

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

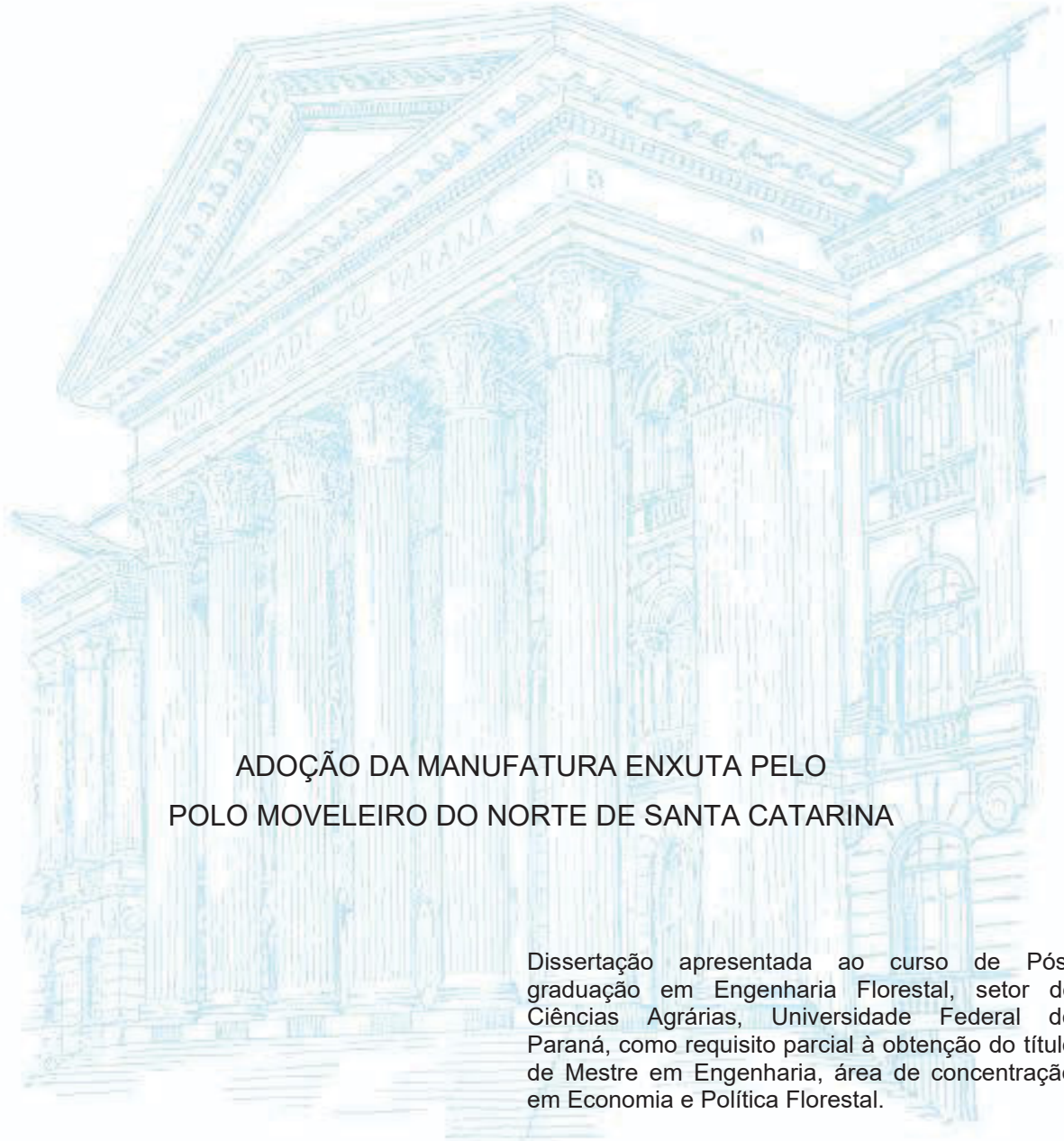
PETER CRISTIAN LOTHER

ADOÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA PELO
POLO MOVELEIRO DO NORTE DE SANTA CATARINA

CURITIBA

2022

PETER CRISTIAN LOTHER



ADOÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA PELO
POLO MOVELEIRO DO NORTE DE SANTA CATARINA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia, área de concentração em Economia e Política Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Romano Timofeiczuk Junior

Coorientador: Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich

CURITIBA

2022

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Lother, Peter Cristian

Adoção da manufatura enxuta pelo polo moveleiro do norte de Santa Catarina / Peter Cristian Lother. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Prof. Dr. Romano Timofeiczuk Junior

Coorientador: Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

Defesa: Curitiba, 29/04/2022.

Área de concentração: Economia e Política Florestal.

1. Indústria de móveis - Santa Catarina 2. Indústria de móveis - Concorrência - Santa Catarina. 3. Indústria de móveis - Produção enxuta. 4. Teses. I. Timofeiczuk, Romano Junior. II. Hoeflich, Vitor Afonso. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.83(816.4).

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **PETER CRISTIAN LOTHER** intitulada: **ADOÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA PELO POLO MOVELEIRO DO NORTE DE SANTA CATARINA.**, sob orientação do Prof. Dr. ROMANO TIMOFEICZYK JUNIOR, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Abril de 2022.

Assinatura Eletrônica

02/05/2022 09:54:53.0

ROMANO TIMOFEICZYK JUNIOR

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

02/05/2022 20:53:54.0

ANADALVO JUAZEIRO DOS SANTOS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

02/05/2022 11:06:10.0

ZENOBIO ABEL GOUVÊA PERELLI DA GAMA E SILVA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que, na sua infinita graça, sempre esteve ao meu lado nessa jornada, concedendo-me saúde e iluminando meus passos para que, com tranquilidade e êxito, eu tenha chegado até onde cheguei.

Aos meus pais Gunter Lothar (*in memoriam*) e Dilene que me deram o dom da vida e sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos vividos, apoiando e direcionando-me no caminho correto e justo.

À minha esposa Renata, parceira e cúmplice em todos os momentos, aos meus filhos Nicole, Pietra e Felipe que me ensinaram o verdadeiro significado da palavra amor e que são a minha família e a razão do meu viver.

Um agradecimento especial a minha querida Marilsa que me ensinou o significado da palavra gratidão e sempre procurou ajudar-me nos momentos difíceis que enfrentamos juntos em nossa trajetória.

Ao meu irmão gêmeo Ângelo que igualmente sempre esteve ao meu lado em orações e pensamentos positivos, apesar da distância física.

Ao meu orientador Prof. Dr. Romano Timofeiczyk Junior e ao meu coorientador Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich pela orientação, paciência e incentivos ao meu trabalho.

Ao meu amigo Gregório pela parceria nessa trajetória de aprendizado.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a aplicação da Manufatura Enxuta no Polo Industrial Moveleiro do Norte de Santa Catarina, compreendendo as cidades de São Bento do Sul, Rio Negrinho e Campo Alegre, o seu estágio de progresso, as suas dificuldades e os pontos de melhoria nesse processo de aplicação. Para isso foi realizada, entre os meses de novembro de 2020 a janeiro de 2021, uma pesquisa com um grupo de 27 empresas desse polo industrial englobando fabricantes de móveis de pequeno, médio e médio-grande porte. A lista de empresas foi selecionada com o auxílio das entidades de classe do setor moveleiro da região, de forma a considerar as diferentes realidades e tamanhos de empresas do polo pesquisado. A pesquisa utilizou um roteiro estruturado de entrevistas para auxiliar no levantamento de dados qualitativos, e investigou em detalhes o nível de aplicação e os resultados esperados sobre as ferramentas da Manufatura Enxuta apresentadas. Os principais resultados obtidos no estudo foram que a Manufatura Enxuta nesse polo moveleiro ainda se encontra em uma fase inicial de implantação e de entendimento dos seus princípios e ferramentas, tanto em relação à seleção e priorização das ferramentas quanto em relação a sua integração, de modo a atingir um melhor desempenho das empresas. Adicionalmente, o estudo também identificou as perdas industriais mais importantes (qualidade – tempos de espera) das empresas desse polo e as principais dificuldades relacionadas à implantação desse modelo de gestão, além de incluir recomendações, em nível técnico, para superar as lacunas identificadas e, em nível estratégico, para estruturar um suporte externo a essa iniciativa.

Palavras-chave: Produção Enxuta; Indústria Moveleira; Estratégia Industrial.

ABSTRACT

This work was conducted with the objective of providing a North Pole furniture sector diagnostic regarding actions and applications of lean manufacturing tools analyzing its stage of progress, difficulties and points for improvement to be adopted by the furniture industry in the Region encompassing São Bento do Sul, Rio Negrinho and Campo Alegre - in the State of Santa Catarina. To this end, between the months of November 2020 to January 2021, a search with 27 small, median and median-large furniture industries were conducted to obtain a better view and understanding of the segment. The list of companies was selected with the help of the furniture industry leaders in order of evaluating the different realities within the industry. The research used a structured script of interviews to assist in the collection of qualitative data, in order to characterize the companies, and the questions contemplated in the script allowed to observe the level of application and the expected results on the Lean Manufacturing tools presented. The main results obtained in the study were that the Lean Manufacturing in this furniture pole is still an in initial phase of implementation and understanding of its principles and tools, both in relation to the selection and prioritization of tools and in relation to their integration, to achieve better performance by companies. Additionally, the study also identified the most important industrial losses of companies (quality – waiting time) in this pole and the main difficulties related to the implementation of this management model, in addition to including recommendations, at a technical level, to overcome the identified gaps and, at a strategic level, to structure external support to this initiative.

Keywords: Lean Production; Furniture Industry; Industrial Strategy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 –	CASA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	20
FIGURA 2 –	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DO ESTUDO.....	39
FIGURA 3 –	MAPA MENTAL DA ATIVIDADE.....	42
QUADRO 1 –	FORMULÁRIO APLICADO – PRÁTICAS E FERRAMENTAS	44
QUADRO 2 –	GRADE DE AVALIAÇÃO- NÍVEL APLICAÇÃO E RESULTADOS ESPERADOS.....	45
GRÁFICO 1 –	COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH POR DIMENSÃO E TOTAL - 27 EMPRESAS.....	51
GRÁFICO 2 –	PERFIL DAS EMPRESAS PESQUISADAS COM BASE NO FATURAMENTO ANUAL.....	52
GRÁFICO 3 –	CHEFIAS E TÉCNICOS NA PRODUÇÃO DAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	53
GRÁFICO 4 –	NÍVEL DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ME.....	54
GRÁFICO 5 –	RADAR DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS.....	56
GRÁFICO 6 –	APLICAÇÃO 5S X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	58
GRÁFICO 7 –	APLICAÇÃO HEIJUNKA X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	59
GRÁFICO 8 –	APLICAÇÃO KAIZEN X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	61
GRÁFICO 9 –	APLICAÇÃO KANBAN X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	62
GRÁFICO 10 –	APLICAÇÃO TQM X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	63
GRÁFICO 11 –	NÍVEL DE RESULTADOS ESPERADOS DAS FERRAMENTAS DA ME.....	64
GRÁFICO 12 –	RADAR - RESULTADOS ESPERADOS X GANHOS	66
GRÁFICO 13 –	PRINCIPAIS TIPOS DE PERDAS IDENTIFICADAS.....	68
QUADRO 3 -	FERRAMENTAS DA ME E PRINCIPAIS PERDAS IDENTIFICADAS.....	69
GRÁFICO 14 –	PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	71
GRÁFICO 15 –	PERDAS POR DEFEITOS X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	72
GRÁFICO 16 –	TEMPO DE ESPERA X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	73

GRÁFICO 17 –	PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS x QUANTIDADE DE EMPRESAS.....	74
GRÁFICO 18 –	DIFICULDADE DE TREINAMENTO X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	75
GRÁFICO 19 –	RESISTÊNCIA À MUDANÇA X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	76
GRÁFICO 20 –	DIFICULDADE DE MÁQUINAS X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)	77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	CLASSIFICAÇÃO DO PORTE DAS EMPRESAS PELO FATURAMENTO ANUAL.....	40
TABELA 2 –	VARIÂNCIAS PARA O CÁLCULO DO ALFA DE CRONBACH.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR	Associação Catarinense de Empresas Florestais
CEP	Controle Estatístico de Processo
5S	Cinco sentidos (seiri-organização, seiton-arrumação, seiso-limpeza, seiketsu-normalização, shigetsu-autodisciplina)
Genba	Chão de fábrica
Genbutsu	Peça real
Genjitsu	Análise com fatos e dados reais
Heijunka	Nivelamento da produção
HRM	Gestão de Recursos Humanos
Jidoka	Autonomação
JIT	Just in time (Justo a Tempo)
Kaizen	Melhoria contínua
Kanban	Sistema de gerenciamento de materiais no fluxo produção
KPI	Key Performance Indicators – Indicadores Chaves de Performance
Lean Manufacturing	Manufatura Enxuta
Lean Thinking	Pensamento Enxuto
ME	Manufatura Enxuta
PDCA	Plan (planejar) – Do (fazer) – Check (checar) – Act (atuar)
PME	Pequenas e Médias Empresas
Poka-Yoke	À prova de erros
PPM	Partes por Milhão
QRQC	Quick Response Quality Control (Resposta Rápida Controle Qualidade)
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas Empresas
SINDUSMÓBIL	Sindicato das indústrias do setor mobiliário de São Bento do Sul
SMED – TRF	Single Minute Exchange of Die (Troca Rápida de Ferramentas)
STAKEHOLDERS	Partes interessadas no negócio
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)
TQM	Total Quality Management (Gerenciamento da Qualidade Total)
VSM (MFV)	Value Stream Map (Mapeamento do Fluxo de Valor)

WCM	World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial)
WIP	Work in Process (Inventário em Processo)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	19
3.1	CONTEXTO DA MANUFATURA ENXUTA.....	19
3.2	A MANUFATURA ENXUTA E A INDÚSTRIA MOVELEIRA.....	22
3.3	DESPERDÍCIO E PERDAS NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....	22
3.4	PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA.....	25
3.5	VALORES DA MANUFATURA ENXUTA.....	26
3.6	FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA.....	28
3.6.1	Metodologia Kaizen.....	29
3.6.2	Mapeamento do Fluxo de Valor - VSM.....	30
3.6.3	Manutenção Produtiva Total - TPM.....	30
3.6.4	5S.....	31
3.6.5	Heijunka – Nivelamento da Produção.....	32
3.6.6	Troca Rápida de Ferramentas – SMED.....	33
3.6.7	Poka-Yoke.....	33
3.6.8	Kanban.....	34
3.6.9	Gestão Visual.....	34
3.6.10	Total Quality Management - TQM.....	35
3.7	ASPECTOS RELEVANTES NA IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA.....	36
3.8	COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH	38
4	MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.1	REGIÃO DE ESTUDO.....	39
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	40
4.3	MAPA MENTAL DA ATIVIDADE.....	41
4.4	FORMULÁRIO E ENTREVISTAS.....	42
4.5	DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO DO FORMULÁRIO	44
4.6	PODER ESTATÍSTICO E ALFA DE CRONBACH.....	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1	ALFA DE CRONBACH.....	50
5.2	O PORTE DAS EMPRESAS	52
5.3	NÍVEL DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS.....	53
5.4	APLICAÇÃO DETALHADA DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS.....	58
5.4.1	5S.....	58
5.4.2	Heijunka.....	59
5.4.3	Kaizen.....	60
5.4.4	Kanban.....	61
5.4.5	TQM	63
5.5	NÍVEL DE RESULTADOS ESPERADOS DAS FERRAMENTAS.....	64
5.6	AS PRINCIPAIS PERDAS	67
5.7	AS PRINCIPAIS DIFICULDADES.....	74

5.7.1	Treinamento.....	75
5.7.2	Resistência à Mudança.....	76
5.7.3	Máquinas.....	77
5.8	DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO DA SITUAÇÃO EM FACE DA APLICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DA MANUFATURA ENXUTA	78
5.9	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	79
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	80
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICE 1 – LISTA DAS EMPRESAS RESPONDENTES.....	92
	APÊNDICE 2 – FORMULÁRIO APLICADO.....	93

1 INTRODUÇÃO

A indústria moveleira constitui um importante segmento da manufatura de transformação no Brasil, pelo significativo valor de sua produção e sua capacidade de gerar empregos. Esse setor é formado, predominantemente, por pequenos e médios negócios, de origem familiar, com uma dinâmica de operação determinada pelos equipamentos utilizados no processo produtivo. Entretanto, estas empresas estão se desenvolvendo, atingindo a produção de bens seriados e alcançando o mercado exportador (ACR, 2019).

No Brasil, as exportações de móveis e suas partes atingiram um faturamento de US\$ 691,35 milhões no período de jan./dez. 2020, sendo a Região Sul responsável por 49% da produção de móveis, com destaque na produção para exportação. Neste contexto, o estado de Santa Catarina ocupou o primeiro lugar do ranking de estados exportadores de móveis e suas partes com faturamento de US\$ 279,00 milhões, seguido dos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná (SINDUSMÓBIL, 2020).

O polo moveleiro do Norte Catarinense apresentou São Bento do Sul na liderança do ranking dos municípios exportadores de móveis do país, com faturamento de US\$ 139,58 (em torno de 50%) milhões, seguido de Rio Negrinho e Campo Alegre (SINDUSMÓBIL, 2020).

Esse polo industrial conta com 391 empresas e gera mais de 6.500 empregos diretos, destinando cerca de 80% da sua produção para o mercado externo. Essa indústria se caracteriza pela junção de diversos processos de produção (seriados, modulados, planejados e sob medida), que são compostos por diferentes matérias-primas, dentre elas madeira e metal, resultando, assim, em uma diversidade de produtos. A indústria moveleira faz parte do chamado 'setor tradicional da economia', que tem como aspectos em comum o reduzido dinamismo tecnológico; utilização elevada de mão de obra e a utilização relativamente alta de materiais de origem florestal, o que demonstra sua importância social, econômica e ambiental. Essas características apresentam-se de forma particularmente acentuada na indústria moveleira (ACR, 2019).

Em seus estudos, Faria, Vieira e Peretti (2012) consideram que o aumento do nível de exigência dos clientes ligados à inovação, à entrega, à qualidade, aos

prazos e, principalmente, aos preços dos produtos e serviços, obriga as firmas a flexibilizar sua produção e buscar, continuamente, o aumento da produtividade, eficiência e melhoria contínua, em meio a um mercado cada vez mais competitivo.

Para que esses desafios possam ser superados existem atualmente algumas ferramentas disponíveis pela Teoria Geral da administração como, por exemplo: Seis Sigma, Manufatura de Classe Mundial, Mapeamento Estratégico. No presente caso optou-se por utilizar a estratégia denominada Manufatura Enxuta.

Um enfoque importante é entender a Manufatura Enxuta - ME como uma estratégia de manufatura, isto é, um padrão global de decisões e ações que define o papel, os objetivos e as atividades da produção de forma que estes apoiem e contribuam para a estratégia de negócios da organização e o seu aumento de competitividade. Uma estratégia de manufatura afeta e determina o comportamento dos indivíduos, a competitividade e o sucesso de uma organização e aborda questões muito amplas sobre como os recursos deveriam ser configurados, a fim de se alcançar os objetivos corporativos desejados (LEAN WAY CONSULTING, 2015).

O sucesso para a introdução da Manufatura Enxuta independe de fatores como o nível de industrialização e/ou o tipo de tecnologia em uso. Isso se justifica pelo fato de que exige a adaptação das suas ferramentas e de suas práticas a cada caso específico, pois o pensamento enxuto em sua busca de definir precisamente o valor em termos de produtos específicos deve ignorar os ativos e as tecnologias existentes e repensar as empresas com equipes, com processos fortes e dedicados (SILVA, ALVES, FIGUEIREDO, 2011).

Ghosh (2013) constatou em uma pesquisa que aproximadamente 80% dos entrevistados implantaram muitas dimensões da Manufatura Enxuta, como o foco nas necessidades do cliente, um sistema puxado, a redução do tempo de preparação, a manutenção produtiva total e resolução de problemas entre departamentos. Os indicadores de desempenho melhoraram: alta produtividade, *lead time* reduzido, estoque reduzido e necessidade de espaço.

Diante dessas características e importância do assunto, este estudo teve como objetivo analisar a aplicação da Manufatura Enxuta como uma alternativa que contribua para a tomada de decisão dos empresários e gestores, possibilitando mais assertividade nas ações que busquem o fortalecimento e o crescimento do setor moveleiro, viabilizando possíveis oportunidades para a minimização de custos, a

melhoria do desempenho industrial e na redução de perdas dos processos analisados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o processo de aplicação da estratégia da Manufatura Enxuta nas indústrias do Polo Moveleiro na Região Norte de Santa Catarina.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Analisar a aplicação e os resultados da aplicação esperados das principais ferramentas da Manufatura Enxuta, considerando o porte das empresas.
- b. Identificar e avaliar as principais perdas e dificuldades no processo de implantação da Manufatura Enxuta.
- c. Apresentar um diagnóstico consolidado em face da aplicação das ferramentas.
- d. Propor um conjunto de medidas que acelerem e estabilizem o processo de implantação da Manufatura Enxuta como modelo competitivo de produção.

3 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

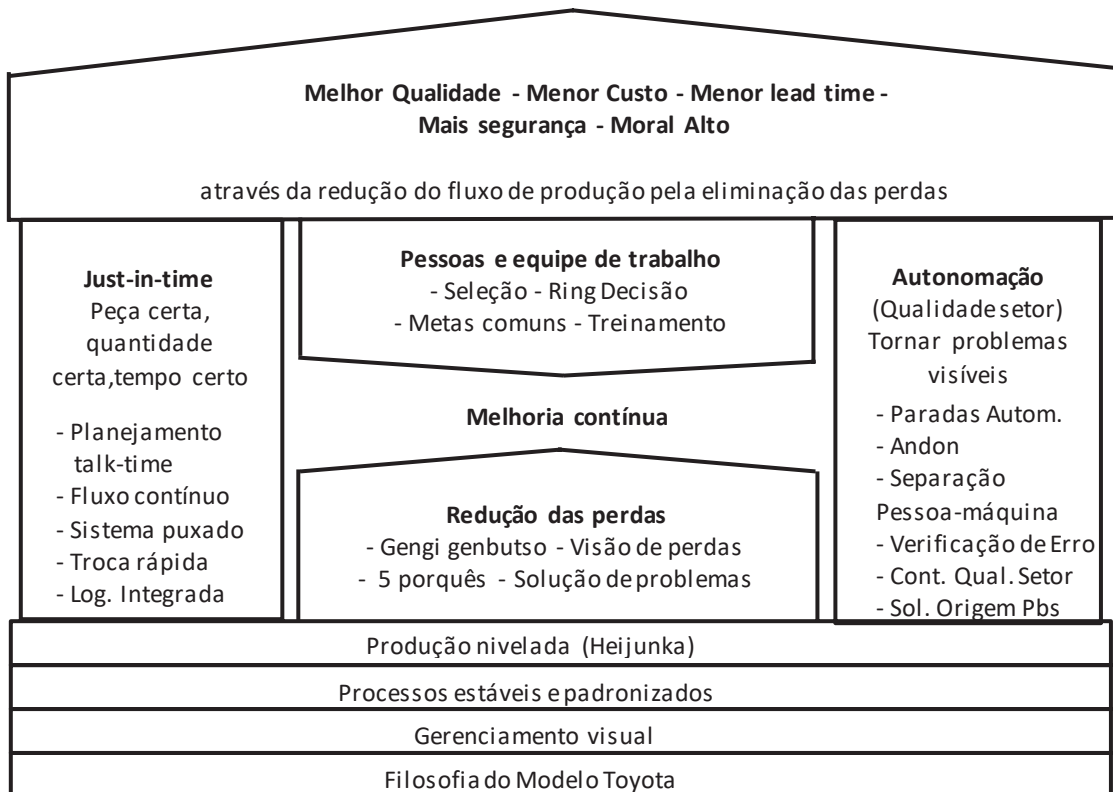
3.1 CONTEXTO DA MANUFATURA ENXUTA

De acordo com Negrão (2016), na tentativa de superar os desafios da globalização as organizações investem em práticas como: World Class Manufacturing- WCM, Manufatura Enxuta, Seis Sigma e outras que virão construir sistemas de produção mais enxutos e flexíveis, e que resultem na melhoria do nível de serviço ao cliente, redução de custos, inovação em produtos e processos. Segundo o autor, dentre essas práticas, merece destaque a Manufatura Enxuta, considerada mais do que um sistema de gestão da produção, ao abranger conceitos, filosofias, práticas e ferramentas relativos à qualidade total, planejamento da produção, gestão integrada do fornecedor, desenvolvimento de produto e capacitação de recursos humanos, o que a identifica como um sistema sociotécnico integrado cujo principal objetivo é eliminar desperdícios, simultaneamente reduzindo ou minimizando a variabilidade interna.

O fenômeno da globalização econômica gerou uma extraordinária competição entre as empresas, o que obriga a adoção de novos conceitos, métodos e técnicas de gestão da produção (ANTUNES JÚNIOR *et al.*, 2013). Desse modo, as empresas das mais diversas áreas de negócio precisam se tornar mais eficientes em seus processos produtivos e de gestão para serem competitivas em mercados que evoluíram em complexidade e no aumento de segmentação. Nesse cenário de concorrência acirrada, a ME se apresenta como uma solução de ampla aplicação e muito sucesso.

Conforme Liker (2005), a Manufatura Enxuta tem sua raiz em um sistema de produção desenvolvido na Toyota Motor Company no Japão na década de 1940 e que recebeu o nome de Sistema Toyota de Produção- STP, para superar um cenário de crise caracterizado pela escassez de recursos, estagnação econômica e, por fim, conseguir sobreviver no competitivo mercado automobilístico. Esse sistema está apresentado por meio de um esquema, demonstrado na figura 1, a seguir:

FIGURA 1 - CASA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO



Fonte: Liker (2005)

A figura 1 é suficientemente esclarecedora quanto ao sistema: seus objetivos estão no telhado da casa; seus dois grandes pilares: Just in Time (JIT) e Automação (Jidoka); sua base é a produção nivelada (Heijunka), o trabalho padronizado e melhoria contínua (Kaizen) (EATON, 2013).

A expressão *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta foi divulgada mundialmente por Jones Womack e Daniel Roos em 1990, nos Estados Unidos, combinando as vantagens da produção artesanal e em massa, por meio de um conjunto de ferramentas específicas, com equipes de trabalhadores qualificados. Usa equipamentos flexíveis para entregar volumes significativos de produtos de ampla variedade, além de buscar custos sempre baixos e nível mínimo de estoque, tendo sempre em mente a máxima satisfação do cliente – a qualidade aplicada (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

O sistema de produção enxuta se espalhou globalmente nas décadas de 1980 e 1990 com o desenvolvimento da montadora japonesa Toyota, e o foco

estavam na redução de desperdícios da cadeia produtiva (BOTTI, MORA, REGATTIERI, 2017). O segredo da Toyota foi perceber que reduzindo o tempo de produção e se concentrando em linhas flexíveis conseguiria uma melhor qualidade, melhor resposta ao cliente, melhor produtividade, melhor utilização dos equipamentos e do espaço (DOMINGO, 2015).

Assim, a ME em sua filosofia defende a eliminação dos desperdícios, reduzindo o excesso da capacidade ou estoque e removendo atividades que não agregam valor (MAIA, 2010). Para Chase, Jacobs e Aquilano (2006) a filosofia aborda a seguinte tríade: combate aos desperdícios, definição dos problemas de processo e alcance da produção otimizada, ou seja, é um sistema focado primordialmente na redução de custos (BOTTI; MORA; REGATTIERI, 2017).

Macedo e Possamai (2013) relatam que a ME propõe a utilização de um conjunto de ferramentas que também podem auxiliar as organizações do setor moveleiro a se manterem competitivas nos mercados em que atuam. Entre essas ferramentas pode-se citar: produção puxada, melhoria contínua, produção em células, nivelamento da produção entre outras (SHAH, WARD, 2003 *apud* JABBOUR *et al.*, 2012).

Ainda de acordo com Macedo e Possamai (2013) a permanente busca para a melhoria da competitividade é um desafio para todas as empresas e uma das principais respostas tem sido a implantação da ME. A questão a tratar é como essas iniciativas estão sendo conduzidas, quais as dificuldades encontradas e como estabilizar esse processo.

Entretanto, Houshmand e Jamshidnezhad (2005) enfatizam que a ME não é somente um conjunto de técnicas, mas sim uma nova visão da administração da produção. Sua implantação exige um longo tempo para que a cultura da força de trabalho se adapte e adquira uma nova forma de conscientização de todos em relação às mudanças necessárias nos modelos de administração da produção e suas constantes alterações.

Para Ritzman e Krajewski (2017), apesar do Sistema Toyota de Produção (STP) ser visto como um conjunto de ferramentas, na verdade a Toyota criou uma organização de aprendizagem ao longo de 50 anos e isso é fundamental já que os sistemas de ME exigem aperfeiçoamentos constantes para aumentar a eficiência e reduzir as perdas.

O objetivo da Manufatura Enxuta é satisfazer as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, a custo mais baixo e com o menor *lead time* possível, além de proporcionar um ambiente de trabalho seguro, ajudando a elevar o moral dos seus colaboradores (LEAN WAY CONSULTING, 2019).

Liker e Meier (2007) sugerem que os princípios da Manufatura Enxuta podem ser explicados por 4Ps: (i) philosophy (filosofia): a base para o pensamento de longo prazo é a filosofia enxuta, pela qual os líderes veem a empresa como um veículo para agregar valor aos clientes, à sociedade, à comunidade e aos seus funcionários; (ii) process (processo): o princípio é que processos certos geram resultados certos; (iii) people & partners (pessoas e parcerias): Segundo esse princípio é fundamental o desenvolvimento de longo prazo, de pessoas e parceiros, como modo de adição contínua e sistemática de valor aos clientes; e uma boa alternativa é agregar valor ao clientes desafiando seus funcionários e parceiros a crescer; (iv) problem solving (solução de problemas): a solução contínua da raiz dos problemas conduz à aprendizagem organizacional e à melhoria contínua.

A Manufatura Enxuta permite produzir grandes volumes de produtos e serviços com menos esforço, em áreas de produção menores e com custos mais baixos. Em essência, suas ferramentas constituem um conjunto de métodos de aplicação prática do sistema proposto. Essas ferramentas incluem, em particular, o sistema de organização do local de trabalho 5S, Just in Time, kanban, kaizen blitz, trocas rápidas (SMED), prevenção de erros, criação de um mapa de fluxo de valor (Value Stream Mapping), manutenção universal de equipamentos (TPM - Total Manutenção Produtiva), Gestão visual, autonomia, células em forma de U, entre outros (GÁLOVA, RAJNOHA, ONDRA, 2018; VAN DER STEEN, TILLEMA, 2018).

3.2 A MANUFATURA ENXUTA E A INDÚSTRIA MOVELEIRA

O Estado de Santa Catarina tem relevância na exportação de móveis de madeira e, os municípios de São Bento do Sul e Rio Negrinho apresentam a maior concentração desse tipo de empresas colaborando fortemente com a balança comercial do estado ao destinar grande parte de sua produção ao mercado internacional desse segmento (ACR, 2019).

A indústria brasileira de móveis, com predominância de madeira, se caracteriza pelo perfil de pequenas e médias empresas que atuam em um mercado amplamente segmentado e pulverizado, e intensivo em mão de obra (ACR, 2019).

Macedo e Possamai (2013) relatam em seus estudos que os esforços no Brasil para a aplicação da Manufatura Enxuta na indústria moveleira têm ocorrido nessa direção há mais de uma década.

Em estudo de caso realizado por Ribeiro (2019) sobre a implantação de ferramentas de ME em uma empresa moveleira, o autor relata que o estado futuro proposto acarreta a redução de: 15,6% no tempo de percurso; 38,7% no gargalo do processo (pré-montagem); 31,2% no tempo de processamento e aumento de 18,8% em produtividade. Esses números demonstram os benefícios da implantação da ME em valores similares em ordem de grandeza àqueles encontrados na literatura e representam uma grande vantagem competitiva para a empresa, que assim poderá investir na captação de novos clientes e em seu crescimento vertical.

Com enfoque em pequenas e médias empresas, Matt e Rauch (2013) entendem que os métodos utilizados em grandes sistemas produtivos não se aplicam a elas de modo direto, e os autores relatam que um grande número delas, interessadas em adotar técnicas de Manufatura Enxuta, não alcançou os resultados desejados. Isso, normalmente, é consequência da falta de informação, resultante de conceitos copiados, que não se aplicam a todas as empresas.

3.3 DESPERDÍCIO E PERDAS NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Taiichi Ohno, engenheiro industrial e empresário japonês, é considerado um dos principais nomes da Qualidade e pai do Sistema Toyota de Produção, que inspirou o Lean Manufacturing nos EUA.

Ele concebeu os sete desperdícios (ou “muda” termo em japonês) como parte deste sistema. Ohno (1997) define desperdícios como tudo aquilo que consomem algum tipo de recurso, porém não agregam qualquer valor ao processo e, assim sendo, para se obter lucro, continuar sobrevivendo e empregando, a inexistência de desperdícios nas empresas é a meta a ser atingida incansavelmente.

Macedo e Possamai (2013) em seu artigo sobre aplicação da ME na indústria moveleira descrevem que todas as ações para eliminar os desperdícios resultam

diretamente em redução de custos. A implantação das ferramentas como células de manufatura, manutenção preventiva total, 5S, dispositivos a prova de falhas, mapa de fluxo de valor, fluxo contínuo, entre outras, fizeram com que houvesse um aumento na produtividade e assim as empresas pesquisadas se posicionaram de forma mais agressiva, conquistando vantagem competitiva no mercado.

De acordo com os estudos de Ogayar e Galante (2013), um exemplo típico da aplicação de ferramenta da ME é o *setup* rápido, ou seja, a diminuição dos tempos de paradas de máquina em trocas de ferramentas, sendo muito utilizada em indústrias que produzem diferentes produtos em máquinas comuns a todos ou alguns produtos diferentes entre si, como é o caso da indústria moveleira.

Werkema (2012) enfatiza que a essência da ME está em reduzir os sete tipos de desperdícios, ou sete perdas, identificados por Taiichi Ohno, pioneiro a dar ênfase à necessidade de sua eliminação:

- a) Perda por superprodução: perda oriunda da produção além da quantidade requisitada pelo mercado, gerando estoques e consumo excessivo de material. Ela acontece por dois motivos: produção em excesso para prevenir perdas por qualidade ou produção por antecipação, para evitar paradas futuras;
- b) Perda por tempo de espera: são intervalos de tempo em que, por motivos diversos, homens ou equipamentos não estejam sendo utilizados de forma produtiva, ou seja, os trabalhadores e/ou as máquinas estão ociosos;
- c) Perda por transporte: transporte ou deslocamento de materiais de fornecedores até a empresa, dela até o cliente ou entre os departamentos da empresa; enfim são gastos de recursos financeiros e de tempo, mas sem valor agregado ao produto;
- d) Perda por processo: consistem nas atividades de processamento ou fabricação desnecessária para que o produto ou serviço adquira suas características básicas de qualidade, visando à geração de valor para o cliente ou usuário;
- e) Perda por estoque: estoques excessivos sejam de matéria-prima, produto em processo ou acabado, aumenta o custo de um produto, além de ocupar espaço físico, exigir funcionários e sistemas de controle;

- f) Perda por movimento: pode-se dizer que ‘movimentar-se’ não significa ‘produzir’. O *layout* da fábrica pode exigir movimento excessivo de operadores, o que aumenta o custo de mão de obra no produto;
- g) Perda por produtos defeituosos: quando um produto é rejeitado por apresentar defeitos ou por não atender às especificações de projeto.

Além das sete perdas elaboradas por Taiichi Ohno e descritas neste estudo, Muniz Jr. (2007) entende que existe uma oitava perda, desta vez relativa ao Conhecimento – perdas relacionadas a não utilização do conhecimento e habilidades dos operadores para eliminação de perdas, implantação de melhorias e inovações, bem como pela falta de compartilhamento do conhecimento adquirido.

3.4 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Conforme Womack e Jones (2004), na Manufatura Enxuta existe um foco prioritário na eliminação dos desperdícios e que deve ser tratado e abordado por cinco princípios considerados fundamentais.

De acordo com o Lean Institute Brasil (2015) esses princípios podem ser assim detalhados:

1. Identificar o valor: a identificação do valor é o ponto de partida da Manufatura Enxuta. O valor do produto deve ser definido pelo cliente final e não pela empresa. O produto deve ter requisitos que atendam às necessidades do cliente, além de possuir um preço específico e ser entregue em um prazo adequado;
2. Mapear o fluxo de Valor: consiste em analisar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: processos que efetivamente geram valor; processos que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados.
3. Criar o Fluxo Contínuo: o efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente um produto oferece à

empresa oportunidade de atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente. Um fluxo de valor consiste em encontrar a sequência ideal de etapas que criam valor visando a não interrupção desta sequência. Na determinação do Fluxo devem ser eliminadas todas as formas de desperdício já descritas;

4. Estabelecer a Produção Puxada: consiste em produzir apenas aquilo que é necessário, quando for necessário. Isso evita acumular estoque de materiais e produtos ao fabricar e fornecer aquilo que o cliente deseja quando o cliente precisar, nem antes nem depois;
5. Buscar a perfeição: nesta etapa ocorre a busca pela perfeição e que deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos nos fluxos de valor. Trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia, em busca da perfeição. Para isso, a empresa utiliza metodologias de melhoria contínua como Kaizen, ciclo PDCA, entre outras.

Cordeiro (2007) afirmou que a aplicação dos princípios e técnicas da Produção Enxuta está relacionada à mudança de paradigma. O autor também sinaliza que as empresas brasileiras não estão dispostas a fazer os investimentos necessários em capacitação de funcionários e aguardar o tempo para que os resultados apareçam. Portanto, acabam descontinuando ou deixando de implantar componentes essenciais alegando resultados insuficientes.

Antunes (2008), ao entender que a Manufatura Enxuta é um sistema de produção, explicou que seus elementos (da ME) afetam uns aos outros e, dessa forma, atuam para o alcance de um propósito comum, com vistas a auxiliar na busca de mais competitividade.

3.5 VALORES DA MANUFATURA ENXUTA

Suarez (2021) ressalta que existem conceitos importantes na Manufatura Enxuta como 'Respeito pelas Pessoas' e 'a Filosofia do Kaizen', que são mencionados desde a criação do STP. Para o autor, isso acontece porque são valores inerentes à cultura japonesa e está tão inserido nessa sociedade que não

faz sentido explicá-los. São cinco valores: Kaizen como Filosofia, Respeito pelas Pessoas, Transparência Total, Presença no Genba e o Coletivo acima do Indivíduo.

Kaizen como Filosofia de acordo com Suarez (2021), é uma forma de olhar e entender o mundo, uma Filosofia com raízes nos ensinamentos tradicionais da cultura japonesa. A Filosofia Kaizen permeia todas as suas atividades e, nessa perspectiva, tudo pode ser melhorado por meio de pequenos ajustes que se acumulam para trazer grandes mudanças. Para o autor, a Filosofia Kaizen faz a Manufatura Enxuta ser como uma jornada, um caminho para a perfeição, no qual todos juntos devem trabalhar na melhoria, resolvendo problemas e buscando uma melhor solução, compartilhando experiências e conhecimentos, apenas com trabalho.

Conforme Bicheno e Holweg (2009) é importante entender a ME como muito mais do que um conjunto de ferramentas e considerar que nela existem dimensões humanas de motivação, capacitação e respeito pelas pessoas, que são elementos imprescindíveis para a eficácia e manutenção de todos os programas Lean. Conforme Suarez (2021) essas dimensões podem ser sintetizadas como 'Respeito pelas Pessoas' e esse autor entende que esse valor trata da urgência de garantir saúde e integridade física aos funcionários, proteger as pessoas de abuso de qualquer natureza, aceitar sua individualidade, assegurar um ambiente de trabalho adequado ao desempenho esperado e, sobretudo, dar autonomia e incentivo.

O terceiro valor refere-se à Transparência Total que Suarez (2021), exemplifica como um indivíduo, ao caminhar por uma fábrica enxuta, recebe um volume expressivo de informações, em que em cada setor, uma placa enorme e faixas visíveis no piso, um andon indica a produção do turno; um mural com alguns gráficos mostra os objetivos de qualidade e desempenho; uma lâmpada vermelha em uma máquina está sinalizando necessidade de ajuda técnica e em uma mesa alta, cercada por operadores, pode estar uma peça marcada 'suspeita'. Isso é chamado de Gestão à Vista e significa transparência, pois requer coragem mostrar falhas e dar visibilidade aos problemas.

Outro valor é a 'Presença no Genba', analisado e apresentado por Taiichi Ohno e Kazuo Kawashima. Para Ohno (1997), um ponto vital da Manufatura Enxuta é sua famosa frase 'Genchi Genbutsu', ou seja, 'vá e veja você mesmo'. Conforme Suarez (2021), Kazuo Kawashima, criador do Quick Response Quality Control –

QRQC -assinalava a importância do ver, analisar, entender e tomar a decisão final. Isto é o 'San Gen Shugi': Ir até o piso de fábrica (GENBA), verificar a peça real (GENBUTSU) e analisar com fatos e dados reais (GENJITSU).

O valor do 'Coletivo acima do Indivíduo' é vital, pois ainda de acordo com Suarez (2021), o trabalho em equipe permite envolver os principais interessados no projeto, reunir competência, habilidades e atitudes diversas, reduzir problemas e falhas como algo individual, multiplicar o aprendizado obtido na ferramenta, facilitar a implantação no piso de fábrica, criar uma "pressão" do grupo sobre a atuação da pessoa e melhorar o desempenho e sustentação das soluções obtidas.

Katzenbach e Smith (2001) enfatizam que as vantagens do trabalho em equipe estão bastante difundidas: a equipe permite administrar favoravelmente as diferenças; aumenta a motivação dos participantes; melhora a qualidade das decisões e constitui um meio democrático de partilhar o poder.

Finalizando, de acordo com Suarez (2021) esses valores devem ser cultivados cuidadosamente pelos gestores, incentivados e reconhecidos pela empresa, lembrando que nenhuma ferramenta Lean terá sucesso sustentável sem que seja uma parte efetiva da cultura organizacional.

3.6 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

De acordo com Emiliani (2004) os conceitos do Pensamento Enxuto são operacionalizados por um conjunto de ferramentas específicas, como métodos de análise, ferramentas de melhoria e novos arranjos organizacionais, válidos para operações de manufatura como serviços. Essas ferramentas servem para simplificar o trabalho, melhorar a qualidade, reduzir o tempo de operação e focar os funcionários em atividades que agregam valor.

Neste ponto do estudo é fundamental ressaltar o pensamento de Liker (2005), de que o STP, e com certeza a Manufatura Enxuta, não constituem apenas um conjunto de ferramentas e termos como o 5S (5 Sensos), Kanban (Sistema de gerenciamento de materiais no fluxo produção, VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor), SMED (Troca Rápida de Ferramentas) e outras. É um sistema de produção em que as partes contribuem para o todo e cuja base concentra-se em apoiar e

estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos com que trabalham.

Além disso, deve-se frisar a importância de adequar o sistema da produção enxuta a cada organização para que seja possível aplicar a Manufatura Enxuta em seu pleno potencial. Portanto, cabe à empresa entender o “porquê” e “como” utilizar os ensinamentos, a fim de aprender, adaptar e melhorar (MELO *et al.*, 2008).

3.6.1 Metodologia Kaizen

Entendem Womack e Jones (2004) que Kaizen é a melhoria contínua e incremental de uma atividade a fim de criar mais valor com menos desperdício e quando aplicado no local de trabalho, envolve a todos, de gerentes a operários.

Chaves Filho (2010) descreve que as vantagens de implantação de práticas de Kaizen incluem resultados importantes como uma atitude de aprendizagem contínua e desenvolvimento do potencial mental, senso de apropriação (olho do dono), aproximação entre os que gerenciam e os gerenciados, alto nível de motivação, atingindo toda a organização e terceirizados, processos mais estáveis, desperdícios e custos, reforço de outras práticas existentes na organização, mais tempo para que gerentes e supervisores desempenhem seu próprio papel e ampliação da visão.

Ressalta ainda Chaves Filho (2010) que a Metodologia Kaizen, por meio dos chamados Eventos Kaizen, tornou-se uma ferramenta sistemática para implantação dos princípios e ferramentas de Manufatura Enxuta que, com variações menores, recebeu nomes como: Workshops Kaizen, Kaizen Blitz; Semana Kaizen, Kaizen Rápido; Genba Kaizen e outros.

Todas as ferramentas da Manufatura Enxuta são passíveis de serem aplicadas conjuntamente com o Kaizen, que tem sido amplamente mencionado ao produzir mudanças e resultados positivos para as empresas que aplicam (SUÁREZ-BARRAZA, RAMIS-PUJOL, KERBACHE, 2011).

Hailu *et al.* (2017) realizaram uma pesquisa na indústria de transformação sobre os fatores críticos de sucesso para a implementação sustentável do Kaizen e constataram que os principais fatores são: preparação (16%), controle de processo

(10,3%), planejamento (10%), implementação (9,3%), liderança eficaz (8,5%) e avaliação contínua (8,3%).

Mano *et al.* (2014) relatam que especialistas Kaizen sustentam que essa ferramenta ajuda a motivar os trabalhadores a prestar atenção a aspectos da operação do negócio, de forma a melhorar a produtividade e a qualidade do produto.

3.6.2 Mapeamento do Fluxo de Valor – VSM

Conforme Rother e Shook (2012) o Mapeamento do Fluxo de Valor, conhecido por Value Stream Mapping (VSM), é uma ferramenta que auxilia a implantação da Manufatura Enxuta ao permitir visualizar o processo produtivo de forma sistêmica, com foco nas atividades com valor agregado ao cliente final, assim identificando as fontes de desperdícios e propondo melhorias no fluxo e, por fim, aprimorando o processo. Ele também auxilia no gerenciamento dos processos, materiais, informações e no planejamento de negócio. Também gera uma visão esquemática do processo de fabricação e para isso utiliza alguns dados, como: tempos de ciclo, tempos de setup, estoques, bem como o fluxo de produção e de informações ao longo do processo (SPARKS, 2014).

De acordo com Rother e Shook (2012), os benefícios provindos da aplicação do mapeamento do fluxo de valor vão além da eliminação de desperdícios e otimização do fluxo de manufatura, sendo eles: a definição da real capacidade produtiva das máquinas; a estimativa real do *lead time* de produtos; a definição de custos envolvidos no processo; a disponibilidade de recursos; a elaboração de metas e planos de ação para melhorias identificadas; o fluxo de Informação; o fluxo de materiais; o fluxo da produção; a otimização do espaço físico; a redução do índice de retrabalho; a otimização do uso de equipamentos.

3.6.3 Manutenção Produtiva Total - TPM

A TPM busca introduzir uma boa prática em manutenção na produção por meio da busca de cinco metas, citadas por Slack, Chambers e Johnston (2018): melhorar a eficácia dos equipamentos, realizar manutenção autônoma, planejar a

manutenção, treinar todo o pessoal em habilidades e gerir os equipamentos logo no início.

Souza (2013) considera a TPM como uma estratégia de gestão dos equipamentos concebida para alcançar eficiência máxima pelo envolvimento dos operadores, buscando eliminar falhas, defeitos, perdas e desperdícios e visando a eficiência máxima das máquinas e equipamentos. Uma vez que é mais rápido e mais fácil resolver problemas preventivamente, o time de manutenção ganha tempo para dedicar-se a melhorias nas técnicas de manutenção, que resultará no aumento da vida útil dos equipamentos.

Bakri *et al.* (2012) ressaltam que a integração do TPM com a Manufatura Enxuta torna possível, compreensível e consistente diversas práticas de manufatura com foco na melhoria da performance.

3.6.4 5S

Enfatizam Souza, Augusto e Santos (2014) que o 5S é um conjunto de técnicas japonesas, criado com o objetivo de possibilitar um ambiente de trabalho adequado para maior produtividade facilitando, com isso, eliminar desperdícios, reduzir custos, mudar a atitude das pessoas, não apenas no local de trabalho, mas em todas as áreas da vida. Para os autores, é um sistema organizador, mobilizador e transformador, que quebra a resistência das pessoas à mudança, gerando novos padrões comportamentais. Sua grande vantagem é a simplicidade e fácil aplicação prática, de aplicação possível em qualquer organização.

Souza, Augusto e Santos (2014) entendem ainda que o 5S é um pré-requisito da Manufatura Enxuta e baseia-se em cinco princípios básicos, que são os cinco sentidos:

1. Seiri: Senso de utilização: saber usar sem desperdiçar, adquirindo e usando somente o necessário, descartando os recursos inúteis;
2. Seiton: Senso de organização: colocar em ordem para facilitar o acesso e a reposição, planejando locais adequados para os recursos;
3. Seiso: Senso de limpeza: saber usar sem sujar, eliminando as fontes de sujeira. 'Local limpo não é aquele onde mais se limpa, mas onde menos se suja';

4. Seiketsu: Senso de saúde: padronizar e manter os primeiros 3S, no dia a dia, além de cuidar da saúde do corpo e da mente e investindo em todas as dimensões na busca da felicidade;
5. Shitsuke: Senso de autodisciplina: cumprir rigorosamente o que for estabelecido, com disciplina, respeito e autocontrole.

A melhoria contínua de uma empresa implica que ela mantenha sempre um esforço para aumentar os seus níveis de produtividade e eficiência, para isso, a implantação dos 5S é fundamental por vantagens (HIRANO, 2018), tais como:

1. Prevenir o uso de ferramentas incorretas e a má utilização dos equipamentos por meio da organização e ordem;
2. Conservar os equipamentos limpos reduz a probabilidade de erros;
3. Manter as ferramentas limpas e arrumadas sempre no mesmo local permite ter um tempo de troca de ferramentas quase nulo;
4. Detectar os erros é mais fácil se o espaço estiver limpo e arrumado;
5. Preservar o local de trabalho limpo e organizado permite ao trabalhador ter uma consciência maior sobre a maneira como realiza os processos e melhora o seu desempenho;
6. Eliminar o desperdício permite uma libertação de espaço;
7. Colocar os objetos, ferramentas, peças etc., de uma maneira organizada para não haver o risco de estas partirem ou magoarem algum trabalhador;
8. Eliminar os desperdícios, lesões, falhas e defeitos, garante a preferência do cliente.

3.6.5 Heijunka - Nivelamento da Produção

O termo japonês Heijunka é utilizado para o nivelamento da produção de forma a manterem-se constantes, ao longo do tempo, o mix e o volume de produtos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2018). Significa nivelar o volume e variedade, ou seja, o mix de produtos a ser produzido. Dentro de uma visão de produção puxada pelo cliente, a proposta não é fabricar produtos de acordo com o fluxo real de pedidos, que sobem e descem rapidamente, mas tomar o volume total de

pedidos em um período e nivelá-los para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia (LIKER, 2005).

Em seus estudos, Liker (2005) identificou os principais benefícios da aplicação do Heijunka: flexibilidade para fabricar o que o cliente deseja quando ele deseja, redução do risco de não vender os produtos, uso balanceado de mão de obra e de máquinas, demanda uniformizada para os processos e para os fornecedores da planta e esses benefícios podem ser estendidos ao longo da cadeia de suprimentos.

3.6.6 Troca Rápida de Ferramentas - SMED

A implantação da Manufatura Enxuta e seus princípios passam a obter especial flexibilidade no processo produtivo e a principal ferramenta que propicia um menor tamanho do lote de entrega é a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) ou Single-Minute Exchange of Die (SMED). É uma ferramenta de redução dos tempos de preparação dos equipamentos que possibilita a produção econômica em pequenos lotes, reduzindo estoques de materiais e tempos de percurso e, por consequência, uma resposta rápida diante das mudanças no mercado consumidor. Outra vantagem da troca rápida de ferramentas é a produção econômica de pequenos lotes de fabricação, o que geralmente ocorre com a necessidade de baixos investimentos no processo produtivo (SHINGO, 2018).

3.6.7 Poka-Yoke

O Poka-Yoke é uma palavra de origem japonesa cujo significado é *mistake-proofing*, ou seja, à prova de erros. Poka significa erros irrefletidos enquanto yoke provém da palavra yokeru, que significa evitar (GROUT, TOUSSAINT, 2010).

Poka-Yokes, para Hollnagel (2004), são sistemas destinados à prevenção e detecção de perdas de qualquer natureza (por exemplo, produtos defeituosos e acidentes de trabalho), sendo constituídos por barreiras físicas e/ou funcionais e/ou simbólicas, que contribuem para a redução da variabilidade e manutenção da estabilidade em processos.

3.6.8 Kanban

Conforme Womack, Jones e Roos (2004), o princípio da produção puxada significa a capacidade de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer e quando o cliente quer. Nesse sentido, é o pedido real do cliente que dispara os processos (em cadeia para trás) e não mais a projeção de vendas, e assim é o processo seguinte que solicita a produção do processo anterior. Isso é concretizado pelo Kanban que sinaliza e informa ao processo-fornecedor o que produzir, quando e em que quantidade, controlando e balanceando a produção, eliminando, assim, as perdas e controlando visualmente os processos.

Ohno (1997) assinala que são funções do Kanban:

- 1- Fornecer informações sobre apanhar ou transportar;
- 2- Fornecer informações sobre a produção;
- 3- Impedir a superprodução ou o transporte excessivo;
- 4- Servir como uma ordem de fabricação afixada nas mercadorias;
- 5- Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz;
- 6- Revelar problemas existentes e manter o controle de estoque.

3.6.9 Gestão Visual

Milnitz (2013) define a Gestão Visual como um sistema de gestão que melhora o desempenho organizacional por meio da conexão e alinhamento da visão, dos valores básicos, dos objetivos e da cultura com outros tipos de gestão, como por exemplo, gestão de processos, gestão de estoque, gestão da produção, gestão da qualidade, entre outras, envolvendo as partes interessadas por meio de estímulos que abordam diretamente um ou mais dos cinco sentidos humanos.

De acordo com Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2010), a Gestão Visual pode ser entendida como uma estrada, onde as vias são designadas e separadas para cada mão, com marcações nela pintadas: sinalizadores de velocidade, placas com melhores práticas no trânsito, policiais rodoviários são facilmente reconhecidos por seus uniformes e seus postos são sempre sinalizados. Enfim, qualquer produção deve ser como uma estrada, visualmente estruturada e gerenciada por si mesma.

Esse é o papel da Gestão Visual em qualquer empresa e área de negócios. Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2010) acrescentam as seguintes funções do Gerenciamento Visual: transparência, disciplina, melhoria contínua, facilitação do trabalho, *on the job training*, criação de participação compartilhada e gerenciamento por fatos.

3.6.10 Total Quality Management - TQM

Slack, Chambers e Johnston (2018) explicam que a noção de TQM foi introduzida por Feigenbaun em 1957 e é definida como um sistema eficaz para integrar as forças de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade dos vários grupos de uma organização, permitindo levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos da operação e que atendam plenamente à satisfação do consumidor.

Ainda segundo Slack, Chambers e Johnston (2018) TQM é um modo de agir e pensar a produção, que está baseado em certos conceitos:

1. Atendimento das necessidades e expectativas dos clientes, vendo as coisas do ponto de vista do consumidor, o elemento mais importante da organização;
2. Inclusão de todas as partes da organização, pois, para que uma organização seja verdadeiramente eficaz, cada parte dela, cada departamento, atividade deve trabalhar em conjunto, uma vez que todas as pessoas se e são afetam afetadas entre si;
3. Inclusão de todas as pessoas da organização, ou seja, associar TQM à qualidade na fonte, destacando o impacto que cada funcionário tem sobre a qualidade, sua responsabilidade individual na obtenção da qualidade;
4. Exame de todos os custos relacionados à qualidade, considerando todos os custos de prevenção; de avaliação; de falha interna e de falha externa;
5. Fazer 'as coisas certo da primeira vez', por exemplo, enfatizando a construção da qualidade desde o *design*, em vez de apenas inspecionar, ou seja, direcionar o foco da qualidade no projeto;
6. Desenvolvimento de sistemas e procedimentos que apoiem qualidade e melhoria contínua, desenvolvendo a estrutura organizacional,

responsabilidades; procedimentos; processos; e recursos para suportem a gestão da qualidade;

7. Desenvolvimento de um processo de melhoria contínua.

3.7 ASPECTOS RELEVANTES NA IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Ferreira (2018) enfatiza que é muito comum ocorrerem falhas ou dificuldades na prática da Manufatura Enxuta, pois muitas empresas e os agentes de mudança focam nas ferramentas, sem compreender que o Lean é uma filosofia a se fundir na cultura organizacional, cujo envolvimento dos gerentes e compreensão de todos os colaboradores é imprescindível nas operações a serem realizadas.

Evidentemente, a implementação da Manufatura Enxuta, em qualquer caso, não é uma tarefa simples, pois cada negócio possui características distintas e não há um modelo padronizado de implementação capaz de atender todos os cenários (REILLY, HEALY, DUBHGHAILL, 2018).

Além disso, é necessário que a organização entenda suas capacidades, limitações e objetivos para que a implementação de uma cultura de melhoria contínua baseada nos conceitos do *Lean Manufacturing* seja bem-sucedida (SHAH, WARD, 2003).

De acordo com Womack (2016) a parte difícil de implementar a Manufatura Enxuta não tem sido o uso de suas ferramentas, mas sim a mudança de mentalidade dos gerentes. O fator de sucesso para implementação e, sobretudo, manutenção da Manufatura Enxuta é a conscientização sobre a mudança cultural que deve ser promovida e praticada pela gestão. A dificuldade não é técnica, ou seja, não é em aplicar as ferramentas disponíveis da Manufatura Enxuta, mas no comportamento das pessoas, na mudança de pensar sobre o tema.

Bortolotti, Boscarri e Danese (2014) explicam que as fábricas que aplicam a Manufatura Enxuta com sucesso costumam dedicar mais atenção às práticas *soft* (comportamentais), como treinamento de funcionários, gestão da liderança voltada à qualidade, melhoria de solução de problemas em pequenos grupos, a manutenção de relações mais cooperativas com fornecedores e clientes e a promoção de uma filosofia de melhoria contínua. São consideradas *hard* (técnicas) as ferramentas

clássicas do STP como Just in Time (JIT), Kanban, Controle Estatístico do Processo (CEP), entre outras.

De acordo com Rodrigues (2014), a Manufatura Enxuta pode ser aplicada por organizações de qualquer ramo de atividade, mas para que se obtenha sucesso, devem-se levar em considerações os seguintes critérios: total comprometimento da alta gestão, disciplina e comprometimento do corpo funcional, flexibilidade para o realinhamento da cultura da organização e entendimento adequado do Pensamento Enxuto.

Gupta e Jain (2013) salientam que o conceito de Manufatura Enxuta pode parecer fácil, mas sua implantação não o é, pois tende a mudar a cultura da empresa e as mudanças resultantes são consideradas barreiras ao processo de sua implantação, uma vez que afetam os trabalhadores da organização que, por sua vez, têm dificuldade em se adaptar e responder a elas. Essas barreiras podem ser superadas pela adoção de uma cultura de comunicação e treinamento adequados para todos na organização, ao aumentar sua compreensão do processo em andamento. Além disso, a consciência entre funcionários sobre as diferentes ferramentas e vários princípios por trás dessa estratégia e seu uso em diferentes circunstâncias desempenham um papel importante.

Em momentos diferentes foram feitas críticas ao Pensamento Enxuto, esquecendo-se o fato de que ele precisa e continua a evoluir para assim consolidar-se como filosofia de gestão e não somente uma reunião de ferramentas operacionais. Hines, Holweg e Rich (2004) consideram que a Manufatura Enxuta abrange dois níveis: estratégico e operacional e chamam a atenção para o fato de que qualquer conceito que promova valor ao cliente pode estar alinhado a uma estratégia enxuta, mesmo que as ferramentas do chão de fábrica não sejam utilizadas. E ressaltam que é necessário diferenciar o Pensamento Enxuto de nível estratégico da Manufatura Enxuta de nível operacional para entendê-la como um todo, de modo a empregar as ferramentas e estratégias corretas para promover valor ao cliente.

3.8 COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH

O Coeficiente Alfa de Cronbach, descrito por Lee J. Cronbach (CRONBACH, 1951), é uma das ferramentas estatísticas mais importantes e difundidas em pesquisas que envolvem a construção de testes e sua aplicação.

Shavelson (2009) afirma que o Coeficiente Alfa de Cronbach provou-se útil pelas seguintes razões:

1. Coeficiente Alfa de Cronbach fornece uma medida razoável de confiabilidade em um único teste. Dessa forma, não são necessárias repetições ou aplicações paralelas de um teste para a estimativa da sua consistência;
2. A fórmula geral do Coeficiente Alfa de Cronbach permite sua aplicação a questionários de múltipla escolha de escalas dicotômicas ou escalas atitudinais de variáveis categóricas politômicas;
3. Coeficiente Alfa de Cronbach pode ser facilmente calculado por princípios estatísticos básicos.

A confiabilidade do Coeficiente Alfa de Cronbach normalmente varia entre 0 e 1 (GLIEM; GLIEM, 2003). O valor mínimo aceitável para o Alfa é 0,70. A consistência interna dos itens da escala é considerada baixa para valores abaixo desse limite. Por outro lado, o valor máximo esperado para o alfa é 0,90, uma vez que valores maiores podem significar presença de redundância ou duplicação, o que pode demonstrar que vários itens estão medindo exatamente o mesmo elemento de um constructo. Caso isso ocorra, os elementos redundantes ou duplicados devem ser eliminados (STREINER, 2003).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 REGIÃO DE ESTUDO

O estudo foi realizado na região de abrangência dos municípios de São Bento do Sul, Rio Negrinho e Campo Alegre/SC, região Norte do Estado de Santa Catarina- ilustrado na figura 2, analisando a aplicação da Manufatura Enxuta em relação ao nível de aplicação e resultados esperados das ferramentas.

O polo moveleiro do Norte Catarinense, evidenciando sua forte característica exportadora, apresentou São Bento do Sul com 14,6% das unidades produtoras, 34,5% do pessoal ocupado pelo setor e 23,6% da produção no Estado, na liderança do ranking dos municípios exportadores de móveis do país (SINDUSMÓBIL, 2020).

FIGURA 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DO ESTUDO



Fonte: Embrapa Florestas (2020)

Nesse estudo empregou-se o critério de estratificação do porte das empresas por meio do faturamento anual, como descrito na tabela 1, apoiado na Lei complementar 123, de 2006 do Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, critério definido e utilizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para classificar o porte de seus clientes para possibilitar uma análise, consideração e atuação adequada às características de cada segmento. Esse parâmetro reflete de modo apropriado a relação entre a estrutura operacional e a presença da empresa no mercado e desse modo medindo seu tamanho como negócio (BNDES, 2015). Além disso, entidades como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e a Fundação Getúlio Vargas (FGV) utilizam o critério financeiro em seus estudos como parâmetro para classificar o porte das empresas e assim direcionar adequadamente suas políticas e atividades.

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DO PORTE DAS EMPRESAS PELO FATURAMENTO ANUAL

Porte	Faturamento anual
Microempresa	Até R\$ 2,4 milhões
Pequena empresa	Acima de R\$ 2,4 milhões até R\$ 16 milhões
Média empresa	Acima de R\$ 16 milhões até R\$ 90 milhões
Empresa média-grande	Acima de R\$ 90 milhões até R\$ 300 milhões
Grande empresa	Acima de R\$ 300 milhões

Fonte: BNDES (2015)

4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada como explicativa que, conforme Gil (2002) tem a preocupação de esclarecer fatos que contribuem para a ocorrência de fenômenos. Assim, classifica-se o ponto de vista como aplicado, que tem por objetivo gerar conhecimentos relacionados a soluções específicas que envolvam aplicações práticas. Considerando a abordagem, a investigação é do tipo qualitativa caracterizada por Berto e Nakano (2014) como um método de estudo de conduta investigativa, que permite ao pesquisador analisar e interpretar os dados coletados.

Quanto ao seu procedimento, trata-se de um estudo de caso, que segundo Godoy (1995) é uma forma de análise pela qual se investiga profundamente um sujeito ou uma situação em particular. Em relação à coleta de dados, o estudo utiliza a observação participativa para o levantamento inicial e, na sequência, uma entrevista semiestruturada.

A análise dos dados utilizou, em alguns casos, o gráfico tipo 'radar' que permite a apresentação de dados multivariados com um número arbitrário de variáveis; as diferentes variáveis que foram apresentadas simultaneamente no mesmo gráfico permitiram avaliar mais claramente as principais diferenças entre si.

4.3 MAPA MENTAL DA ATIVIDADE

A sigla PDCA significa Plan, Do, Check, Action (Planejar, Executar, Verificar, Ação/Agir) e é uma metodologia com o objetivo de garantir a organização dos processos de uma empresa, independente de qual natureza seja. A representação do mapa mental da atividade é um diagrama visual colorido utilizado para capturar informações e acompanhar / revisar os principais tópicos de um tema de forma a esclarecer a metodologia do PDCA utilizada no trabalho possibilitando uma visão mais ampla e organizada do estudo (BUZAN, 2019).

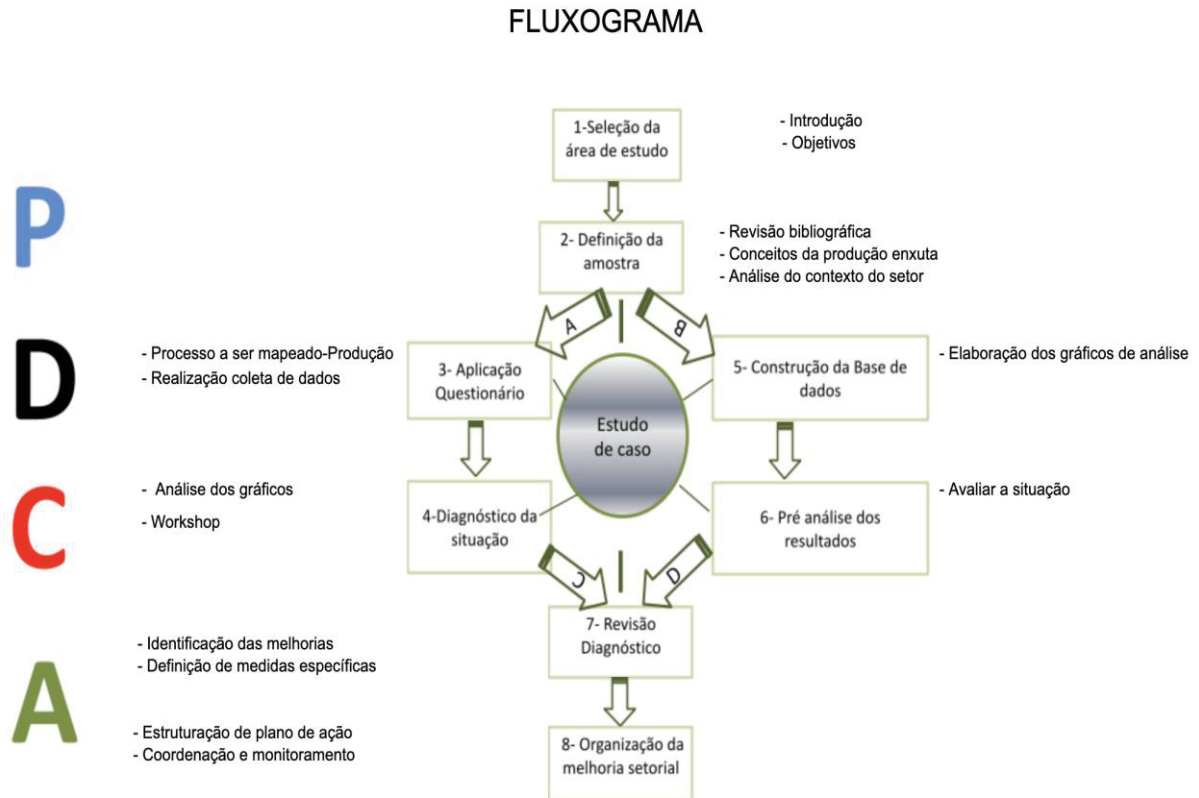
O mapa mental da atividade, ilustrado na figura 3 abaixo, identificou a seleção da área de estudos e a definição da amostra (P - Plan) que conduziu a aplicação do formulário e a posterior construção da base de dados (D - Do).

A elaboração e análise dos gráficos constituíram, dessa forma, o diagnóstico inicial em relação a duas dimensões principais presentes no questionário: o nível de aplicação das ferramentas de ME e os seus resultados esperados. Essa é a atividade de visita ao local de trabalho dos gestores industriais participantes e teve como objetivo, por meio da aplicação do formulário, a coleta de informações e dados para a adequada caracterização e posterior análise das atividades realizadas (C - Check).

Posteriormente, a partir da análise das principais perdas identificadas e das dificuldades para a implantação da ME foram sugeridas algumas ações voltadas para a melhoria e à estabilização das operações que, após a devida priorização e

implantação, poderão contribuir para a evolução do padrão industrial na produção do setor moveleiro pesquisado (A - Act).

FIGURA 3 – MAPA MENTAL DA ATIVIDADE



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021) com base em Buzan (2019)

4.4 FORMULÁRIO E ENTREVISTAS

As entrevistas e o levantamento de dados foram realizados de maneira presencial nas indústrias moveleiras pesquisadas, entre os meses de novembro/2020 a janeiro/2021, seguindo todos os protocolos de segurança de distanciamento social – higienização das mãos e utilização de máscaras devido à pandemia da COVID-19.

O método usado para a coleta de dados foi de entrevista individual em profundidade (com um entrevistador e vários entrevistados), técnica qualitativa que explora um assunto a partir da busca de informações, percepções e experiências de

informantes para analisá-las e apresentá-las de forma estruturada (BARROS, DUARTE, 2009).

Dessa maneira, para avaliar a eficácia das práticas exploradas pela pesquisa foi elaborado um formulário de múltipla escolha com escala Likert variando de 1-sem intenção- até 5- totalmente implantado e, os dados analisados forneceram os subsídios para a análise da incorporação de práticas enxutas na produção moveleira e de seus obstáculos nos estágios de implantação.

As entrevistas para aplicação do formulário e a coleta de dados foram realizadas utilizando um roteiro semiestruturado para auxiliar no levantamento de dados qualitativos, com o objetivo de descrever as empresas e entender a existência e a utilização das dez ferramentas da Manufatura Enxuta apresentadas. O formulário utilizado (vide Apêndice 2) foi aplicado durante as entrevistas técnicas procurando dar ênfase às operações de manufatura realizadas.

O roteiro das entrevistas abordou os seguintes tópicos:

- a) Dados gerais com as informações para a identificação das empresas com nome e endereço, data da realização da pesquisa, o número médio de colaboradores, o faturamento anual das empresas e o número médio de chefias e técnicos participantes das operações de manufatura;
- b) Ferramentas Lean com a apresentação de 10 ferramentas utilizadas pela Manufatura Enxuta incluindo uma síntese com a sua definição e como cada ferramenta auxilia o sistema de produção. Nesta etapa foi apresentada uma grade de avaliação para pontuar o nível de aplicação das ferramentas apresentadas e os resultados esperados pela sua aplicação;
- c) Dados sobre os principais tipos de perdas constatados na produção, as principais dificuldades encontradas pelas empresas para a aplicação efetiva da Manufatura Enxuta e suas ferramentas, e qual o principal foco estratégico das empresas.

4.5 DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO DO FORMULÁRIO

O formulário foi minuciosamente explicado aos entrevistados de forma a esclarecer e interpretar o objetivo de cada uma das ferramentas apresentadas e assim avaliar da maneira mais assertiva o nível de aplicação e os resultados esperados dessas ferramentas no ambiente industrial. Durante esta etapa, para cada ferramenta apresentada foram demonstrados exemplos práticos de sua utilização e explicada individualmente a sua definição básica, com uma síntese de seus objetivos, como apresentado no quadro 1:

QUADRO 1 – FORMULÁRIO APLICADO – PRÁTICAS E FERRAMENTAS

Práticas e Ferramentas	Resumo
Manufatura Enxuta	Existe o interesse na aplicação da ME que é utilizada para reduzir desperdícios / custos e aumentar a produtividade
5S	Melhorar o ambiente de trabalho, a qualidade dos produtos, aumentar a segurança durante o trabalho, otimizar espaços, reduzir gastos e desperdícios
Heijunka	Programar a carga das linhas de produção nivelando a ordem com que os produtos são produzidos, facilitando a padronização do trabalho e proporcionando estabilidade ao processo
Setup rápido	Permitir a troca de forma rápida e eficiente dos produtos em uma linha produtiva proporcionando maior flexibilidade para atender as mudanças do mercado e redução no tempo de setup e nos custos
Poka-Yoke	Tornar o processo à prova de erro, impedindo que os defeitos ocorram e, quando isto não for possível, os poka-yokes são utilizados como dispositivos de detecção para identificar o erro o mais cedo possível
Kanban	Auxiliar as atividades de gerenciamento da produção para alcançar um nível mínimo de estoque em circulação limitando a quantidade de material em processo
TPM	Utilizar a capacidade máxima disponível das máquinas, através do desenvolvimento manutenções preventivas de planos de trabalho das máquinas.
Kaizen	Buscar o aumento de produtividade, eliminando de forma gradual e contínua os desperdícios através de grupos de trabalho específicos
Gestão visual	Mostrar o status da produção, de uma maneira visual, a toda empresa e se houver um problema ou defeito sinalizá-lo para poder resolvê-lo imediatamente
Mapeamento do Fluxo de Valor	Representar, de uma maneira visual, todas as etapas envolvidas nos fluxos de informação e de material desde o fornecedor até o cliente, identificando as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor do produto
	Continua...

TQM	Difundir o conceito de qualidade a todas as pessoas dentro da organização utilizando ferramentas de solução de problemas. P.ex.: Pareto
Quais os principais tipos de perda?	As 7 principais perdas da produção – Superprodução -Tempo de espera - Transporte – Inventário – Movimentos (Processo) – Defeitos - Movimentação
Quais as principais dificuldades?	Tempo – Dinheiro – Máquina - Resistir a mudanças – Automação – Apoio – Informação – Treinamento - Mercado
Qual é o seu principal foco estratégico?	ISO9000- ISO14.000- Indústria 4.0- WCM- Lean

Fonte: O Autor (2021)

Em paralelo às explicações e exemplos práticos sobre a aplicação das ferramentas também foi realizada a avaliação das ferramentas da Manufatura Enxuta em relação a duas dimensões principais: o nível de aplicação de cada uma delas e os resultados esperados conforme apresentado no quadro 2:

QUADRO 2 – GRADE DE AVALIAÇÃO - NÍVEL DE APLICAÇÃO E RESULTADOS ESPERADOS

Escala de avaliação	Nível de aplicação	Resultados esperados
1	Não há intenção de aplicar a ferramenta	Sem nenhum tipo de impacto
2	Está planejada a aplicação da ferramenta	Apenas ganho intangível
3	Iniciada a implantação da ferramenta	Pequeno ganho financeiro
4	A ferramenta está parcialmente implantada	Bom ganho financeiro
5	A ferramenta está aplicada 100% na empresa	Ganho financeiro importante

Fonte: O Autor (2021)

Análises detalhadas sobre esta grade de avaliação foram reforçadas, considerando-se o porte das empresas, sobre a aplicação das cinco principais ferramentas já iniciadas e a falta de integração identificada entre estas e os resultados esperados.

4.6 PODER ESTATÍSTICO E ALFA DE CRONBACH

As unidades de análise selecionadas para a pesquisa foram empresas inseridas na população industrial do polo moveleiro do norte de Santa Catarina e associadas ao Sindicato das Indústrias do Mobiliário, de forma a atender aos critérios de representação de diferentes realidades na produção do polo moveleiro selecionado.

Nesse aspecto, a população total considerada para o estudo foi composta de 68 empresas pertencentes ao polo moveleiro estudado sendo que 27 delas em caráter aleatório, foram as empresas respondentes nas entrevistas e coleta de dados (vide Apêndice 1).

Um formulário é um instrumento quantitativo, desde que bem realizado e bem aplicado, uma vez que metrifica a qualidade de um determinado produto ou processo, utilizando-se técnicas estatísticas para se chegar a conclusões (MATTHIENSEN, 2011).

O poder estatístico, entendido como a probabilidade de um teste de hipótese encontrar um efeito se houver um efeito a ser encontrado, pode ser calculado para um teste de proporções de amostra usando a aproximação normal para a distribuição binomial. Na sequência são apresentadas as fórmulas de cálculo de poder estatístico para as várias estatísticas de teste disponíveis. Em cada caso, o poder estatístico é apresentado para os testes de hipótese unilateral inferior e superior e para os testes de hipótese bilateral. Nas equações a seguir $\Phi(\cdot)$ representa a função de distribuição cumulativa normal padrão e Z_{α} representa o valor que deixa α na cauda superior da distribuição normal padrão. Todos os valores de poder são avaliados em $P = P1$ (ZAR, 1999).

O poder estatístico para o teste de hipótese bilateral $H_0: P=P_0$ vs $H_1: P \neq P_0$ é:

$$Power_{ET,Two-sided} = \Phi\left(\frac{\sqrt{n}(P_0 - P_1) - z_{\alpha/2}\sqrt{P_0(1-P_0)FPC}}{\sqrt{P_1(1-P_1)FPC}}\right) + 1 - \Phi\left(\frac{\sqrt{n}(P_0 - P_1) - z_{\alpha/2}\sqrt{P_0(1-P_0)FPC}}{\sqrt{P_1(1-P_1)FPC}}\right)$$

Em que $FPC = (N - n) / (N - 1)$ se o tamanho da população, N é finito e $FPC = 1$, se o tamanho da população é infinito.

O poder estatístico para o teste de hipótese unilateral inferior de **H0: P0** vs. **H1: P<P0** é :

$$Power_{ET, Lower One-Sided} = \Phi \left(\frac{\sqrt{n}(P0 - P1) - z_{\alpha}\sqrt{P0(1 - P0)FPC}}{\sqrt{P1(1 - P1)FPC}} \right)$$

Já o Alfa de Cronbach é usado para medir a confiabilidade dos construtores latentes representados por múltiplas variáveis. Entende-se por confiabilidade a medida da consistência interna das respostas entre os respondentes para um único constructo (KLINE, 2005).

A avaliação dos questionários utilizados em uma pesquisa é de extrema importância, uma vez que lhe confere relevância. O Coeficiente Alfa de Cronbach é uma técnica de confiabilidade e medida da consistência interna de uma escala para um conjunto de dois ou mais indicadores de construto (BLAND, ALTMAN, 1997).

De acordo com Leontitsis e Pagge (2007), o Alfa é estimado considerando-se **X** como sendo uma matriz do tipo (**n x k**), que corresponde às respostas quantificadas de um questionário. Cada linha da matriz **X** representa um indivíduo enquanto cada coluna representa uma questão. As respostas quantificadas podem estar em qualquer escala.

Dessa forma, o Coeficiente Alfa de Cronbach é mensurado conforme a equação abaixo:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[\frac{\sigma_t^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Em que **ai2** é a variância de cada coluna da matriz **X**, ou seja, é a variância relacionada a cada questão da matriz **X**, e **at2** é a variância da soma de cada linha da matriz **X**, ou seja, é a variância da soma das respostas de cada indivíduo. Leontitsis e Pagge (2007) observam que o valor de **k** deve ser maior que **1**, para que não haja zero no denominador e **n** deve ser maior que **1** para que não haja zero no denominador no cálculo do **ai2** e do **at2**.

A tabela 2 demonstra o passo a passo da aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach. Nela, cada coluna indica um item e cada linha indica um respondente. O encontro entre um item e um respondente (**Xnk**) indica a resposta deste respondente para este item, dentro da escala da pesquisa.

TABELA 2 - VARIÂNCIAS PARA CÁLCULO DO ALFA DE CRONBACH

Avaliadores	Itens						Total
	1	2	...	i	...	k	
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1i}	...	X_{1k}	X_1
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2i}	...	X_{2k}	X_2
.
.
p	X_{p1}	X_{p2}	...	X_{pi}	...	X_{pk}	X_p
.
.
n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{ni}	...	X_{nk}	X_n
Variância	s_1^2	s_2^2	...	s_i^2	...	s_k^2	s_t^2

Fonte: Adaptado de Cronbach (2004)

De acordo com Gil (2002) cada item deve ser *a priori*, independente um dos outros, abordando uma única ideia de cada vez. Caso a resposta a determinado item se comporte de maneira parecida com a resposta de outro item, conclui-se que um explica o outro.

Hora, Monteiro e Arica (2010) afirmam que a aplicação do Alfa de Cronbach deve submeter-se a alguns pressupostos, dos quais:

- O formulário deve estar dividido e agrupado em dimensões (construtos). Essas dimensões devem agrupar questões que tratam de um mesmo aspecto;
- O formulário deve ser aplicado a uma amostra significativa e heterogênea da população. A aplicação de questionários para especialistas compromete a confiabilidade, uma vez que avaliadores especialistas tendem a ter a mesma opinião sobre o assunto abordado, diminuindo a variabilidade total do questionário e consequentemente o Alfa.

A escala utilizada deve estar validada, ou seja, o instrumento utilizado deve realmente medir aquilo a que se propõe medir.

O Coeficiente foi aplicado ao formulário constituído de 11 itens relacionados ao tema 'Pesquisa sobre a aplicação das ferramentas da Manufatura Enxuta' e dividida em duas dimensões – Nível de aplicação e Resultados esperados - utilizando para isso uma grade de avaliação com escala Likert. Essas duas dimensões foram medidas utilizando a seguinte escala variando de 1 a 5:

- 1- Sem intenção aplicar / sem impacto;
- 2- Planejada a aplicação / ganho intangível;
- 3- Iniciada a Implantação / pequeno ganho financeiro;
- 4- Ferramenta aplicada parcialmente / bom ganho financeiro;
- 5- Ferramenta aplicada 100% na empresa / ganho financeiro importante.

Freitas e Rodrigues (2005) sugerem a classificação da confiabilidade do Coeficiente Alfa de Cronbach de acordo com os seguintes limites - o que foi aplicado no trabalho:

- A - $\alpha \leq 0,30$ – Muito baixa
- B - $0,30 < \alpha \leq 0,60$ - Baixa
- C - $0,60 < \alpha \leq 0,75$ - Moderada
- D - $0,75 < \alpha \leq 0,90$ - Alta
- E - $\alpha > 0,90$ – Muito alta

De acordo com Chow, Shao e Wang (2008) e utilizando as fórmulas expostas acima para o cálculo do poder estatístico, em uma amostra de 27 empresas este poder calculado é de aproximadamente 85%, quando a proporção de empresas respondentes é de 40% (27/68), considerando um nível de confiança de 95%.

Após a tabulação dos dados coletados e a elaboração dos gráficos de análise utilizando o Software Microsoft 365 Excel - V2104 foram encontrados vários elementos que auxiliam na avaliação do processo de implantação da ME frente ao nível de aplicação e dos resultados esperados das ferramentas propostas além de identificar as principais perdas e dificuldades encontradas nesse processo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentam o valor médio das avaliações que foram realizadas sobre as duas dimensões pesquisadas - nível de aplicação e resultados esperados – e representam o comportamento atual do polo industrial considerado.

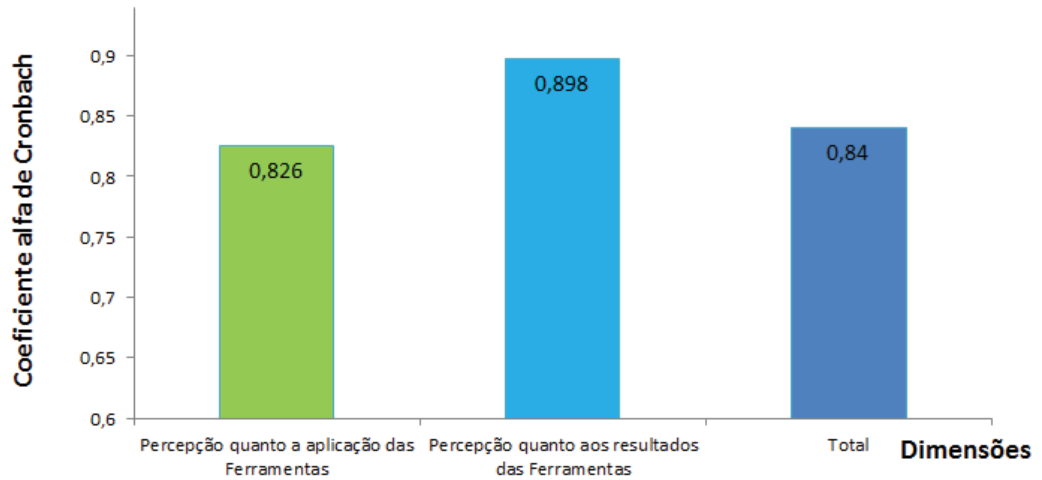
A sequência de análise e discussão dos resultados foi realizada considerando:

- O coeficiente alfa de Cronbach
- O porte das empresas
- Nível de aplicação das ferramentas
- Aplicação detalhada das principais ferramentas
- Nível de resultados esperados das ferramentas
- As principais perdas
- As principais dificuldades
- Diagnóstico consolidado
- Limitações do trabalho

5.1 O COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH

No Gráfico 1 está apresentado o cálculo do Alfa de Cronbach que foi obtido por meio do *software PASW Statistics 18*. O valor do Coeficiente Alfa encontrado, considerando todas as duas dimensões avaliadas – aplicação e resultados esperados – foi de 0,840, valor percebido como de confiabilidade alta, segundo parâmetros utilizados por Freitas e Rodrigues (2005), validando as respostas do questionário como instrumento desta pesquisa.

GRÁFICO 1 – COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH POR DIMENSÃO E TOTAL - 27 EMPRESAS



Fonte: O Autor (2021)

Na análise individual de cada dimensão (EIXO X), observa-se que a dimensão da percepção quanto à aplicação das ferramentas (0,826) e a percepção quanto aos seus resultados esperados (0,898) apresentaram, respectivamente, resultados de confiabilidade classificados como alto, segundo Freitas e Rodrigues (2005).

Na combinação das duas dimensões do questionário igualmente se obteve um resultado do Coeficiente Alfa de Cronbach com uma classificação de alto índice de confiabilidade (0,840), acima do resultado mínimo considerado confiável (0,70).

Para as duas dimensões avaliadas, o bom desempenho obtido para a confiabilidade do questionário justifica-se pelo fato de os avaliadores entrevistados poderem expressar suas opiniões com excelência, pois a dimensão **1** trata das avaliações pessoais dos participantes/gestores com a utilização das ferramentas propostas na realização de suas tarefas rotineiras e a dimensão **2** diz respeito aos resultados esperados que envolvam as suas respectivas aplicações.

5.2 O PORTE DAS EMPRESAS

O Gráfico 2 apresenta o resultado para a análise do perfil das empresas pesquisadas com base no seu faturamento anual, o que permite classificá-las conforme seu porte.

GRÁFICO 2 – PERFIL DAS EMPRESAS PESQUISADAS COM BASE NO FATURAMENTO ANUAL



Fonte: O Autor (2021)

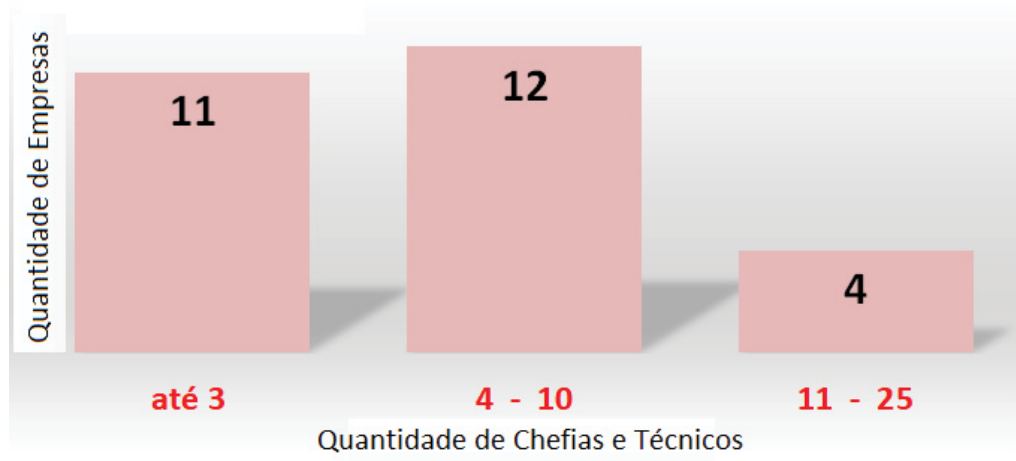
Entende-se que a maioria das empresas analisadas (67%) está classificada como Pequena e Média Empresa - PME - de acordo com o faturamento anual informado.

Dessa forma, considerando esse perfil de empresas e suas características como indústria moveleira existe a necessidade da adaptação das ferramentas e do processo de implantação da ME, pois de acordo com Hilsdorf *et al.* (2019), as empresas podem ser beneficiadas pela aplicação dos conceitos da ME, porém é preciso que os gestores trabalhem e desenvolvam o conhecimento necessário para realizar as adaptações necessárias e assim obter melhores resultados.

Cagliano e Spina (2000) apontam em seus estudos que as ferramentas Lean apresentam características diferentes quando aplicadas em pequenas e médias empresas, haja vista que essas técnicas têm sua origem em modelos baseados em grandes companhias e, portanto, precisaram ser adaptadas.

O Gráfico 3 apresenta o resultado da quantidade de empresas em relação à participação de mão de obra caracterizada como técnicos / chefias envolvidas nas atividades de produção.

GRÁFICO 3 – CHEFIAS E TÉCNICOS NA PRODUÇÃO DAS EMPRESAS PESQUISADAS



Fonte: O Autor (2021)

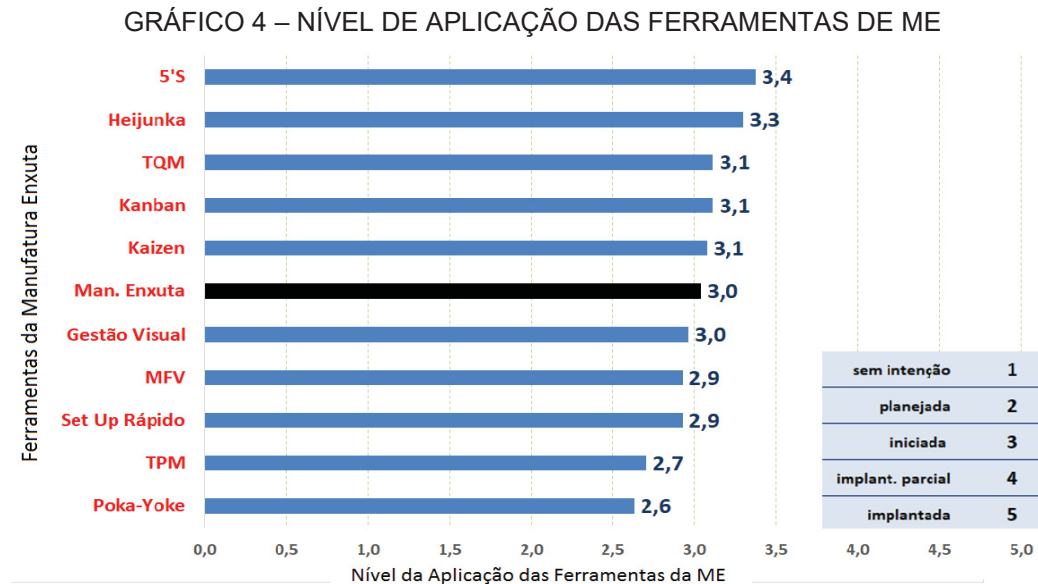
Como se observa no gráfico, 85% das empresas pesquisadas possui até 10 técnicos ou chefias atuantes nas atividades de gestão e controle da produção, sugerindo uma estrutura de suporte e de mão de obra qualificada restrita para as atividades de gestão e melhorias nas operações.

Alves, Souza e Ferraz (2007) corroboram essa observação, pois destacam em sua pesquisa que uma dificuldade importante em PME empresas é a escassez de recursos para implantação dos sistemas. A disponibilidade interna de profissionais qualificados de engenharia ou de consultores de gestão produtiva, são exemplos dessa escassez sendo este um fator determinante na absorção eficaz das técnicas.

5.3 NÍVEL DE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

A tabulação dos dados coletados em relação ao nível de aplicação das ferramentas está apresentada nos gráficos 4 e 5, a seguir.

A barra central da ME está posicionada no gráfico como uma referência considerando que 74% das empresas responderam que tem a ME como seu foco estratégico.



Fonte: O Autor (2021)

O gráfico 4 evidencia que nas empresas respondentes, do grupo de 10 ferramentas, apenas 5 ferramentas já apresentam algum nível de aplicação (5S – Heijunka – TQM - Kanban e Kaizen), o que indica uma lacuna na integração com as demais ferramentas da ME.

Já para o grupo de ferramentas avaliadas com cotação abaixo de 3,0 ressalta-se que ferramentas importantes como o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), o *Setup* Rápido (SMED), o TPM e o Poka-Yoke, sequer foram iniciadas, o que poderia melhorar o desempenho dos processos industriais reduzindo movimentações desnecessárias, otimizando os fluxos internos e o desempenho dos equipamentos.

Esse fato evidencia uma falta de conhecimento e domínio das ferramentas da ME, como já foi demonstrado nos trabalhos de Elias, Oliveira e Tubino (2011) sobre os benefícios do MFV, e de Barbosa (2015) sobre o *setup* rápido (SMED) e Marocco (2013) abordando a TPM.

Elias, Oliveira e Tubino (2011), em um estudo de caso em que foi aplicado o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), identificou focos de desperdícios e pontos de

melhorias no estado atual do processo, aplicando o MFV atingiu um estado futuro, com redução do estoque de produto acabado em 50%, diminuição do *lead time* em 66% e ganho médio de disponibilidade de 8%.

Barbosa (2015) desenvolveu o estudo de caso sobre o *Setup Rápido* (TRF ou SMED) mostrando que, apenas com padronização e utilização de melhorias de baixo custo, foi possível reduzir o tempo de *setup* em 91% com uma simples padronização em uma máquina rotuladora de garrafas, de 98 min para 10 min com pouco investimento, demonstrando a viabilidade da ferramenta apresentada e um ganho mensal em garrafas em aproximadamente 120.000, gerando um ganho de desempenho e orçamento em aproximadamente R\$94.000,00 mensais.

Um estudo de caso em uma indústria médico-hospitalar, desenvolvido por Marocco (2013), abordou a Manutenção Produtiva Total (TPM) e demonstrou que a implantação do programa obteve, em oito meses, resultados tais como a redução de não conformidades na qualidade dos produtos de 150 para 68, acidentes de trabalho caíram de 3 por mês para zero, a perda de componentes passou da faixa de 10 a 12% para 4 a 6%, as horas improdutivas caíram de 3330h por mês para 1171h e o OEE aumentou de 55% para 76%.

Sobre as ferramentas com aplicação acima de 3,0, faz-se necessária uma importante observação sobre o nível de aplicação do 5S avaliado em 3,4, que ainda pode ser considerado insuficiente, visto que essa ferramenta se traduz como o ponto de partida para a implantação da ME. A aplicação do 5S não só aporta uma excelente visibilidade dos fluxos de fabricação e do piso de fábrica como, especialmente, garante o engajamento dos operadores na implantação das ações necessárias.

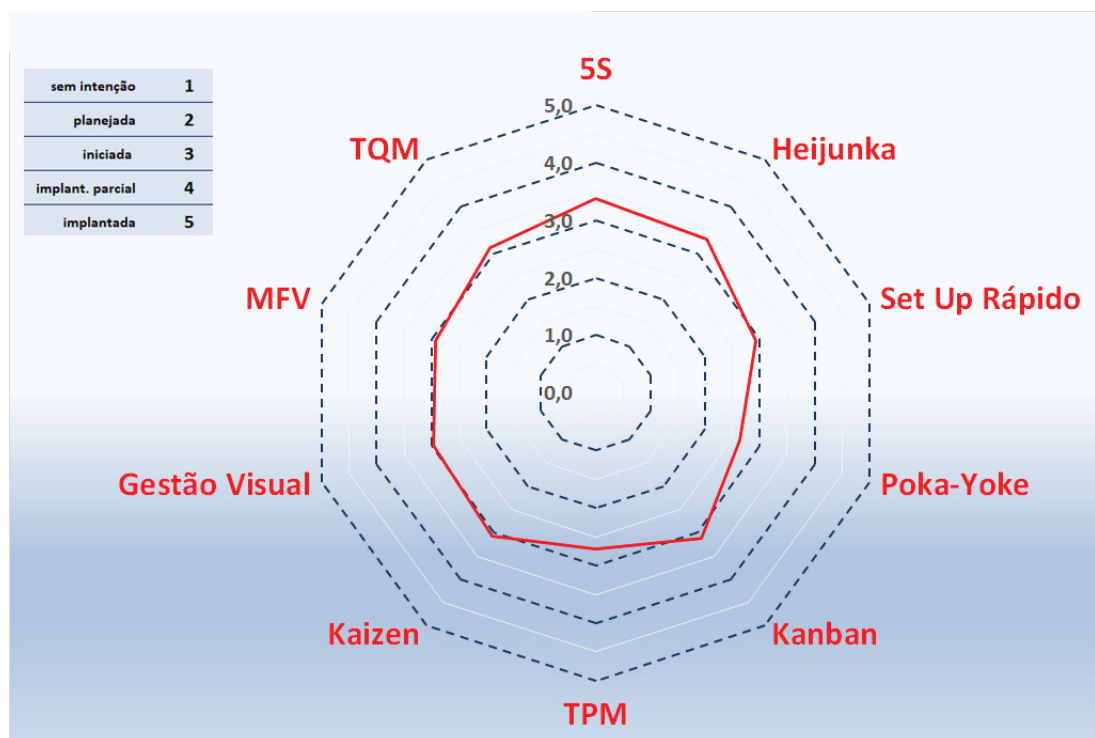
Em pesquisa realizada em empresas do setor florestal do Sul do Brasil, Leonhardt (2002) identificou a importância do 5S e concluiu que os resultados dessa ferramenta foram altamente satisfatórios porque foi possível constatar que o programa atingiu seus objetivos: transformar e mobilizar as pessoas e as empresas em torno da ideia da Qualidade.

Outro aspecto importante observado no gráfico 4 foi o nível de aplicação do kaizen considerado insuficiente e cotado com 3,1 visto que essa ferramenta, além de atuar diretamente na redução de perdas e na melhoria da qualidade, serve como base para operacionalizar a aplicação das outras ferramentas.

Os grupos de Kaizen constituem ferramenta básica de operação da ME, como demonstrado em pesquisas por Katzenbach e Smith (2001). O impacto do Kaizen como ferramenta da ME se amplia quando se considera que ele atua e concretiza valores centrais desse sistema de produção que são: 'Kaizen como Filosofia', 'Respeito pelas Pessoas' e o 'Coletivo acima do Indivíduo'. Desse modo, o atraso na implantação ou na introdução incorreta reduz os resultados da ME e minimiza sua chance de sucesso e perenização, conforme explicado por Suarez (2021).

O gráfico 5 apresenta o radar de aplicação das ferramentas que demonstra claramente que o processo de implantação da ME está em uma fase inicial, visto que apenas duas ferramentas avançam para a sua implantação parcial (4,0): 5S e Heijunka.

GRÁFICO 5 – RADAR DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS



Fonte: O Autor (2021)

Os dados demonstram que, para todas as empresas respondentes, ainda há amplo espaço disponível para o desenvolvimento e implantação integrada da ME e suas ferramentas, ressaltando-se a falta de prioridade para ferramentas importantes, já detalhadas, tais como o Kaizen, TPM e MFV, o que confirma a existência da

lacuna de conhecimento sobre a necessidade do funcionamento integrado das ferramentas.

Os resultados obtidos neste estudo são corroborados pelas pesquisas já realizadas por Liker (2005) e Antunes (2008), que ressaltam a ME como um sistema de produção em que as partes contribuem para o todo e cuja base concentra-se em apoiar e estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos com que trabalham.

Ainda sobre esse aspecto, Pavnaskar, Gershenson e Jambekar (2010) esclarecem que os casos de falha na implantação da ME são de três tipos: uso da ferramenta errada para resolver um problema, uso de uma única ferramenta para resolver todos os problemas e uso de todas as ferramentas (mesmo conjunto de ferramentas) em cada problema. Os autores acrescentam que a transformação Lean não é fácil, pois requer dedicação total do time, cuidadoso planejamento, liderança forte e conhecimento adequado sobre a ME: filosofia, ferramentas e técnicas.

A falta do conhecimento necessário e na integração das ferramentas da ME observada neste trabalho é explicada pela necessidade de melhor distribuição e qualificação da mão de obra nesse setor para que os resultados do processo sejam mais efetivos, aspecto que será detalhado ainda neste estudo.

Ressalta-se que a aplicação do TPM e do *setup* rápido (SMED) são importantes e se justificam para uma indústria que possui muitos e importantes equipamentos na produção, entretanto isso não foi observado o que reitera a falta de compreensão e de priorização das ferramentas.

Destaca-se, todavia, que investimentos significativos em máquinas e equipamentos não são requisitos para a aplicação das ferramentas da ME como já foi demonstrado nos estudos realizados por Shingo (2018) e Marocco (2013).

Ainda de acordo com os estudos de Otani e Machado (2008) e Rodrigues e Hatakeyama (2006), a TPM foi concebida como resposta às demandas de um mercado competitivo o que levou a manutenção a assumir um papel estratégico nas organizações devido sua contribuição para uma melhor competitividade vista, sobretudo, na redução de custos operacionais.

5.4 APLICAÇÃO DETALHADA DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS

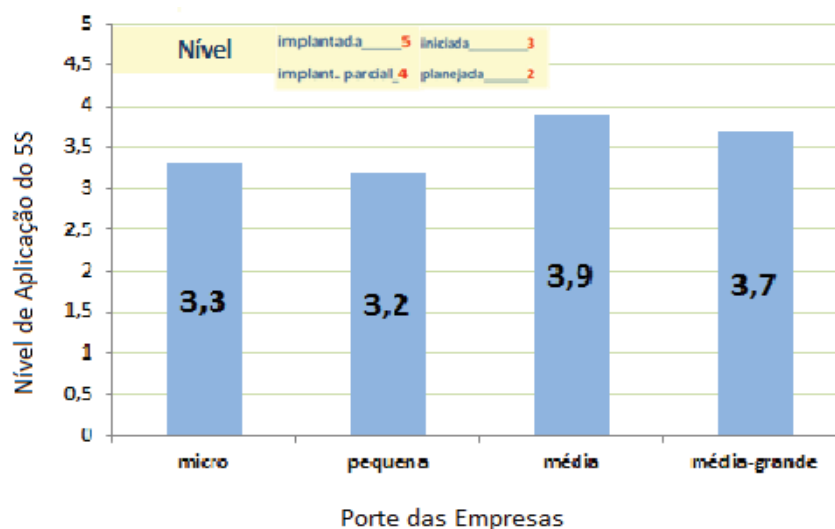
A análise dos dados obtidos pela pesquisa foi orientada pelo porte das empresas com o foco sobre as cinco principais ferramentas aplicadas com nota superior a 3, para permitir a obtenção de resultados mais detalhados e relevantes sobre o processo de implantação da ME. Os gráficos a seguir apresentam os resultados e suas respectivas análises.

5.4.1 5S

O gráfico 6 mostra que o nível de aplicação do 5S está muito próximo do nível de implantação parcial, considerando as médias e média-grande empresas e para as micro e pequenas essa ferramenta ainda está em fase inicial de aplicação.

Esses resultados podem ser explicados por um lado, pela melhor organização, maturidade e disponibilidade de recursos nas médias e grandes empresas e, por outro lado, pela necessidade de uma melhor adequação dos recursos disponibilizados nas micro e pequenas empresas, visto que o 5S é considerado uma ferramenta fundamental na operação da ME.

GRÁFICO 6 – APLICAÇÃO 5S X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

Em uma recente pesquisa sobre a aplicação da ME em 75 PMEs na Zona Franca de Manaus, Silva, Alves e Figueiredo (2019) relatam que a pressão do mercado por melhorias na produção impulsionou a busca por novas técnicas e

ferramentas de produção, levando a adoção da Manufatura Enxuta. Concluíram que existe uma limitada implantação da Manufatura Enxuta, seus conceitos e ferramentas.

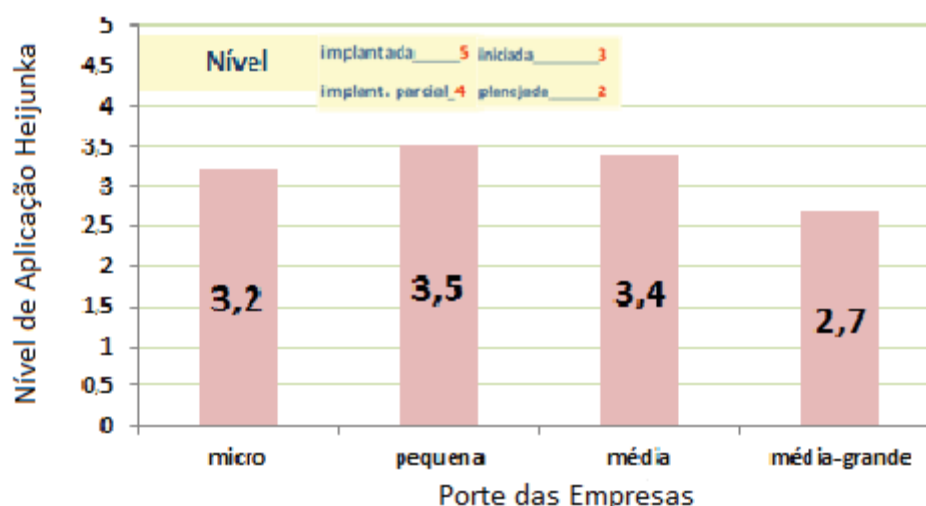
Em estudos sobre a implantação da ME em pequenas empresas Alves, Souza e Ferraz (2007) obtiveram como principais resultados observados: os métodos enxutos não são bem conhecidos por uma expressiva parcela dessas empresas; existe a tentativa de melhorar a produtividade por meio de grandes lotes; não há a decisão de implantar a ME por vontade própria; falta de conhecimento e educação sobre gestão e dificuldade para contratar pessoal qualificado.

5.4.2 Heijunka

O gráfico 7 representa a aplicação da ferramenta do Heijunka (Nivelamento da produção) pelo porte das empresas pesquisadas neste estudo.

Observa-se que essa ferramenta é mais aplicada em pequenas e médias empresas (3,5 e 3,4, respectivamente) e isso se deve ao fato dessas empresas buscarem ativamente uma maior participação no mercado, o que as obriga a aplicar novas sistemáticas e soluções que possibilitem atingir suas metas com mais flexibilidade, apesar de seus recursos limitados.

GRÁFICO 7 – APLICAÇÃO HEIJUNKA X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

A partir de suas pesquisas, Matt e Rauch (2013) observaram que normalmente pequenas e médias empresas, em especial as pequenas, são mais adaptadas e flexíveis em suas práticas de fabricação. Ao reconhecer as contínuas pressões competitivas, as pequenas organizações estão tornando-se cada vez mais proativas em melhorar suas operações de negócios, o que é um bom ponto de partida para introdução de métodos enxutos como o Heijunka.

Porém, nas grandes empresas o Heijunka apresentou um menor nível de aplicação, pois está influenciada pela melhor condição financeira para investimentos em máquinas e equipamentos. Essa observação pode ser considerada como um risco real, uma vez que ignora a necessidade de adaptações imediatas à dinâmica dos mercados e, dessa forma, pode ameaçar a competitividade em longo prazo.

Ressalta-se que o investimento em ativos e novas tecnologias é importante, porém, deve ser seguido igualmente de melhorias nas sistemáticas de gestão sem as quais os resultados obtidos tornam-se pouco relevantes.

5.4.3 Kaizen

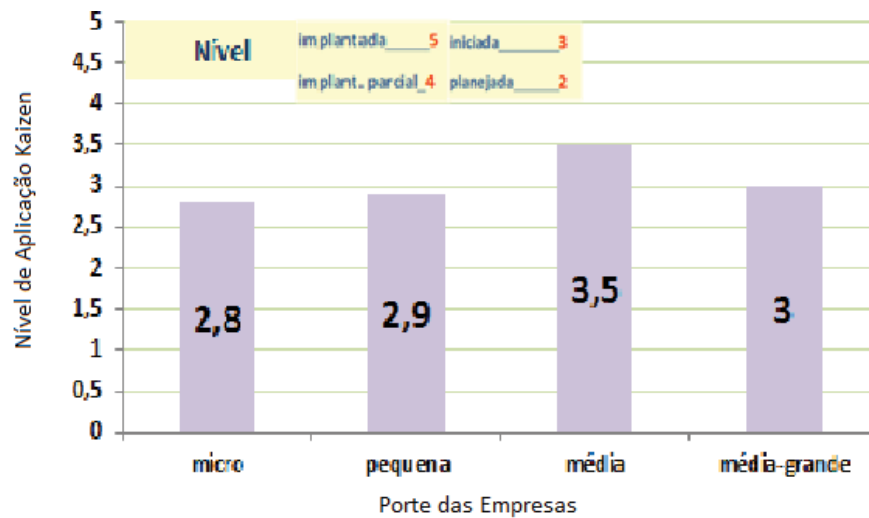
O gráfico 8 representa a aplicação da ferramenta do Kaizen pelo porte das empresas pesquisadas.

Percebe-se no gráfico que as médias empresas estão mais avançadas no processo de aplicação dessa ferramenta, devido sua necessidade de buscar alternativas e soluções frente aos desafios e problemas relacionados aos processos e defeitos gerados, que são resultantes do aumento de produção orientados pela busca por maior penetração no mercado.

As micro e pequenas empresas enfrentam essas mesmas necessidades, porém apresentam resultados com menores níveis de aplicação dessa ferramenta em razão de uma estrutura organizacional ainda deficiente, em quantidade e qualificação, para apoiar as atividades específicas da melhoria contínua.

Nas grandes empresas a aplicação do Kaizen apresentou um menor nível apesar dessas empresas também enfrentarem dificuldades similares, o que pode ser explicado pela necessidade de maior esforço e custos associados para introduzir mudanças nessas empresas, que podem impactar os fluxos de produção e/ou a qualidade, gerando resistência e dúvidas nos gestores responsáveis.

GRÁFICO 8 – APLICAÇÃO KAIZEN X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

Na verdade, a ferramenta do Kaizen, sendo igualmente uma base para a operação da ME, exige a criação de grupos de trabalho específicos que atuem sistematicamente nas melhorias e na introdução das demais ferramentas, fato que justifica a necessidade de sua priorização para a correta implantação da ME, o que foi relatado por Suárez-Barraza, Ramis-Pujol e Kerbache (2011) dada sua capacidade de produzir mudanças e resultados positivos para as empresas que o aplicam. Essa observação também foi apresentada nos estudos de Mano *et al.* (2014) que indicaram a baixa aplicação dessa ferramenta como um desperdício ao considerarem os impactos positivos do Kaizen.

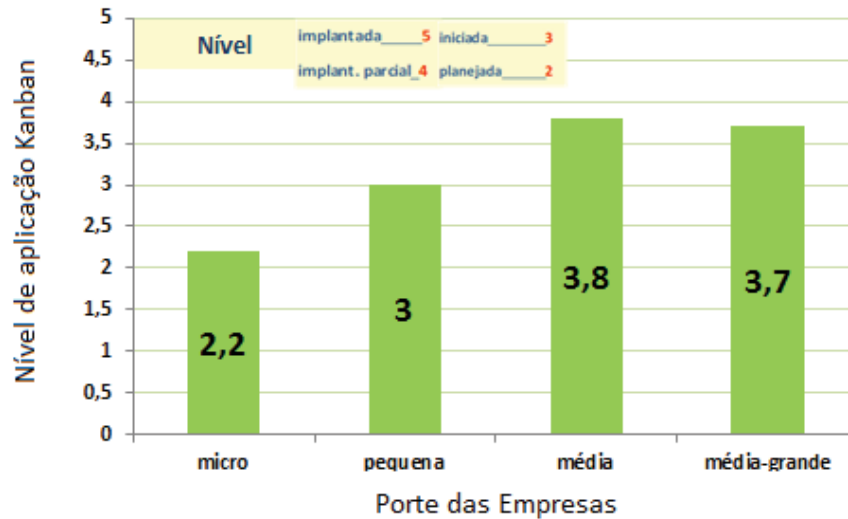
5.4.4 Kanban

O gráfico 9 representa a aplicação da ferramenta do Kanban pelo porte das empresas pesquisadas.

Visualiza-se que as empresas de maior porte têm mais foco na aplicação da ferramenta Kanban visto que é fundamental para limitar as pressões do atendimento das demandas de mercado pela criação de fluxos de produção otimizados com menores desperdícios, melhoria nas entregas (diminuição do *lead time*) e menor tempo de resposta direcionando os recursos disponíveis a essas atividades.

A menor avaliação na aplicação do kanban nas micro e pequenas empresas estão influenciadas de maneira negativa pela menor disponibilidade de mão de obra necessária a essas atividades.

GRÁFICO 9 – APLICAÇÃO KANBAN X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

Ferreira (2004) descreveu em seu estudo que o sistema de gestão da produção ‘puxada’, ou Just in Time, controlada por meio de cartões – Kanban, busca aumentar a produtividade ao reduzir os estoques em processo, implementando um fluxo contínuo de produção, além de dar visibilidade às dificuldades de qualidade e de processo.

Graban (2013) realçou que o Kanban é um método que funciona ao lado de outras ferramentas como trabalho padronizado, 5S e gerenciamento visual, e que embora simples é eficiente. A verdadeira prioridade dessa ferramenta é criar uma cultura para a solução de problemas no local de trabalho, ajudando os funcionários a trabalharem com suas plenas potencialidades e assim reduzindo o desperdício e evitando problemas.

Em estudo sobre implantação do Sistema Kanban, Grignani *et al.* (2016) descreveram a observação de vários desperdícios: parada de linhas de produção, estoques obsoletos, desbalanceados e excesso, e que apesar do estoque elevado faltavam materiais e, conseqüentemente, paradas de linha. Depois da aplicação do Kanban foi possível balancear os estoques e obter uma redução no estoque central

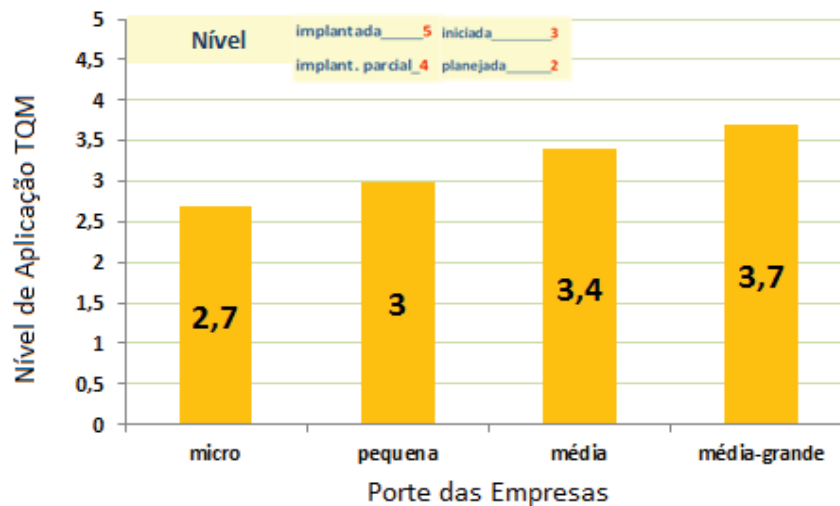
em 31% e no de materiais técnicos em 56%. A falta de material para a produção também reduziu em 92%, conseqüentemente melhorando a produtividade.

5.4.5 TQM

O gráfico 10 mostra a aplicação da ferramenta do TQM pelo porte das empresas pesquisadas, evidenciando que as empresas de maior porte, priorizam a introdução do TQM, uma vez que é uma ferramenta essencial para atender necessidades e especificações de qualidade dos produtos acabados, em especial do mercado externo.

Essa observação é resultado de uma melhor organização de seus recursos, tanto para atender aos problemas de qualidade e as respostas exigidas, quanto para atender as demandas nas entregas de seus produtos, reforçando os resultados obtidos do Kanban que apresentaram um comportamento similar aos da aplicação do TQM.

GRÁFICO 10 – APLICAÇÃO TQM X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

Lin e Chang (2006) entendem que a ferramenta TQM é igualmente importante para qualquer porte de empresa, entretanto, com o crescimento das empresas aumentam também a quantidade e a complexidade das questões de qualidade, além de especificações mais desafiadoras, necessidade de maior robustez nos processos

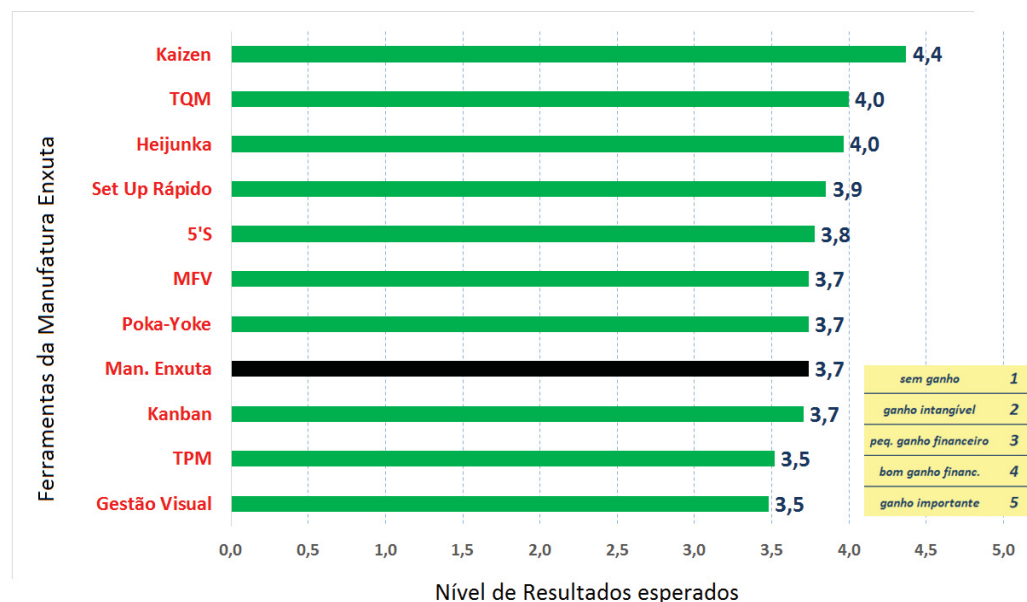
e controles mais apurados, entre outros. Em seus estudos sobre o impacto do TQM na relação causal entre o objetivo da fabricação e o desempenho organizacional, os autores investigaram os padrões de práticas de TQM associados ao desempenho da manufatura e de negócio em 155 empresas de Taiwan. Ficou evidenciado que as empresas com alto padrão de práticas de TQM eram mais propensas a alcançar os objetivos de desempenho de produção e, além disso, elas buscavam atingir com mais ênfase o desempenho em flexibilidade e entrega confiável.

Yamaute (2010) aponta que existe uma lacuna na compreensão da ME como um sistema integrado, pois o TQM atua suportado pela aplicação regular de ferramentas como 5S e Kaizen, e apoiando outras como TRF e TPM na resolução de problemas nos processos que prejudicam a estabilidade de uma manufatura robusta e que atenda aos requisitos exigidos de qualidade.

5.5 NÍVEL DE RESULTADOS ESPERADOS DAS FERRAMENTAS

O gráfico 11 apresenta a análise do nível de resultados esperados das ferramentas da ME nas empresas pesquisadas

GRÁFICO 11 – NÍVEL DE RESULTADOS ESPERADOS DAS FERRAMENTAS DA ME



Fonte: O Autor (2021)

As ferramentas Kaizen, TQM, Heijunka e Setup rápido foram avaliados pelos respondentes com uma boa expectativa de ganho financeiro, porém o estudo identificou que aplicação das ferramentas somente o Heijunka possui uma aplicação iniciada. Esse fato reforça a falha no planejamento inicial de implantação das ferramentas da ME, pois ainda não são aplicadas as ferramentas que foram avaliadas como de maior ganho financeiro, o Kaizen e o TQM.

O estudo identificou que essa falha no planejamento inicial pode ser explicada pela lacuna tanto no conhecimento dos conceitos dessas ferramentas quanto pela falta de priorização nas suas aplicações o que, dessa forma, reduz indubitavelmente a perspectiva de ganhos e melhores resultados em virtude da falta de integração entre elas.

Uma constatação importante desse estudo foi a baixa avaliação dada por todos os participantes da pesquisa aos resultados esperados do TPM visto que essa ferramenta atua de maneira direta na redução de perdas e de quebras nos equipamentos.

Uma baixa expectativa de resultados para o TPM demonstra uma clara deficiência no entendimento e na avaliação dos ganhos potenciais dessa ferramenta limitando o necessário comprometimento da alta administração e o suporte dos gestores envolvidos nessa atividade, o que reduz os ganhos da ME e contrasta com o histórico de sucesso de mais de 70 anos dessa filosofia, conforme relatado por Pavnaskar, Gershenson e Jambekar (2010).

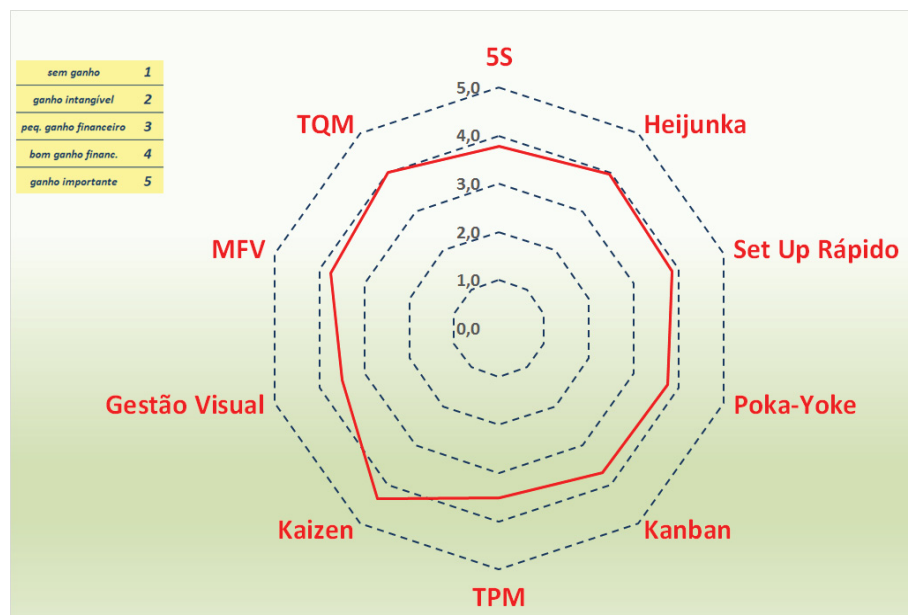
A identificação nesse trabalho entre o baixo resultado esperado e a experiência consolidada da aplicação do TPM, em diversas áreas da indústria, reforça novamente uma lacuna na priorização, compreensão e na integração do TPM com as demais ferramentas aplicáveis, corroborando o que foi reconhecido nos estudos realizados por Bakri *et al.* (2012).

Ainda sobre essa discrepância, Souza (2013) considerou em seus estudos a utilização do TPM como uma estratégia de gestão dos equipamentos concebida para alcançar eficiência máxima pelo envolvimento dos operadores, demonstrando que o foco operacional na utilização de equipamentos exige que uma gestão técnica adequada o que é absolutamente indispensável para a melhoria do desempenho industrial.

Como observado nas ferramentas Kaizen e TPM em relação à baixa expectativa de ganhos esperados e a lacuna no entendimento da ME como um sistema integrado, Womack (2016) e Ferreira (2018) relataram que isso aumenta a resistência dos colaboradores e, em especial, dos gestores conduzindo à interrupção do processo de mudança cultural que deveria ser promovido e praticado.

O gráfico 12 representa a visão do radar com os resultados esperados x ganhos pela aplicação das ferramentas da ME.

GRÁFICO 12 – RADAR - RESULTADOS ESPERADOS X GANHOS



Fonte: O Autor (2021)

Os resultados apresentados no estudo demonstram claramente a baixa expectativa de ganhos financeiros com a aplicação das ferramentas da ME e isso aponta a necessidade imediata de um processo de comunicação e esclarecimento sobre seus benefícios com vistas a obter a adesão das empresas a esse modelo de produção.

Esses resultados indicam que a ferramenta do Kaizen apresentou a melhor expectativa de ganho financeiro pontuada em 4,4; entretanto o estudo também demonstrou que o processo de implantação está apenas iniciado. Essa mesma distorção entre a aplicação e os resultados esperados ficou demonstrada para as

ferramentas do MFV e do poka-yoke ratificando a deficiência no planejamento e na integração das ferramentas da ME.

Isso pode ser explicado tanto pela falta de conhecimento sobre os reais benefícios e resultados da ME quanto pela falta de recursos disponíveis e devidamente capacitados para essas atividades, tais como profissionais de engenharia ou consultores de gestão, o que é um fator determinante para a introdução correta e eficaz desse modelo de gestão.

Singh *et al.* (2010) relataram que a introdução de ferramentas da Manufatura Enxuta resultou na redução do estoque em processo em cerca de 89%, redução de estoque de produtos acabados em 17%, diminuição de prazos de entrega dos produtos em 83%, queda no tempo de processamento em 12%, redução de mão de obra necessária em 30% e de aumento produtividade por operador em cerca de 42%.

A importância e resultados da ME também foi relatado por Hilsdorf *et al.* (2019) em seu estudo de caso para avaliar a eficácia da aplicação da Manufatura Enxuta na gestão de um processo de remanufatura de uma empresa fabricante de peças automotivas, em um cenário de crescente preocupação ambiental. Obtiveram-se como resultados: diminuição de 75% do *lead time*, redução de 10% no tempo de processamento, queda de 55% no estoque em processo. Isso permite concluir que a filosofia lean contribui para a obtenção de ganhos de produtividade no processo de remanufatura, com a devida adaptação às características próprias desse processo.

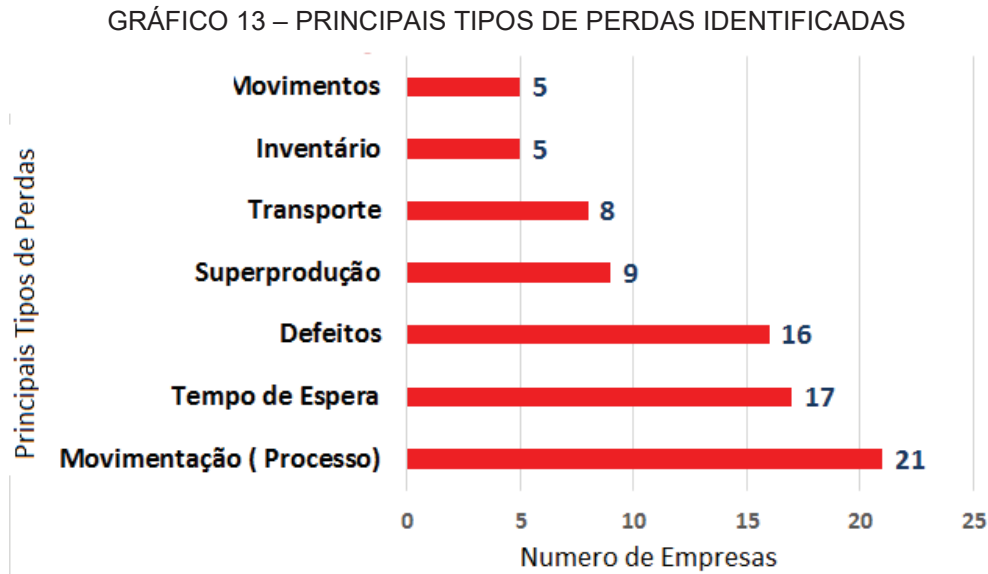
Sobek e Smalley (2010) relataram em suas pesquisas que menos de 10% das empresas que iniciaram a implantação da ME e do STP alcançaram a maturidade e isso aconteceu devido a alguns fatores críticos em um 'sistema em transição' como o desconhecimento, a forma de implantação, e ainda pelo aspecto da comunicação, até então negligenciado, e que pode ser uma das 'chaves' para se entender o sistema da ME. As 'ferramentas' não são o centro do sistema, mas sua superfície.

5.6 AS PRINCIPAIS PERDAS

O gráfico 13 indica no sistema industrial avaliado, importantes resultados de Perdas de Movimentação (Processo), Tempos de Espera e Defeitos, que estão em sua definição diretamente relacionadas ao planejamento e organização da produção,

ao desdobramento dos conceitos de qualidade e a solução de problemas, reforçando o que já foi apresentado por diversos autores, entre eles Almeida, Belo e Silva (2011).

Destaca-se que os sete tipos de perdas podem ocorrer em diferentes níveis, em todas as áreas de negócios e em todos os tamanhos de empresa, o que já foi declarado por Ohno (1997).



Fonte: O Autor (2021)

Entendendo que a ME é um sistema integrado de gestão, Giannini (2007) verificou que cada uma das ferramentas de ME está associada à eliminação de certo tipo de perda do sistema, e isso aumenta a sua eficiência e reduz os seus custos. Assim, uma importante decisão para a fase de planejamento da implantação da ME é a priorização dessas ferramentas.

O quadro 3 representa uma proposta que poderá ser aplicada como suporte para a escolha e definição das ferramentas específicas a serem priorizadas, adaptadas e utilizadas para reduzir as perdas e melhorar a produtividade das empresas.

Ressalta-se que a efetiva operação de qualquer ferramenta específica da ME se beneficia por meio do suporte complementar de outras ferramentas conforme as

pesquisas já realizadas por Pavnaskar, Gershenson e Jambekar (2010) e Suárez-Barraza, Ramis-Pujol e Kerbache (2011).

QUADRO 3 – FERRAMENTAS DA ME E PRINCIPAIS PERDAS IDENTIFICADAS

FERRAMENTA	PERDA							
	Superprodução	Espera	Transporte	Estoque	Movimento	Defeitos	Movimentação	Talento
5S		S	S	P	S		S	
Nivelamento da Produção (Heijunka)	S	P		S	S		S	
Troca Rápida de Ferramentas (SMED)	P	S	S		S			S
Disp. À Prova de Erro (Poka Yoke)				S	S	P	S	S
Sistema Kanban	S	S		P		S	S	
Manutenção Produtiva Total (TPM)	S	P		S		S		S
Metodologia Kaizen		S		S	S	S		P
Gestão Visual	S	S		P		S	S	
Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)	S		S	P	S		S	
TQM		S		S	S	P	S	
Jidoka (Autonomiação)		S		S	S	P		S
Trabalho Padronizado			S	S	S	P		S
Arranjo Físico Celular		S	S	P		S	S	

P = PRINCIPAL / S= SECUNDÁRIO

Fonte: adaptado pelo Autor (2021)

A ME é um sistema integrado no qual as ferramentas assinaladas em azul no quadro (5S – Kaizen e Gestão Visual) podem ser consideradas estruturais e, dessa forma, permitem o efetivo funcionamento de outras ferramentas específicas potencializando os seus resultados, o que também já foi abordado nos trabalhos realizados por Souza, Augusto e Santos (2014), Suarez (2021) e Milnitz (2013).

Esse trabalho evidenciou a importância da integração das ferramentas, pois a correta aplicação do 5S promove o engajamento dos colaboradores, favorecendo a visibilidade do piso de fábrica para identificar seus problemas. Integrado ao kaizen e à Gestão Visual podem garantir melhores e mais efetivos resultados.

Sobre os resultados e observações apresentados neste estudo quanto ao Kaizen, Almeida, Belo e Silva (2011) também já identificaram que um evento Kaizen

pode proporcionar reais retornos para a organização e a partir do estudo de caso de uma empresa metalúrgica constataram um aumento de 18% na produtividade; 17 melhorias de 5S e 7 melhorias de ergonomia/segurança evidenciando que o Kaizen pode proporcionar melhorias significativas nos processos.

Em um estudo sobre um método estruturado para implantação da Gestão Visual, Milnitz (2013) aplicou esse conceito em conjunto com outras técnicas de ME comprovou uma redução de quase 70% nos estoques de produtos em uma malharia, conseqüentemente diminuindo a área ocupada e aumentando em três vezes o giro dos produtos no processo. Além disso, no acabamento, observou-se uma redução de 50% no tempo de espera.

Considerando as três principais categorias de perdas que foram identificadas pelas empresas respondentes pode-se verificar que, para as perdas de Movimentação (Processos), uma das ferramentas identificada como prioritária (P) é o Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) que pode ser aplicado com outras ferramentas secundárias (S) da ME. A aplicação integrada do VSM e outras ferramentas já foram relatadas em trabalho realizado por Ferreira (2004).

Em relação a segunda categoria das principais perdas identificadas - Tempos de Espera - a ferramenta prioritária (P) selecionada é o Heijunka - Nivelamento da Produção, que pode ser aplicada com outras ferramentas como o TPM e o sistema Kanban conforme já relatado por Araújo (2009).

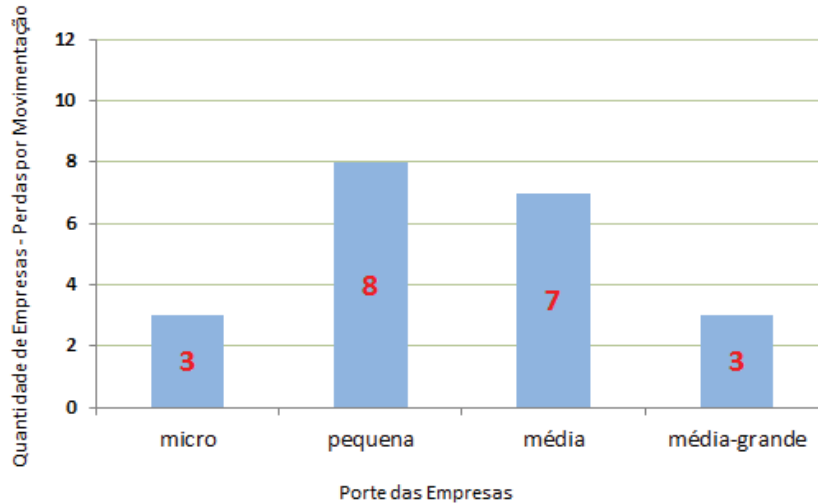
Para terceira categoria de perdas – Defeitos - a prioridade (P) recai sobre o TQM que igualmente pode ser utilizado com ferramentas secundárias (S) identificadas tais como o trabalho padronizado e poka-yokes, o que já foi documentado nos trabalhos de Slack, Chambers e Johnston (2018).

Uma constatação importante deste estudo é que as ferramentas da ME consideradas adequadas para reduzir esses 3 principais tipos de perdas (MFV, Heijunka e TQM) não foram priorizadas pelas empresas pesquisadas, ratificando uma falha na seleção e na adaptação das ferramentas.

Os gráficos a seguir apresentam as análises das três principais perdas em relação ao porte das empresas pesquisadas, e a totalização nessa análise é menor que 27 (número de empresas pesquisadas), pois foram consideradas e agrupadas as somas das três principais perdas relatadas pelos gestores entrevistados.

Observa-se no gráfico 14 que a maioria das pequenas, médias e média-grandes empresas (86%) relataram perdas por movimentação (processos), o que foi relatado por apenas 50% nas microempresas.

GRÁFICO 14 – PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)

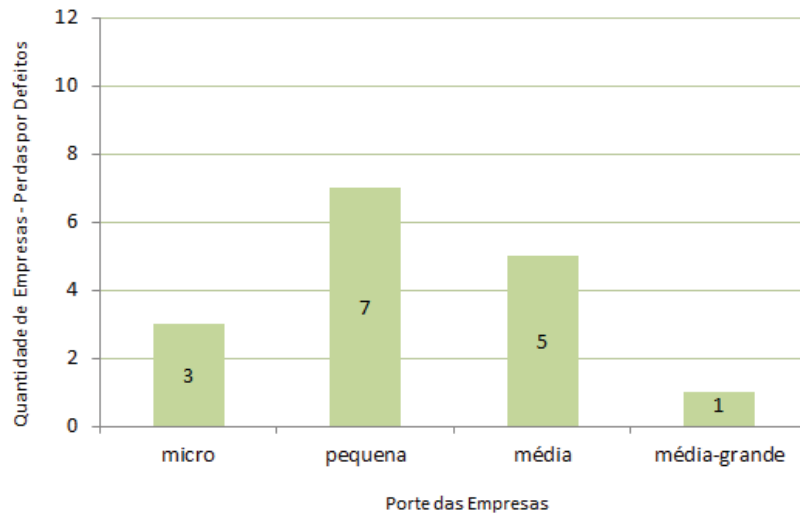


Fonte: O Autor (2021)

Nas entrevistas realizadas com os gestores pode-se observar uma crescente busca por maior participação de mercado e, com isso, um esforço não estruturado para atender as exigências de volume dos clientes, seja pela indisponibilidade de um sistema de produção implantado, seja devido a uma gestão inadequada dos recursos já disponíveis. Dessa maneira, esse tipo de perda pode ser explicado, pois as operações fora de condições adequadas e planejadas geram essa dificuldade além de custos adicionais, por exemplo, mão de obra ou materiais.

Observa-se no gráfico 15 que a perda relatada pelos gestores em relação aos defeitos é percebida principalmente nas pequenas e médias empresas. Isso pode ser explicado pelas perturbações causadas no funcionamento do sistema de produção pelo aumento acelerado de demanda do mercado, tornando-o instável e fora de controle, aumentando a quantidade de defeitos e retrabalhos.

GRÁFICO 15 – PERDAS POR DEFEITOS X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

As pesquisas realizadas por Matt e Rauch (2013) corroboram essas observações ao relatarem que pequenas e médias empresas possuem natural flexibilidade e proatividade o que, combinado com sua usual dificuldade em acessar pessoal qualificado, pode levar essas empresas a operar em níveis e condições de atividade além de sua capacidade, gerando perdas por defeitos e outras. Esse esforço de flexibilidade nem sempre é seguido por uma resposta estruturada e sistemática.

Mesmo considerando-se que existem possíveis diferenças de critérios para a classificação das empresas conforme o país de origem, o cenário apresentado para o contexto deste estudo permanece válido.

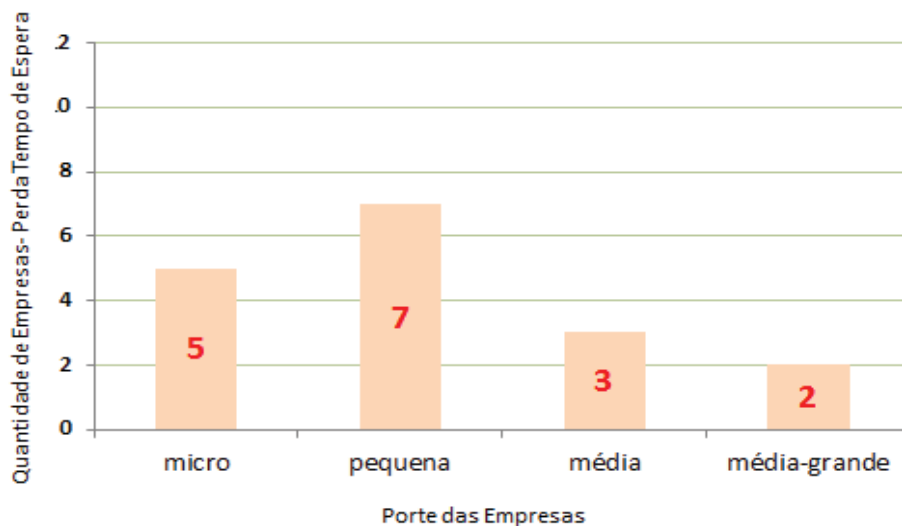
Por outro lado, as empresas de grande porte relatam menores perdas relacionadas a esse fator, fato que é explicado pela sua melhor e mais adequada estrutura de suporte às atividades e a uma melhor capacidade instalada que permite absorver essas perdas.

Bhamu e Sangwan (2014) explicam que a ME expandiu-se progressivamente da indústria automobilística para todas as áreas de negócio, do Japão para o mundo e das grandes empresas até as médias, chegando hoje às pequenas empresas. Desse modo, é natural que as empresas de grande porte desse polo já tenham encontrado soluções para as perdas por defeitos, enquanto as pequenas e médias ainda convivem com essa dificuldade.

Assim, este estudo evidencia que uma melhor estruturação do sistema de produção se faz necessária para assegurar maior garantia de qualidade aos processos e uma maior rapidez e flexibilidade no tempo de escoamento (entrega) das suas produções, para a garantia no atendimento das exigências dos seus clientes.

O gráfico 16 representa a perda por tempo de espera x porte das empresas pesquisadas e a totalização nessa análise é diferente de 27, pois foram consideradas e agrupadas apenas as empresas que relataram essa perda.

GRÁFICO 16 – TEMPO DE ESPERA X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

A análise dos dados revela uma importante perda por tempo de espera em todos os portes das empresas pesquisadas.

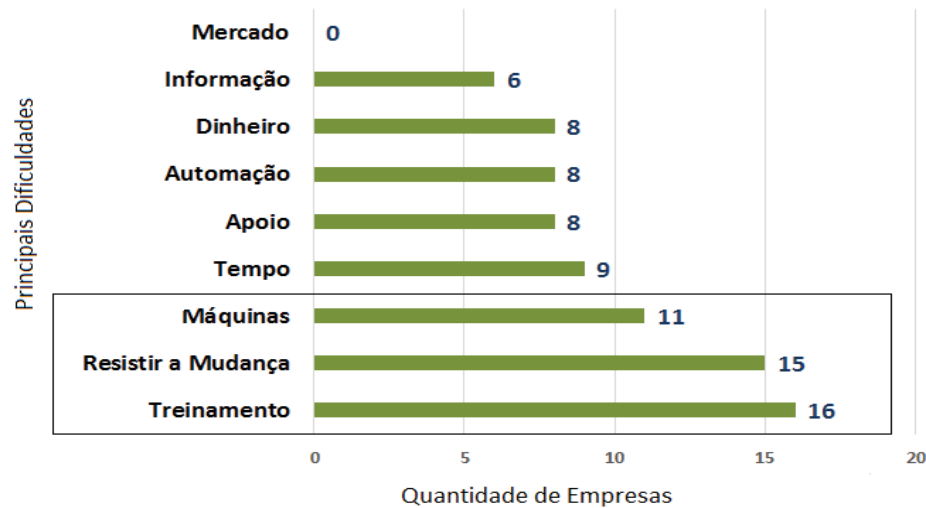
Os dados apresentados mostram que para as médias empresas essa perda foi menos relevante, pois elas apresentam uma organização mais bem estruturada e têm mais flexibilidade para atender as flutuações de demandas.

Para os demais portes de empresas essa perda foi mais impactante e pode ser explicada seja pela dificuldade de integrar os sistemas de produção às perturbações do mercado nas micro e pequenas empresas, seja devido a perturbação sobre os fluxos internos de produtos nas grandes empresas (efeito volume).

5.7 AS PRINCIPAIS DIFICULDADES

As principais dificuldades encontradas pelas empresas na implantação efetiva da ME e suas ferramentas são apresentadas no gráfico 17.

GRÁFICO 17 – PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS X QUANTIDADE EMPRESAS



Fonte: O Autor (2021)

Os gestores respondentes da pesquisa relataram que as principais dificuldades apresentadas para a adequada implantação das ferramentas da ME estão relacionadas a três principais fatores: Treinamento, Resistência a Mudanças e Máquinas. Essas observações são coerentes com o histórico de implantação da ME, com exceção de um viés identificado pela necessidade por máquinas.

A implantação da ME significa uma importante mudança nos procedimentos, na gestão e principalmente na cultura da empresa. Desse modo, é natural uma forte resistência às mudanças por parte dos colaboradores e gestores. Além disso, a introdução de novas ferramentas e práticas demanda um programa de treinamento extensivo para promover o conhecimento necessário à aplicação dessa nova sistemática.

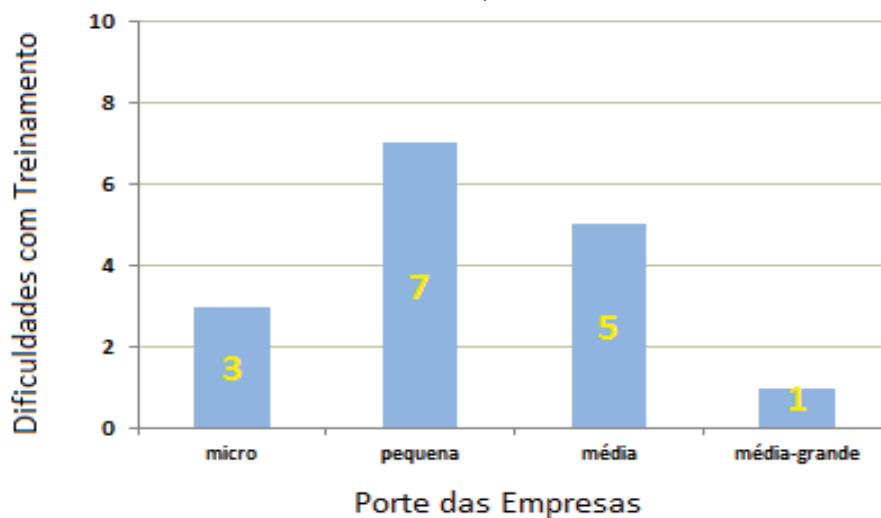
Uma análise mais focada em relação às principais dificuldades x porte das empresas foi realizada e a totalização nessa análise é diferente de 27 (número total de empresas respondentes), pois foram consideradas e agrupadas apenas as empresas que relataram essas dificuldades.

5.7.1 Treinamento

A dificuldade de treinamento é representada no gráfico 18 considerando o porte das empresas respondentes ao formulário.

As empresas de maior porte relataram menores dificuldades em relação ao treinamento, o que caracteriza a sua disposição e sua melhor capacidade de organização sobre os objetivos e o funcionamento da ME.

GRÁFICO 18 – DIFICULDADE TREINAMENTO X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

Esta observação já foi apresentada em pesquisa realizada por Cordeiro (2007) ao declarar a importância da mudança de paradigma, visto que o treinamento considerado como uma barreira à implantação da ME revela a deficiência no planejamento e na gestão operacional, uma vez que novas atribuições decorrentes dessa atividade exigem além do treinamento, o envolvimento dos operadores.

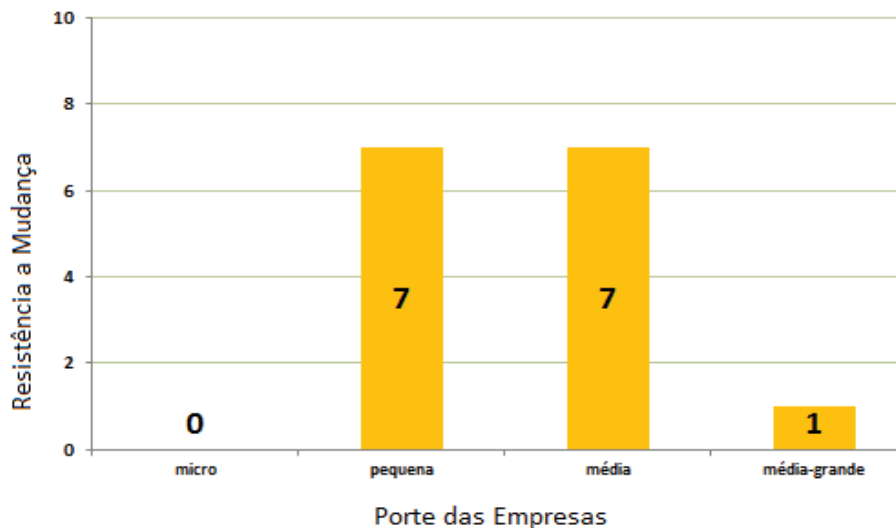
O treinamento como obstáculo foi citado nos trabalhos de Marodin e Saurin (2013) que afirmam que essa dificuldade influencia os aspectos organizacional e social das empresas pela necessidade de organizar e programar uma frequência definida para os treinamentos necessários e o público-alvo impactado.

5.7.2 Resistência à Mudança

As dificuldades descritas no gráfico 19 em relação à Resistência à Mudança apresentaram-se comuns nas pequenas e médias empresas, quando buscam implantar novas sistemáticas de produção que alterem o *status quo* vigente.

Esse tipo de obstáculo não só é considerado comum como também esperado, visto que é natural que mudanças gerem desconforto e exijam um esforço adicional para que sejam aceitas e implantadas. Isso permite entender que ocorreu uma falha de gestão, seja no planejamento das ações seja na decisão estratégica da mudança.

GRÁFICO 19 – RESISTÊNCIA À MUDANÇA X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

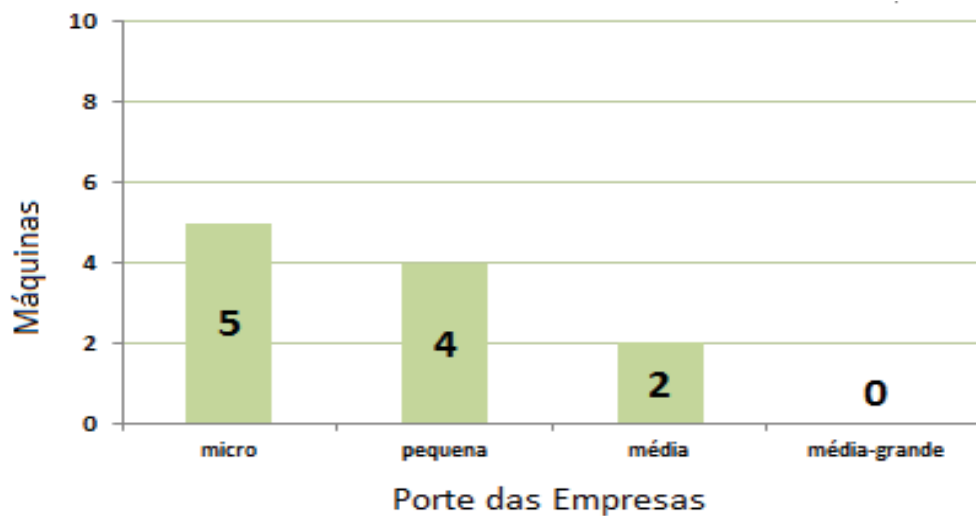
Os estudos realizados por Marodin e Saurin (2013) também relatam que a dimensão humana pode atuar de maneira importante na resistência à implantação da ME devido a sua necessidade de novas habilidades, conhecimentos e experiências da mesma forma que a comunicação adequada pode contribuir para minimizar a resistência aos impactos dessas mudanças.

Essa constatação reforça a necessidade de treinamento como uma questão crítica ao sucesso da implantação da ME e que atua em 3 níveis: na conscientização da direção, na qualificação da gestão intermediária e na correta orientação, preparação e sensibilização do nível operacional.

5.7.3 Máquinas

O gráfico 20 representa a dificuldade com máquinas relatada pelas empresas respondentes neste trabalho. É perceptível que, à medida que o porte da empresa cresce, essa dificuldade diminui o que é explicado pela capacidade adicional de produção que pode ser disponibilizada e absorvem as possíveis perdas existentes ao contrário das pequenas empresas que não possuem essa condição.

GRÁFICO 20 – DIFICULDADE COM MÁQUINAS X PORTE DAS EMPRESAS (FATURAMENTO ANUAL)



Fonte: O Autor (2021)

Neste ponto vale lembrar que a ME teve o seu início no Japão justamente marcado pela ausência de máquinas e recursos materiais e é importante ressaltar que os estudos já realizados por Silva *et al.* (2011) relatam que a disponibilidade de máquinas não é um requisito para introdução da ME ou de qualquer uma de suas ferramentas.

Mais uma vez ratifica-se a evidência de uma falta de conhecimento e plena compreensão sobre os princípios e práticas da ME, o que não só dificulta a sua aplicação, mas também a bloqueia na medida em que cria necessidades e obstáculos que não condizem com a realidade desse sistema de produção.

5.8 DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO DA SITUAÇÃO EM FACE DA APLICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DA MANUFATURA ENXUTA

Com base na análise do porte das empresas e dos seus efetivos, o estudo demonstrou que 67% das empresas pesquisadas são PME e que 85% possuem uma estrutura técnica de mão de obra qualificada com até 10 pessoas.

Ao longo das discussões anteriores foi realizada a análise detalhada das respostas obtidas na pesquisa sobre a implantação da ME evidenciada em gráficos, com o objetivo de se obter uma visão completa da situação e consolidar as análises que demonstraram os seguintes pontos:

- 1- Organização e mobilização de grupos de trabalho como mecanismo essencial à implantação e funcionamento da ME,
- 2- Obtenção de adequado treinamento e qualificação dos recursos humanos para correta apropriação das técnicas e práticas necessárias,
- 3- Revisão e padronização do processo de manufatura corrente para estabilização do processo de implantação da ME,
- 4- Definição de prioridades e seleção das ferramentas a serem implantadas dentro da estratégia adotada,
- 5- Implantação de uma cultura para melhoria contínua através de grupos Kaizen,
- 6- Gestão do processo de mudança organizacional, através de mecanismos de informação e comunicação,
- 7- Adaptação, conhecimento e correta introdução das ferramentas de ME ao sistema de produção das empresas.

Vale a pena salientar os evidentes pontos positivos dessa iniciativa no Polo:

1. A correta percepção pelas empresas da necessidade de evoluir e buscar alternativas estratégicas que assegurem a competitividade,
2. O posicionamento inicial das lideranças empresariais por um modelo de gestão da produção avançado e de longo prazo,
3. A abertura e dedicação dos colaboradores para participar na implantação da ME.

Sem dúvida a implantação da ME exige um significativo esforço coordenado para que seus efetivos resultados sejam alcançados. Segundo Pavnaskar, Gershenson e Jambekar (2010) esse modelo de produção pode gerar importantes ganhos de produtividade como:

- Defeitos reduzidos em 20% ao ano,
- Prazos de entrega reduzidos em mais de 75%,
- A pontualidade na entrega melhora em mais de 99%,
- A produtividade (vendas por funcionário) aumenta de 15 a 35% ao ano,
- Reduções de estoque de mais de 75%,
- Melhoria do retorno sobre os ativos de mais de 100%,
- Aumento na capacidade das instalações atuais de 50% ou mais,
- Redução de 80% no espaço,
- Melhoria de 50% na qualidade,
- Disponibilidade da máquina de 95%,
- Redução de 60% nos tempos de ciclo.

5.9 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Uma das limitações desta pesquisa é que ela foi realizada considerando somente aspectos qualitativos em um número limitado de empresas do setor moveleiro. Isso se justifica pela indisponibilidade de uma base de dados quantitativos robustos nas empresas do polo industrial pesquisado.

Outra limitação desse estudo é que a validação do questionário aplicado foi feita através do cálculo do Coeficiente Alfa de Cronbach e não foi feita uma análise de sensibilidade com uma validação estatística mais rigorosa devido à extrema volatilidade na dinâmica dessa área industrial.

Essas limitações indicam, em pesquisas futuras, um caminho para a continuidade deste estudo no sentido de aperfeiçoar sua validação em indústrias de móveis de diferentes portes para o aprofundamento da implantação do modelo de Manufatura Enxuta estudado.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esse trabalho permitiu verificar que existe uma aplicação parcial de algumas ferramentas da Manufatura Enxuta decorrente da falha na gestão de recursos humanos, na correta priorização e integração entre as ferramentas, a deficiência na padronização dos processos e a ausência de um processo de melhoria contínua.

Da mesma maneira, em relação aos resultados esperados, o estudo demonstrou uma expectativa de ganhos aquém do potencial histórico e conhecido das ferramentas e, também, evidenciou que algumas delas foram avaliadas com grandes expectativas e ainda não foram iniciadas.

Com a obtenção de conhecimento mais aprofundado e suporte para a implantação da ME esse aspecto pode ser revertido para melhores resultados e que correspondam aos benefícios específicos de cada ferramenta.

Isso pode ser viabilizado pelo setor patronal ou por meio da elaboração de políticas públicas adequadas e que fomentem as iniciativas para a superação das dificuldades encontradas, como por exemplo, a disponibilidade e qualificação da mão de obra necessária.

O estudo concluiu em relação às principais perdas identificadas, a ausência da implantação efetiva de ferramentas estruturais como o Kaizen e a Gestão Visual e igualmente a aplicação de ferramentas inadequadas para o melhor tratamento dessas perdas.

Esses desvios contribuíram para a existência de perdas que poderiam ser minimizadas com a adequada estruturação dos processos e uma correta priorização das ferramentas específicas ao contexto industrial.

O estudo, ao abordar as principais dificuldades, também concluiu que houve uma falha no planejamento para essa implantação, comprometendo a efetiva participação dos colaboradores o que gerou ainda mais resistência ao processo de mudanças do que é normalmente esperado e isso foi ampliado pela falta de treinamento em relação aos benefícios advindos desse modelo de gestão.

No que se refere à identificação de máquinas como uma dificuldade, esse estudo concluiu que existe um mal-entendido, resultante da falta de domínio adequado da ME e do apego a paradigmas clássicos de produção.

Conclui-se, finalmente, que o setor moveleiro em São Bento do Sul e região apresenta um grande potencial de evolução por meio da melhoria dos seus resultados pela implantação da ME, o que trará mais competitividade e melhor participação nos mercados consumidores explorados.

No que se refere às recomendações, com base nos pontos fracos identificados nesse estudo, os seguintes aspectos técnicos foram considerados relevantes e servem como recomendações, no contexto operacional das empresas, para a melhoria de sua efetividade:

- a) Criar um grupo de trabalho, composto por diretores, gestores e especialistas em ME, para planejar e coordenar sua estratégia de implantação e gestão, atuando na correção de desvios e no gerenciamento dos indicadores de qualidade e produtividade para reduzir as perdas e buscar a excelência,
- b) Planejar e realizar estratégias de sensibilização, qualificação, treinamento e envolvimento na ME, desde a alta administração até o pessoal operacional, como condição *sine-qua-non*, para uma efetiva participação e comprometimento de todos nas ações necessárias para a sua implantação,
- c) Revisar processos de manufatura para sua correta estruturação, padronização e assim estabilizar a gestão operacional, adequando os recursos técnicos e humanos necessários,
- d) Revisar as prioridades de implantação das ferramentas de ME, considerando o contexto industrial específico, além da aplicação do 5S, gestão visual e dos grupos de melhoria (Kaizen),
- e) Criar e gerenciar grupos de trabalho, gerais e específicos, para atuar na implantação das ferramentas de ME e realizar ações focadas na melhoria contínua dos processos incluindo suas auditorias,
- f) Desenvolver estratégias adequadas de informação e comunicação entre os diversos setores da empresa reforçando a relevância de todos os interlocutores na sustentação da ME,
- g) Estabelecer uma nova cultura, focada na disciplina operacional, visando à redução de perdas e a melhoria contínua para a introdução das técnicas de ME, de modo robusto e sustentável.

No contexto estratégico, considerando-se que grande parte desse polo moveleiro é constituída de PMEs, destaca-se a importância das entidades de classe e governamentais no sentido de suportar e impulsionar as iniciativas de melhoria de seus negócios, aportando políticas adequadas e recursos necessários para a execução das seguintes recomendações, tais como:

- a. Implantar um comitê executivo para a ME para definir e coordenar as prioridades do polo,
- b. Desenvolver uma metodologia de implantação da ME adequada ao porte e estrutura das empresas,
- c. Planejar e coordenar um programa robusto de treinamento sobre o tema da ME e suas oportunidades, adaptando-o a esse contexto,
- d. Preparar e disponibilizar meios e materiais para a comunicação e informação a todos os atores envolvidos nesse processo,
- e. Estruturar e disponibilizar suporte técnico adequado para a implantação da ME para os participantes.

Como recomendação final, este estudo pode ser usado como ponto de partida para estudos mais aprofundados e outras pesquisas setoriais para a adaptação das ferramentas a diferentes contextos industriais, de modo que o conjunto de práticas e princípios da ME possam ser implantados com eficácia e avaliados com mais profundidade e abrangência.

REFERÊNCIAS

- ACR. Associação Catarinense de Empresas Florestais. **Anuário estatístico de base florestal para o estado de Santa Catarina 2019**. Lages, 2019. 118 p. Disponível em: <http://www.acr.org.br/uploads/biblioteca/AnuarioACR_2019_atualizado.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- ALMEIDA, M. R. de; BELO, J. N. de A.; SILVA; B. C. da. **Evento Kaizen: estudo de caso em uma metalúrgica brasileira**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2011. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_19126.pdf. Acesso em: 1 mar. 2021.
- ALVES, F.A.; SOUZA L.G.M.; FERRAZ, T. C. P. **Identificação de fatores críticos que influenciam o desempenho de projetos de melhoria contínua**. In: Encontro Nacional da Engenharia de Produção (ENECEP), 2007, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2007.
- ANTUNES, J. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; KLIPPEL, A. F.; SEIDEL, A.; KLIPPEL, M. **Uma revolução na produtividade: a gestão lucrativa dos postos de trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- ARAÚJO, L.E.D. **Nivelamento de Capacidade de Produção utilizando Quadros Heijunka em Sistemas Híbridos de Coordenação de Ordens de Produção**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- BAKRI, A.; RAHIM, A.R.A.; YUSOF, N.M., AHMAD, R. Boosting Lean Production via TPM. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 65, n. 65, p. 485–491, 2012.
- BARBOSA, A. L. **Redução de tempos de setup: aplicação de troca rápida de ferramentas em indústria de bebidas**. 2015. 45 f. Trabalho de Graduação em Engenharia de Materiais – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.
- BARROS, A.; DUARTE, J. (orgs.). **Métodos e técnicas de pesquisa em Comunicação**. São Paulo: Atlas, 2009.
- BERTO, R.M.V.S; NAKANO, D.N. **Revisitando a produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 2014. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002488915>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- BHAMU, J.; SANGWAN, K.S. Lean manufacturing: Literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**. 34. 876-940. 10.1108/IJOPM-08-2012-0315, 2014.

BICHENO, J.; HOLWEG, M. *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. **Picsie Books**, 2009.

BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistics notes: Cronbach's alpha. **British Medical Journal**, v. 314, n. 7080, p. 572, 1997.

BNDES. **Apoio às Micro, Pequenas e Médias Empresas**. Fevereiro/2015.
Disponível em:
<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4261/1/Cartilha%20MPME%202015.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BORTOLOTTI, T.; BOSCARI, S.; DANESE, P. Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. **International Journal of Production Economics**, v.160, pp.182-201, 2014.

BOTTI, L.; MORA, C.; REGATTIERI, A. Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line. *Computers and Kaizen in Japan: an empirical study* – **International Journal of Operations & Production Management, Industrial Engineering**, 111: (481-491). Itália, 2017.

BUZAN, T. **Dominando a Técnica dos mapas mentais**: Guia completo de aprendizado e uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana, tradução: Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Cultrix, 2019.

CAGLIANO, R.; SPINA, G. How improvement programmes of manufacturing are selected, the role of strategic priorities and past experience. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 7, pp. 772791, 2000. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01443570010330748>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

CHASE, R.B.; JACOBS, F.R.; AQUILIANO, N.J. **Administração da Produção e Operações para vantagens competitivas**. São Paulo: McGrawHill, 2006.

CHAVES FILHO, J.G.B. **Melhores Práticas para Garantia de Sustentabilidade de Melhorias Obtidas Através de Eventos Kaizen**. Dissertação de Mestrado (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, 2010. Universidade de São Paulo, São Carlos.

CHOW S.C.; SHAO J.; WANG H. **Sample size calculations in clinical research**. 2nd Ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC Biostatistical series; 2008.

CORDEIRO, B.V.J.M. **Sistema Toyota de Produção: Novo Paradigma Produtivo ou Estratégia de Operações?** In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, p. 1- 10, 2007. Disponível em: <https://seaerj.org.br/2016/07/25/modelo-toyota-de-producao-um-novo-paradigma-para-a-engenharia-de-producao-no-seculo-xxi/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

CRONBACH, L.J. Coefficient alpha and the internal structure of test. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, pp. 297-334, 1951.

CRONBACH, L. J. My current t procedures. **Educational and Psychological Measurement**, v. 64, n. 3, jun. 2004.

DOMINGO, R. **Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System**. Espanha, 2015: Sustainability, 7: (9031-9047).

EATON, M. **The Lean Practitioner's Handbook**: Kogan Page. Google books, 2013.

ELIAS, S.J.B.; OLIVEIRA, M. M.; TUBINO, D.F. Mapeamento de Fluxo de Valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso. **Revista ADM Gestão Estratégica**, v. 4, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

EMBRAPA FLORESTAS. Setor Moveleiro de SC tem significativa contribuição no desenvolvimento da região. 19/09/2020. **Revista Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55727863/setor-moveleiro-de-exportacao-de-santa-catarina-tem-significativa-contribuicao-no-desenvolvimento-da-regiao-aponta-estudo-da-embrapa>. Acesso em: 15 dez. 2020.

EMILIANI, M.L. Improving business school courses by applying lean principles and practices. **Quality Assurance in Education**, v.12, n.4, 2004.

FARIA A.C.; VIEIRA V.S.; PERETTI, I.C. Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresa de autopeças. **Revista Gestão Industrial** v.08, n.2, pp.186-208, 2012.

FERREIRA, G.A. de O. **Aplicação do Lean em pequenas empresas**: um estudo de caso no setor de alimentação fora do lar. 2018. Biblioteca Digital da Produção Intelectual Discente da Universidade de Brasília. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21157/1/2018_GabrielAbiChainDeOliveiraFerreira_tcc.pdf. Acesso em: 30 jan. 2021.

FERREIRA, F.P. **Análise da implantação de sistema de manufatura enxuta em uma empresa de Autopeças**. 2004. 178f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração – ECA, Universidade de Taubaté, Taubaté.

FREITAS, A.L.P.; RODRIGUES, S.G. **A avaliação da confiabilidade de questionários**: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. XII SIMPEP. Bauru. 2005.

GÁLOVA K.; RAJNOHA R., ONDRA P. The use of industrial lean management methods in the economics practice: An empirical study of the production companies in the Czech Republic. **Polish Journal of Management Studies**. 17 (1) pp. 93-104. 2018.

GHOSH, M. Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Nagpur, India, 2013. Disponível

em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410381311287517/full/html>. Acesso: 30 jan. 2021.

GIANNINI, R. **Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). 2007. São Paulo: Poli/ USP.

GIL, A.C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002, 175p.

GLIEM, J.A.; GLIEM, R.R. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. In: **Midwest research to practice conference in adult, continuing a community education**, Columbus, p. 82-88, 2003.

GODOY, A.S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas – ERA**, São Paulo, v. 35, n.3, 1995.

GRABAN, M. **Hospitais Lean: Melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GRIGNANI R.; PEREIRA, R.; TORTORELLA, G.; PANDOSSIO, P.G. **Implantação de Kanban em um laboratório de análises clínicas como sistema de re-suprimento das unidades de coletas e laboratório técnicos**, Anais do VI Congresso de Sistemas LEAN, 2016 – FIEP - Curitiba, PR. Disponível em: <http://www.pb.utfpr.edu.br/congressolean/>. Acesso em: 27 fev. 2021.

GROUT, J.R.; TOUSSAINT, J.S. Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. **Business Horizons** 53 (2), pp. 149-156, 2010.

GUPTA, S.; JAIN, S.K. A literature review of lean manufacturing, **International Journal of Management Science and Engineering Management**, 8:4, pp. 241-249, 2013.

HAILU, H., KEDIR, A., BASSA, G., JILCHA, K. Critical success factors model developing for sustainable Kaizen implementation in manufacturing industry in Ethiopia. **Management Science Letters**, 7(12), pp. 585-600, 2017.

HILSDORF, W.C.; LOPES, A.P.V.B.V.; CITTATINI, C.; GHISINI, J. S. Aplicação de ferramentas do lean manufacturing: estudo de caso em uma indústria de remanufatura. **Revista Produção Online**, v. 17, n. 2, pp. 640-667, 2019.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations e Production Management**. v. 24, n.10, pp. 994-1011, 2004.

HIRANO, H. **5S para todos: 5 pilares de la Fábrica Visual**, Routledge, 2018.

HOLLNAGEL, E. **Barrier analysis and accident prevention: how to improve safety by understanding the nature of accidents rather than finding their causes**, 2004. 37p.

HORA, H.R.M.; MONTEIRO, G.T.R.; ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o coeficiente alfa de Cronbach. **Produto e Produção**, v. 11, n. 2, pp. 85-103, 2010.

HOUSHMAND, M., JAMSHIDNEZHAD, B. An extended model of design process of Lean production systems by means of process variables – **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, v. 22, pp. 1-16, 2005.

JABBOUR, A.; TEIXEIRA A.; FREITAS W.; JABBOUR C. **Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil**. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rausp/v48n4/16.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

KATZENBACH, J.; SMITH, D. **Equipes de Alta Performance**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2001.

KLINE, R. B. **Principles and practice of structural equation modeling**. New York: Guilford, 2005.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Os 5 princípios do lean thinking** (mentalidade enxuta), 2015. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em 02 fev.2021.

LEAN WAY CONSULTING. **Workshop Estratégia de Manufatura**. São Paulo, 2015 (Apostila).

LEAN WAY CONSULTING. **Entenda o Lean System**. 2019. Disponível em: <http://leanway.com.br/lean%20manufacturing>. Acesso em: 15 dez. 2020.

LEONHARDT, Gabriela. **Programa 5S em indústria de base florestal na Região Sul do Brasil**. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, 2002. Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LEONTITSIS, A.; PAGGE, J. A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 73, pp. 336-340, 2007.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J.K., MEIER, D. **O Modelo Toyota**. Manual de Aplicação: Um Guia Prático para a Implementação dos 4 Ps da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIN, C.; CHANG, S. Exploring TQM's impact on the causal linkage between manufacturing objective and organizational performance. **Total Quality Management**, v. 17, n. 4, pp. 465-484, 2006.

MACEDO, M.; POSSAMAI, E. Impactos da implementação do Lean Manufacturing na obtenção de vantagem competitiva: um estudo de casos múltiplos. **Revista Gestão Industrial**, v 9, n 2, 2013.

MAIA, R.D. de A. **O Value Stream Mapping e sua relação com os princípios da abordagem enxuta**: Proposição de uma sistemática expandida para a gestão do lead time. Brasil, 2010.

MANO, Y.; AKOTEN, J.; YOSHINO, Y.; SONOBE, T. Teaching KAIZEN to small business owners: An experiment in a metalworking cluster in Nairobi. **Journal of the Japanese and International Economies**, v. 33, pp. 25-42, set. 2014.

MAROCCO, G.S. **A importância da manutenção produtiva total na melhoria contínua do processo**: um estudo de caso. Trabalho de conclusão do curso de graduação, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013, Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora.

MARODIN, G. A.; SAURIN, T. A. Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 22, pp. 6663-6680, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.826831>. Acesso em 15 fev. 2021.

MATT, D.T., RAUCH, E. Implementation of Lean Production in Small Sized Enterprises. **Procedia CIRP**, v. 12, p. 420–425, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827113007130> >. Acesso em 01 fev. 2021.

MATTHIENSEN, A. **Uso do coeficiente alfa de Cronbach em avaliações por questionários**. Boa Vista: EMBRAPA, 2011.

MELO, A.S.P., SILVA, R.F., PAULA, R.A., SIMÃO, V.G., GUELHAS, O.L.G. **Gestão da produção em farmácias de manipulação**: o desenvolvimento de um modelo de aquisição de insumos com base no cálculo do ponto de ressuprimento. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

MILNITZ, D. **Um método estruturado para Implantação da Gestão à Vista**. Florianópolis: UFSC, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MUNIZ Jr., J. **Modelo Conceitual de Gestão de Produção Baseado na Gestão do Conhecimento: um estudo no ambiente operário da indústria automotiva**. 2007. 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica – Área de Concentração de Produção) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

NEGRÃO, L.L.L. **Caracterização da implementação do lean manufacturing na região amazônica**: identificação do grau de adoção e seu efeito no desempenho empresarial, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE, São Carlos, 2016.

OGAYAR, J.J.; GALANTE, J.T. **Guía Lan Management: mejorar los procesos para ser más competitivos**. Cuba: Poraxa; Grupotel; IDI - Institut d'Innovación Empresarial de les Iles Balears, 2013. Disponível em:

<http://www.femeval.es/informesycomunic/documentacionjornadas>. Acesso em: 10 jan. 2021.

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

OTANI, M.; MACHADO, W.V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. v. 4, n. 2, pp. 01-16, 2008.

PAVNASKAR, S.J.; GERSHENSON J.K; JAMBEKAR A.B. Classification Scheme for Lean Manufacturing Tools. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 13, pp.3075-3090. Published online: 14 nov. 2010.

REILLY, S.O.; HEALY, J.; DUBHGHAILL, R.O. Continuous improvement in a university, the first steps: a reflective case study. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 67(2), pp. 260-277, 2018.

RIBEIRO, I. S., **Proposta de Implementação de Ferramentas Lean em uma microempresa do setor moveleiro de Itabira-MG, Itabira, MG**; Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, 2019.

RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L.J. **Administração da Produção e Operações**. Pearson Universidades, 2017.

RODRIGUES, M.V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro; Elsevier, 2014.

RODRIGUES, M.; HATAKEYAMA, K. Analysis of the fall of TPM in companies. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 179, n. 1-3, pp. 276–279, 2006.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

SHAH, R; WARD, P.T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, pp. 129-149, 2003.

SHAVELSON, R. **Measuring College Learning Responsably: Accountability in a New Era**, Stanford University Press, 2009.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre, Bookman, 2018.

SILVA, F.W.S., ALVES, A.C., FIGUEIREDO, M.C.B. Lean Production in small and médium sized companies from the Free Economic Zone of Manaus: a reality or just fiction? **Gestão & Produção**, 26(4), e4237. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530X-4237-19>. Acesso em: 20 dez. 2020.

SILVA, I.B.; MIYAKE, D.I.; BATOCCHIO, A.; AGOSTINHO, O.L. Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de

produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, pp. 687-704, 2011.

SINDUSMÓBIL. **Exportações Dados Gerais 2020 x 2019**. 2020. [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por pclothier@hotmail.com em junho 2020.

SINGH, B.; GARG S.K.; SHARMA S.K.; GREWAL C. Lean implementation and its benefits to production industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 2, pp. 157-168, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2018.

SOBEK, D.K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3**: um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SOUZA, V.C. **Organização e gerência da manutenção**: planejamento, programação e controle da manutenção. São Paulo: All Print, 2013.

SOUZA, W.R.; AUGUSTO, E.P.; SANTOS, M.K. **Viabilidade e análise de importância do 5S para a competitividade organizacional em uma empresa**. Juiz de Fora: XLII COBENGE, 2014.

SPARKS, D.T. **Combing Sustainable Value Stream Mapping and Simulation to Assess Manufacturing Supply Chain Network Performance**, 2014. Disponível em https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1042&context=me_etds. Acesso em: 15 jan. 2021.

STREINER, D.L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**. v. 80, pp. 217-222, 2003.

SUAREZ, G. Os Valores da Manufatura Enxuta. **Blog Qualityway**, Curitiba, 2021. Disponível em: <https://qualityway.wordpress.com/2021/01/24/os-valores-do-lean-manufacturing-por-gregorio-suarez/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SUÁREZ-BARRAZA, M.F.; RAMIS-PUJOL, J.; KERBACHE, L. Thoughts on kaizen and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 4, p. 288-308, 2011.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Visual Management in Construction: Study Report on Brazilian Cases. **SCRI Research Report 3**, England, 2010.

VAN DER STEEN M. P., TILLEMA S. Controlling lean manufacturing in multidivisional organizations: Highlighting local interests and constraints. **International Journal of Operations and Production Management**. 38 (11), pp. 2149-2168. 2018.

WERKEMA, C. **Lean seis sigma**: introdução às ferramentas do lean manufacturing. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

WOMACK, J.P. **Citações e referências de documentos eletrônicos**. 2016.

Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/444/25-anos-apos-a-publicacao-de-%E2%80%9Ca-maquina-que-mudou-o-mundo%E2%80%9D-jim-womack-reflete-sobre-o-que-esta-impedindo-o-lean-de-avancar.aspx>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

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

WOMACK, J.P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YAMAUTE, N.M. **Dificuldades e benefícios da aplicação da manufatura enxuta em célula de montagem e injeção plástica de autopeças**. 184 p. Dissertação (Mestrado) 2010. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica, Taubaté/SP.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. Upper Saddle River, USA: Prentice Hall, 1999.

APÊNDICE 1 – LISTA DE EMPRESAS RESPONDENTES

Data	ID	Responsável Pesquisa	Endereço
25/nov	1	GERENTE COMERCIAL	SÃO BENTO DO SUL
25/nov	2	GERENTE DE PRODUÇÃO	SÃO BENTO DO SUL
25/nov	3	GERENTE DE PRODUÇÃO	SÃO BENTO DO SUL
25/nov	4	GERENTE DE VENDAS	SÃO BENTO DO SUL
25/nov	5	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
25/nov	6	DIRETOR INDUSTRIAL	SÃO BENTO DO SUL
02/dez	7	DIRETOR INDUSTRIAL	SÃO BENTO DO SUL
02/dez	8	GERENTE DE OPERAÇÕES	SÃO BENTO DO SUL
02/dez	9	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
02/dez	10	GERENTE INDUSTRIAL	SÃO BENTO DO SUL
02/dez	11	GERENTE DE PRODUÇÃO	SÃO BENTO DO SUL
09/dez	12	GERENTE DE PRODUÇÃO	SÃO BENTO DO SUL
09/dez	13	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
09/dez	14	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
09/dez	15	DIRETOR INDUSTRIAL	SÃO BENTO DO SUL
09/dez	16	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
jan/21	17	PROPRIETÁRIO	RIO NEGRINHO
jan/21	18	DIRETOR INDUSTRIAL	RIO NEGRINHO
jan/21	19	PROPRIETÁRIO	RIO NEGRINHO
jan/21	20	PROPRIETÁRIO	RIO NEGRINHO
jan/21	21	PROPRIETÁRIO	RIO NEGRINHO
jan/21	22	GERENTE INDUSTRIAL	RIO NEGRINHO
jan/21	23	GERENTE DE PRODUÇÃO	CAMPO ALEGRE
jan/21	24	GERENTE DE PRODUÇÃO	SÃO BENTO DO SUL
jan/21	25	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
jan/21	26	PROPRIETÁRIO	SÃO BENTO DO SUL
jan/21	27	PROPRIETÁRIO	RIO NEGRINHO

APÊNDICE 2 – FORMULÁRIO APLICADO

PESQUISA SOBRE APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA														
DADOS GERAIS	Nome da empresa						GRADE DE AVALIAÇÃO							
	Endereço					1	Aplicação: não há intenção de aplicar a ferramenta <i>Resultado: sem nenhum tipo de impacto</i>							
	Data					2	Aplicação: está planejada a aplicação <i>Resultado: apenas ganho intangível</i>							
	Número colaboradores			até 19	20 - 99	100 - 499	> 500	3	Aplicação: iniciada a implantação da ferramenta <i>Resultado: pequeno ganho financeiro</i>					
	Faturamento Anual			até 2,4M\$	2,4M\$ - 16M\$	16M\$ - 90M\$	> 90M\$	4	Aplicação: a ferramenta está implantada parcialmente <i>Resultado: bom ganho financeiro</i>					
	Chefias e Técnicos			até 3	4 - 10	11 - 25	26 - 49	> 50	5	Aplicação: ferramenta aplicada em 100% da empresa <i>Resultado: ganho financeiro importante</i>				
	FERRAMENTAS LEAN			NÍVEL DE APLICAÇÃO					RESULTADOS ESPERADOS					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1- M.E.	Existe o interesse na aplicação da Manufatura Enxuta ?													
2- 5S	Melhorar o ambiente de trabalho, a qualidade dos produtos, aumentar a segurança durante o trabalho, otimizar espaço, reduzir gastos e desperdícios													
3- Heijunka	Programar a carga das linhas de produção nivelando a ordem com que os produtos são produzidos, facilitando a padronização do trabalho e proporcionando estabilidade ao processo													
4- Set Up Rápido	Permitir a troca de forma rápida e eficiente dos produtos em uma linha produtiva visto proporcionando maior flexibilidade para atender as mudanças do mercado e redução no tempo de setup e nos custos													
5- Poka-Yoke	Tomar o processo à prova de erro, impedindo que os defeitos ocorram e quando isto não for possível os poka-yokes são utilizados como dispositivos de detecção para identificar o erro o mais cedo possível													
6-Kanban	Auxiliar as atividades de gerenciamento da produção para alcançar um nível mínimo de estoque em circulação limitando a quantidade de material em processo													
7-TPM	Utilizar a capacidade máxima disponível das máquinas, através do desenvolvimento manutenções preventivas de planos de trabalho das máquinas.													
8- Kaizen	Buscar o aumento de produtividade, eliminando de forma gradual e contínua os desperdícios através de grupos de trabalho específicos													
9- Gestão Visual	Mostrar o status da produção, de uma maneira visual, a toda empresa e se houver um problema ou defeito sinalizá-lo para poder resolvê-lo imediatamente													
10- Mapeamento do Fluxo de Valor	Representar, de uma maneira visual, todas as etapas envolvidas nos fluxos de informação e de material desde o fornecedor até o cliente, identificando as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor do produto													
11- TQM	Difundir o conceito de qualidade à todas as pessoas dentro da organização utilizando ferramentas de solução de problemas-p.ex. Pareto													
12- QUAIS OS PRINCIPAIS TIPOS DE PERDA? (marque apenas 3 fatores)			1. Superprodução		2. Tempo de Espera		3. Transporte		4. Inventário		5. Movimentos			
			6. Defeitos		7. Movimentação									
13- QUAIS AS PRINCIPAIS DIFICULDADES? FALTA DE .. (marque apenas 3 fatores)			1. Tempo		2. Dinheiro		3. Máquinas		4. Resistir a Mudança		5. Automação			
			6. Apoio		7. Informação		8. Treinamento		9. Mercado					
14- QUAL É O SEU PRINCIPAL FOCO ESTRATÉGICO ? (marque apenas 1 fator)			1. ISO 9000		2. ISO 14000		3. INDÚSTRIA 4.0							
			4. WCM		5. LEAN									