organizações com mais de 100 colaboradores. Essas empresas encontram-se com 38,6% de implementação do *Lean*, sendo o maior percentual entre os portes de empresas avaliadas. O resultado pode ser observado na figura 13.

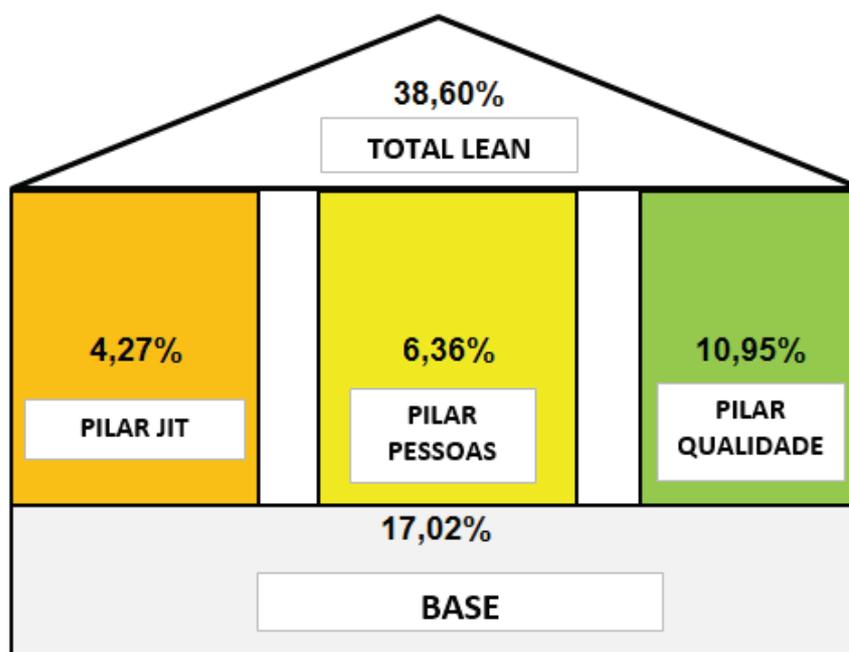


Figura 13 – Total *Lean* atingido em cada elemento pelas médias empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

O elemento que teve maior destaque na casa STP das médias empresas foi a base, atingindo 17,02%. O pilar *Just in Time* ficou em 4,27%, sendo o elemento com menor nota na composição do total *Lean*.

De forma a identificar o resultado de cada elemento da casa STP, será realizada uma estratificação por práticas do *Lean Manufacturing* para verificar a contribuição que cada uma teve no resultado final.

O primeiro elemento analisado das médias empresas será a base da casa STP, que foi dividido pelas práticas de melhoria contínua de produtos, integração com fornecedores, nivelamento e balanceamento da produção, gestão visual, trabalho padronizado, sugestão de melhorias – *kaizen*, manutenção produtiva total e 5S – organização e limpeza. O resultado pode ser visualizado no gráfico 5.

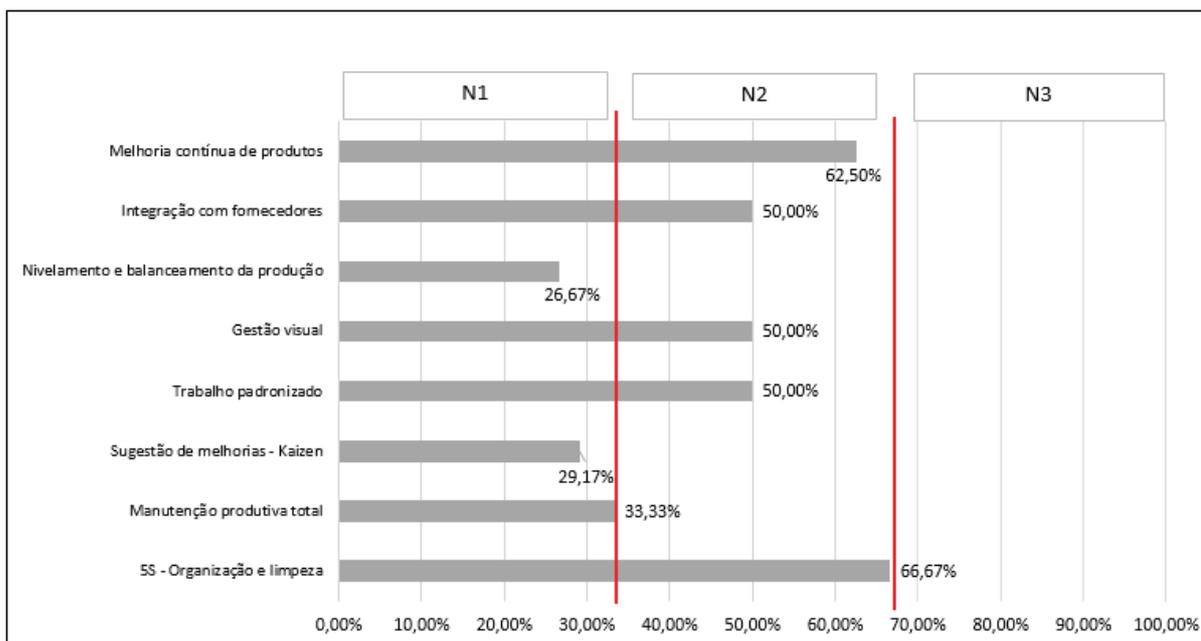


Gráfico 5 – Gráfico práticas elemento base – Médias empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Para cada prática foi realizada uma avaliação individual conforme o resultado obtido e demonstrada de acordo com os dados do gráfico 5.

Na prática 5S – organização e limpeza as médias empresas encontram-se no nível N2, pois o programa está implementado de forma satisfatória. Existem auditorias mensais para verificar o andamento do programa e os resultados das auditorias são divulgados em quadros nos setores, conforme figura 14.



Figura 14 – Quadro de organização programa 5S
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Nas observações realizadas nos locais de trabalho, pôde-se constatar que estavam limpos e organizados. Na figura 15 é possível visualizar um exemplo de organização e limpeza.



Figura 15 – Local de trabalho limpo e organizado
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A manutenção produtiva total encontra-se no nível N1, está implementada, mas possui algumas inconsistências. São realizadas manutenções preventivas nos equipamentos e existem históricos das intervenções realizadas em sistemas informatizados; são utilizadas listas de verificações (*check lists*) para orientar os responsáveis pelas manutenções nos equipamentos. Não foi evidenciado a utilização do indicador de OEE nessas empresas para medição do desempenho dos processos, também não há registros de treinamentos sobre manutenção preventiva dos colaboradores, para realização de pequenas manutenções.

A prática sugestões de melhorias – *kaizen* enquadra-se no nível N1 nas médias empresas. Nesses casos, foi constatado que a direção da empresa possui pequeno envolvimento com as sugestões de melhorias dos colaboradores; não existem grupos nem programas de recompensas para as atividades de melhoria contínua, também não foram evidenciados registros de treinamento dos colaboradores no tema *Lean Manufacturing*. Foi observado que são utilizadas ferramentas da qualidade para análise de dados referentes a perdas e retrabalhos; como exemplo de ferramentas utilizadas, pode-se citar, o *brainstorming*, gráficos de controle e de Pareto e diagrama de causa e efeito. As metas são desdobradas de forma clara e objetiva de modo que os colaboradores possam contribuir com seu atingimento.

O trabalho padronizado está no nível N2. Observou-se nas médias empresas, a utilização de instruções de trabalho em todas as operações, os documentos são revisados periodicamente quando alterações forem necessárias e estão em locais de fácil acesso para consulta pelos colaboradores. Todas as pessoas envolvidas no processo produtivo são treinadas de acordo com os procedimentos dos seus postos

de trabalho. As instruções de trabalho ficam próximas aos equipamentos, conforme pode ser observado na figura 16.



Figura 16 – Instrução de trabalho
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Nas entrevistas com os colaboradores, constatou-se que muitos não participam da elaboração das instruções de trabalho de seus processos. As folhas de processo não foram observadas nessas empresas; esses documentos deveriam conter informações referentes ao layout do processo, tempo *takt*, tempo de processo e quantidade máxima de material permitido entre os processos. O trabalho padronizado está mais avançado nessas empresas devido ao fato de que elas possuem um sistema de gestão da qualidade implementado, pois são certificadas na Portaria 328/2008 do Inmetro que trata da fabricação de painéis de pressão.

A prática gestão visual encontra-se no nível N2. O pesquisador pode observar nessas empresas a utilização de faixas demarcadas nos corredores e locais para matérias-primas e materiais utilizados durante o processo produtivo, conforme mostra figura 17.



Figura 17 – Faixas para demarcação de espaços
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

São utilizados quadros informativos nos setores para divulgação dos indicadores de desempenho e as informações compartilhadas auxiliam o andamento das atividades do dia-a-dia dos processos. É possível visualizar um exemplo de gestão visual na figura 18.

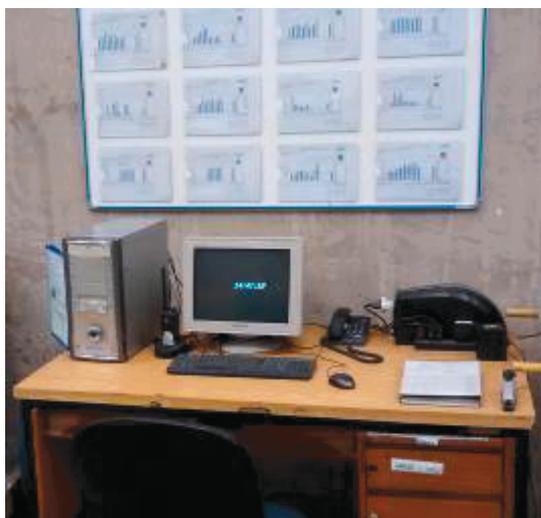


Figura 18 – Gestão visual através de quadros com indicadores
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

O nivelamento e balanceamento da produção encontra-se no nível N1 nas médias empresas. Constatou-se que possuíam uma programação da produção com pedidos certos para uma semana e haviam pequenas variações na programação, como a entrada de novos pedidos não programados. Não foi observado a utilização dos tempos de ciclo para balanceamento dos postos de trabalho de acordo com o tempo takt. Essas empresas não tinham um horizonte de programação para um mês de venda, devido ao fato dos pedidos serem recebidos semanalmente.

A integração com fornecedores ficou no nível N2. Nesses casos, foi possível observar registros de avaliação de fornecedores de acordo com o prazo de entrega, quantidade e qualidade dos produtos fornecidos. Essa avaliação era realizada semestralmente, gerando um conceito para cada fornecedor. Os fornecedores das médias empresas não possuíam qualidade assegurada nos produtos fornecidos, nesses casos eram necessárias inspeções da qualidade no recebimento dos produtos.

A prática melhoria contínua de produtos encontra-se no nível N2. Nas médias empresas, a busca por melhorias nos produtos fabricados é feita de forma contínua e com envolvimento de fornecedores e clientes. A utilização de softwares de desenho está em fase inicial nessas empresas.

O elemento pilar *Just in Time* foi dividido nas práticas de troca rápida de ferramentas, sistema puxado de produção, fornecedores *Just In Time* e mapeamento do fluxo de valor, conforme gráfico 6.

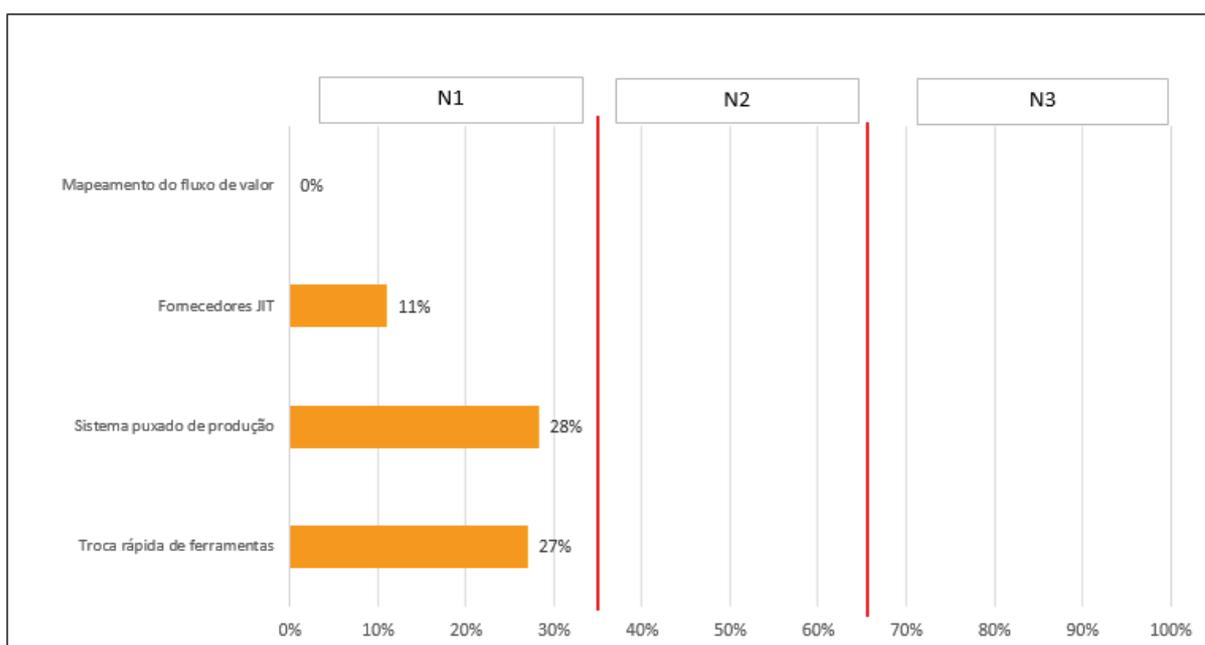


Gráfico 6 – Gráfico práticas elemento pilar *Just in Time* – Médias empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática troca rápida de ferramentas encontra-se no nível N1, pois está em estágio inicial nas médias empresas; nesses casos, os operadores receberam treinamentos sobre troca rápida de ferramentas e os espaços em torno das máquinas é suficiente para a realização do *set up*. Foi observado que atividades de *set up* externo são realizadas durante o *set up* interno, fazendo com que o equipamento fique mais tempo parado, exemplo disso é o operador saindo do local

do *set up* para procurar ferramentas para fixação das matrizes. Na documentação analisada não foi constatado a utilização de procedimentos que realizam a separação das atividades de *set up* interno e externo. Em entrevista com os gestores foi observado a execução de plano de ação para redução do tempo de *set up* nos equipamentos que são gargalos na produção.

No sistema puxado de produção, as médias empresas estão no nível N1. Todas as ordens de produção correspondem a pedidos firmes de vendas e a maioria das entregas são realizadas nos prazos combinados com os clientes. Não foi possível identificar como são priorizados os itens produzidos no setor de produção, pois não existiam identificações para isso, também não existia fluxo contínuo e unitário entre processos, pois entre as máquinas existiam estoques intermediários devido ao desbalanceamento das operações. Os *lead times* dos produtos possuíam variações de tempo, o que dificultava a previsão de início e fim dos lotes. Não foram observados sistemas para controles de estoques como o *kanban* ou FIFO.

A prática fornecedores *Just in Time* encontra-se no nível N1. Foi identificado que poucos fornecedores cumprem os prazos de entrega de matérias-primas e materiais, fazendo com que as empresas tenham que trabalhar com estoques maiores para amortecer esses atrasos. As entregas não são realizadas em pequenos lotes pelos fornecedores, devido a distância que os mesmos encontram-se em relação aos clientes.

Em nenhuma das médias empresas foi possível identificar a utilização do mapeamento do fluxo de valor, pois os entrevistados desconheciam essa prática do *Lean Manufacturing*.

O elemento pilar qualidade foi dividido nas práticas de defeitos – controle da qualidade e controle estatístico de processo, como pode ser visto no gráfico 7.

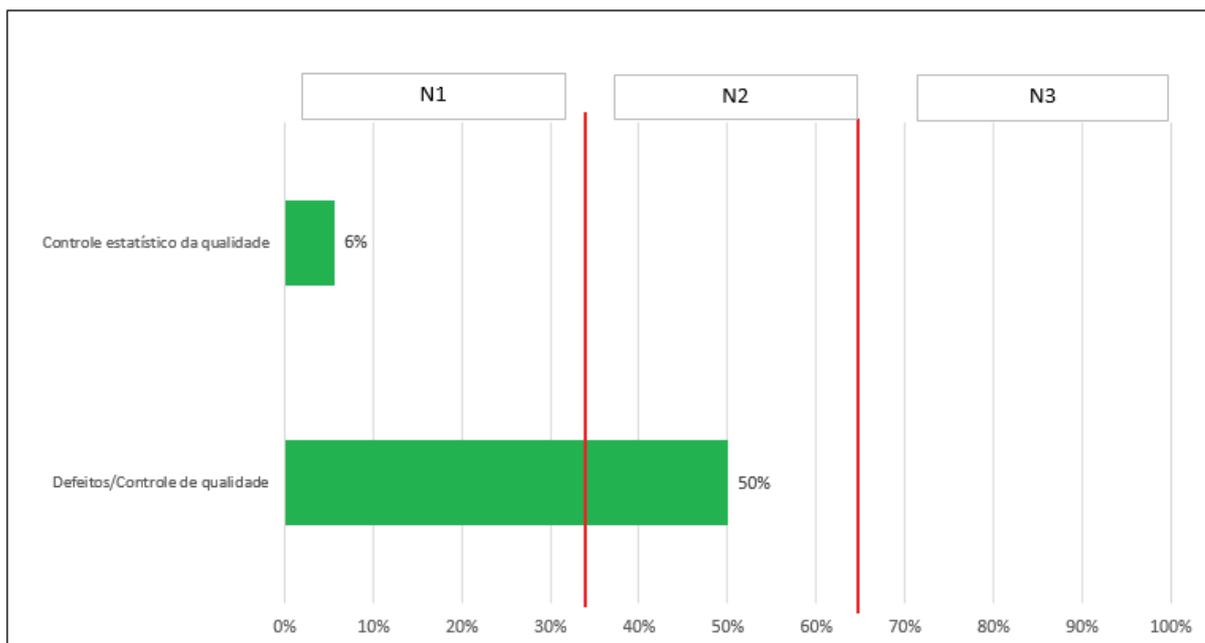


Gráfico 7 – Gráfico práticas elemento pilar qualidade – Médias empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática defeitos – controle de qualidade encontra-se no nível N2. Nas médias empresas, foi observado que são tomadas ações para redução de perdas e retrabalhos com a utilização de ferramentas da qualidade para análise de dados. São realizadas auditorias internas e externas da qualidade para verificar a eficácia do sistema de gestão da qualidade e o cumprimento dos procedimentos documentados. Todos os produtos fabricados são inspecionados durante e no final do processo para garantir a qualidade e a satisfação dos clientes. Alguns processos possuíam dispositivos a prova de erros, para evitar que produtos não conformes fossem produzidos. Durante as entrevistas com os operadores foi detectado que estes não tinham autonomia para paralisar o processo em caso de anomalias.

No controle estatístico de processo foi detectado o nível N1 para as médias empresas, pois estava em estágio inicial, sendo implementado em alguns pontos críticos dos processos de produção.

O elemento pilar pessoas foi dividido nas práticas liderança *Lean* e operadores multifuncionais, conforme gráfico 8.

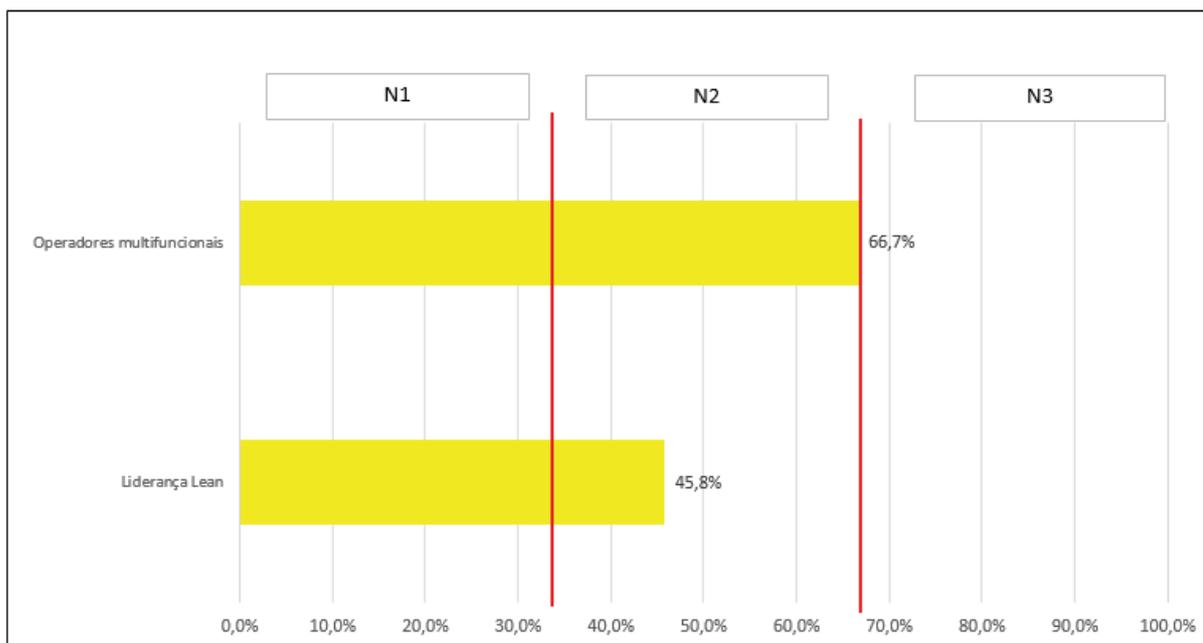


Gráfico 8 – Gráfico práticas elemento pilar pessoas – Médias empresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática liderança *Lean* está no nível N2. Nesses casos foi possível constatar através de entrevista com gestores e operadores que, quando algum problema acontece, os envolvidos do processo participam ativamente na sua resolução. A gestão da empresa realiza o *feed back* com os colaboradores quando estes realizam sugestões de melhorias para o processo. O processo de resolução de problemas favorece a oportunidade de encontrar a causa raiz dos problemas e não os culpados. Os colaboradores possuem grande apreço pelas lideranças das empresas e tratam-nas como tal.

Em operadores multifuncionais, as médias empresas estão no nível N2, próximo ao nível N3; nas empresas pesquisadas todos os colaboradores são treinados nos procedimentos de trabalho e os treinamentos são registrados numa matriz de multifuncionalidade. Também foi possível identificar, através da entrevista com gestores e operadores, a existência de um rodízio entre as funções da produção, realizada semanalmente.

4.4 PEQUENAS EMPRESAS

As pequenas empresas pesquisadas da APL de alumínio do Sudoeste do Paraná correspondem a 32%, totalizando 07 empresas. Durante as visitas a elas realizadas, foi possível observar que possuem uma estrutura com setores de apoio e com a administração familiar muito presente, mas menos centralizada do que as microempresas. Algumas pequenas empresas são fabricantes de painéis de pressão e possuem certificação na Portaria 328/2011 do INMETRO, desse modo, possuem um sistema de gestão e controle da qualidade mais apurado.

As pequenas empresas alcançaram 15,93% no total *Lean*, conforme indicado na figura 19.

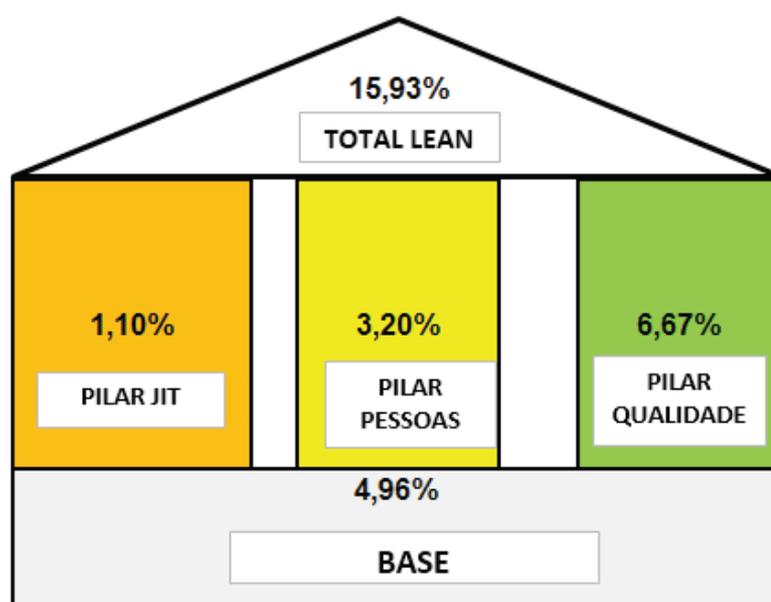


Figura 19 – Total *Lean* atingido em cada elemento pelas pequenas empresas
 Fonte: Dados da pesquisa (2017)

As pequenas empresas obtiveram o melhor desempenho no pilar qualidade, ficando com 6,67% e o pior desempenho no pilar *Just in Time* com 1,10%. Na somatória de todos os elementos foi alcançado um valor médio de 15,93% no total *Lean* de todas as pequenas empresas.

Cada elemento da casa STP foi dividido para analisar suas abrangências nas pequenas empresas. O primeiro elemento analisado é a base, composta pelas práticas de 5S - organização e limpeza, manutenção produtiva total, sugestão de melhorias – *kaizen*, trabalho padronizado, gestão visual, nivelamento e

balanceamento da produção, integração com fornecedores, melhoria contínua de produtos. No gráfico 9 demonstram-se os níveis por práticas do elemento base.

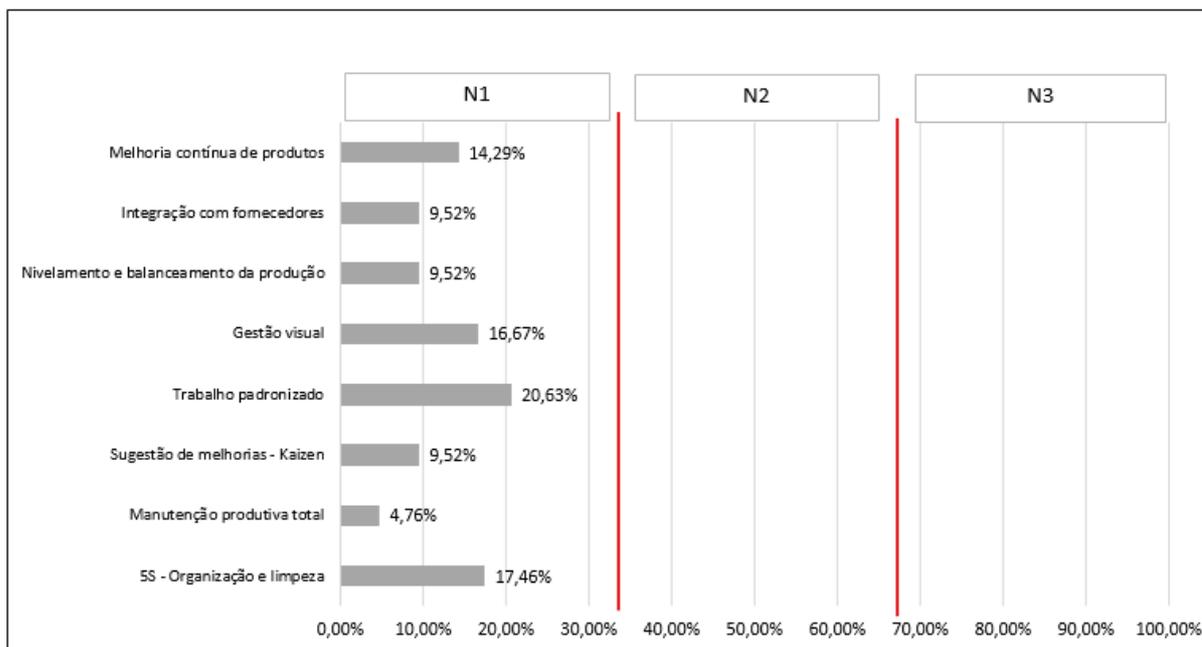


Gráfico 9 – Gráfico práticas elemento base – Pequenas empresas

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com o gráfico 9, as pequenas empresas encontram-se no nível N1. Nas práticas do elemento base, pois estão em fase inicial de sua utilização ou possuem inconsistências na aplicação.

Na prática 5S – organização e limpeza as pequenas empresas enquadram-se no nível N1, com 17,46% de utilização; nas observações realizadas nessas empresas, foi possível constatar que não eram realizadas auditorias e não existia o programa 5S implementado formalmente. Apesar de não existir o programa 5S implementado, algumas das empresas visitadas já tiveram treinamento e apoio do SEBRAE-PR para utilização da prática; segundo relato dos proprietários, existiu uma tentativa de implementação do programa, mas não foi dado continuidade, pois não tinham recursos humanos para mantê-lo.

Na manutenção produtiva total, o percentual atingido foi de 7,76%, ficando no nível N1. Nesse caso, poucas empresas possuem a mentalidade para executar manutenção preventiva ao invés da corretiva. Não foi constatado a utilização de indicadores de OEE nem *check lists* para orientar os operadores para a realização de pequenas manutenções. Foram identificados em algumas empresas a utilização do histórico de manutenções realizadas nos equipamentos, onde cada intervenção

realizada era anotada e apontada num sistema informatizado, gerando o histórico dos equipamentos.

Na prática sugestão de melhorias – *kaizen*, as pequenas empresas encontram-se no nível N1, com apenas 9,52% de utilização. Em nenhuma das empresas pesquisadas os colaboradores receberam treinamento sobre a filosofia *Lean Manufacturing*. Também não são utilizados grupos de melhoria contínua formado por operadores nas empresas. O desdobramento das metas da empresa ocorre de forma tímida, pois em entrevista com colaboradores foi possível identificar que poucos sabiam aonde a empresa gostaria de chegar e quanto poderiam contribuir para atingir os objetivos. Os gestores das pequenas empresas acabam tendo um envolvimento maior quando os colaboradores sugerem melhorias, pois a estrutura hierárquica é menor, facilitando a comunicação entre direção e operadores.

No trabalho padronizado, atingiu 20,63%, ficando no nível N1. Algumas pequenas empresas possuem certificação na Portaria 328/2008 do Inmetro, o que as obriga a manter um sistema de gestão da qualidade. Nesses casos foi possível observar a utilização de procedimentos e instruções de trabalho nos setores, conforme figura 20.

Figura 20 – Modelo de Instrução de trabalho
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Esses documentos contendo instruções e procedimentos de trabalho ficam à disposição dos operadores e, quando revisados, isso é comunicado a todos os

envolvidos através de treinamentos. Nas empresas não certificadas na portaria 328/2008, não foi constatado a utilização de procedimentos de trabalho.

Na prática gestão visual, as empresas encontram-se no nível N1, com 16,67% de utilização da prática. Não são utilizados quadros para exposição de indicadores de desempenho e metas da empresa; as informações são repassadas informalmente através de conversas no dia-a-dia. Nas observações realizadas, foi possível visualizar o uso tímido de placas informativas do processo. A maioria são placas com informações sobre segurança e operação das máquinas, conforme figura 21.



Figura 21 – Identificação de segurança em quadro elétrico
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Em uma empresa visitada, algumas faixas estavam sendo pintadas para delimitar os corredores, conforme figura 22.



Figura 22 – Pintura de faixas em corredores
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

No nivelamento e balanceamento da produção, as pequenas empresas atingiram 9,52%, ficando no nível N1. Nesses casos, as empresas conseguiam ter um horizonte de uma semana de vendas para programar a produção, mas para um mês não era possível realizar a programação da produção, pois os pedidos de vendas são recebidos semanalmente. Nessas empresas, existem algumas interrupções na programação para inclusão de pedidos urgentes. Não são realizados estudos de balanceamento da produção utilizando os tempos de ciclo e o tempo *takt*.

Na prática integração com fornecedores, foi atingido 9,52%, ficando no nível N1. Apenas uma empresa avaliada tinha fornecedores com qualidade assegurada, as demais realizavam inspeções da qualidade na chegada dos materiais. Também não eram realizadas avaliações dos fornecedores para verificar o desempenho destes no que diz respeito a prazo de entrega, qualidade e quantidade.

Na melhoria contínua de produtos, as pequenas empresas encontram-se no nível N1, com 14,29%. Nesses casos, a melhoria contínua de produtos não é uma prioridade, pois a maioria das empresas trabalha com produtos tradicionais, que já fazem parte do portfólio há bastante tempo. Nas empresas que possuem um setor de desenvolvimento, os fornecedores e clientes são envolvidos no processo para desenvolver novos produtos, utilizam também ferramentas CAD para o desenho técnico.

O elemento pilar *Just in Time* foi dividido em práticas de mapeamento de fluxo de valor, fornecedores *Just in Time*, sistema puxado de produção e troca rápida de ferramentas, conforme pode ser observado no gráfico 10.

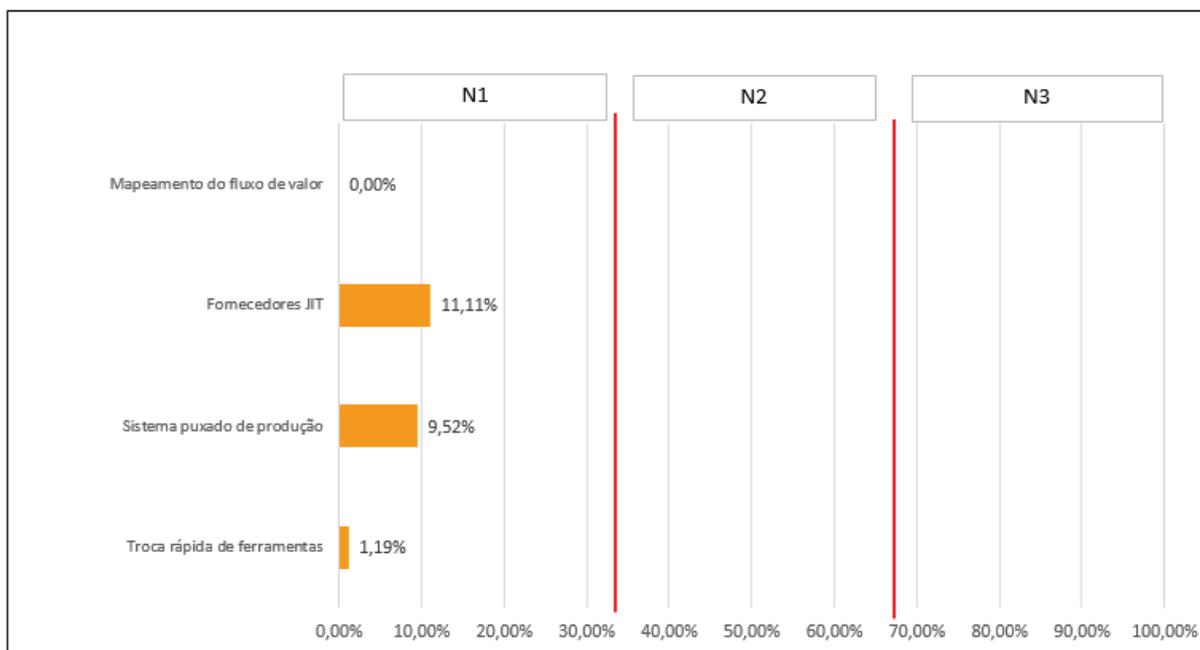


Gráfico 10 – Gráfico práticas elemento pilar *Just in Time* – Pequenas empresas

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática troca rápida de ferramentas atingiu 1,19% de utilização, ficando no nível N1. Nas pequenas empresas, essa prática não é utilizada com a intensidade que deveria; foi possível observar, nas visitas, que apenas o espaço em torno dos equipamentos era satisfatório para o *set up*. Não existiam procedimentos para separar o *set up* interno do externo, os operadores não eram treinados para a realização do *set up*, muitas operações do *set up* externo eram realizadas quando a máquina estava parada, aumentando o tempo de troca de ferramentas.

No sistema puxado de produção as pequenas empresas encontram-se no nível N1, com 9,52% de utilização da prática. As ordens de produção emitidas correspondem a pedidos firmes dos clientes, só produz o que vende e as entregas dos pedidos são realizadas, em sua maioria, no prazo acertado com os clientes. As ordens de produção não são entregues apenas para uma operação iniciar o processo, praticamente todos os processos recebem uma ordem para execução da produção. Não foi possível observar fluxo contínuo e unitário entre os processos, pois praticamente em todas as etapas da produção são criados estoques intermediários, devido ao desbalanceamento dos processos. No estoque dessas empresas não são utilizadas técnicas como o Kanban e FIFO.

A prática fornecedores JIT atingiu 11,11% de utilização, ficando no nível N1. Nesses casos, o que foi possível identificar, é que a maioria dos fornecedores das pequenas empresas cumprem os prazos de entrega de materiais, e estas entregas

não são realizadas em pequenos lotes e grande frequência, geralmente é realizada uma entrega por mês apenas.

O mapeamento do fluxo de valor ficou com 0% de utilização, pois em nenhuma das pequenas empresas essa prática é utilizada. Nas entrevistas realizadas foi possível identificar que as pessoas não tinham conhecimento do mapeamento de fluxo de valor.

No elemento pilar qualidade, as práticas foram divididas em defeitos/control de qualidade e controle estatístico de processo, conforme gráfico 11.

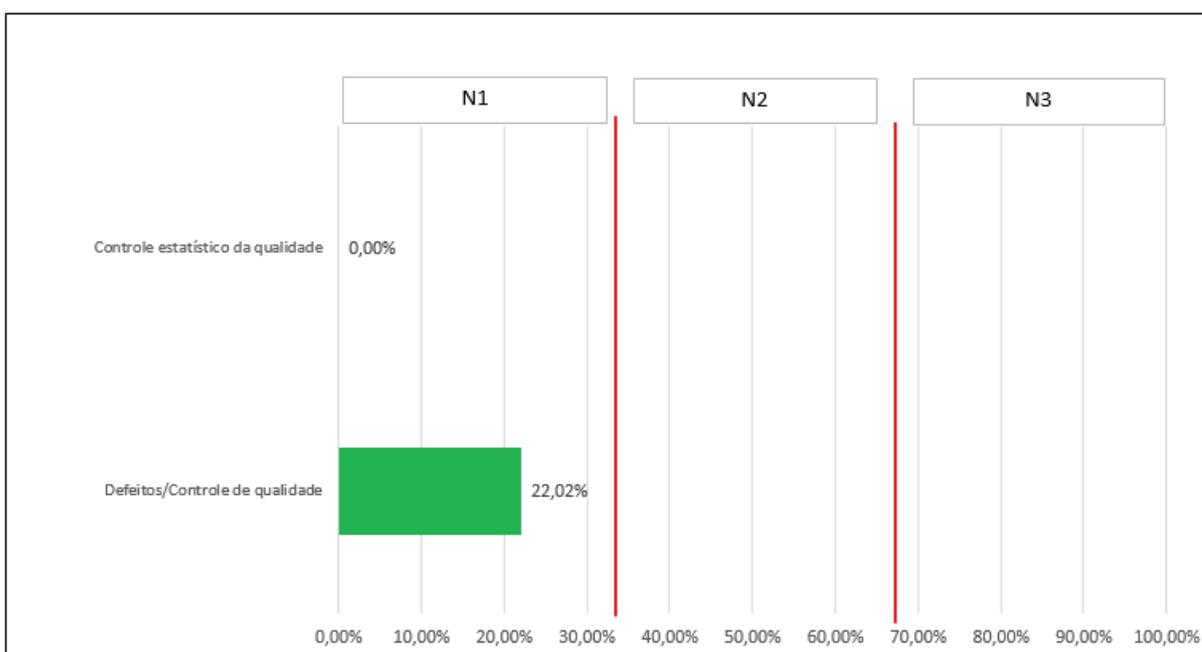


Gráfico 11 – Gráfico práticas elemento pilar qualidade – Pequenas empresas

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática defeitos/control de qualidade atingiu 22,02% ficando no nível N1. As pequenas empresas realizam inspeção em 100% dos itens fabricados e trabalham com ações para redução de perdas e retrabalhos. O conceito de inspeção na fonte ainda não é muito utilizado por essas empresas, a preferência é inspeção no final da linha de produção. Algumas empresas realizam auditorias do sistema de gestão da qualidade para verificar o cumprimento dos procedimentos que foram descritos e ficam expostos nos processos. A utilização de dispositivos a prova de erros não é comum. Essa técnica é utilizada apenas nas máquinas mais modernas, como os tornos CNC, que possuem gabaritos onde não é possível usinar peças que não são as específicas para cada molde.

Na prática controle estatístico de processo as pequenas empresas ficaram com 0% de utilização da prática, pois não executam os conceitos de coleta e análise de dados dos processos para analisar seu comportamento.

O elemento pilar pessoas está dividido em práticas de operadores multifuncionais e liderança *Lean*, conforme pode ser observado no gráfico 12.

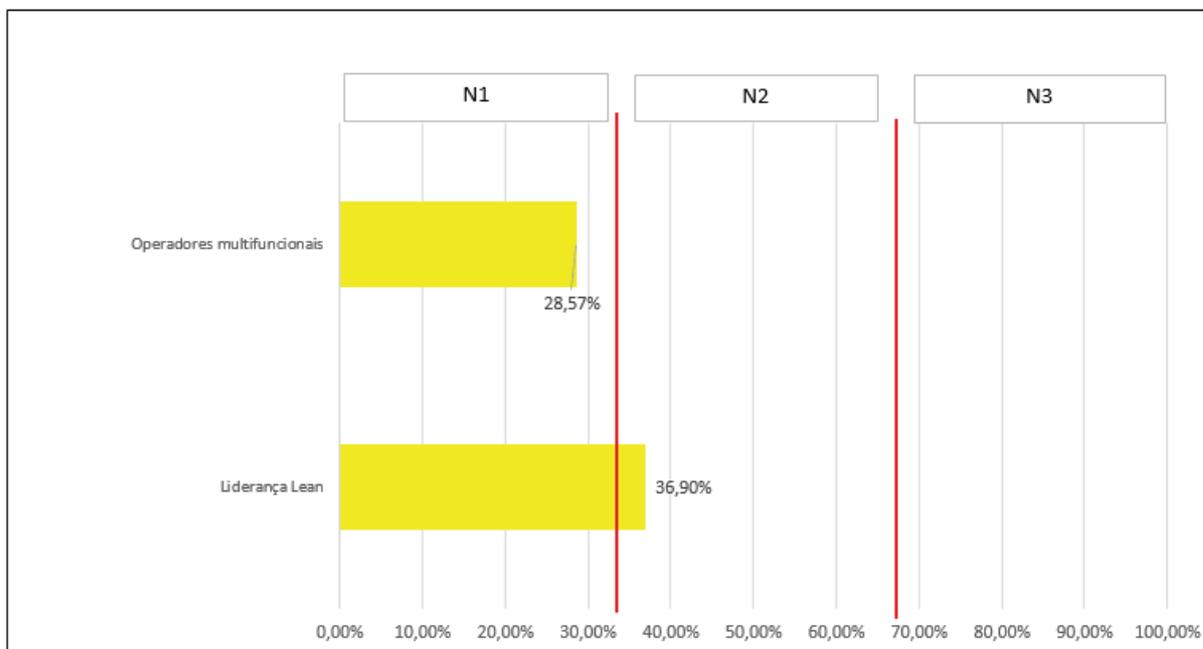


Gráfico 12 – Gráfico práticas elemento pilar pessoas – pequenas empresas

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática liderança *Lean* ficou com 36,90% de utilização, ficando no nível N2. Nas pequenas, empresas foi constatado, através de entrevistas com gestores e operadores, que existe uma grande interação com a operação e gestão da empresa. Ao ocorrerem problemas nos processos, a direção vai até o local para ajudar resolvê-los, além disso, dá o *feedback* quando sugestões são dadas pelos operadores.

No que diz respeito a operadores multifuncionais, a prática ficou com 28,57%, estando no nível N1. Foi possível identificar que, na maioria das empresas, existe um rodízio de funções nos processos; os operadores possuem habilidades multifuncionais, receberam treinamentos nos procedimentos e estes foram registrados numa matriz de multifuncionalidade.

4.5 MICROEMPRESAS

Das empresas pesquisadas, 59% são enquadradas como microempresas, totalizando 13 empresas. Durante as visitas a elas realizadas, foi possível observar que possuem administração familiar altamente centralizada e começaram devido ao espírito empreendedor de seus proprietários; muitas preocupam-se apenas em produzir e entregar seus pedidos, sem utilizar técnicas de gestão formalizadas.

As microempresas obtiveram a menor nota em todos os elementos pesquisados, conforme indicado na figura 23.

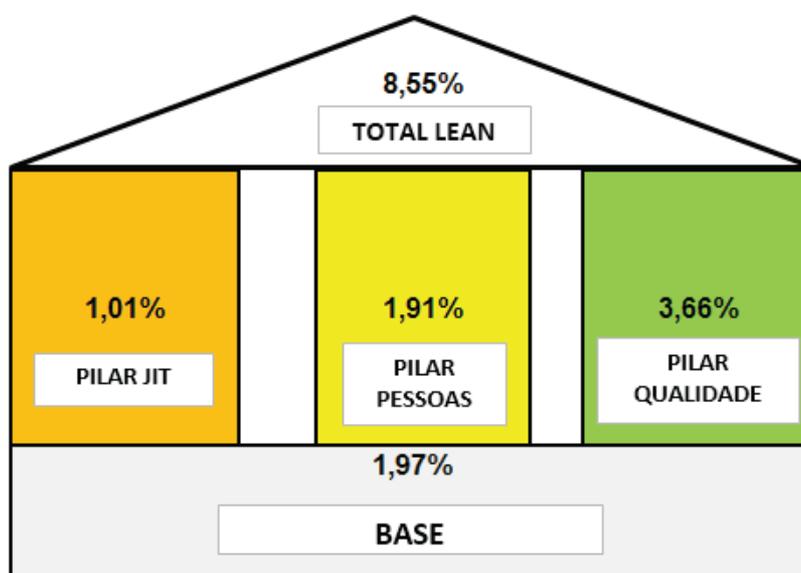


Figura 23 – Total *Lean* atingido em cada elemento pelas microempresas
 Fonte: Dados da pesquisa (2017)

O total *Lean* alcançado pelas microempresas empresas foi de 8,55%. O pilar que se destacou foi o da qualidade, ficando com 3,66%, fato que preocupa os proprietários quanto a qualidade do produto. O pilar que ficou com o percentual mais baixo, 1,01%, foi o *Just in Time*, pois poucas empresas utilizam as práticas atribuídas a esse pilar.

Foram estratificados os elementos da casa STP para realização de uma avaliação individual. O elemento base foi o primeiro a ser analisado nas microempresas; nele, foram avaliadas as práticas de 5S organização e limpeza, manutenção produtiva total, sugestão de melhorias – *kaizen*, gestão visual, nivelamento e balanceamento da produção, integração com fornecedores e melhoria contínua de produtos, conforme demonstrado no gráfico 13.

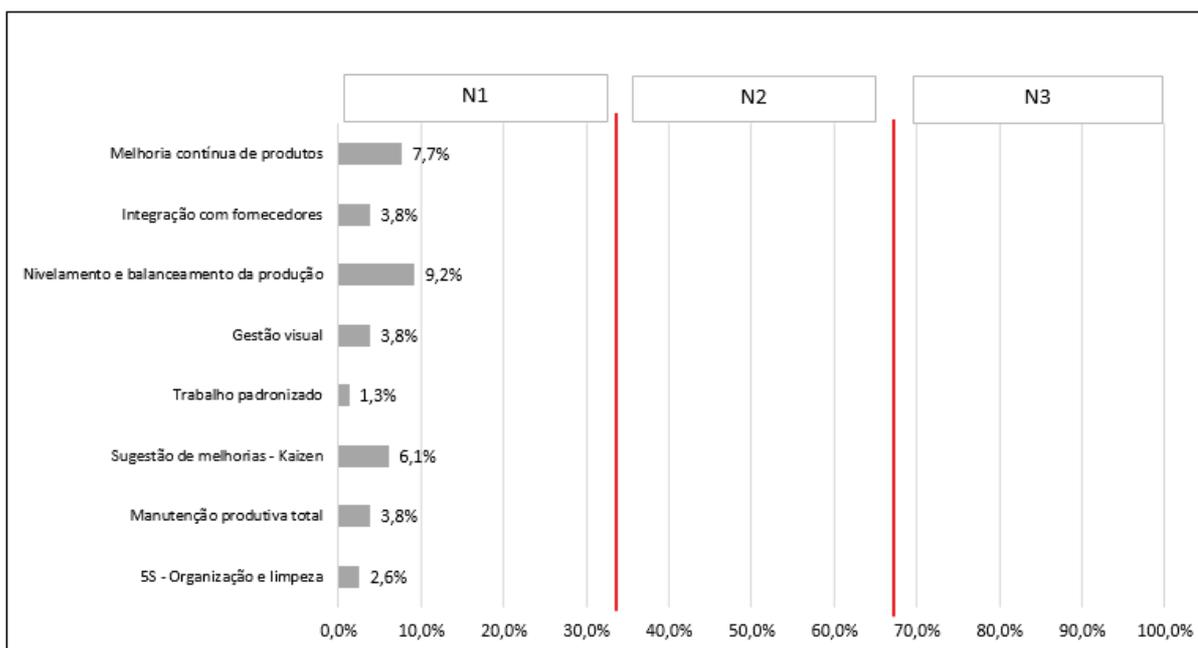


Gráfico 13 – Gráfico práticas elemento base - Microempresas
Fonte: Dados da pesquisa (2017)

As práticas do elemento base possuem um baixo percentual de utilização pelas microempresas, todas encontram-se no nível N1. Nesses casos, as práticas possuem muitas inconsistências na sua implementação. Os espaços de trabalho nessas empresas são limitados, o que dificulta a organização dos estoques de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados. Os fluxos dos processos possuem muitos atravessamentos devido ao layout confuso, gerando desperdícios como transporte e movimentação desnecessários.

As manutenções realizadas nos equipamentos são puramente corretivas, ou seja, espera-se o equipamento quebrar para realizar a intervenção por parte do setor de manutenção, que nem sempre é realizada pela própria empresa, muitas vezes essa atividade é terceirizada.

Na prática nivelamento e balanceamento da produção, as microempresas conseguem enxergar um horizonte de uma semana de programação nivelada, pois os pedidos de venda são recebidos todas as semanas. No horizonte de um mês não é possível ter uma programação nivelada devido ao fato de as vendas serem semanais. Existem algumas variações na programação, quando pedidos urgentes são solicitados pelos clientes, gerando pequenas alterações no que estava planejado para uma semana.

A melhoria contínua de produtos é realizada pelos proprietários das empresas em parceria com os representantes vendedores e clientes; geralmente as melhorias nos produtos partem de uma análise da concorrência e necessidade do mercado.

O elemento pilar *Just in Time* foi estratificado pelas práticas de troca rápida de ferramentas, sistema puxado da produção, fornecedores JIT e mapeamento do fluxo de valor, conforme gráfico 14.

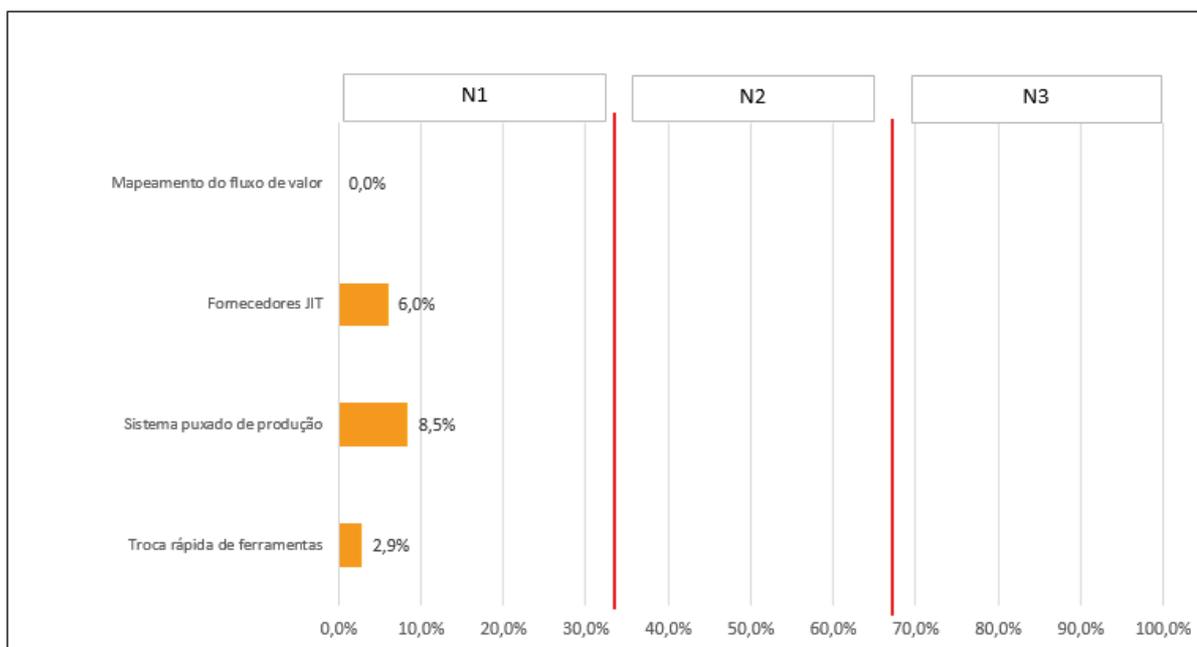


Gráfico 14 – Gráfico práticas elemento pilar *Just in Time* - Microempresas
 Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática troca rápida de ferramentas atingiu apenas 2,9% de utilização; nesse caso as microempresas não utilizam com efetividade a prática, não existem separações de *set up* internos e externos, os operadores não são treinados em procedimentos para redução do tempo de *set up*. O único fator que favoreceu as empresas foi o fato de que os espaço ao redor dos equipamentos é suficiente para a realização do *set up*, pois a maior parte dos equipamentos utilizados são tornos de repuxo, que não necessitam de muito espaço para operação e *set up*.

O sistema puxado de produção atingiu 8,5% da prática; as ordens de produção que são emitidas para o processo são referentes a pedidos certos de venda e a maior parte das empresas tem alto comprometimento em relação ao atendimento dos prazos de entregas para os clientes. Os pontos que não favorecem a utilização da prática dá-se pelo fato de que não existe fluxo contínuo entre os processos, pois existem muitos atravessamentos de materiais durante a fabricação e o layout não permite fluxo unitário de produtos. Também não foi observado a

utilização de ferramentas como o Kanban e FIFO, para controle de estoques ou dispositivos visuais que sinalizam as prioridades de produção.

A prática fornecedores *Just in Time* atingiu 6% de utilização; a maioria dos fornecedores das microempresas cumprem os prazos de entrega acertados no momento da compra; as entregas são realizadas em grandes lotes, geralmente duas vezes por mês, devido a distância dos fornecedores.

O mapeamento do fluxo de valor teve 0% de utilização, e as pessoas entrevistadas nas microempresas não tinham conhecimento da prática.

O elemento pilar qualidade foi dividido nas práticas defeitos/controle de qualidade e controle estatístico de processo, conforme gráfico 15.

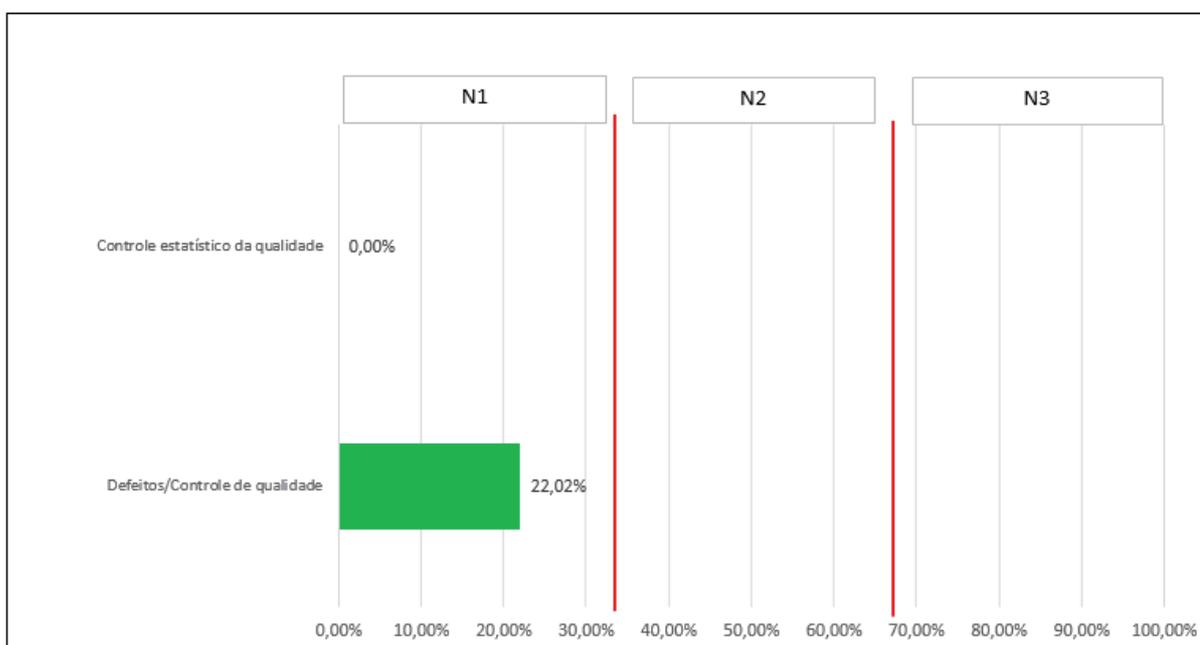


Gráfico 15 – Gráfico práticas elemento pilar qualidade - Microempresas

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática defeitos/controle de qualidade atingiu 22,02% de utilização nas microempresas; nesse caso, 100% dos itens produzidos são inspecionados no final da linha de produção; também existem pontos críticos do processo em que os próprios operadores realizam a inspeção na fonte. Quando os problemas acontecem, os operadores possuem autonomia para paralisar o processo até a sua resolução. Nessas empresas não são realizadas auditorias da qualidade, pois não possuem um sistema de gestão da qualidade implementado. Nas entrevistas e análise de documentos não foram registradas ações para redução de refugos e retrabalhos.

O controle estatístico de processo não é utilizado nas microempresas e os gestores não demonstraram conhecimento da prática.

O elemento pilar pessoas foi estratificado em duas práticas: liderança *Lean* e operadores multifuncionais, conforme gráfico 16.

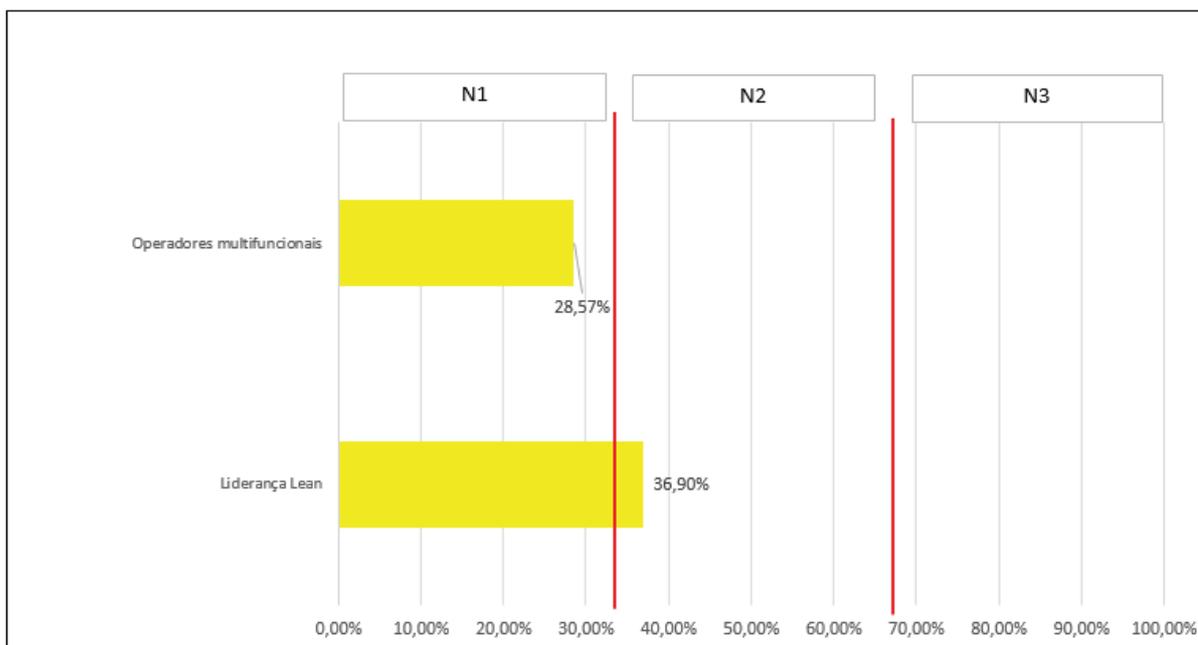


Gráfico 16 – Gráfico práticas elemento pilar pessoas - Microempresas

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A prática liderança *Lean* atingiu 36,9%, ficando no nível N2 de utilização nas microempresas. Quando ocorrem problemas no processo a gestão da empresa procura envolver-se diretamente na sua resolução, os colaboradores contribuem com sugestões de melhorias no processo e o *feedback* é dado pelo próprio gestor. A liderança nessas empresas é considerada um exemplo pelos colaboradores.

Em operadores multifuncionais as microempresas alcançaram 28,57% na utilização da prática. Os operadores dessas empresas conseguem desenvolver suas habilidades multifuncionais e trabalham em vários processos, realizam-se rodízios de funções entre os colaboradores para evitar doenças relacionadas ao trabalho. Não são utilizados treinamentos formalizados dos colaboradores em procedimentos descritos e não existe uma matriz de multifuncionalidade; os rodízios entre os colaboradores são realizados pelo gestor da empresa que possui conhecimento das habilidades de cada operador.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados alcançados são fundamentados e atingiram o objetivo proposto; possibilitou perceber que as empresas da APL do alumínio do Sudoeste do Paraná possuem muitas deficiências na utilização das práticas do *Lean Manufacturing*, sendo que, nenhuma empresa o possui implementado. No elemento base que é composto por 8 práticas, foi constatado que as médias empresas possuem um nível de utilização maior em relação as pequenas e microempresas. No gráfico 17, é possível visualizar a diferença existente entre o porte das empresas no elemento base.

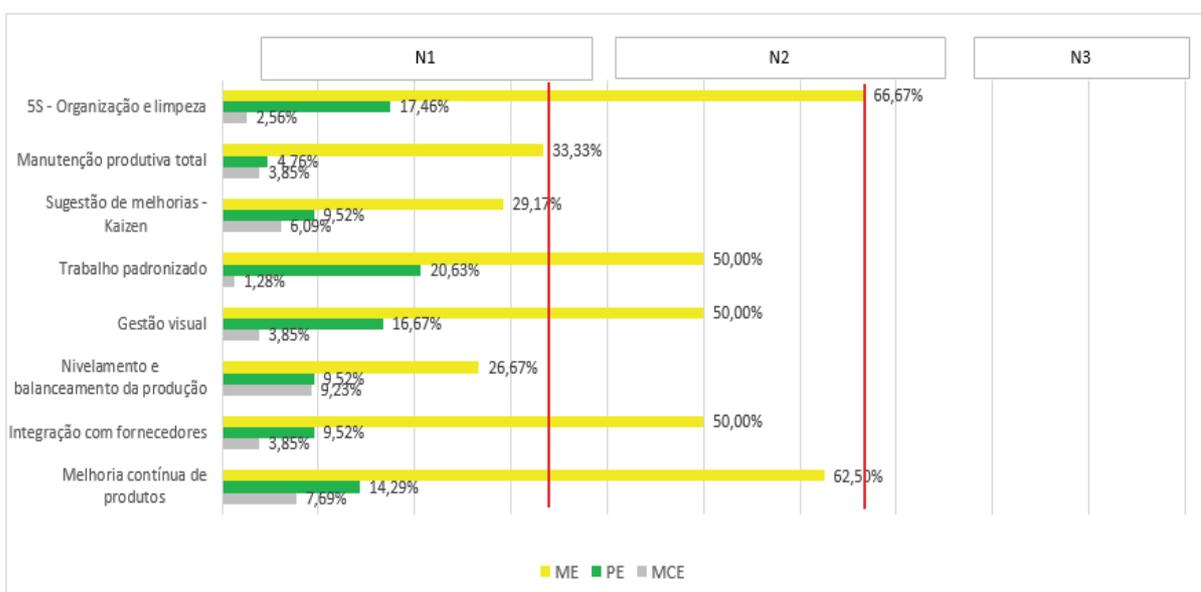


Gráfico 17 – Gráfico elemento base resumido por porte de empresa

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

O elemento base teve um destaque maior nas médias empresas, pois na maioria das práticas as empresas encontram-se no nível N2, as pequenas e microempresas necessitam de uma atenção maior em relação a utilização das práticas deste elemento, necessitando de treinamentos no que diz respeito a execução e manutenção das práticas. No programa 5'S que diz respeito limpeza e organização, as pequenas e microempresas poderiam iniciar a implementação dos primeiros três S's (senso de utilização, organização e limpeza), para melhorar o ambiente de trabalho e proporcionar maior qualidade de vida para os colaboradores, a continuação os outros dois sentidos (padronização e asseio) seriam consequência de uma implementação consistente dos primeiros S's.

Na manutenção produtiva total – TPM as pequenas e microempresas poderiam iniciar um programa de manutenção preventiva nos equipamentos e máquinas, dessa forma, as quebras e paradas podem ser reduzidas. Na sequência, a implementação da prática do TPM poderia ser iniciada, envolvendo os colaboradores para ajudar no cuidado com os equipamentos e máquinas através de inspeções, lubrificações e grupos de melhoria de TPM.

As práticas trabalho padronizado, *Kaizen* e gestão visual serão abordadas em conjunto nesta análise, pois as pequenas e microempresas podem utilizar esses conceitos para melhorar a qualidade dos produtos e aumentar a produtividade dos processos utilizando grupos de *Kaizen* ou melhoria contínua, como também são conhecidos, através desses grupos que são compostos por colaboradores envolvidos diretamente nos processos que desejam-se melhorar, podem sair várias ideias que muitas vezes são simples e trazem bons resultados para a empresa, aliados a gestão visual e trabalho padronizado as melhorias podem ser divulgadas e transformadas em padrões de trabalho que podem ser seguidos para garantir a estabilidade dos processos.

Na prática nivelamento e balanceamento da produção todos os portes de empresas avaliadas encontram-se em nível inicial de utilização, pois a produção não é nivelada por tipo e quantidade de produtos. São produzidos grandes lotes nas programações executadas, sem preocupar-se com os tempos das operações e o tempo *takt* que varia de acordo com o tipo de produto fabricado e a demanda solicitada pelos clientes. Nessas empresas seria importante a realização de estudo de tempos e métodos (cronoanálise) dos postos de trabalho para ter o conhecimento das capacidades de produção e assim realizar o balanceamento das atividades.

Na integração com fornecedores as pequenas e microempresas estão em nível inicial de utilização da prática, pois não realizam avaliações dos fornecedores no que diz respeito a qualidade, quantidade, prazos e custos dos materiais que adquirem, os fornecedores também não adotam técnicas que garantem a qualidade dos produtos que são entregues aos seus clientes. Nesses casos as empresas podem iniciar a adoção de inspeções de recebimento de materiais para criar um ponto de controle antes da transformação, evitando processar materiais defeituosos e também forçar os fornecedores a adotar técnicas que garantam a qualidade dos itens fornecidos.

Na prática melhoria contínua de produtos as pequenas e microempresas estão em nível inicial de utilização, nesses casos não possuem um setor específico de desenvolvimento de produtos e os novos que são fabricados baseiam-se no que os concorrentes estão vendendo. Nesses casos, as empresas poderiam investir em pesquisa e desenvolvimento para criar ou melhorar produtos de acordo com as necessidades do mercado, e também de modo a melhorar a fabricação dos itens no processo produtivo, reduzindo operações e desperdícios existentes.

No pilar JIT – *just in time* todas as empresas encontram-se no nível N1 na utilização das práticas *Lean*, como pode ser visto no gráfico 18.

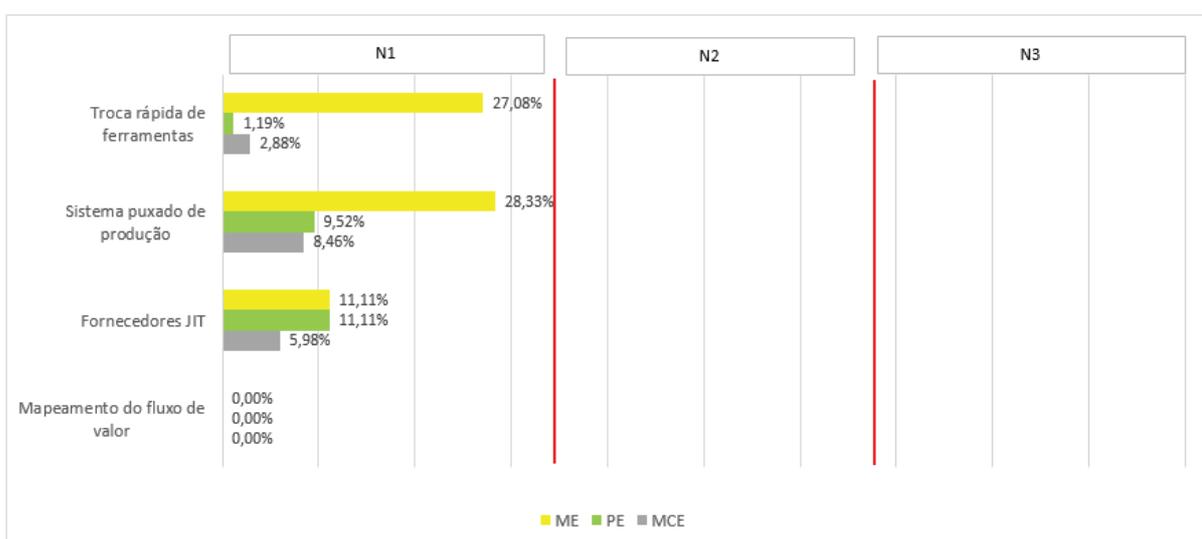


Gráfico 18 – Gráfico pilar *just in time* resumido por porte de empresa

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Na prática de troca rápida de ferramentas todas as empresas encontram-se a no nível N1, que seria o nível inicial de utilização. Poderiam investir em treinamentos para os colaboradores que estão envolvidos no processo de *set up*, para reduzir o tempo desta atividade que é realizada várias vezes ao dia, pois o mix de produção é elevado. Dessa forma, a disponibilidade dos equipamentos seria aumentada e melhor utilizada.

No sistema puxado de produção todas as empresas estão no nível N1, pois a utilização da prática está em nível inicial, carecendo de melhorias. Nessas empresas a programação é enviada para vários setores e não apenas para um processo que pode puxar o restante da produção. As entregas dos produtos aos clientes são realizadas no prazo na maioria das vezes, pois pedidos urgentes são priorizados na produção, atravessando os pedidos urgentes na programação que havia sido

estabelecida anteriormente. Nesses casos as empresas poderiam adotar um sistema *kanban* para produtos com maior demanda, para não atrapalhar o fluxo de produção que é programada. Também, sugere-se a melhoria dos layouts nas empresas, pois a forma que os recursos são organizados não favorecem o fluxo contínuo dos produtos entre os processos, gerando estoques e desperdícios de transporte e movimentação desnecessária.

Na prática fornecedores JIT – *just in time* as empresas estão em nível inicial de utilização. Os fornecedores das empresas nem sempre cumprem os prazos de entregas e também não realizam entregas em pequenos lotes com grande frequência, devido ao fato de que a localização geográfica das empresas não favorecem esse tipo de situação, pois os fornecedores estão localizados em grandes centros e alguns até fora do país. Nesses casos as empresas são obrigadas a comprar grandes lotes de materiais que ficam armazenados em seus estoques.

No mapeamento do fluxo de valor - MFV todas as empresas encontram-se no nível N0, o que significa que não utilizam a prática em seus processos. O MFV poderia ser utilizado pelas empresas para que possam conhecer seus processos e identifiquem pontos de melhorias que podem ser implementados para adequar estoques, redução de desperdícios e *lead time*.

Na avaliação do pilar qualidade as empresas tiveram notas maiores apenas na prática defeitos/controle de qualidade, conforme o gráfico 19.

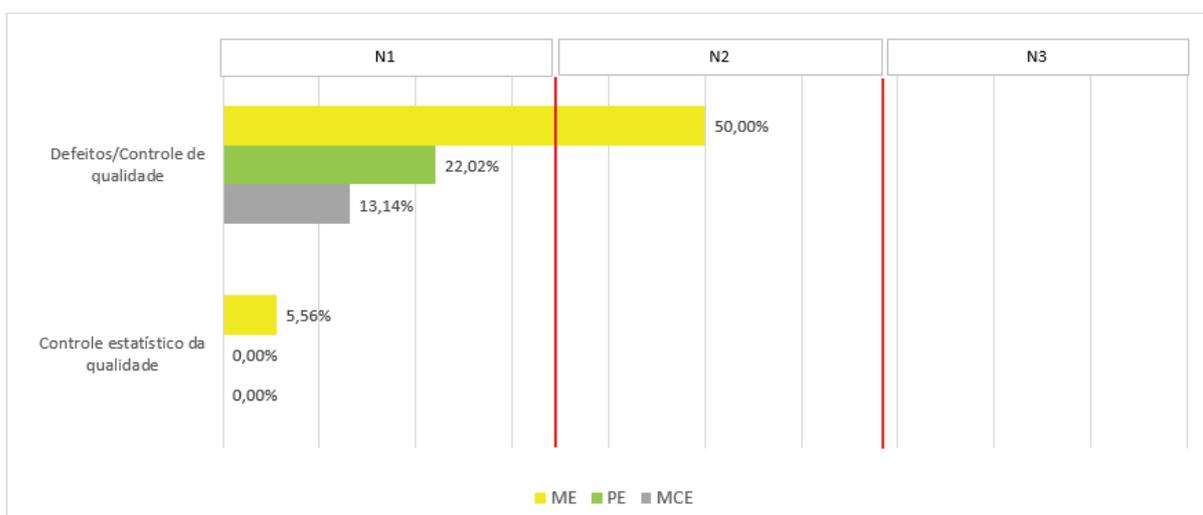


Gráfico 19 – Gráfico pilar qualidade resumido por porte de empresa

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

As médias empresas encontram-se no nível N2 na prática defeitos/controle de qualidade, pois possuem sistemas de detecção de defeitos (*poka yoke*), ações para

redução de refugo e retrabalho, auditorias da qualidade, indicadores de processos relativos a qualidade, os operadores tem autonomia para paralisar o processo em caso de anomalias, esses elementos fazem com que as médias empresas estejam mais evoluídas nessa prática. As pequenas e médias empresas ainda estão em nível inicial da utilização dos elementos da prática, nesses casos poderiam trabalhar com indicadores de processos relativos a qualidade, para poder medir o desempenho dos processos, investir em treinamentos para os colaboradores para que as inspeções sejam realizadas na fonte, sem que os problemas sejam passados para outros processos.

Na prática controle estatístico processos as médias empresas estão no nível N1, nas pequenas e microempresas essa prática não é executada, por isso estão no nível N0. A utilização do controle estatístico de processos seria importante para realizar o monitoramento dos processos e identificação de tendências de problemas através dos indicadores, que poderiam ser divulgados a todos os envolvidos do processo, para que todos possam ter ciência da qualidade dos produtos e estabilidade dos processos.

No pilar pessoas as médias empresas estão no nível N2, o que representa um processo evoluído de utilização da prática, nas pequenas e microempresas o pilar também já possui um nível de utilização inicial satisfatório, conforme gráfico 20.

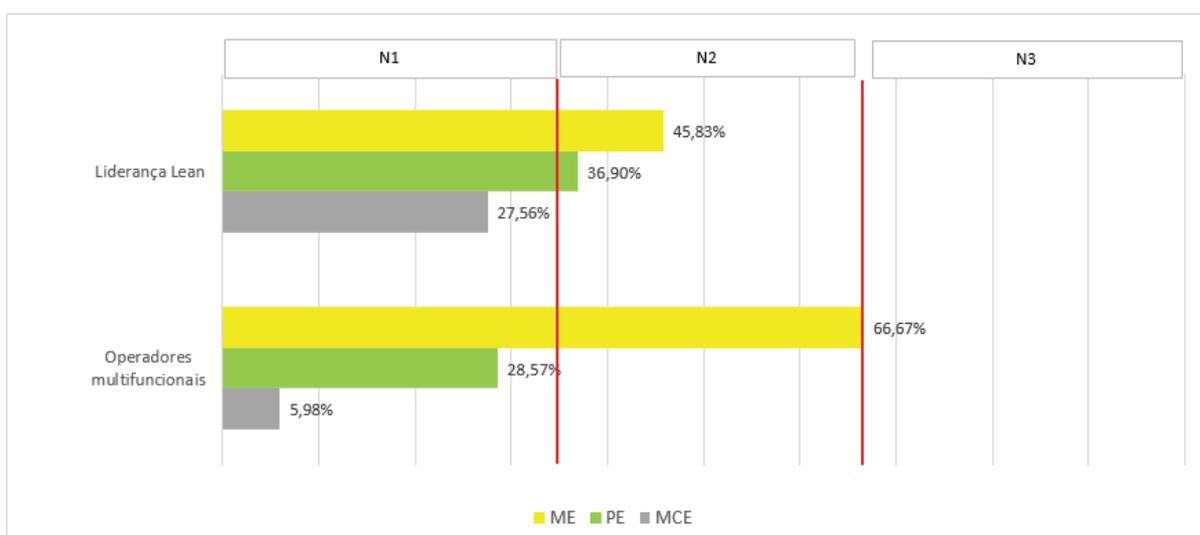


Gráfico 20 – Gráfico pilar pessoas resumido por porte de empresa

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Na prática liderança *Lean* as médias e pequena empresas encontram-se no nível N2 e as microempresas estão no nível N1. Nesses casos as lideranças das empresas é bastante presente no desenvolvimento das atividades do dia-a-dia, facilitando o relacionamento com os colaboradores, o tempo de resposta as solicitações acabam ficando menor devido a essa proximidade, fatores como estes fizeram com que o nível da prática liderança *Lean* ficasse mais evoluído.

Em operadores multifuncionais as médias empresas estão no nível N2, as pequenas e microempresas no nível N1. Para essa prática ser melhor desenvolvida as empresas podem realizar treinamentos para seus colaboradores e a implantação de rodízios de funções, para que os colaboradores adquiram polivalência das atividades, essa informação de treinamentos e polivalência pode ser expostas através de quadros e murais para que se tenha o conhecimento das habilidades de cada colaborador.

Para melhorar a efetividade das práticas *Lean*, as empresas do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná poderiam investir em treinamentos sobre o tema para utilizar as práticas de forma efetiva e poder colher os resultados que elas oferecem.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação atingiu o objetivo de desenvolver um método para avaliar o nível de utilização das práticas *Lean Manufacturing* nas indústrias do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná que não possuem um sistema *Lean* estruturado. Mostrou-se o grande desafio deste trabalho a criação de um método que se adequasse a um grupo de empresas que não possuíam o *Lean* implementado formalmente, diferente da grande maioria dos trabalhos disponíveis na literatura - com objetivos semelhantes a este - que tratam de métodos para medir o nível de utilização de práticas em empresas que já possuem o *Lean* implementado. O questionário utilizado como instrumento para mensuração na pesquisa teve como base de construção os elementos identificados pelo pesquisador no estudo dos conceitos disponíveis na literatura e no material da revisão bibliográfica. Na aplicação do questionário, buscou-se englobar várias fontes de dados, como os operadores, gestores, observações e análise de documentos, o que proporcionou uma ampla gama de informações.

Quanto aos objetivos específicos, identificaram-se cinco que possuem função de dar a resposta do problema de pesquisa. Tais objetivos foram atingidos conforme descrição abaixo:

- a) Analisar os principais métodos de avaliação do *Lean Manufacturing*.

Em pesquisa aos principais métodos de avaliação do *Lean*, encontrou-se uma série de modelos. Estes foram apresentados no referencial teórico, sendo compilados no quadro 7.

- b) Selecionar um método de avaliação de medição do nível de utilização de práticas *Lean* e adaptar o método para que possa ser aplicado em empresas do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná.

Foi escolhido a utilização de uma adaptação do método proposto por Saurin e Ferreira (2008) e Durán e Batocchio (2003) para elaboração do questionário da pesquisa.

- c) Verificar a aplicabilidade do método com entrevistas com especialistas;

O método foi avaliado por especialistas da área do *Lean*, sendo algumas sugestões para melhoria do questionário realizadas, de modo a aperfeiçoar o método de estudo.

d) Testar o método em empresas do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná;

O método de pesquisa para avaliação do nível de utilização de práticas *Lean* foi aplicado no APL do alumínio do sudoeste do paraná, onde 22 empresas foram avaliadas através do método proposto.

e) Analisar as características das empresas pesquisadas em relação aos níveis de utilização obtidos pela aplicação do método de avaliação utilizado.

Com a aplicação dos questionários e cálculo do nível de utilização das práticas *Lean*, chegou-se a um resultado numérico do nível *Lean* em que as empresas do APL do alumínio do Sudoeste do Paraná encontram-se. Estas foram as primeiras referências dentro do método de avaliação adotado e são a base da pesquisa na geração de parâmetros de referência. A partir de agora, a utilização do mesmo método em outras empresas ou grupos de empresas já terá uma base quantitativa para ser utilizada.

Desse modo, tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos foram atingidos e suas evidências estão contidas no desenvolvimento desta dissertação.

6.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

Em termos de contribuições teóricas, a pesquisa demonstrou que a abordagem proposta pode colaborar para o desenvolvimento de métodos de avaliação de práticas *Lean* que combinem evidências quantitativas e qualitativas. Outras pesquisas desenvolvidas acerca de avaliação do nível de implantação do *Lean* não enfatizavam a avaliação direta dessas práticas em empresas que não possuem a filosofia implementada.

Em termos de contribuições práticas, foi apresentada uma visão geral da utilização das práticas *Lean* no APL do Alumínio do Sudoeste do Paraná, o que, apesar da crescente disseminação da filosofia *Lean* em nosso país, não é frequente em pesquisas acadêmicas devido à dificuldade de acesso dos pesquisadores às

empresas. O método proposto auxilia os gestores das empresas a identificar os pontos em que as práticas *Lean* estão com dificuldades de desenvolvimento e para posterior tomada de decisões sobre melhorias na implementação.

6.2 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Objetivando ampliar a compreensão dos resultados que foram explorados nesta pesquisa, sugerem-se possíveis estratificações que poderão servir como base para a realização de futuros trabalhos, conforme segue:

- verificar a aplicação do método desenvolvido nessa pesquisa em outros APL's;
- aprofundar o estudo das práticas enxutas no sentido de identificar indicadores para monitorá-las e auxiliá-las através de auditorias;
- aperfeiçoar o método proposto nesta pesquisa no sentido de identificar a mudança de cultura organizacional após a introdução das práticas *Lean*;
- avaliar o impacto financeiro nos resultados das empresas a partir da implementação total das práticas *Lean*.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ. 2016. Disponível em: < <http://www.agenciasudoeste.org.br> > Acesso em: 09/09/2016.

ANTUNES, J. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta. Bookman, 2009.

APL Alumínio do Sudoeste do Paraná Disponível em: < <http://www.aplaluminios.com.br/> >. Acesso em: 20 set. 2016.

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

BHASIN, S. Lean and performance measurement. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 5, p. 670-684, 2008.

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.

BRASIL. **Lei nº 11638, de 28 de dezembro de 2007**. Altera e revoga dispositivos da Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e da Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, e estende às sociedades de grande porte disposições relativas à elaboração e divulgação de demonstrações financeiras. Diário Oficial da União, Brasília, 28 Dez 2007.

CHIOCHETTA, J. C. **Uma modelagem para implementação de um APL—Arranjo Produtivo Local**: o caso do setor metal mecânico da Região Sudoeste do Estado do Paraná. CEFET-PR Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná—Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Dissertação de Mestrado, Ponta Grossa, 2005.

CORRÊA, H.L. **The Links Between Uncertainty, Variability of Outputs and Flexibility in Manufacturing Systems**. Tese de doutorado (Ph.D), Warwick, 1992.

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.

DURÁN, O.; BATOCCHIO, A. Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. **Revista Produção on Line**. Vol. 3, nº 3, 2003.

FIEP. Paraná em dados. Curitiba: Federação das Indústrias do Estado do Paraná, 2015. Disponível em: <
[http://www.fiepr.org.br/observatorios/uploadAddress/Parana em Dados 2015%5B62837%5D.pdf](http://www.fiepr.org.br/observatorios/uploadAddress/Parana%20em%20Dados%202015%5B62837%5D.pdf) > . Acesso em: 10 set. 2016.

GHINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção**, Publicado como 2º cap. do Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Ed. da UFPE. Recife, 2000.

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

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HOEFT, STEVE. Histórias do meu sensei. Porto Alegre: Bookman, 2013.

HOFER, A. R., HOFER, C., EROGLU, C., WALLER, M. A. 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.

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

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.

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

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

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

LAI. LEAN ADVANCEMENT INITIATIVE. Disponível em <
https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/81905/PRD_LEM_Arch_Chart_2004.pdf?sequence=1>. Acesso em 09/09/16.

MACEDO, R. K. D. **Proposição de um método para medir o grau de execução das práticas enxutas em uma empresa que não possui um sistema enxuto estruturado: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2010.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações** – Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012

MONDEN, Y. **Produção sem Estoques**: Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota. São Paulo: IMAM, 1984.

NOGUEIRA, M. G. S.; SAURIN, T. A. **Avaliação do nível de implementação de práticas enxutas com base nas percepções dos gerentes**. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Fortaleza, CE, 2006.

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

PAVNASKAR, S. J.; GERSHENSON, J. K.; JAMBEKAR, A. B. Classification scheme for lean manufacturing tools. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 13, p. 3075-3090, 2003

PINEDO, V. **Tsunami - Construindo organizações capazes de prosperar em maremotos**. São Paulo: Gente, 2003.

ROSS, D.; WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **The Machine That Changed the World**. 1990.

ROTHER, M. **Toyota Kata: gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2007.

SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. M. Presença dos princípios da mentalidade enxuta e como introduzi-los nas práticas de gestão das empresas de transporte coletivo de Porto Alegre. **Produção**, v. 20, n. 1, p. 15-29, 2010.

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

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

SAURIN, T. A.; FRREIRA, F. C. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Revista Gestão & Produção**. Vol. 15, nº 3, p. 449-462, 2008.

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

SHINGO PRIZE. The Shingo Prize for Operational Excellence: Application Guidelines, 3rd. Edition. Disponível em: < <http://shingoprize.org> > , acesso em 25/08/2016.

SAE INTERNATIONAL. Disponível em < http://standards.sae.org/j4001_199911/ > , acesso em 25/08/2016.

SEBRAE. **Critérios de classificação de empresas**. Disponível em < <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154> >. Acesso em 27 Fev 2017.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **SAE J4000**. Identification and measurement of best practice and implementation of lean operation, 1999.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **SAE J4001**. Implementation of lean operation user manual, 1999.

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

WALTER, OMFC; TUBINO, Dalvio Ferrari. Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: Uma revisão da literatura e classificação. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 23-45, 2013.

WOMACK, J.; JONES, D. **A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

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

APÊNDICE A - Modelo questionário utilizado na pesquisa

Empresa:	
Total colaboradores:	
Produção mensal:	
Cidade:	
Data:	
Segmento:	
Porte:	

Componente e STP - Lean	Prática	Questões	Fonte de dados	N A	N 0	N 1	N 2	N 3
Base	5S - Organização e limpeza	A empresa possui algum programa de organização implementado (5S ou similar)	OB/OP					
		Existem auditorias do programa de organização e limpeza	OB/DC					
		Os ambientes de trabalho são limpos e organizados	OB					
	Manutenção produtiva total	Existe um plano de manutenção preventiva das máquinas e equipamentos	DC/OB					
		Os operadores são capacitados para executar a manutenção preventiva básica de suas máquinas (inspeção, limpeza e lubrificação)	OP/OB					
		Existe indicador de OEE	OB/DC					
		Há preferência pela manutenção preventiva ao invés da corretiva	OB/DC/GT					
		Existe um histórico de manutenção das máquinas e equipamentos através de ordens de manutenção	OB/DC					

	Existem listas de verificações para orientar as atividades de manutenção	OB/DC						
Sugestão de melhorias - <i>Kaizen</i>	A gestão da empresa está envolvida diretamente com programas de melhoria	GT/OB						
	Os colaboradores recebem algum tipo de recompensa, financeira ou não, pela participação em atividades de melhoria contínua	GT/OP						
	As melhorias realizadas nos processos são sempre padronizadas	OB/DC						
	Os colaboradores da empresa receberam treinamentos sobre filosofia, princípios e práticas do Lean Manufacturing	DC/OP/ GT						
	As metas da empresa são desdobradas de forma clara e objetiva, a fim que as ações de melhoria contínua contribuam que elas sejam atingidas	DC/OP/ GT						
	Existem atividades de grupos de melhorias	GT/OP						
	Existem apresentações das melhorias implementadas	DC/OP/ GT						
	São utilizadas ferramentas da qualidade nas atividades dos grupos de melhoria	DC/OP/ GT						
	Trabalho padronizado	Existem instruções de trabalho para todas as operações	OB/DC					
As instruções de trabalho são periodicamente revisadas e comunicadas aos		OB/DC/ OP/GT						

		usuários						
		Os colaboradores são treinados nas instruções de trabalho	DC/OP/GT					
		Os colaboradores participam ativamente na elaboração dos padrões, de forma que sejam incorporados a eles suas experiências	OP/GT					
		Os padrões estão em locais de fácil acesso de todos, permitindo sua consulta de forma rápida e clara	OB					
		Existem documentos que apresentam a quantidade máxima permitida de material em processamento, pontos de inspeção de qualidade, tempo takt, tempo de ciclo e layout do processo	OB/DC					
	Gestão visual	O uso de placas, alarmes, faixas no piso são disseminados para o compartilhamento de informações	OB					
		Não existem obstáculos visuais (paredes, pouca iluminação, layouts confusos) que dificultem o compartilhamento de informações entre os processos	OB					
		Os indicadores de processo e resultado são amplamente divulgados aos operadores	OB/OP					
		As informações compartilhadas por meio da gestão visual são necessárias aos operadores para realização de suas	OB/OP					

	tarefas							
Nivelamento e balanceamento da produção	Existe uma programação nivelada no horizonte de uma semana	DC/GT						
	Inexistem variações grandes e rápidas no mix de modelos e volumes de produção (introdução de pedidos fora da programação)	DC/GT						
	Considerando um volume de 7 a 30 dias, existe uma programação nivelada de produção	DC/GT						
	Os tempos de ciclo dos postos de trabalho são balanceados	DC/GT						
	Existe estudo de balanceamento de produção de acordo com o tempo takt	DC/GT						
Integração com fornecedores	Os principais fornecedores adotam técnicas que asseguram a qualidade de seus produtos, dispensando inspeções de qualidade no momento do recebimento	DC/GT						
	Os fornecedores são avaliados periodicamente com base no prazo de entrega, quantidade e qualidade	DC/GT						
melhoria contínua de produtos	Trabalha na melhoria contínua dos produtos	OB/DC/GT						
	Utiliza ferramenta de projeto (CAD)	OB						
	Desenvolve projetos simultaneamente com equipes multifuncionais	OB/DC/GT						
	Clientes/Fornecedores participam do	DC/GT						

		desenvolvimento de produtos						
--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--	--

Component e STP - Lean	Prática	Questões	Fonte de dados	N A	N 0	N 1	N 2	N 3
Pilar JIT	Troca rápida de ferramentas	Existem procedimentos escritos que identificam e separam atividades de set up interno e externo	OB/DC					
		Os operadores são qualificados no método de troca rápida de ferramentas	OB/DC/OP					
		Os tempos de set up são nulos ou são restritos somente a tempos de set up externo	OB/DC					
		Existe espaço suficiente ao redor das máquinas para facilitar a movimentação dos operadores durante o set up	OB					
		São realizados estudos para eliminação de ajustes desnecessários durante o set up	OB/DC/OP/GT					
		Quando os equipamentos estão parados, os operadores nunca os deixam para executar qualquer parte da do set up externo	OB/OP					
		Na preparação interna, somente a remoção e colocação de ferramentas são feitas	OB					
		Na preparação externa, as ferramentas, dispositivos de fixação e os materiais são posicionados próximos a máquina	OB					
	Sistema puxado de produção	Somente uma operação recebe a ordem de produção	GT/DC/OB					

	emitida pelo setor de PCP							
	Todas as ordens de produção correspondem a pedidos certos de clientes	GT/DC						
	As entregas aos clientes são realizadas dentro do prazo acertado na venda	GT/DC						
	Há dispositivos visuais que permitem identificar as prioridades de produção	OB						
	Há fluxo contínuo e unitário entre processos consecutivos	OB						
	Há dedicação de recursos (pessoas e equipamentos) para fabricação de famílias de produtos que possuem processos semelhantes	DC/GT						
	Os lead times de produção de cada produto são conhecidos	DC/GT						
	Os tempos de ciclo são menores que o tempo takt	DC/GT						
	O layout dos postos de trabalho favorece a produção e transporte de pequenos lotes	OB						
	Existe sistema Kanban ou FIFO para puxar a produção	DC/OB						
Fornecedores JIT	Os fornecedores cumprem os prazos de entrega	DC/GT						
	Os dispositivos para puxar as entregas dos fornecedores externos contém informação sobre o que é pedido, em que momento deve chegar (dia e hora), em	DC/GT						

		que quantidade e onde armazenar						
		Os fornecedores fazem entregas em pequenos lotes e com grande frequência	DC/GT					
	Mapeamento do fluxo de valor	A empresa realiza o mapeamento do fluxo de valor	OB/DC					
		Existem planos de ação para implementar os mapas do estado futuro, com designação de responsabilidades e prazos	OB/DC					
		Os mapas são elaborados por equipes multifuncionais	OB/DC/GT					
		A empresa analisa a agregação de valor nas etapas de seus processos	OB/DC/GT					

Componente e STP - Lean	Prática	Questões	Fonte de dados	N A	N 0	N 1	N 2	N 3
Pilar qualidade	Defeitos/Controle de qualidade	Existe sistema para detecção de anormalidades e aplicação de ação corretiva	OB/OP/GT					
		Existem ações para controle e redução de retrabalhos e refugos	OB/DC/GT					
		Existem auditorias da qualidade	DC/GT					
		São realizadas preferencialmente inspeções na fonte pelos próprios operadores	OB/OP					
		Existe inspeção em 100% dos itens produzidos	OB					
		Existem indicadores de processo e resultados relativos a qualidade	OB/GT					

		Existem dispositivos a prova de erros nos processos	OB					
		Quando algum problema é detectado no processo, os operadores têm autonomia para paralisa-lo	OB/OP/GT					
	Controle estatístico da qualidade	Existe controle estatístico de processos	OB/GT					
		São tomadas ações corretivas/preventivas para conter tendências de problemas identificadas no controle estatístico	OB/DC/GT					
		Os dados coletados no controle estatístico são divulgados para os envolvidos no processo	OB/OP/GT					

Componente STP - Lean	Prática	Questões	Fonte de dados	N A	N 0	N 1	N 2	N 3
Pilar Pessoas	Liderança Lean	Quando ocorrem problemas no processo, os gestores vão até o local do acontecido para tentar entender a situação?	OP					
		Quando os colaboradores dão sugestões de melhoria, recebem o <i>feed back</i> dos gestores?	OP					
		É dado mais importância na solução dos problemas ou nas pessoas que geraram o problema? (Achar culpados)	OP					
		O líder é um exemplo a ser seguidos pelos colaboradores?	OP					
	Operadores multifuncionais	Os operadores são treinados e os treinamentos	OB/DC					

		registrados						
		Existe uma matriz de multifuncionalidade de operadores	OB/DC					
		Os operadores têm oportunidade de exercitar suas habilidades multifuncionais	OB/DC/ OP					

APÊNDICE B – Resultado das práticas avaliadas por porte de empresa

MÉDIAS EMPRESAS:

BASE			
PRÁTICAS	ME 1	ME 2	MÉDIA NA PRÁTICA
5S - Organização e limpeza	66,7%	66,7%	66,7%
Manutenção produtiva total	22,2%	44,4%	33,3%
Sugestão de melhorias - Kaizen	12,5%	45,8%	29,2%
Trabalho padronizado	44,4%	55,6%	50,0%
Gestão visual	33,3%	66,7%	50,0%
Nivelamento e balanceamento da produção	33,3%	20,0%	26,7%
Integração com fornecedores	33,3%	66,7%	50,0%
Desenvolvimento de Produto enxuto	83,3%	41,7%	62,5%

PILAR JIT			
PRÁTICAS	ME 1	ME 2	MÉDIA NA PRÁTICA
Troca rápida de ferramentas	33,3%	20,8%	27,1%
Sistema puxado de produção	33,3%	23,3%	28,3%
Fornecedores JIT	11,1%	11,1%	11,1%
Mapeamento do fluxo de valor	0,0%	0,0%	0,0%

PILAR QUALIDADE			
PRÁTICAS	ME 1	ME 2	MÉDIA NA PRÁTICA
Defeitos/Controle de qualidade	54,2%	45,8%	50,0%
Controle estatístico da qualidade	0,0%	11,1%	5,6%

PILAR PESSOAS			
PRÁTICAS	ME 1	ME 2	MÉDIA NA PRÁTICA
Liderança Lean	58,3%	33,3%	45,8%
Operadores multifuncionais	66,7%	66,7%	66,7%

PEQUENAS EMPRESAS

BASE								
PRÁTICAS	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5	PE 6	PE 7	MÉDIA NA PRÁTICA

5S - Organização e limpeza	55,6 %	11,1 %	11,1 %	11,1 %	0,0%	33,3 %	0,0%	17,5%
Manutenção produtiva total	11,1 %	0,0%	0,0%	11,1 %	5,6%	0,0%	5,6%	4,8%
Sugestão de melhorias - Kaizen	16,7 %	4,2%	4,2%	8,3%	4,2%	29,2 %	0,0%	9,5%
Trabalho padronizado	55,6 %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	61,1 %	27,8 %	20,6%
Gestão visual	0,0%	25,0 %	16,7 %	8,3%	0,0%	50,0 %	16,7 %	16,7%
Nivelamento e balanceamento da produção	13,3 %	6,7%	6,7%	6,7%	0,0%	26,7 %	6,7%	9,5%
Integração com fornecedores	16,7 %	16,7 %	0,0%	0,0%	0,0%	16,7 %	16,7 %	9,5%
Desenvolvimento de Produto enxuto	16,7 %	0,0%	16,7 %	8,3%	0,0%	50,0 %	8,3%	14,3%

PILAR JIT								
PRÁTICAS	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5	PE 6	PE 7	MÉDIA NA PRÁTICA
Troca rápida de ferramentas	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%	1,2%
Sistema puxado de produção	10,0 %	6,7%	6,7%	6,7%	13,3 %	16,7 %	6,7%	9,5%
Fornecedores JIT	11,1 %	0,0%	11,1 %	11,1 %	0,0%	33,3 %	11,1 %	11,1%
Mapeamento do fluxo de valor	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

PILAR QUALIDADE								
PRÁTICAS	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5	PE 6	PE 7	MÉDIA NA PRÁTICA
Defeitos/Controle de qualidade	16,7 %	16,7 %	25,0 %	8,3%	12,5 %	50,0 %	25,0 %	22,0%
Controle estatístico da qualidade	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

PILAR PESSOAS								
PRÁTICAS	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5	PE 6	PE 7	MÉDIA NA PRÁTICA
Liderança Lean	41,7 %	33,3 %	33,3 %	33,3 %	33,3 %	58,3 %	25,0 %	36,9%
Operadores multifuncionais	22,2 %	33,3 %	11,1 %	11,1 %	0,0%	66,7 %	55,6 %	28,6%

MICROEMPRESAS

BASE

PRÁTICAS	MC E 1	MC E 2	MC E 3	MC E 4	MC E 5	MC E 6	MC E 7	MC E 8	MC E 9	MC E 10	MC E 11	MC E 12	MC E 13	MÉDIA NA PRÁTICA
5S - Organização e limpeza	0%	0%	11%	0%	11%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2,6%
Manutenção produtiva total	0%	0%	0%	6%	6%	0%	0%	11%	6%	11%	0%	6%	6%	3,8%
Sugestão de melhorias - Kaizen	17%	4%	4%	0%	4%	4%	8%	4%	4%	4%	8%	8%	8%	6,1%
Trabalho padronizado	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	1,3%
Gestão visual	0%	0%	0%	0%	8%	8%	0%	8%	8%	8%	0%	0%	8%	3,8%
Nivelamento e balanceamento da produção	13%	7%	7%	7%	20%	0%	20%	7%	7%	7%	0%	7%	20%	9,2%
Integração com fornecedores	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	17%	3,8%
Desenvolvimento de Produto enxuto	8%	8%	0%	8%	8%	8%	17%	0%	8%	8%	0%	0%	25%	7,7%

PILAR JIT														
PRÁTICAS	MC E 1	MC E 2	MC E 3	MC E 4	MC E 5	MC E 6	MC E 7	MC E 8	MC E 9	MC E 10	MC E 11	MC E 12	MC E 13	MÉDIA NA PRÁTICA
Troca rápida de ferramentas	17%	4%	0%	4%	4%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	2,9%
Sistema puxado de produção	10%	13%	10%	3%	13%	7%	10%	10%	3%	10%	0%	7%	13%	8,5%
Fornecedores JIT	0%	11%	11%	11%	0%	11%	11%	11%	0%	0%	11%	0%	0%	6,0%
Mapeamento do fluxo de valor	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,0%

PILAR QUALIDADE														
PRÁTICAS	MC E 1	MC E 2	MC E 3	MC E 4	MC E 5	MC E 6	MC E 7	MC E 8	MC E 9	MC E 10	MC E 11	MC E 12	MC E 13	MÉDIA NA PRÁTICA
Defeitos/Controle de qualidade	17%	21%	13%	4%	13%	13%	8%	17%	13%	13%	13%	17%	13%	13,1%
Controle estatístico da qualidade	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,0%

PILAR PESSOAS														
PRÁTICAS	MC E 1	MC E 2	MC E 3	MC E 4	MC E 5	MC E 6	MC E 7	MC E 8	MC E 9	MC E 10	MC E 11	MC E 12	MC E 13	MÉDIA NA PRÁTICA

											10	11	12	13	PRÁTIC A
Liderança Lean	33 %	33 %	33 %	25 %	33 %	25 %	17 %	33 %	33 %	25 %	8%	33 %	25 %	27,6%	
Operadores multifuncionais	0%	0%	0%	0%	11 %	0%	11 %	11 %	0%	11 %	0%	22 %	11 %	6,0%	

