

GABRIEL FERNANDO ROSA

Aplicação de mapeamento de fluxo de valor (VSM) como forma introdutória às ferramentas do *lean* em uma pequena e média empresa (PME) de equipamentos com produção make to order/engineering to order (MTO/ETO)

Guaratinguetá - SP
2017

GABRIEL FERNANDO ROSA

Aplicação de mapeamento de fluxo de valor (VSM) como forma introdutória às ferramentas do *lean* em uma pequena e média empresa (PME) de equipamentos com produção make to order/engineering to order (MTO/ETO)

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira

Guaratinguetá - SP
2017

Rosa, Gabriel Fernando
R788a Aplicação de mapeamento de fluxo de valor (VSM) como forma
introdutória às ferramentas do Lean em uma pequena e média empresa
(PME) de equipamentos Make to Order/Engineering to Order (MTO/ETO)
/ Gabriel Fernando Rosa – Guaratinguetá, 2017.
59 f : il.
Bibliografia: f. 53

Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade
Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira

1. Logística empresarial. 2. Produtividade administrativa. 3. Gestão
da qualidade total. I. Título

CDU 658.5


Luciana Máximo

Bibliotecária/CRB-8 3595

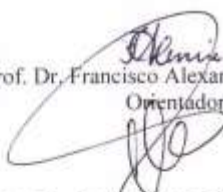
GABRIEL FERNANDO ROSA


ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. Otávio José de Oliveira
UNESP-FEG


Prof. Dra. Marly Mizue Kaibara de Almeida
UNESP-FEG

Dezembro de 2017

DADOS CURRICULARES

GABRIEL FERNANDO ROSA

NASCIMENTO	02.07.1990 – DESCALVADO / SP
FILIAÇÃO	Edson Mauricio Rosa Alaide Aparecida Silveira Coelho
2009/2017	Curso de Graduação em Engenharia Mecânica Universidade Estadual Paulista – “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Guaratinguetá.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha tia, Ana, que sempre me ajudou com conselhos valiosíssimos, apoiou-me nos estudos, sendo meu exemplo de pessoa, ente familiar, e profissional a seguir. Sem ela nada disso seria possível.

A minha mãe, Alaide, que apesar de todas as adversidades da vida, ter criado eu e meus dois irmãos para o mundo, uma mulher guerreira e corajosa que me inspira pelo seu esforço e dedicação com tudo que faz, minha grande inspiração.

A minha segunda família, Prada Barbatto, em especial a Isabela, então namorada, que sempre esteve do meu lado em todas decisões difíceis e momentos bons, com muita paciência e sabedoria trouxe mais felicidade a minha vida! Silmara, Márcio e Livia me deram muito carinho, apoio, e acreditaram em mim para que eu estivesse sempre motivado e confiante com os desafios, esse trabalho é para vocês.

A meu orientador Dr. Francisco Oliveira, que tornou este trabalho realidade e muito me auxiliou durante o seu desenvolvimento com seus ensinamentos.

E por fim, e não menos importante, aos irmãos da República Papagatas que me proporcionaram ótimas experiências durante a minha estadia em Guaratinguetá sendo peça essencial para meu desenvolvimento como pessoa, presentes em todas as minhas vitórias e derrotas durante a faculdade.

RESUMO

As organizações de manufatura têm buscado continuamente melhorias em seus processos de produção. Ambientes e mercados cada vez mais competitivos forçaram essas ações como alternativa à redução de custos operacionais. Os princípios e ferramentas do Lean tem sido amplamente utilizados para atingir esses objetivos, por todos os tipos de empresas sejam elas de produção seriada, contínua ou artesanal. O trabalho tem como objetivo realizar um plano de introdução das Ferramentas do Lean em uma PME brasileira do interior de São Paulo que produz equipamentos para máquina de papel com um tipo de produção MTO/ETO, isso foi alcançado através de uma profunda análise bibliográfica dos mais recentes artigos publicados sobre assunto, sendo por final realizado um estudo de caso, através da aplicação do mapeamento do fluxo de valor como meio introdutório de ferramentas do Lean nesse tipo de empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Ferramentas do *lean*. PME. MTO/ETO. Mapeamento do fluxo de valor. VSM. Melhorias.

ABSTRACT

Manufacturing organizations have continually sought improvements in their production processes. Environments and increasingly competitive markets have forced such actions as an alternative to reduce operating costs. Lean principles and tools have been widely used to achieve these goals, for all types of companies whether they are serial, continuous or craft. The objective of this work is to carry out an introduction plan of the Lean Tools in a Brazilian SME in the interior of São Paulo that produces paper machine equipment with a MTO / ETO type of production. This was achieved through a thorough bibliographical analysis of the most recent articles published on the subject, and at the end a case study was carried out, through the application of value stream mapping as an introductory tool for Lean tools in this type of company.

KEYWORDS: Lean tools. SME. MTO/ETO. Value stream mapping. VSM. Improvements.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Tipologias de Produção.
- Figura 2 – Comparação entre a quantidade de artigos publicados de acordo com os critérios de pesquisa na base de dados Scopus.
- Figura 3 - Distribuição dos artigos de Lean gerenciais por setor/indústria.
- Figura 4 – Diagrama de Pareto das Ferramentas do *Lean* utilizadas nos artigos.
- Figura 5 - Exemplo de VSM estado futuro obtido após simulação.
- Figura 6 – Processo de realizar mapeamento do fluxo de valor.
- Figura 7 – Exemplo dos símbolos de um VSM.
- Figura 8 - Um exemplo de VSM de estado atual.
- Figura 9 – Sistema puxado com supermercado.
- Figura 10 – Símbolos típicos utilizados em um VSM de estado futuro.
- Figura 11 – Oito pilares para implementação do TPM.
- Figura 12 – Exemplo de carta de Trabalho Padrão.
- Figura 13 - Matriz para seleção da FL apropriada de acordo com o KPI.
- Figura 14 – Classificação da pesquisa científica.
- Figura 15 – Esquema de uma máquina de papel.
- Figura 16 – Exemplo de mesa de formação produzida pela empresa XYZ.
- Figura 17 – Componentes da régua de cerâmica produzida pela empresa XYZ.
- Figura 18 – Furadeira de bancada.
- Figura 19 – Retífica CNC utilizada no processo produtivo.
- Figura 20 – Segmentos de cerâmica com clips no dispositivo de montagem.
- Figura 21 – Caixa de embalagem das réguas de cerâmica
- Figura 22 – Armário de ferramentais da operação
- Figura 23 – Diagrama de Pareto para auxílio na definição do tamanho de régua do VSM
- Figura 24 – VSM de estado atual
- Figura 25 – VSM de Estado Futuro
- Figura 26 – Diagrama de esforço x impacto

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das empresas de acordo com as receitas anuais.

Quadro 2 - Classificação das empresas de acordo com o número de funcionários.

Quadro 3 – Ferramentas do *Lean* citadas nos artigos analisados.

Quadro 4 – Detalhamento das práticas do 5S.

Quadro 5 – Recomendação para sequência de introdução da filosofia *Lean*.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S	Seiri, Seiton, Seisu, Seiketsu e Shitsuke
ATO	Assembly to Order
DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar
ETO	Engineering to Order
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
FL	Ferramenta do Lean
GMP	Good Manufacturing Practices
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in Time
KPI	Key Performance Indicator
LM	Lean Manufacturing
LSS	Lean Six Sigma
LT	Lead Time
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MPE	Micro e Pequena Empresa
MTO	Make to Order
MTS	Make to Stock
NVA	Non Value Added
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PME	Pequena e Média Empresa
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SME	Small and Medium-sized Enterprises
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
VA	Value Added
VSM	Value Stream Mapping

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
1.2	OBJETIVO.....	13
1.3	JUSTIFICATIVA.....	13
1.4	ESTRUTURA DO TEXTO.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	PRODUÇÃO ENXUTA “ <i>LEAN MANUFACTURING</i> ”	17
2.2	FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	19
2.2.1	Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) “<i>Value Stream Mapping</i>”	26
2.2.1.1	Como usar o fluxo de valor	27
2.2.2	Manutenção Produtiva Total (TPM) “<i>Total Productive Maintenance</i>”	31
2.2.3	Melhoria Contínua (Kaizen) “<i>Continuous improvement</i>”	32
2.2.4	5S	33
2.2.5	Trabalho Padrão “<i>Standard Work</i>”	34
2.3	MODOS DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO LEAN	35
3	MÉTODO DE PESQUISA	38
4	ESTUDO DE CASO	39
4.1	A EMPRESA ESTUDADA – EMPRESA XYZ, AMERICANA-SP	39
4.2	DESCRIÇÃO DO PRODUTO ESTUDADO	40
4.3	ELABORAÇÃO DE VSM DE ESTADO ATUAL	44
4.4	VSM DO ESTADO FUTURO	48
4.4	RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES PARA INTRODUÇÃO DA FILOSOFIA LEAN.....	51
5	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	ANEXO A – Roteiro de Entrevista	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As organizações de manufatura buscam continuamente melhorias em seus processos de produção. Ambientes e mercados cada vez mais competitivos forçaram essas ações como alternativa à redução de custos operacionais. Os princípios e técnicas de fabricação de *Lean* têm sido amplamente utilizados por organizações para suportar tais melhorias (ARTURO GARZA-REYES et al., 2012).

O conceito do *Lean Manufacturing* (LM) deve ser aplicado utilizando o estilo próprio de cada empresa. A aplicação do LM sem o devido entendimento poderá gerar mais desperdícios e diminuir o ânimo dos trabalhadores (BIN WAN IBRAHIM; RAHMAN; BIN ABU BAKAR, 2017).

A produção industrial pode ser classificada de acordo com as diferentes estratégias de interação do mercado. As implementações de *Lean* não estão mais limitadas à produção de alto volume e estão se tornando cada vez mais comuns em empresas não-repetitivas de baixo volume e alta variedade (MATT; DALLASEGA; RAUCH, 2014).

Para o caso da empresa estudada o produto é feito após o recebimento de um pedido de compra do cliente, tendo um modo de gestão de produção conhecido como *Make to Order* ou *Engineering to Order*, pois além de não ser possível prever a demanda de produtos dos clientes, os equipamentos produzidos na empresa são altamente personalizados, portanto há uma grande diferença entre o tipo de produção em relação as empresas automotivas por exemplo, que são as precursoras na utilização das Ferramentas do *Lean*.

Uma das formas que podemos diferenciar os sistemas produtivos, leva em consideração o grau com que o cliente final participa da confecção do produto. Segundo Bremer e Lenza (2000), podemos abordar quatro diferentes tipologias básicas de produção, descritas de forma crescente com relação a personalização possível (Figura 1):

MTS – *Make to Stock* - (Produção para Estoque): Estes sistemas produtivos têm como característica principal a produção de produtos padronizados através de previsões de demanda. Nesta tipologia nenhum produto recebe customização, pois o pedido é realizado com base no estoque de produtos acabados. A principal característica é a baixa, ou inexistente, interação direta do cliente no projeto do produto, isto faz com que os clientes finais não consigam demonstrar sua real necessidade sob o produto. A principal vantagem deste tipo de sistema é a

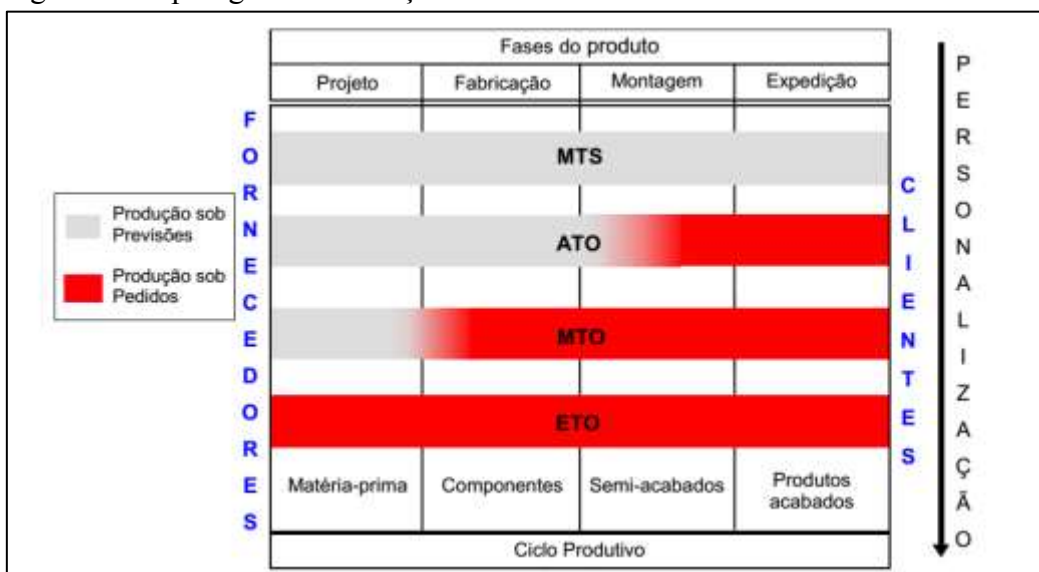
rapidez de entrega dos produtos, já que eles se encontram acabados e não necessitam de customização, porém os gastos com o gerenciamento dos estoques tendem a ser grandes. Os ciclos de vida dos produtos são relativamente longos e previsíveis.

ATO – *Assembly to Order* – (Montagem sob Encomenda): Sistemas produtivos que tem como característica fundamental o armazenamento de componentes de base e materiais diversos (comuns ao uso/montagem do componente final) em subconjuntos, até o momento em que o cliente final delimita as especificações que deseja no produto. Os produtos tendem a ser entregues num prazo médio, e as incertezas que norteiam este sistema produtivo são delimitadas pelo tamanho do estoque dos subconjuntos gerados e pela capacidade de montagem.

MTO – *Make to Order* – (Produção sob Encomenda): Um maior nível de personalização é percebido nesse sistema produtivo já que o projeto base é obtido em contato direto com o cliente, porém as etapas de produção só têm início a partir do recebimento de um pedido formal. O cliente geralmente tem participação intensa, podendo inclusive efetuar simples alterações no produto após o processo de produção já ter sido iniciado. Neste tipo de sistema produtivo os produtos são projetados através de especificações básicas, comuns a todos os produtos. O tempo de entrega é semelhante ao sistema anterior, porém aqui é necessária uma lista de materiais para cada produto.

ETO – *Engineering to Order* – (Engenharia sob Encomenda): Este é o sistema no qual ocorre o maior nível de personalização possível. Nele o cliente participa ativamente do processo de produção do produto final, tudo isto baseado nas especificações exigidas pelo cliente.

Figura 1 – Tipologias de Produção



Fonte: Bremer e Lenza (2000)

O questionamento base para a criação do trabalho foi: é possível identificar quais ferramentas do *Lean* devem ser aplicadas de maneira mais eficaz após uma aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma empresa de pequeno e médio porte com um tipo de produção que é o MTO/ETO?

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral a aplicação da ferramenta do *Lean* chamada Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) no processo de produção de régua cerâmicas.

Os objetivos específicos são através desse mapeamento propor um planejamento de implementação inicial de ferramentas *Lean* (FL), realizar revisão da literatura mais recente publicada e identificar as FLs que deverão ser utilizadas para implementação do *Lean*.

1.3 JUSTIFICATIVA

A grande parte das empresas Brasileiras são constituídas por Pequenas e Médias Empresas (PMEs), mais de 99% conforme pode ser visto na Tabela 1. Essa alta quantidade de empresas gera muitos empregos (65,33% do total de empregados assalariados nas empresas) e atuam positivamente na região onde se localizam. Contudo, por se tratarem de empresas de menor porte (94,84% das empresas), em sua grande maioria, não há uma estratégia de gestão empresarial fortemente embasada e difundida, o que causa um alto grau de desperdício e consequentemente, tem um processo de produção ineficiente.

Tabela 1 – Número de empresas de acordo com a quantidade de funcionários no Brasil

Faixas de pessoal ocupado total	Empresas	Pessoal ocupado		Percentual de Empresas	Percentual Acumulado de Empresas	Percentual de Assalariados	Percentual Acumulado de Assalariados
		Total	Assalariado				
0-4	3 238 263	6 119 942	1 925 644	71,13%	71,13%	5,73%	5,73%
5-9	722 591	4 685 354	3 408 117	15,87%	87,01%	10,14%	15,86%
10-19	356 575	4 723 709	4 008 441	7,83%	94,84%	11,92%	27,78%
20-29	94 365	2 242 195	2 077 824	2,07%	96,91%	6,18%	33,96%
30-49	65 565	2 465 939	2 357 098	1,44%	98,35%	7,01%	40,97%
50-99	41 354	2 825 510	2 752 189	0,91%	99,26%	8,19%	49,16%
100-249	20 842	3 151 372	3 112 628	0,46%	99,72%	9,26%	58,42%
250-499	6 752	2 338 349	2 325 070	0,15%	99,87%	6,92%	65,33%
500-mais	6 124	11 667 535	11 656 382	0,13%	100,00%	34,67%	100,00%

Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)

A classificação de uma empresa como de pequena e médio porte, conhecidas como PMEs – Pequenas e médias empresas, varia entre os países e também entre entidades financeiras e

serviços de apoio aos empresários do mesmo país, como é o caso do Brasil, que estabelece critérios diferentes para setores, para apoio de políticas públicas e, portanto, não há um padrão (SOUZA,2011).

No Brasil, em geral, a caracterização de acordo com o porte da empresa pode ser dada de acordo com o faturamento anual, a quantidade de funcionários ou pelo patrimônio líquido.

Em respeito à Lei Geral da MPE (Micro e Pequena Empresa) as empresas são classificadas com relação ao faturamento anual. A Lei do Simples Federal (Lei nº 9.317/96) estabelece a definição de microempresa e empresa de pequeno porte relacionando aos limites de receita bruta anual. Sendo que a Lei Geral da MPE segue as mesmas diretrizes da Lei do Simples Federal e está em vigência desde 1º de Julho de 2007 (SOUZA, 2011). O Quadro 1 apresenta a classificação de acordo com a Lei Geral da MPE.

Quadro 1 – Classificação das empresas de acordo com as receitas anuais.

Classificação conforme a Lei Geral da MPE	
Microempresa (ME)	Receita bruta igual ou menor que R\$360.000,00 em cada ano-calendário.
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	Receita bruta maior que R\$360.000,00 e igual ou inferior à R\$4.800.000,00 em cada ano calendário.

Fonte: Adaptado de Souza (2011).

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2014) distingue as empresas de acordo com o número de funcionários conforme apresentado no Quadro 2. Essa caracterização do SEBRAE se deve a forma que a informação está organizada nas estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. A classificação de PMEs utilizada no trabalho será de acordo com a quantidade de funcionários, pode ser verificado no Quadro 2.

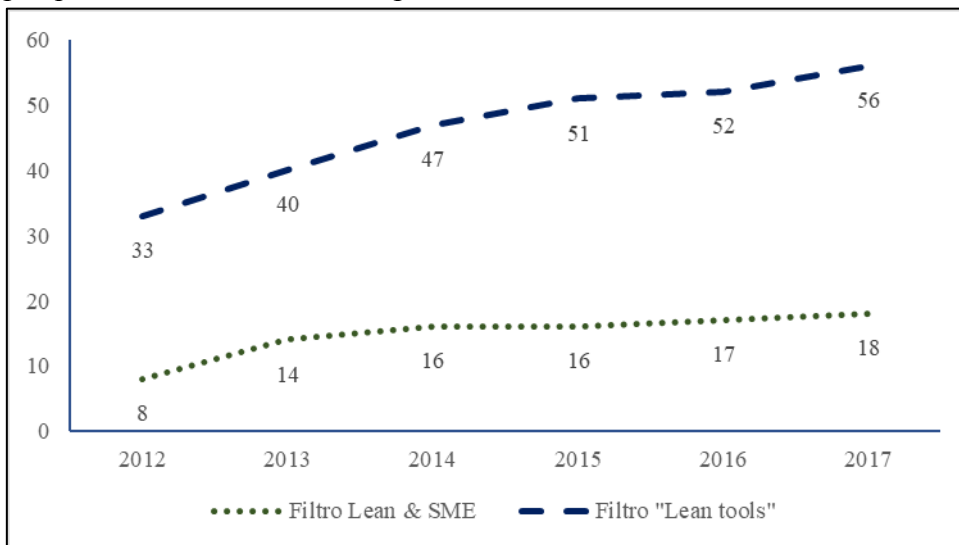
Ao verificar na base de dados Scopus a quantidade de artigos publicados em jornais nos últimos anos sobre a aplicação de ferramentas do Lean em PMEs, foi deparado com uma quantidade pequena se comparado com a quantidade de artigos publicados sobre o Lean em geral, conforme pode ser visto na Figura 2.

Quadro 2 - Classificação das empresas de acordo com o número de funcionários

Classificação da Empresa	Número de empregados	
	Indústria	Comércio e serviços
Microempresa	até 19 pessoas ocupadas	até 9 pessoas ocupadas
Pequena Empresa	de 20 a 99 pessoas ocupadas	de 10 a 49 pessoas ocupadas
Média Empresa	de 100 a 499 pessoas ocupadas	de 50 a 99 pessoas ocupadas
Grande Empresa	acima de 500 pessoas	acima de 100 pessoas ocupadas

Fonte: SEBRAE (2014)

Figura 2 – Comparação entre a quantidade de artigos publicados de acordo com os critérios de pesquisa na base de dados Scopus



Fonte: Produção do próprio autor

A justificativa desse trabalho se dá sobre a relevância da implementação dessa filosofia enxuta para as PMEs, visto que há poucos estudos relacionados a esse porte de empresas, analisando quão difundidas estão as técnicas do *Lean* em uma empresa de pequeno porte do interior de São Paulo que produz de acordo com pedidos dos clientes e propondo um plano de implementação das ferramentas do *Lean* mais adequadas para essa empresa a partir da FL aplicação do mapeamento de fluxo de valor.

1.4 ESTRUTURA DO TEXTO

Abaixo segue a estrutura proposta para o Trabalho de Conclusão de Curso.

Capítulo I – Introdução e contextualização do estudo.

Capítulo II – Análise da Bibliografia dos autores mais famosos e artigos mais recente sobre o *Lean* e suas ferramentas em PMEs.

Capítulo III – Explicação da metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do trabalho.

Capítulo IV – Estudo de caso, no qual será realizado um Mapeamento do Fluxo de Valor e definição das FLs a serem aplicadas na empresa, assim como também será proposto um plano para implementação do *Lean* na MPE.

Capítulo V – Conclusão do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Como dito no capítulo anterior, na seção do referencial teórico nós abordaremos de uma forma mais aprofundada sobre as principais ferramentas do *lean*, realizando um estudo bibliográfico sobre o tema.

2.1 PRODUÇÃO ENXUTA “*LEAN MANUFACTURING*”

Redução de desperdício, redução do estoque e aumento da produtividade foram os benefícios mais citados após implementação do *Lean Manufacturing* (LM). (SUNDARESHAN; SWAMY; SWAMY, 2015). A fabricação enxuta é uma abordagem de gerenciamento de fabricação que se esforça para tornar as organizações mais competitivas no mercado, aumentando a eficiência, diminuindo os custos através da eliminação de etapas de não valor agregado e ineficiências nos processos, além de reduzir os tempos de ciclo (ARTURO GARZA-REYES et al., 2012).

Para Zhou (2016) os fatores para implementação do LM mais representativos para uma PME são: a redução de custo, melhorar a utilização da planta, melhorar resposta do serviço e melhorar a margem de lucro.

Há uma percepção errônea sobre o LM ser efetivo apenas em indústrias de manufatura e a prática do *Lean* no setor de serviços gera resultados financeiros benéficos e uma ótima satisfação dos clientes. A aplicação do *Lean* não está somente relacionada ao uso das FLs, e sim com um total envolvimento da força de trabalho (VIGNESH; SURESH; ARAMVALARTHAN, 2016).

Somente após os anos 2000 o número de artigos publicados com a aplicação do *Lean* em indústrias de processo aumentou consideravelmente, com isso, pode-se notar que a aplicação do *Lean* se diversificou nos últimos anos comparado com a grande aplicação inicial em indústrias de produção discretas principalmente do meio automotivo (PANWAR et al., 2015).

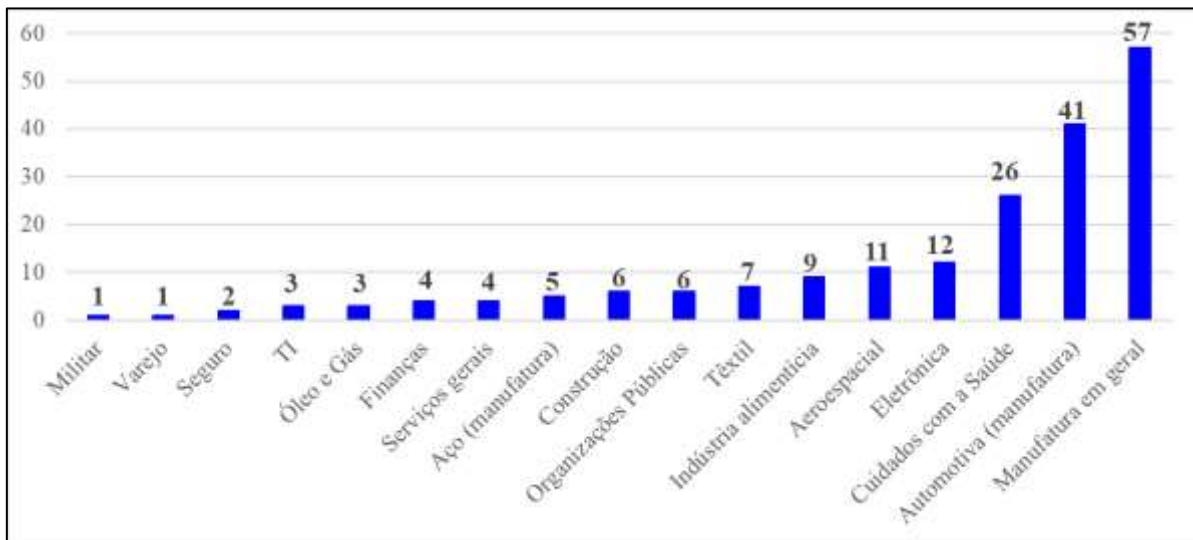
Essa diversificação do *Lean* demonstra que nem todas as ferramentas são aplicáveis para todos os tipos de indústrias, contudo as ferramentas possuem grande importância para o alcance dos principais princípios por trás da aplicação do *Lean*: redução de desperdício, aumento da qualidade do produto, nivelamento entre demanda e produção, envolvimento dos funcionários e envolvimento dos fornecedores (PANWAR et al., 2015). O envolvimento da gerência, envolvimento dos funcionários e a comunicação são as principais barreiras para aplicação da metodologia (SUNDARESHAN; SWAMY; SWAMY, 2015).

Em uma análise quantitativa de artigos sobre *Six Sigma*, *Lean* e *Lean Six Sigma* (LSS) nos principais periódicos publicados entre 1992 até 2013, no que se trata de publicações sobre *Lean* foram encontrados 287 artigos sobre o assunto. O principal tema é sobre a aplicação do *Lean* com o uso das ferramentas, 17% (SHOKRI, 2017).

Ainda em seu trabalho, Shokri (2017) indica que os países com maior expressividade na publicação de *Lean* são do norte do planeta: Estados Unidos, Reino Unido, Suécia, Itália e Índia.

Na Figura 3 é indicado a quantidade de artigos publicados na análise de Shokri (2017) de acordo com o segmento da indústria, e pode-se observar que o *Lean* é mais fortemente presente nas indústrias de manufatura em geral, automotiva e cuidados com a saúde.

Figura 3 - Distribuição dos artigos de *Lean* gerenciais por setor/indústria.



Fonte: Shokri (2017)

Yogesh e Prabakaran (2016) com a utilização de questionários mensuraram o nível de conhecimento dos funcionários com as ferramentas do *Lean* e observaram que mais de 70% dos colaboradores com mais de 5 anos de empresa possuíam conhecimento completo do *Lean*. Apenas 20% dos funcionários com no máximo 2 anos de experiência tinham conhecimento sobre as FLs. Como solução para esse problema foi proposto a aplicação de treinamentos e seminários para os funcionários com menos tempo de casa.

Womack e Jones (1997) são um dos principais autores sobre o *Lean Manufacturing* e explicitam os principais princípios do *Lean*:

- Primeiro é o aprimoramento e criação de uma mentalidade enxuta. É definido como o conceito de valor. Este está ligado à voz do cliente. A estabilidade da empresa no mercado junto a contínuas melhorias dos processos, economia de custos e elevado nível de qualidade dependem desse princípio e um preço justo deve ser praticado.

- Segundo princípio é o reconhecimento do fluxo de valor. É indispensável a análise das etapas de produção, verificando as ações que agregam ou não valor. Existem 3 tipos de atividades: as que agregam valor, ou seja, que realmente devem ser preservadas e/ou melhoradas, as que não agregam valor, mas são importantes para a manutenção da qualidade e processo, e as que agregam valor nulo e devem ser retiradas do processo de imediato. O foco na mentalidade enxuta deve ser mantido pelas empresas, ou seja, os indicadores de curto prazo não devem ser analisados separadamente e sim com o processo todo, com fornecedores, revendedores, com o desenvolvimento do produto e até mesmo com o pós-venda.
- O terceiro princípio é o fluxo contínuo, sendo um dos mais difíceis de ser cumprido. Através da mudança do pensamento das pessoas ele é orientado. A diminuição do tempo de elaboração de produtos, de procedimentos dos pedidos e o tempo em estoque cria a possibilidade de observação do fluxo contínuo assim como gerará um rápido crescimento, fabricação do produto, dá a empresa simplicidade e rapidez de atender as exigências dos clientes.
- O princípio caso não seja possível assegurar o fluxo contínuo é o da produção puxada, nela o fluxo de valor é puxado pelo consumidor. Reduzirá a quantidade de estoque e reduzirá a quantidade de falhas pela rápida ação nos problemas.
- E por fim, o princípio restante é a perfeição. Para ser atingida durante todo o fluxo de valor toda a equipe deve estar completamente capacitada para a busca de melhorias contínuas, podendo discutir sobre melhorias que agreguem valor mais valor ao produto.

2.2 FERRAMENTAS DO *LEAN*

Para a aplicação do Sistema Toyota de Produção (TPS) diversas ferramentas foram criadas, e são conhecidas como Ferramentas do *Lean* (FLs), de forma que é importante um alto nível de conhecimento por todos funcionários de uma empresa para serem utilizadas de maneira eficaz.

Essas ferramentas foram desenvolvidas após diversos anos de aplicações em território japonês e descritas em sua maioria por autores que trabalharam na Toyota após o aumento da curiosidade ocidental sobre a efetividade das Ferramentas do *Lean* (SHINGO, 1996; OHNO, 1997; ROTHER, SHOOK, 2003).

Como forma de análise das ferramentas do *Lean*, foi realizado uma pesquisa nos artigos publicados mais recentes para identificação das ferramentas mais comumente utilizadas pelas PMEs ao redor do mundo e os benefícios que trouxeram para as empresas.

Em seu trabalho Sundareshan, Swamy e Swamy (2015) realizaram uma revisão da literatura embasada em trabalhos publicados em grandes jornais sobre o uso do LM com objetivos de identificar qual o nível de sua aplicação em diferentes setores; descobrir qual a FL mais utilizada e a menos utilizada; examinar quais os benefícios e dificuldades para implementação do LM. De acordo com a revisão dos trabalhos concluíram que as FLs mais utilizadas são o trabalho padrão, Kanban e Fluxo contínuo.

Haider e Mirza (2015) trataram a aplicação de FLM para um tipo de produção *Job-Shop*, que possui características de baixo volume de produção e grande variedade de peças. As FLs utilizadas foram: Troca rápida de Ferramentas, Manutenção Produtiva Total (TPM), Eliminação de Desperdícios e Kaizen.

Tang et al. (2016) aplicaram algumas FLs para avaliarem os benefícios: TPM, Kanban, 5S e Kaizen. Utilizaram o indicador chamado Eficiência Geral do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) como principal métrica para comprovação dos resultados. Após aplicação das FLs obtiveram um aumento de 76,4% na OEE. Foi realizado uma simulação para avaliar a aplicabilidade do Fluxo de uma peça (*One Piece Flow*) e obtiveram uma diminuição de 6h no tempo de produção mensal comparado com o modelo de produção por lotes atual.

Bin Wan Ibrahim, Rahman e Bin Abu Bakar (2017) obtiveram uma diminuição de 46,3% do *lead time* em uma PME do ramo farmacêutico após realizar um estudo de caso com a aplicação das seguintes FLs: VSM, Diagrama de Spaghetti e Kaizen. Os desafios na aplicação das FLs foram o de não confrontarem com a existente boas práticas de Fabricação (GMP – *Good Manufacturing Practices*) e haver um custo mínimo de implementação.

Suganthini Rekha, Periyasamy e Nallusamy (2016) desenvolveram uma forma para aplicação das FLs e utilizaram o Kaizen, Balanceamento de linha, VSM e Padronização de trabalho em uma produtora de caixas de direção e como resultado obtiveram uma diminuição de 98 minutos do tempo de ciclo e 100 minutos do tempo de troca de ferramentas o que gerou uma diminuição de 7 dias de *Lead time* para 5,5 dias.

Em 2015 foi realizado uma análise em 31 revistas e periódicos em artigos publicados entre 2000 e 2015 tendo como foco elencar os Fatores críticos de Sucesso (FCS) para a implementação do *Lean Six Sigma* (LSS) em empresas de pequeno e médio porte nos países: Brasil, Tailândia, Malásia, Reino Unido, Austrália e Índia. Concluíram que os principais FCS para as PME são: Treinamento (Envolvimento do Funcionário), Envolvimento e

comprometimento da gerência, Satisfação do Cliente, Liderança, Seleção e priorização de projetos, Mudança Cultural, Entendimento da metodologia LSS, Planejamento estratégico da Qualidade, Gestão de processos, Criação de produtos, ligar o LSS aos Clientes e Ligar o LSS com a estratégia do negócio (LANDE; SHRIVASTAVA; SETH, 2016).

Zhou (2016) realizou uma pesquisa através do envio de questionário para 200 PMEs dos Estados Unidos, sendo que 34 questionários foram respondidos e considerados na entrevista. A partir das respostas enviadas foi feita uma análise para verificação o nível de implementação do LM nessas empresas.

De acordo com as respostas das FLs utilizadas chegaram à conclusão de que era necessário separar as PMEs em grupos: *Lean*, *Lean Moderado*, *Sem Lean* e cada uma correspondendo a aproximadamente 1/3 do tamanho da amostra.

Nas empresas do grupo *Lean* as FLs mais comuns eram: 5S, Gestão Visual, Mapeamento de Processo, VSM e Kaizen.

Nas empresas do grupo *Lean Moderado* utilizavam as certificações de gestão da qualidade (ex.: ISO 9001) como métricas para aplicação do LM, essas empresas que estão na fase de transição tendem a replicar os padrões externos de qualidade disponíveis como a *International Organization for Standardization* (ISO) para quantificar e melhorar as práticas do LM dentro das firmas.

Nas empresas do grupo *Sem Lean* as FLs mais comuns eram as mais simples e com custo reduzido de aplicação, como a Padronização do trabalho, *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e 5S.

Essa é uma importante revelação que nos mostra que o uso atual do LM em PMEs é bastante diversificado, variando dos praticantes avançados para os iniciantes que estão envolvidos no uso esporádico das FLs.

Com a aplicação das FLs em uma PME de componentes de motores da Índia resultou em uma diminuição de 6,9 dias para 3,6 dias no *Lead Time* e o tempo de ciclo total diminuiu de 170 minutos para 140 minutos. As FLs aplicadas foram VSM, SMED, Balanceamento de linha e Padronização de trabalho (NALLUSAMY; SARAVANAN, 2016).

Foi obtido um aumento da produtividade de 20% como principal resultado da aplicação do LM, havendo um aumento de 250 peças para 320 peças produzidas por dia após a

implementação das seguintes FLs: 5S, SMED, *One Piece Flow* e o Kaizen em uma indústria de produção de andaimes da Índia (JOHNSON; PRASAD; SHARMA, 2017).

De acordo com seu estudo, Trentin (2017) verificou que as FLs 5S, Poka Yoke, Kaizen e VSM tem reflexo significativo na vantagem competitiva pois diminuem desperdícios, elevando o nível da qualidade do produto através da eliminação do retrabalho e refugo e gera uma diminuição dos custos de produção. As FLs como balanceamento de produção, TPM, células de manufatura e fluxo contínuo trazem maior flexibilidade da cadeia produtiva gerando maior agilidade do processo.

Panwar et al. (2015) através de uma extensa revisão da literatura, elencaram as principais ferramentas do *Lean* aplicadas nas indústrias de processo: VSM, 5S, TPM, programas de gestão da qualidade, padronização do trabalho e melhoria contínua. São ferramentas alinhadas com a redução de desperdícios e gestão da qualidade.

Ainda em seu estudo, Panwar et al. (2015) diz que as ferramentas menos aplicadas em indústrias de processo são as relacionadas com o fluxo contínuo pois um processo contínuo possui uma menor gama de produtos, uma demanda marcada pela sazonalidade e grandes máquinas que impossibilitam a mudança de layout. Essas ferramentas são: JIT (*Just in time*), Células de trabalho, Produção Puxada, Kanban, pequeno lote de produção e SMED.

Nallusamy (2016) realizou o estudo de tempo e do fluxo de materiais dentro do processo de produção de queimadores de fogão a gás sendo proposto um novo layout para as células de manufatura e obteve um ganho de produtividade e diminuição do *lead time*.

Perera (2016) conseguiu uma melhoria de 44,3% no tempo de ciclo com a aplicação da FLM em uma indústria PME de manufatura de triciclos no Sri-Lanka, as FLs mais utilizadas são as que demandam menor investimento financeiro como 5S, Estudo de causa raiz, VSM, Padronização do Trabalho, Controle estatístico de Processo (CEP) e Gestão da qualidade, juntamente com técnicas avançadas como Kanban, pequenos lotes de produção e Produção puxada.

As FLs: JIT e Automação tem a maior significância no desempenho operacional das empresas, essa indicação pode ser feita através de uma análise de regressão que fez a modelagem de uma correlação para analisar o impacto dessas FLs no desempenho operacional de 140 organizações de manufatura ao redor do mundo (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014).

Através da análise de artigos recentes (Quadro 3) foram elencadas as principais ferramentas implementadas nos estudos de caso de aplicação em PMEs, além disso, uma análise

aprofundada em cada artigo foi realizada para o entendimento de como as Ferramentas do *Lean* (FL) foram aplicadas nos estudos publicados.

Quadro 3 – Ferramentas do *Lean* citadas nos artigos analisados

(continua)

Autores	Ferramentas Enxutas															
	Trabalho Padrão	Kanban	Fluxo Contínuo	SMED	TPM	Kaizen	Eliminação de desperdícios	5S	VSM	Poka Yoke	Balanceamento de Linha	One Piece Flow	Gestão da Qualidade	Layout Celular	JIT	Automação
(SUNDARESHAN; SWAMY; SWAMY, 2015)	X	X	X													
(BRAGANÇA; COSTA, 2015)	X															
(HAIDER; MIRZA, 2015)				X	X	X	X									
(TANG et al., 2016)		X			X			X								
(SWARNAKAR; VINODH, 2016)				X			X	X	X	X						
(ALASKARI; AHMAD; PINEDO-CUENCA, 2016)		X		X				X		X						
(BIN WAN IBRAHIM; RAHMAN; BIN ABU BAKAR, 2017)						X			X							
(JAMALIAH; MOHD HASHIM; ISMAIL, 2016) (YANG et al., 2015) (SUGANTHINI REKHA; PERIYASAMY; NALLUSAMY, 2016)	X	X							X	X	X					

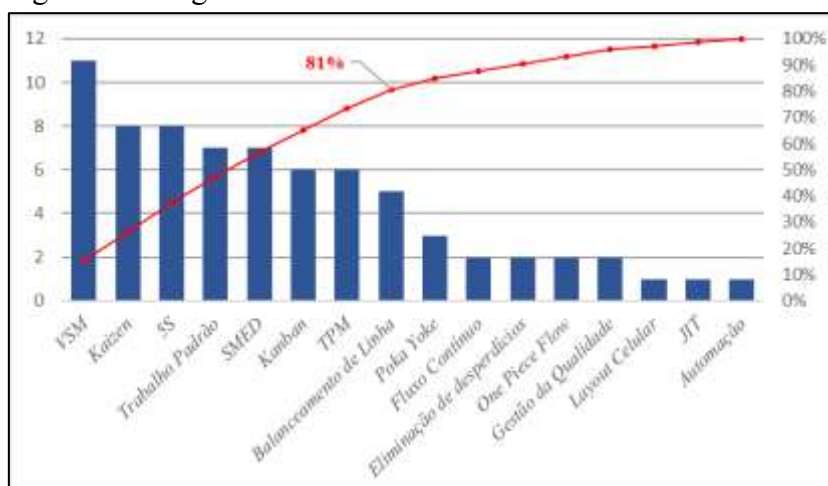
Quadro 3 – Ferramentas do *Lean* citadas nos artigos analisados

(conclusão)

Autores	Ferramentas Enxutas															
	Trabalho Padrão	Kanban	Fluxo Contínuo	SMED	TPM	Kaizen	Eliminação de desperdícios	5S	VSM	Poka Yoke	Balaceamento de Linha	One Piece Flow	Gestão da Qualidade	Layout Celular	JIT	Automação
(ZHOU, 2016)	X			X		X		X	X							
(NALLUSAMY; SARAVANAN, 2016)	X			X					X		X					
(JOHNSON, A.; PRASAD, S.; SHARMA, 2017)				X		X		X				X				
(TRENTIN, 2017)			X		X	X		X	X	X	X					
(PANWAR et al., 2015)	X				X	X		X	X				X			
(NALLUSAMY, 2016)		X									X			X		
(PERERA, 2016)	X	X						X	X			X	X			
(SHOKRI, 2017)																
(FAISAL, 2016)									X							
(YOGESH; PRABAGARAN, 2016)				X	X	X										
(ARTURO GARZA- REYES et al., 2012)											X					
(BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014)					X	X			X						X	X

Fonte: Produção do próprio autor

De acordo com a análise bibliográfica dos artigos que utilizaram as ferramentas do *Lean* em PMEs foi realizado uma contagem do número de artigos para identificação de quais são os mais utilizados de acordo com o que fora citado nos estudos da utilização dessas ferramentas. Uma ferramenta gráfica, Princípio de Pareto, para elencar as mais importantes afim de realizarmos uma revisão da literatura dessas ferramentas e analisar a introdução e aplicação delas no ambiente de produção que pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Diagrama de Pareto das Ferramentas do *Lean* utilizadas nos artigos

Fonte: Produção do próprio autor

O princípio de Pareto descreve o caso quando 80 por cento de uma soma total ou resultado é gerado por 20 por cento das causas que são responsáveis. Pode ser aplicado em muitas áreas diferentes, por exemplo, se 20% dos produtos vendidos geram 80% das receitas. Vilfredo Pareto era o homem que introduziu o princípio; daí o nome do princípio de Pareto. A regra 80/20 é outro termo bem conhecido. Pareto usou o princípio de descrever que 20% da população da Itália tinha controle de 80% da riqueza total no país (AB TALIB; ABDUL HAMID; THOO, 2015).

Um risco que precisa ser levado em consideração ao realizar uma análise Pareto é o fato de que a análise é uma ferramenta estática, o que significa que os resultados são apenas precisos para um determinado ponto ou período de tempo. Por exemplo; uma lista sobre as vendas de um conjunto de produtos é compilada e analisada com uma análise de Pareto para um ano específico. Acontece que 20 por cento representam 80 por cento de todas as vendas durante um ano, esses 20 por cento são basicamente apenas importantes em relação a esse ano em particular. Poderia haver um grande aumento nas vendas de produtos entre os 80% no futuro, que altera os relacionamentos 80/20, mas isso não é revelado pela análise (SANDERS, 1987).

Portanto, de acordo com a análise das ferramentas utilizadas podemos elencar que as PMEs têm, nos últimos anos, implementado o VSM, Kaizen, 5S, Trabalho Padrão, SMED, Kanban, TPM e Balanceamento de Linha principalmente como forma de obterem um melhor resultado operacional. Lembrando que segundo mencionado acima, essa é uma análise temporal do que tem sido publicado nos últimos 5 anos, portanto, podemos levar em consideração para estudo dessas ferramentas. Contudo, as ferramentas Kanban, SMED e Balanceamento de Linha

não possuem aplicação para o tipo de produção em que a empresa estudada se enquadra, que é *Make to Stock/Enginnering to Order*, por essa operação não possuir uma previsão de demanda consolidada pois trabalha sob os pedidos dos clientes e por não requerer de uma grande flexibilidade nas suas operações, que seria um dos escopos da aplicação do SMED, conforme mencionado por Panwar et. al (2015) em seu trabalho sobre *Lean* em indústrias de processo.

2.2.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) “Value Stream Mapping”

O mapeamento de fluxo de valor (VSM) vem do conceito de Mapeamento de Fluxo de Material e Informação, que tem sua origem no Sistema de Produção Toyota. Contudo, no mundo da Toyota, muito poucos estão cientes da expressão fluxo de valor, mas os fundamentos da eliminação de desperdícios, facilitando o fluxo e agregando valor ao cliente são os mesmos dentro mapeamento de fluxo de material e no mapeamento de fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003). O uso de VSM como uma ferramenta do *Lean* foi feita popular por Rother e Shook em seu livro *Aprendendo a Enxergar - Mapeamento de fluxo de valor para criar valor e eliminar desperdício* publicado em 2003 no Brasil (SINGH et al., 2010).

Para entender completamente o conceito de VSM, o termo fluxo de valor precisa ser esclarecido. Singh et al. (2010) explica um fluxo de valor como as especificidades de uma empresa que adiciona valor a determinado produto ou serviço. Isso pode ser comparado a Rother e Shook (2003), que afirmam que um fluxo de valor é todo o conjunto de atividades, ou seja, valor acrescentado e não adicionado de valor. Uma terceira divisão de atividades é exemplificada por Hines e Rich (1997). Eles descrevem três categorias de atividades que são possíveis em um fluxo de valor; valor adicionado, valor não adicionado e valor não adicionado, mas necessário.

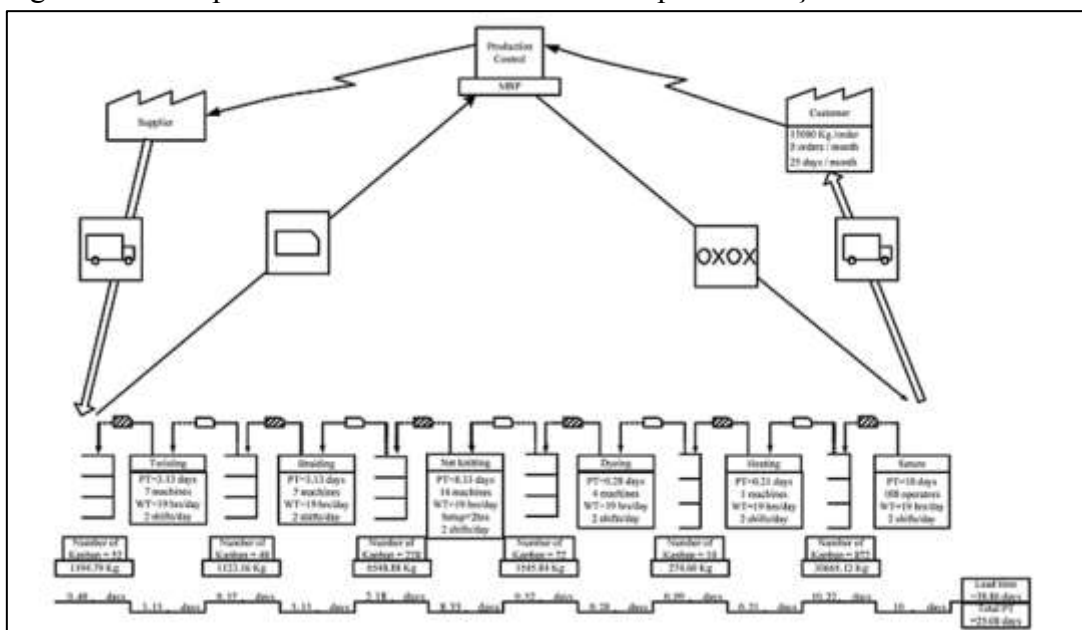
Apesar de pequenas variações nas definições do que está incluído em um fluxo de valor, o objetivo de um VSM é consistente entre vários pesquisadores dentro do campo. O objetivo de um VMS é identificar desperdícios nos processos da empresa e tomar medidas para eliminá-los (EMELIANI, STEC, 2004; SINGH et al., 2010; SINGH, SINGH, 2013).

Além de compartilhar os fundamentos mencionados acima com o Mapeamento de Fluxo de Material e Informação da TPS, um VSM pode ser definido como uma ferramenta que suporta a visualização do processo completo de fabricação (SINGH et al., 2010). Ambos em termos de fluxo de material e fluxo de informações. Rother e Shook (2003) enfatizam que um VSM deve ser capaz de mostrar toda a imagem de um processo de produção; um VSM não é uma ferramenta para eventos isolados e individuais.

Uma vez que a fabricação enxuta é principalmente conhecida como a redução dos sete desperdícios descritos por Hines e Rich (1997), e o VSM é considerado um método eficiente para facilitar a remoção de desperdícios. O VSM também é considerado um método forte para facilitar a produção enxuta. Devido à perspectiva holística de um VSM, ele funciona bem ao remodelar o processo de fabricação de uma fábrica e eliminar o desperdício indesejado (SINGH; SINGH, 2013).

No estudo de Yang et al. (2015) uma simulação da aplicação do VSM em uma indústria de produção de redes de pesca foi realizada sendo que a empresa possui produção do tipo MTO, do inglês *Make to Order* – “Produção sob encomenda” com um longo *lead time* (~25dias), tendo como base um trabalho que propõe um Guia para implementação do LM, selecionaram importantes fatores para implementação do VSM de estado futuro, Figura 5. O resultado da simulação foi um aumento de 32,5% do nivelamento do serviço e redução em 33,92% o *WIP* (*Work in Process*).

Figura 5 - Exemplo de VSM estado futuro obtido após simulação



Fonte: Yang et. al (2015)

2.2.1.1 Como usar o Mapeamento de Fluxo de Valor

Para usar o VSM corretamente, não basta desenhar apenas um mapa sobre o estado atual. Rother e Shook (2003) recomendam quatro etapas ao usar um VSM, veja a figura 6. A análise da família de produtos, feita inicialmente, deve ser realizada por motivo de diminuir a

complexidade do mapeamento do fluxo de valor e ter certeza, do ponto de vista do cliente, que um produto relevante será analisado. No entanto, seguindo as etapas ilustradas na figura 6, é realizada uma análise completa baseada na ferramenta VSM.

Figura 6 – Processo de realizar mapeamento do fluxo de valor.

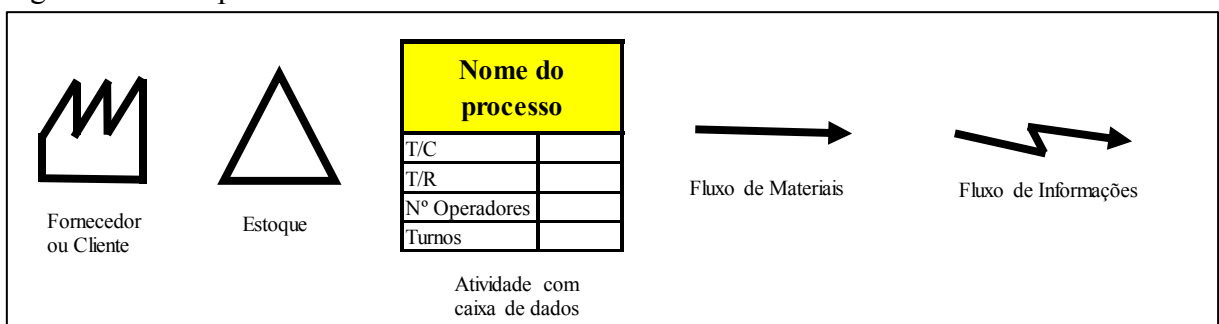


Fonte: Rother e Shook (2003)

Ao criar um VSM, sugere-se que se concentre em um único produto dentro de uma determinada família de produtos para representar toda a família de produtos (ERLACH, 2013). Os dados coletados neste único produto, e as seguintes conclusões, são então generalizados para o resto das variantes do produto dentro da mesma família de produtos.

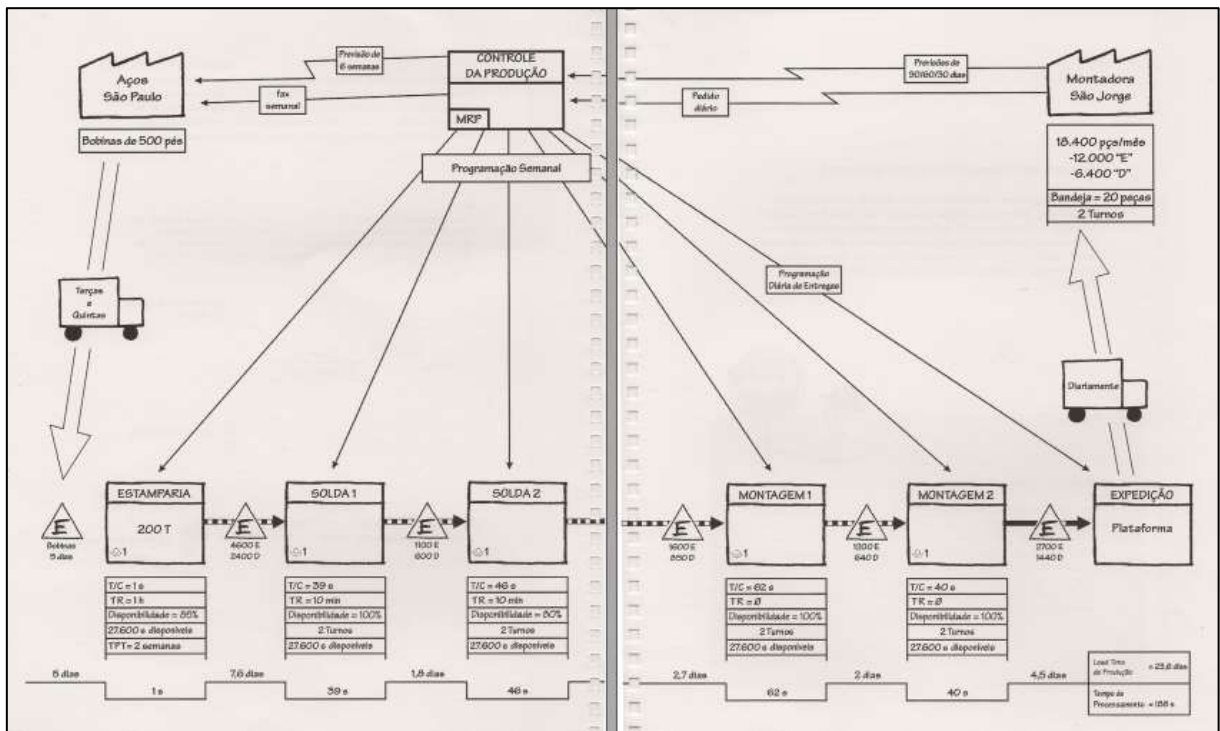
Uma vez que as famílias de produtos foram definidas, é hora de começar a desenhar o primeiro mapa, o mapa de estado atual. Para ajudar a criar um VSM preciso do estado atual, é aconselhável ser consistente no uso de diferentes símbolos e dados no mapa. Ao seleccionar os dados no mapa de estado atual, o critério mais importante é que ele mais tarde deve ser capaz de funcionar como material para o VSM de estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003). Veja a Figura 7 com um exemplo de como os símbolos em VSM de estado atual poderiam ser projetados, bem como a Figura 8 para um exemplo básico de um mapa de estado atual.

Figura 7 – Exemplo dos símbolos de um VSM.



Fonte: Rother e Shook (2003)

Figura 8 - Um exemplo de VSM de estado atual



Fonte: Rother e Shook (2003)

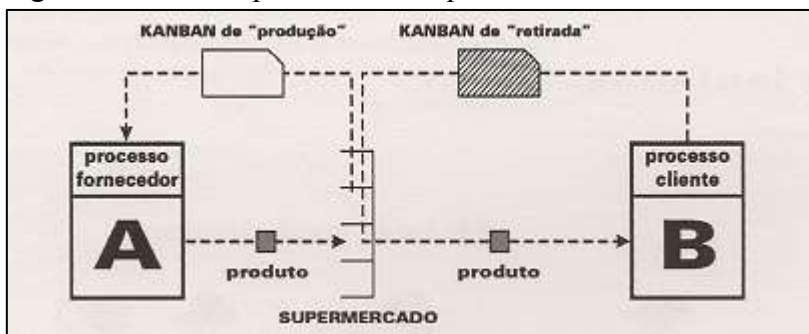
É importante enfatizar o fato de que um mapa de fluxo de valor é apenas uma imagem instantânea no tempo e há um risco de que ele é o instante de um momento incomum para a fábrica. No entanto, de acordo com Erlach (2013) este é raramente o caso.

Quando o mapa de estado atual é finalizado seguido pela análise completa é hora de construir o mapa de estado futuro. O principal objetivo do VSM de estado futuro é apresentar um cenário futuro em que a maioria ou todos os resíduos identificados são removidos. O mapa pode funcionar como uma visão orientando a empresa para um estado ideal (EMILIANI; STEC, 2004). Também pode ser um mapa com propostas possíveis de implementar no próximo prazo (ROTHER; SHOOK, 2003). Independente dos detalhes na estrutura, é importante certificar-se de elencar todos os desperdícios possíveis por suas causas-raiz. Um erro comum é apenas cuidar de resíduos evidentes pela superfície ao projetar o estado futuro e esquecendo-se de analisar as causas raízes dos problemas de um processo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Um passo necessário para obtenção de um VSM de estado futuro completo é calcular o tempo TAKT. Ao calcular o tempo TAKT o ritmo do processo de produção pode ser identificado. Um TAKT representa uma unidade que atravessa um bloco de atividade no processo (SINGH; SHARMA, 2009).

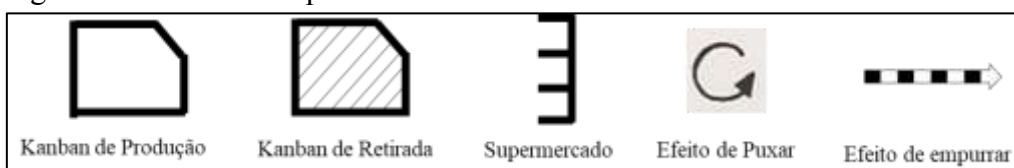
Além de calcular o tempo de TAKT do VSM de estado futuro, os aspectos vitais adicionais a serem considerados ao desenhar o mapa de estado futuro são garantir o fluxo contínuo de produtos no mais alto grau possível e usar o supermercado onde o fluxo contínuo não é possível. Por exemplo, às vezes uma fábrica pode conter restrições que impedem que haja um fluxo contínuo durante todo o processo. As razões para isso podem, por exemplo, ser quando um processo tem um tempo de execução muito longo ou simplesmente tem demanda não confiável, o que dificulta combinar esse processo com outro e conseguir um fluxo contínuo. Nesses casos, a ideia de introduzir um supermercado com efeito de puxar é uma escolha apropriada (ROTHER; SHOOK, 2003). Uma maneira comum de estabelecer esse fluxo é usar um Kanban de retirada para solicitar um item do supermercado para o processo posterior e um Kanban de produção para o processo anterior repor o item retirado do supermercado, conforme Figura 9 (ROTHER; SHOOK, 2003, ERLACH, 2013).

Figura 9 – Sistema puxado com supermercado



Fonte: Rother e Shook (2003)

Figura 10 – Símbolos típicos utilizados em um VSM de estado futuro.



Fonte: Rother e Shook (2003)

Um exemplo das figuras utilizadas no estado futuro pode ser visto na Figura 10.

Enfim, é necessário um plano para implementar as mudanças sugeridas no estado futuro. Na maioria dos casos, as empresas não possuem recursos para transformar sua empresa completamente de uma só vez. Rother e Shook (2003) aconselham a realizar as mudanças propostas de forma gradual. A mentalidade ao realizar esta implementação passo a passo deve ser implementar um fluxo no momento, ou seja, criar o estado futuro,

implementando um processo menor no momento e depois conectá-los todos juntos assim que forem concluídos.

2.2.2 Manutenção Produtiva Total (TPM) “*Total Productive Maintenance*”

No ambiente altamente competitivo, para ser bem sucedido e para alcançar a fabricação de classe mundial, as organizações devem possuir manutenção eficiente e estratégias de fabricação efetivas. Uma abordagem estratégica para melhorar o desempenho das atividades de manutenção é efetivamente adaptar e implementar iniciativas estratégicas de TPM nas organizações. O TPM foi aceito como a estratégia mais promissora para melhorar o desempenho de manutenção para ter sucesso em um mercado altamente exigente (NAKAJIMA 1988; AHUJA;KHAMBA,2008).

É um processo estruturado de melhoria contínua centrado no equipamento que se esforça para otimizar a eficácia da produção, identificando e eliminando perdas de equipamentos e produtividade em todo o ciclo de vida do sistema de produção através da participação ativa de funcionários em todos os níveis da hierarquia operacional. O objetivo do programa TPM é aumentar significativamente a produção, ao mesmo tempo em que aumenta a moral dos funcionários e a satisfação no trabalho. Surgiu como um meio potente para melhorar o desempenho geral da empresa (AHUJA;KUMAR, 2009).

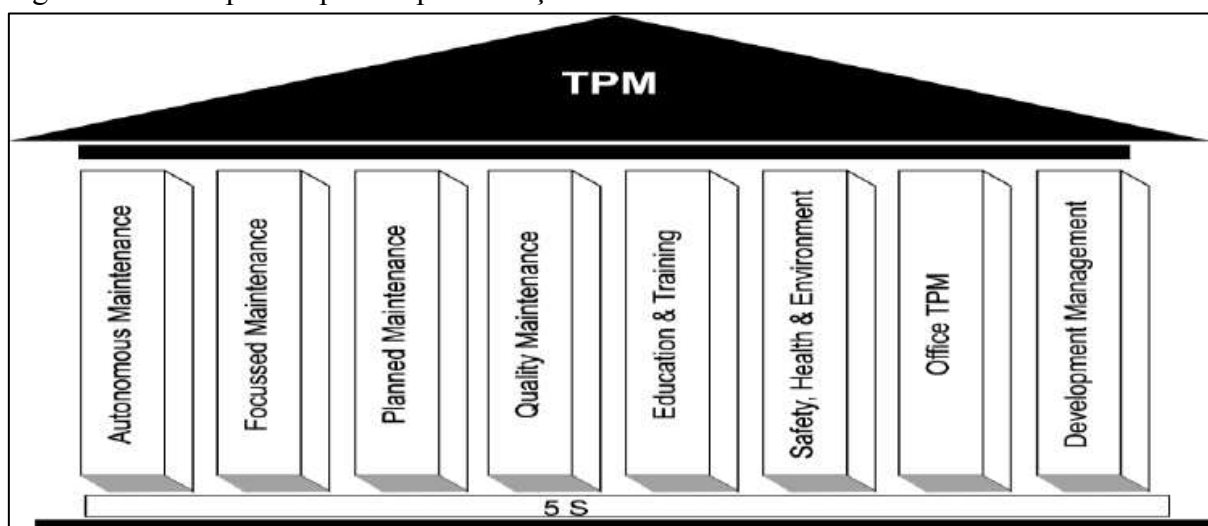
O TPM é uma parceria entre as funções de manutenção e produção na organização para melhorar a qualidade do produto, reduzir o desperdício, reduzir os custos de fabricação, aumentar a disponibilidade de equipamentos e melhorar o estado de manutenção da empresa (ATTRI et al., 2013).

O objetivo de qualquer programa de TPM é melhorar a produtividade e a qualidade, juntamente com o aumento da moral dos funcionários e da satisfação no trabalho. A manutenção preventiva anterior foi considerada como processo de não valor agregado, mas agora é requisito essencial para um ciclo de vida mais longo das máquinas em uma indústria. O TPM é uma abordagem inovadora para a manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina falhas e promove a manutenção autônoma do operador através de atividades do dia a dia envolvendo a força de trabalho total.

Nakajajima (1988) fez um trabalho pioneiro e deu uma definição básica de TPM, sua importância, metas de TPM, objetivos de TPM, méritos e deméritos de TPM e etapas a serem seguidas ao implementar TPM. Também o autor descreveu sobre limites desafiadores para TPM, método de cálculo de OEE, possíveis áreas de desperdício de recursos que podem ocorrer.

Ahuja e Khamba (2008) dão uma revisão aprofundada sobre a literatura TPM publicada. Os autores resumiram em oito pilares para o sucesso da implementação do TPM como mostrado na Figura 11:

Figura 11 – Oito pilares para implementação do TPM



Fonte: Ahuja e Khamba (2008)

2.2.3 Melhoria Contínua (Kaizen) “Continuous improvement”

Kaizen refere-se a melhoria contínua. Também pode ser descrito como uma mudança que resulta em uma melhoria que pode estar relacionada à qualidade ou a outros fatores que os clientes julgam valiosos, tais como inovação, facilidade de uso, entrega no prazo e baixo custo (EMILIANI, 2005).

O processo Kaizen utiliza diversas ferramentas e métodos para tornar o problema visível e, em seguida, usa análise formal da causa raiz e outros meios para identificar e corrigir o problema na fonte. O resultado é uma melhoria rápida: custos mais baixos, maior qualidade e melhores produtos ou serviços - atributos que o cliente reconhece (EMILIANI, 2005).

Na indústria, o Kaizen é feito normalmente num período dedicado, entre 4 e 5 dias, onde uma equipe multifuncional (8 a 12 pessoas) com o auxílio de um experiente facilitador de Kaizen, identifica, mede e corrige os problemas associados a um processo (EMILIANI, 2005).

Kaizen pode ser encarado como uma ação ou aprendizagem no local onde as pessoas examinam e questionam criticamente todas as atividades que são realizadas para atender às necessidades de clientes internos ou externos. As atividades exigidas no processo Kaizen são observação, coleta de dados, análise e pensamento crítico (EMILIANI, 2005).

Os formulários de dados que são usados e sugeridos por Emiliani (2005) para aplicação de eventos Kaizen na configuração industrial são os seguintes:

- Auto-avaliações pré-Kaizen: definir o estado atual;
- Folha de Atividades do Kaizen: define o estado futuro;
- Folha de Objetivos do Kaizen: para medir as melhorias;
- Registro diário: para resumir as realizações;
- Acompanhamento de 30 dias de Kaizen por gráfico: para documentar as atividades de acompanhamento.

Portanto, o Kaizen é um modo de atingir rápidos ganhos através do conhecimento que a equipe operacional desenvolveu sobre o processo. Sendo assim, é uma ferramenta que depende muito do envolvimento e treinamento dos funcionários para que seja bem aplicada e desenvolvida.

2.2.4 5S

Criado por Hiroyuki Hirano no Japão, a metodologia 5S é o significado das palavras Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, que é traduzido como organização, ordenação, limpeza, padronização e disciplina, conforme Quadro 4 (KNECHTGES et al.,2013).

Inicialmente eram somente 3S (Seiri, Seiton e Seiso), posteriormente avançou para os 5S, sendo o Sistema Toyota de Produção (TPS) o precursor na aplicação dessa ferramenta durante os anos 50 como forma de auxiliar a organização de um setor de operação (GUPTA et al.,2013). A ferramenta 5S é utilizada como parte de sistemas de gestão de melhoria das empresas nos dias atuais. (SUÁREZ-BARRAZA; RAMIS-PUJOL, 2012).

É necessário a aplicação do mecanismo correto de modo que as ações sejam tomadas de modo que atendam a satisfação do cliente. A gestão da prática do 5S não é simples visto que quantificar o resultado prático e há subjetividade na padronização entre os clientes (CHANG et al.,2014).

Potencialização da eficiência da operação, efetividade e desempenho mais altos, redução de custos são vantagens obtidas ao implementar o 5S através da criação e preservação de uma alta qualidade onde um ambiente limpo é encontrado. É presente em artigos japoneses a afirmação de que a ferramenta 5S é importante para o levantamento do processo e padronização da qualidade dos produtos, reduzindo custos operacionais ao diminuir o tempo de espera havendo uma melhoria do desempenho do processo (GUPTA et al.,2013).

Quadro 4 – Detalhamento das práticas do 5S

5S		Definição	Como praticar
Seiri	Organização	Identificar o que é útil e o que não é.	Manter no local o necessário e adequado às atividades e ao ambiente de trabalho.
Seiton	Ordenação	Colocar cada objeto no seu exato lugar.	Arrumar e ordenar aquilo que permaneceu no setor por ser considerado necessário.
Seiso	Limpeza	Prevenir sujeira.	Deixar o local limpo.
Seiketsu	Padronização	Manter o estado de arrumação, limpeza e ordem.	Desenvolver a preocupação constante de manter o local saudável e adequado as tarefas desenvolvidas.
Shitsuke	Disciplina	Disciplinar e habituar a obedecer sempre aquilo que foi determinado.	Melhorar constantemente. Desenvolver a força de vontade, a criatividade e o senso crítico. Respeitar e cumprir o estabelecido.

Fonte: Gupta et. al (2013)

2.2.5 Trabalho Padrão “Standard Work”

O trabalho padrão é uma técnica efetiva para normalizar os procedimentos de trabalho, diminuindo os desperdícios e erros de produção e aumentando a flexibilidade e produtividade, é uma ferramenta importante também para indústrias que mudam os produtos oferecidos de tempos em tempos e, pela produção do item se tornar menos frequente, pode acarretar em esquecimento do processo operacional de produção (BRAGANÇA; COSTA, 2015).

Os autores Bragança e Costa (2015) citam que a técnica Trabalho Padrão é mal compreendida, subutilizada e negligenciada e há poucos artigos que descrevem em detalhes essa ferramenta em particular.

O trabalho padrão é uma ferramenta básica que documenta a sequência do trabalho do operador, do movimento do operador e do trabalho da máquina, que é um procedimento operacional padronizado e otimizado necessário para produzir uma unidade de produto dentro do seu ciclo de tempo (MILTENBURG, 2007). Com o trabalho padrão, todos na equipe estão jogando ao mesmo tempo ao mesmo tempo. Paralelamente, o trabalho padrão mantém a variabilidade fora do processo e permite que os engenheiros, gerentes, supervisores e

operadores trabalhem juntos seguindo o mesmo procedimento operacional. Uma carta de trabalho padrão deve ser criada para auxiliar os operadores, conforme Figura 12.

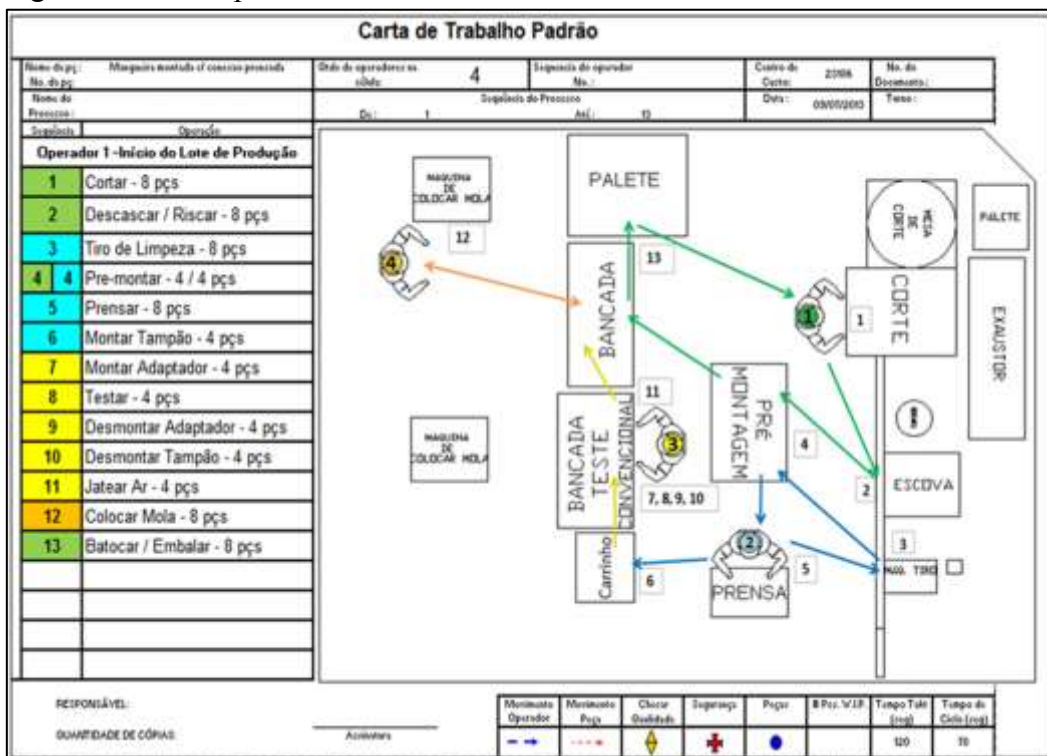
O trabalho padrão estabelece uma relação entre o tempo TAKT e o tempo do ciclo para ajudar a identificar desperdícios no processo. O trabalho padrão é um documento vivo com enfoque na melhoria, não em regras rígidas.

“Onde não existe padrão, não pode haver Kaizen.” (OHNO,1997).

Portanto, os benefícios do Trabalho Padrão são:

- Organiza os elementos de trabalho numa sequência suave.
- Cria equilíbrio entre o operador, o material e máquina.
- Proporciona controle do processo e reduz a variação na fabricação.
- Proporciona uma ferramenta de treinamento para novos empregados.

Figura 12 – Exemplo de carta de Trabalho Padrão.



Fonte: Produção do próprio autor

2.3 MODOS DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO LEAN

Uma maneira de aplicar as FLs é utilizando o conceito de ECRS – Eliminar, Combinar, Reduzir e Simplificar. Que não é nada mais que eliminar processos não desejados, combinar operações mútuas, reagendar o processo tendo como base a disponibilidade das máquinas e

Nallusamy e Saravanan (2016) utilizaram uma técnica chamada RRS (*Runner, Repeater and Stranger* – “Corredor, Repetidor e Estranho”) com intuito de separar e classificar de acordo com o volume de produção, e foi possível verificar que os chamados *Runner* possuíam 60% do volume de itens com uma variedade de 10% do total. Já os *Stranger* possuíam um volume de 7% de itens com uma variedade de 51,85%. Portanto, foram priorizados os itens classificados como *Runner* e *Repeater* pois possuem uma variedade menor e representam mais valor para o negócio como um todo.

Em seu trabalho Johnson, Prasad e Sharma, (2017) selecionaram as FLs aplicadas através da realização de entrevistas com o corpo gerencial e trabalhadores da empresa do estudo de caso.

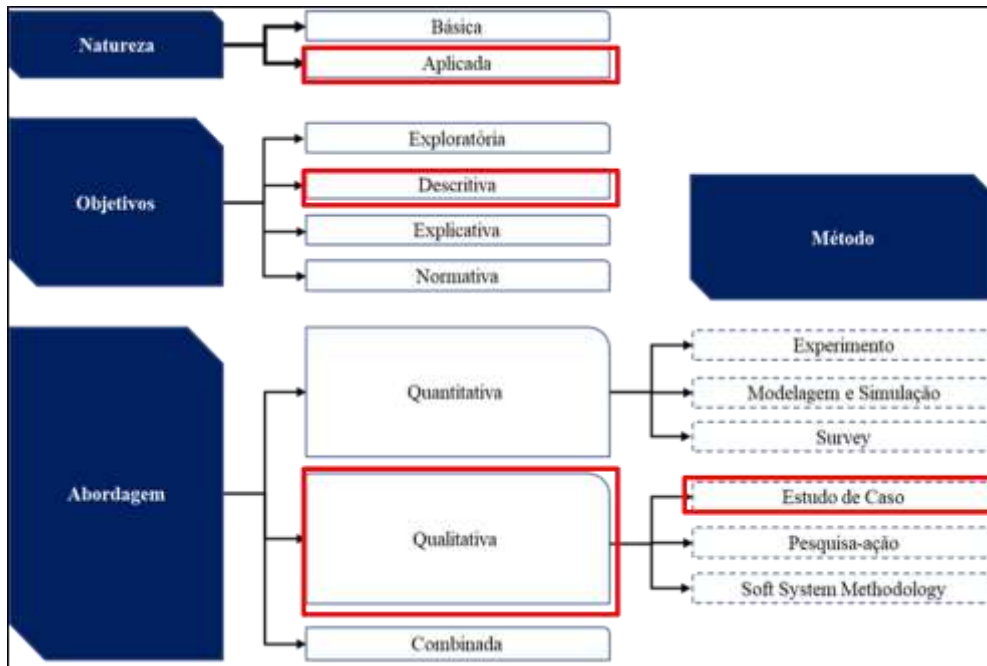
Panwar et al. (2015) propuseram um guia para aplicação do LM em indústrias de processo que consta de 5 etapas:

- 1- Treinamento e disseminação da filosofia *Lean* entre os funcionários para aumentar a criatividade e envolvimento dos funcionários;
- 2- Implementação sistêmica de práticas gestão da qualidade como: padronização do trabalho, controle estatístico de processos e outros programas da gestão da qualidade;
- 3- Introduzir ferramentas generalistas que podem ser aplicadas para produção contínua e produção contínua com etapa com lotes, que não dependem das características do processo como VSM, 5S e TPM.
- 4- Indústrias de processo que possuem uma etapa que seja discreta podem aplicar ferramentas como redução de tempo de setup, diminuição do tamanho do lote, produção puxada e nivelamento de produção.
- 5- Adoção de práticas de envolvimento do fornecedor.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A classificação da pesquisa científica pode ser muito questionável devido as diferentes perspectivas dadas pelo autor (MELLO; TURRIONI, 2012). Essa identificação possui uma maneira clássica que foi demonstrada pelos autores Mello e Turrioni (2012) na Figura 14.

Figura 14 – Classificação da pesquisa científica.



Fonte: Mello e Turrioni (2012)

De acordo com Miguel (2011), esse trabalho possui como natureza a aplicada, pois os resultados do estudo poderão ser implementados na resolução de problemas reais. Com relação aos objetivos, o trabalho é do tipo descritivo pois irá descrever o porquê de determinados fenômenos através da análise do VSM de estado atual, contudo também se basear na análise da bibliografia mais atual sobre a aplicação das FLs em SMEs. Para a forma de abordar o problema, esse trabalho é facilmente classificado como qualitativo pois as informações foram coletadas do chão de fábrica através do *Gemba Walk*, que é uma forma de levantamento de dados do processo durante uma caminhada na produção, além de utilizar dados empíricos para a realização do estudo de caso.

Por fim, a escolha do método de realização do trabalho foi o Estudo de Caso, pois foi realizado o estudo de um objeto, que é a forma como implementar as ferramentas do *Lean* em uma PME de produção fora do comum das empresas pioneiras na implantação do *Lean* e será capaz de fornecer mais conhecimento sobre esse assunto, ferramentas do *Lean* serão propostas de acordo com uma análise da bibliografia.

4 ESTUDO DE CASO

Esse capítulo tem como principal objetivo contextualizar a empresa e o processo estudado cujas ferramentas do *lean* são planejadas a serem aplicadas de acordo com a análise de dados empíricos obtidos através da observação e entrevistas com os operadores da fábrica.

4.1 A EMPRESA ESTUDADA – EMPRESA XYZ, AMERICANA-SP

A indústria de equipamentos XYZ é uma empresa pertencente a uma *holding* Austríaca de mesmo nome, cuja sede se localiza na cidade de Teufenbach. A companhia foi fundada em 1967 em Teufenbach, Áustria. Nos anos 90 a companhia iniciou a venda de seus produtos no Brasil através de parceiros comerciais, e todos os equipamentos comercializados no Brasil eram importados.

Em 2007, a empresa XYZ surgiu na cidade de Americana, interior do estado de São Paulo com intuito de produzir elementos de cerâmica que são instalados nas máquinas de papel e celulose, possuindo uma retífica CNC para atender larguras até 12m.

Hoje a empresa XYZ fornece equipamentos para as maiores empresas de papel e celulose da América Latina. Possuindo um grande *know-how* no projeto da mesa plana que se localiza na parte úmida da máquina de papel, há uma equipe de engenheiros de serviço no Brasil que levantam os dados mais importantes do processo de preparo de massa, acionamentos da máquina, tiram o dimensional das máquinas, vácuo disponível e os enviam para o time da Áustria realizar os cálculos e propor o desenho do layout das réguas de cerâmica, caixas de deságue e caixas de vácuo com intuito de melhorias no desempenho da máquina de papel como o aumento da produtividade e qualidade da folha produzida.

Esse trabalho irá estudar o processo de produção das réguas de cerâmica que são projetadas de acordo com o objetivo específico de cada cliente, possuindo um formato personalizável para o maquinário a ser destinado, sendo necessário um envolvimento grande com o cliente para o projeto e a produção do elemento de cerâmica estar dentro das especificações de trabalho, portanto todo item produzido efetivamente na empresa XYZ vem de um projeto feito pela equipe da Áustria com intermédio dos engenheiros de serviço e posteriormente é produzido de acordo com o pedido do cliente. Não há uma forma de prever a demanda desses itens, visto que por serem personalizados de acordo com a máquina de cada um dos clientes, e também por serem elementos que demandam um alto investimento e comprovação da eficiência, são vendidos após muita negociação. Por esse motivo podemos

dizer que a empresa XYZ possui um tipo de produção MTO/ETO, os pedidos de compras têm um prazo médio de 2 meses para entrega.

O estudo do processo tem como principal objetivo entender quais são as fontes de desperdício e realizar o levantamento do que pode ser feito para melhorar a produtividade, visto que a empresa não possui um sistema de melhoria contínua implementado, sendo necessário realizar o planejamento da aplicação introdutória dos conceitos e ferramentas do *lean* para toda a operação.

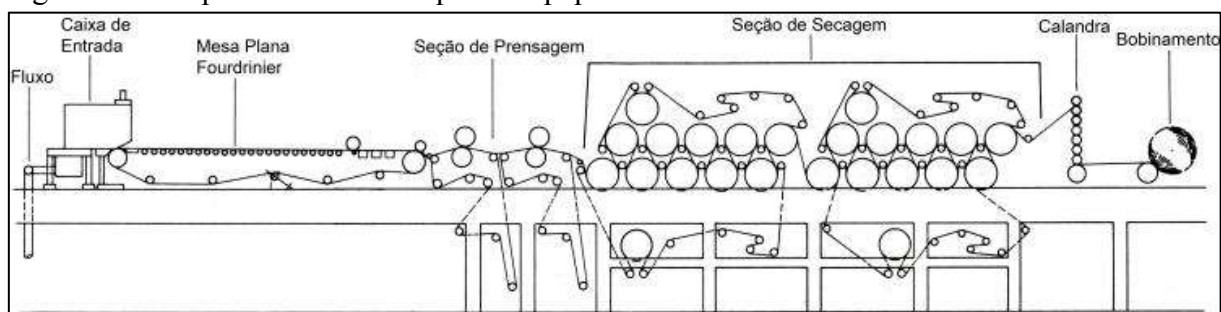
Por possuir uma quantidade de funcionários abaixo de 20, a empresa XYZ está classificada de acordo com o Sebrae (2014) como uma PME.

4.2 DESCRIÇÃO DO PRODUTO ESTUDADO

As régua de cerâmica produzidas pela empresa XYZ são elementos desaguadores da seção inicial da máquina de papel. O processo de produção de papel possui uma série de etapas de tratamentos da fibra de celulose, que já fora individualizada após passar pelo processo de cozimento em digestores. Preparo de massa é o primeiro passo, posteriormente a massa é transportada para a caixa de entrada da máquina, onde se finaliza a homogeneização. Após isso é encaminhada para a seção de formação, que é a região onde os elementos desaguadores produzidos pela empresa XYZ são instalados. Posteriormente a folha é transferida para um processo de prensagem e secagem, havendo revestimento ou não, a depender do papel produzido. No final da máquina a folha é enrolada formando um rolo de papel.

Um esquema de uma máquina de papel moderna pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Esquema de uma máquina de papel.



Fonte: Souza (2007)

A seção de formação tem início após o lábio da caixa de entrada, cuja suspensão fibrosa é jorrada sob uma tela de formação, consiste de vários elementos desaguadores conhecidos como régua, sendo que a primeira régua possui uma largura e ângulo diferenciados das demais. Essas régua são montadas possuindo um espaçamento entre elas e são fixadas numa estrutura conhecida como caixa (BIERMANN,1996).

Os dois componentes principais da seção de formação são o rolo cabeceira e a mesa de formação, sendo que essa seção é classificada como um parâmetro de qualidade que irá determinar a aparência e a uniformidade do cartão (VIEIRA,2003).

Os elementos de deságue numa mesa plana podem ser dispostos com as seguintes nomenclaturas, da caixa de entrada para a seção das prensas:

- *Forming Board* (Figura 16);
- Caixa de deságue;
- Caixa de sucção de baixo vácuo;
- Caixa de sucção de alto vácuo;

As régua de cerâmicas podem ser utilizadas em todos os elementos da mesa plana, sendo que possuem maior durabilidade comparadas às régua de polietileno. A suspensão fibrosa é depositada sob uma tela formadora após deixar a caixa de entrada, essa tela possui uma composição de fios plásticos de polietileno ou poliamida que se entrelaçam de modo a formar pequenos espaços entre os fios possibilitando então o deságue. Contudo, devido à alta tensão que a tela formadora e a movimentação através de acionamentos elétricos, faz com que haja um contato entre ela e os elementos de deságue, o que gera atrito e conseqüentemente o desgaste. Pelo material cerâmico possuir maior resistência superficial que o polietileno, atribuindo assim uma vantagem na durabilidade.

Figura 16 – Exemplo de mesa de formação produzida pela empresa XYZ

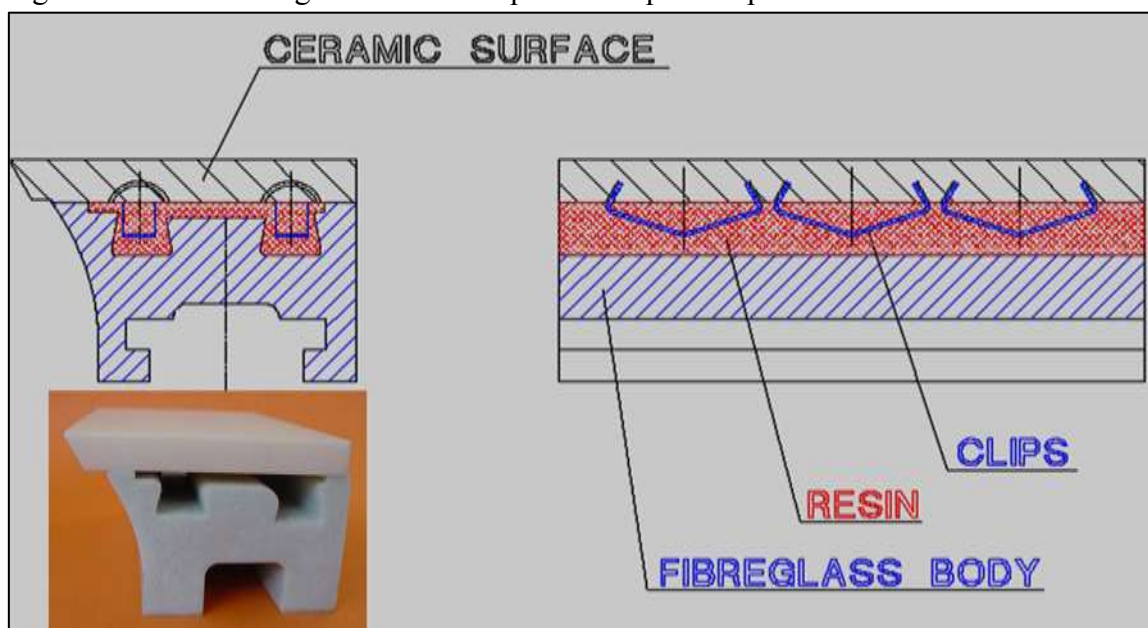


Fonte: Produção do próprio autor

Como as máquinas de papel possuem larguras distintas de acordo com as empresas, a construção de uma nova régua de cerâmica é diferente entre os clientes principalmente pelo seu comprimento.

As régua de cerâmica possuem 2 principais componentes, os segmentos de cerâmica e o corpo de fibra de vidro, que é onde os segmentos serão montados e fixados com clips metálicos e colados com uma resina, conforme pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 – Itens da régua de cerâmica produzida pela empresa XYZ



Fonte: Produção do próprio autor

Para a montagem dessa régua é necessário um tempo de processamento, principalmente por ser necessário aguardar um período grande para cura da resina. Os segmentos de cerâmica e os corpos de fibra de vidro são fornecidos pela Áustria e por um fornecedor local, respectivamente. Portanto, não são produzidos pela empresa XYZ e possuem um certo *lead time* de entrega a ser considerado durante o estudo.

A primeira etapa de montagem é a de realizar a furação dos segmentos de cerâmica, na furadeira de bancada demonstrada na Figura 18, para a inserção dos clips. Paralelamente existe a necessidade de fresar os canais da parte superior da fibra de vidro para que os segmentos possam ser colados, como pode ser vista na Figura 19.

Após ter realizado a furação dos segmentos de cerâmica, eles serão dispostos num dispositivo, uma mesa com diversos grampos de pressão, conforme Figura 20, e faz-se a colocação dos clips. Nesse mesmo dispositivo é feita a colagem dos segmentos nos rasgos feitos das fibras de vidro na fresa CNC com uma resina especial para essa aplicação,

pressiona-se com os grampos do dispositivo até atingir o tempo de cura da resina, que é 24 horas.

O processo de fabricação da resina é feito também na empresa XYZ, porém não será considerado durante o estudo pois é um processo muito rápido.

Figura 18 – Furadeira de bancada



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 19 – Retífica CNC utilizada no processo produtivo



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 20 – Segmentos de cerâmica com clips no dispositivo de montagem



Fonte: Produção do próprio autor

Em seguida da secagem da resina, a régua com os segmentos colados é posicionada na fresadora CNC para realização do processo de retificação da superfície de cerâmica, assim como usinagem até o dimensional de altura ou ângulo do perfil da régua de acordo com o projeto, por fim, as régua são retiradas do CNC e levadas para uma mesa onde é feito o processo de acabamento e posteriormente são embaladas em grandes caixas (Figura 21) para transporte seguro dos itens montados.

Figura 21 – Caixa de embalagem das régua de cerâmica



Fonte: Produção do próprio autor

4.3 ELABORAÇÃO DE VSM DE ESTADO ATUAL

Inicialmente, para a criação foi realizado uma sucinta entrevista com os operadores (3 pessoas) e o encarregado da produção (1 pessoa) objetivando obter mais informações para a avaliação da familiaridade com os princípios do *Lean* e com as FLs.

A entrevista foi feita de acordo com o questionário do ANEXO A, e como resultado obtido é que todos os operadores têm um conhecimento básico sobre a filosofia do *Lean*, tendo

ciência de somente uma FL das estudadas na seção de revisão da bibliografia desse trabalho que é o 5S.

Não há instruções de trabalhos para cada um dos processos, sendo a experiência desenvolvida em cada atividade pelos operadores a principal forma de ensinamento para funcionários mais novos. Isso será enfatizado como uma melhoria a ser implementada pois na ausência de um funcionário mais experiente, a falta de uma instrução de trabalho para orientação dos mais novos pode acarretar em diminuição do ritmo de produção.

O único documento que é preenchido pelo gestor é no final do processo com o produto já acabado para identificar a quantidade de matéria-prima utilizada para a produção do pedido como forma de controle de estoque.

As entrevistas foram realizadas com os trabalhadores nos seus postos de trabalho, por isso, foram obtidas muitas informações diretamente da fonte, como por exemplo, um caso de parada de processo devido falta de ferramental (rebolo) por quebra e não identificação ocasionado por uma falta de comunicação entre os operadores e o gestor. Inclusive foi observado que não há nenhuma identificação dos ferramentais guardados no armário da produção, conforme pode ser visto na Figura 22.

Figura 22 – Armário de ferramentais da operação



Fonte: Produção do próprio autor

O tempo de casa dos operadores é relativamente curto, sendo que um deles começou na empresa XYZ em Julho de 2017, o gestor de produção já está a mais de 10 anos, os outros operadores possuem 9 e 3 anos de empresa, notório durante o acompanhamento dentre as turmas as diferenças entre a operação dos equipamentos, assim como processamento.

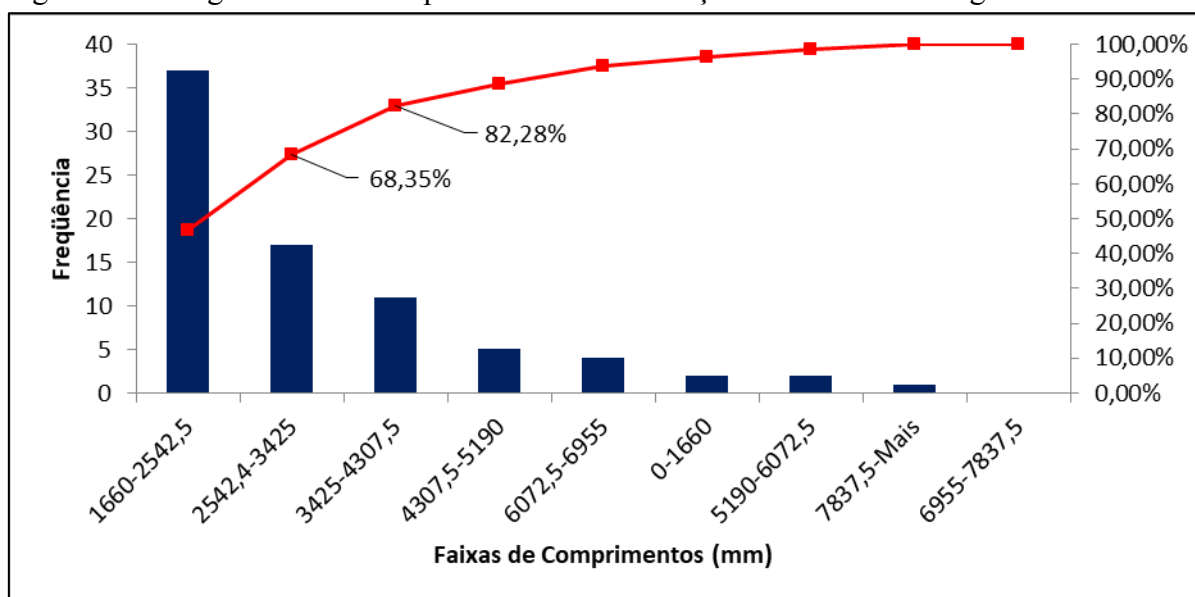
Como as régua de cerâmica produzidas possuem comprimentos diferentes, sendo isso o que as diferencia principalmente, um levantamento das larguras das máquinas de papel cadastradas em um arquivo de banco de dados da empresa XYZ foi feito como forma de analisar qual a faixa de comprimento mais comum das máquinas e conduzir o VSM de estado atual considerando esse comprimento. Essa lista com os comprimentos das máquinas não será divulgada pois se trata de algo confidencial, sendo realizado apenas uma estatística descritiva dos valores assim como também um Diagrama de Pareto na distribuição para a visualização mais facilmente de qual deve ser o comprimento da régua de cerâmica a ser acompanhado para criação do VSM de estado atual.

Os dados das larguras máximas do papel são uma referência apenas, pois os comprimentos das régua de cerâmica são geralmente um pouco maiores que essa largura, portanto foi considerado 200 mm a mais em cada dimensão para efeito de aproximação do comprimento real das régua.

A análise descritiva desses dados revelou uma quantidade de 79 máquinas de papel diversas, sendo que o menor comprimento de régua é 1860mm e o maior comprimento é 8920mm, a mediana dos valores foi de 2750mm e o valor médio é de 3352mm.

A quantidade de régua a serem produzidas por pedido de cliente varia, um número médio de acordo com um histórico é de 20 régua.

Figura 23 – Diagrama de Pareto para auxílio na definição do tamanho de régua do VSM



Fonte: Produção do próprio autor

A interpretação do diagrama de Pareto da Figura 23 é de que o dimensional da maioria das máquinas de papel do Brasil é de no máximo 4307,5mm. Sendo então maior a probabilidade de um pedido de produção com réguas dentro desses tamanhos.

A divisão por família de produtos conforme Rother e Shook (2003) aconselha em seu trabalho por haver vários produtos diferentes, a família possui a maior similaridade entre os componentes. Por isso a forma de elencar qual produto será feito o VSM, de acordo com o comprimento, foi escolhida para priorizar os mais prováveis de serem vendidos.

Para o VSM de estado atual um lote de 20 réguas de cerâmica de comprimento 3625mm foi acompanhado para retirada de tempos e pode ser observado na Figura 24. O *Lead Time* calculado após o acompanhamento foi de 5,8 dias, sendo que apenas 1,15 dias agregam valor ao produto (VA), ou seja, somente 19,8% do tempo é utilizado efetivamente para a produção, o restante é desperdício com tarefas que não agregam valor ao produto (NVA), considerando 24h de trabalho por dia. Como a produção funciona em 2 turnos, com 16,5h trabalhadas no total, o LT e TVA são respectivamente, 8,43 dias e 1,67 dias.

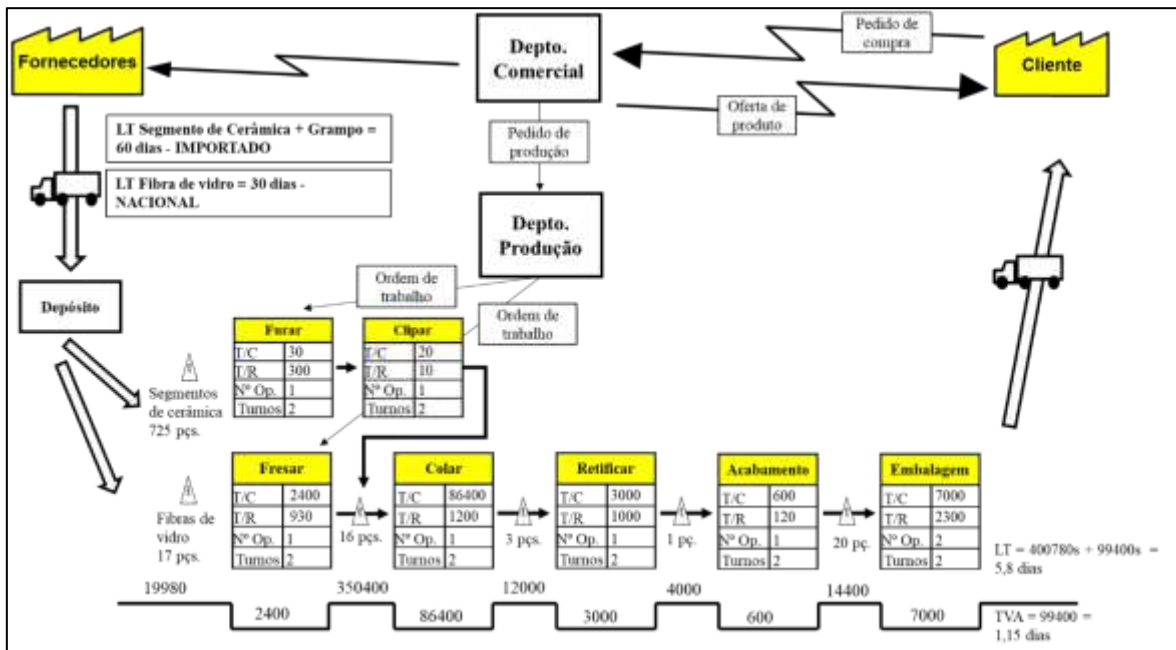
A operação que mais contribui para o longo *lead time* foi a operação de Colar os segmentos na fibra de vidro, esse alto tempo de espera entre um processo e outro foi causado principalmente pelo alto tempo de cura da resina (24h) e limitação de espaço no único dispositivo de montagem existente.

O dispositivo de montagem possui 8000mm de comprimento, sendo que é possível a montagem das réguas em ambos os lados do dispositivo, sendo assim, somente 4 fibras de vidro se transformam em réguas com segmentos de cerâmica a cada 24h, sendo necessário 5 dias para o processamento de todo o lote de 20 réguas.

Outro item notado durante a criação do VSM de estado atual é que não há uma padronização na quantidade de réguas colocadas na mesa durante a operação de retificar.

Durante um turno foi feito com somente uma peça por vez, no outro turno a operação foi realizada com 3 peças por vez (a mesa da Retífica CNC possui 12m de comprimento). Questionados sobre o motivo dessa diferença, os operadores disseram que há diferença no acabamento superficial quando colocado 3 peças de uma vez na retífica, sendo necessário realizar mais trabalho manual na operação de acabamento.

Figura 24 – VSM de estado atual



Fonte: Produção do próprio autor

Tendo essas informações e projetado o fluxo de valor atual na próxima seção serão propostas melhorias como forma de diminuição do *lead time* assim como implementação de FLs para disseminação e introdução da cultura *Lean* dentro do ambiente de produção da empresa XYZ.

4.4 VSM DO ESTADO FUTURO

Para obtenção do mapeamento de fluxo de valor de estado futuro foram avaliadas cada operação do processo individualmente e qual FL poderia ser aplicada de forma a aumentar a eficiência do fluxo de valor.

Inicialmente durante a operação de fresar a fibra foi notado que a furação realizada é padrão, podendo ser possível exigir que o fornecedor do material já envie o produto com o dimensional certo de acordo com o pedido.

Através disso, a operação de fresar deixará de existir, o que aumentará a disponibilidade da retífica para outro serviço como por exemplo retífica de uma cobertura de cerâmica enquanto as primeiras réguas com segmentos e fibra de vidro não ficaram prontas.

Na operação posterior, notou-se que o tempo de estoque acumulado de materiais aguardando a colagem e o tempo de cura da resina estava muito alto, contribuindo com cerca de 88% do *Lead Time* total do processo.

Como havia uma limitação e o estoque estava acumulando antes dessa operação de colar, foi identificada como um gargalo da produtividade, sendo assim, a única solução proposta para resolver esse problema, a confecção de um novo dispositivo para montagem e colagem das réguas de cerâmica.

No entanto nenhuma dessas ações envolveram, ainda, as FLs estudadas na análise da bibliografia, fora o VSM que foi capaz de identificar tais atividades que não agregavam valor ao produto.

Como foi verificado durante a fase de desenho do estado atual, os operadores não possuíam um padrão de trabalho, e para a operação de retífica será proposto a criação de uma instrução de trabalho contendo a quantidade ideal de réguas a serem retificadas de uma vez, de acordo com os seus comprimentos. Isso irá diminuir um pouco o tempo de espera dos itens antes da operação, porém irá aumentar o tempo de ciclo, já que a velocidade de avanço do cabeçote da retífica diminuirá com a quantidade maior de elementos na mesa.

Outra FL a ser implantada para uma melhor organização e mais ágil é o 5S nos armários de ferramentais, assim como em outras localizações. Através da identificação de cada um dos rebolos utilizados, assim como também das fresas, os operadores poderão facilmente localizar o que necessitam e caso o ferramental não esteja no local delimitado, será mais facilmente percebido de modo a evitar que haja paradas de máquina por esse motivo.

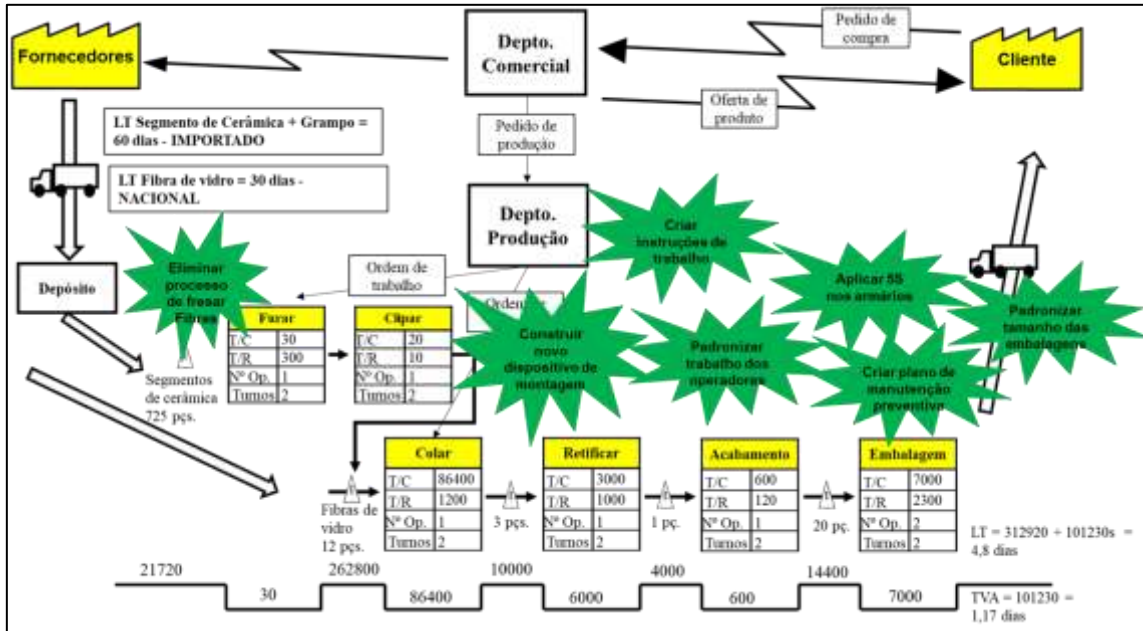
Como não há uma equipe de manutenção que faça o serviço preventivo na retífica, identificou-se também a oportunidade da realização de uma manutenção autônoma, sendo um dos pilares da FL chamada TPM. Através da criação de listas de checagem de itens de desgaste, o próprio operador irá limpar, lubrificar e até mesmo realizar pequenos consertos se necessário. O resultado dessa medida não será possível mensurar visto que não há um histórico das vezes em que ocorreu da retífica CNC quebrar, mas com certeza trará muitos benefícios para a produtividade visto que a disponibilidade da máquina irá melhorar.

Por fim, e não menos importante, será recomendado a criação de padrões de embalagem de acordo com a quantidade de réguas e comprimento das mesmas, visto que hoje as caixas de madeira são fornecidas e criadas de acordo com o pedido, e dependendo da situação, para diminuir os custos do produto, a própria equipe de produção da empresa XYZ confecciona a caixa de madeira. Havendo um padrão, é possível otimizar o uso da embalagem e sempre ter a certeza de que não haverá a necessidade de retrabalho, que poderia afetar diretamente o *Lead Time* final.

Portanto, após o desenho do VSM de estado futuro, conforme Figura 25, as melhorias foram incluídas nas caixas de ações para que sejam avaliadas. Essa avaliação será realizada de

acordo com uma matriz Esforço x Impacto. As ações que possuem um esforço baixo e impacto alto, serão priorizadas, sendo seguidas de um esforço alto e impacto alto.

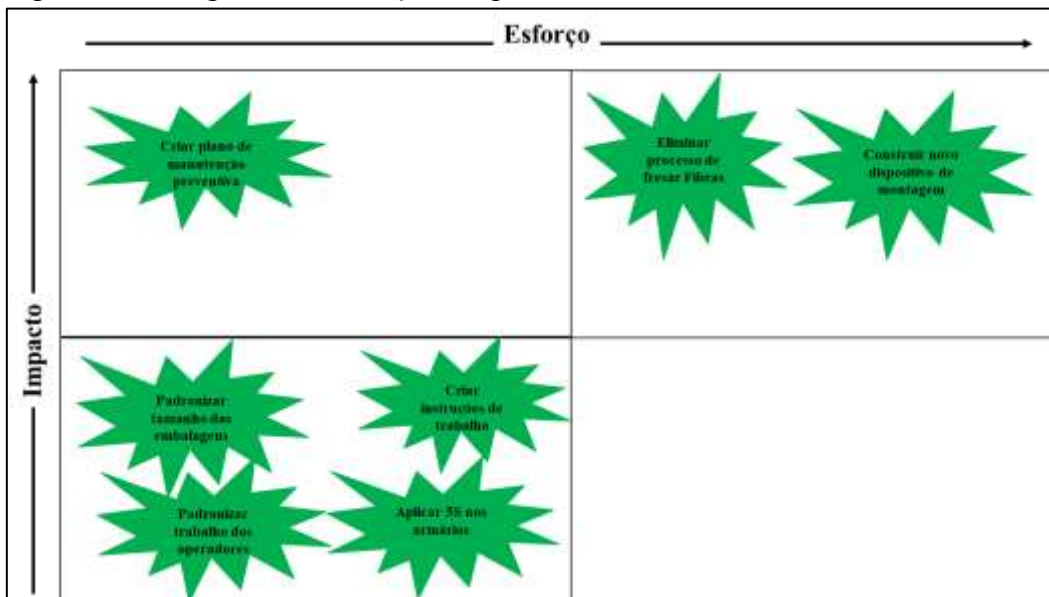
Figura 25 – VSM de Estado Futuro



Fonte: Produção do próprio autor

Através do VSM do estado futuro é possível verificar uma diminuição significativa do *Lead Time* total de produção para 4,8 dias que corresponde uma diminuição de 17,2% do tempo de entrega de um lote de régua de cerâmica.

Figura 26 – Diagrama de esforço x impacto



Fonte: Produção do próprio autor

O diagrama de esforço x impacto da Figura 26 mostra que as FLs como implementação do 5S e trabalho padrão, irão demandar um menor esforço para aplicação e por não ser possível mensurar no VSM de estado futuro, possuirão um impacto pequeno. Contudo, é importante que seja implementado pelo nível baixo de esforço demandado. O plano de manutenção preventiva, juntamente com a manutenção autônoma possui um esforço relativamente baixo para aplicação, e, mesmo sem ser possível mensurar, o impacto é alto pois evitará futuras quebras de máquina e prejuízos na produtividade. Portanto, o plano de ação deverá priorizar a aplicação do TPM.

A confecção de um novo dispositivo de montagem e eliminação do processo de fresar as fibras possuem um alto esforço, contudo, afetam diretamente no *Lead Time* do VSM do estado futuro, sendo comprovado a eficácia facilmente da implementação desses itens no plano de ação.

4.5 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES PARA INTRODUÇÃO DA FILOSOFIA LEAN

De acordo com o exposto nas seções acima e a percepção do autor de acordo com o conhecimento da filosofia *Lean* adquirida durante a elaboração do trabalho, sugestões de ações a serem tomadas, mostrado no Quadro 5, foram elaboradas como recomendação para aplicação e consolidação do estudo de caso:

Quadro 5 – Recomendação para sequência de ações introdutórias da filosofia *Lean*

- 1 Introduzir a filosofia Lean para todos departamentos;
- 2 Realizar treinamento das FLs com enfoques para produção e administração;
- 3 Ampliar VSM para a prestação de serviços e produção de outros itens;
- 4 Organizar o ambiente de trabalho;
- 5 Padronizar operações rotineiras nos níveis administrativos e produtivos;
- 6 Praticar o pensamento de melhoria contínua;
- 7 Realizar práticas com maior envolvimento dos fornecedores;
- 8 Buscar melhoria contínua através da Voz do Cliente;
- 9 Eliminar ao máximo tarefas que não agregam valor aos clientes.

Fonte: Produção do próprio autor

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o VSM é uma ferramenta muito importante para introdução da filosofia *Lean* nas PMEs visto que através de sua implementação se torna mais simples enxergar o que é realmente importante para a criação de valor do produto.

Além disso, ele serve como uma ferramenta introdutória de outras FLs mais comuns, pois após o mapeamento de estado atual, as sugestões de melhoria do processo possuem relação muito forte com a filosofia *Lean*.

Através do presente trabalho ficou claro a importância do mapeamento do fluxo de valor numa PME com produção MTO/ETO, apesar de não possuir as mesmas características de processo das empresas automotivas, precursoras no uso das FLs, a implantação traz muitas vantagens, como pode-se obter uma diminuição de aproximadamente 20% do *Lead Time*, assim como também foi possível validar que apesar do impacto gerado pela aplicação das FLs, o esforço baixo de implantação do 5S, Trabalho Padrão e TPM por exemplo, trará benefícios mensuráveis no médio-longo prazo.

Destaca-se que a implementação da filosofia *Lean* depende do apoio de toda empresa, desde níveis gerenciais e principalmente, operacionais, pois, com a conscientização dos benefícios e amplo conhecimento das técnicas e FLs, uma cultura de melhoria contínua pode ser desenvolvida possuindo um alicerce devidamente projetado.

REFERÊNCIAS

- AB TALIB, M. S.; ABDUL HAMID, A. B.; THOO, A. C. Critical success factors of supply chain management: a literature survey and Pareto analysis. **EuroMed Journal of Business**, v. 10, n. 2, p. 234–263, 6 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/EMJB-09-2014-0028>>. Acesso em: 23 out. 2017.
- AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 7, p. 709–756, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/02656710810890890>>. Acesso em: 24 out. 2017.
- AHUJA, I. P. S.; KUMAR, P. A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 15, n. 3, p. 241–258, 14 ago. 2009. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13552510910983198>>. Acesso em: 14 out. 2017.
- ALASKARI, O.; AHMAD, M. M.; PINEDO-CUENCA, R. Development of a methodology to assist manufacturing SMEs in the selection of appropriate lean tools. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 1, p. 62–84, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJLSS-02-2015-0005>>. Acesso em: 14 out. 2017.
- ARTURO GARZA-REYES, J.; ORAIFIGE, I.; SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P. L.; HARMANTO, D. The development of a lean park homes production process using process flow and simulation methods. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 23, n. 2, p. 178–197, 3 fev. 2012. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJRDM-06-2016-0103>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- BELEKOUKIAS, I.; GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 18, p. 5346–5366, 17 set. 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2014.903348>>. Acesso em: 30 out. 2017.
- BIERMANN, C.J. **Handbook of pulping and papermaking**. 2ª ed, San Diego: Academic Press, 1996.
- BIN WAN IBRAHIM, W. M. K.; RAHMAN, M. A.; BIN ABU BAKAR, M. R. Implementing Lean Manufacturing in Malaysian Small and Medium Startup Pharmaceutical Company. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHANICAL, AUTOMOTIVE AND AEROSPACE ENGINEERING, 3., IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, v. 184, 2017, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Bristol: IOP Publishing, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/184/1/012016>>. Acesso em: 30 out. 2017.
- BRAGANÇA, S.; COSTA, E. An application of the lean production tool standard work. **Jurnal Teknologi**, v. 76, n. 1, p. 47–53, 25 ago. 2015. Disponível em: <<http://www.jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/3659>>. Acesso em: 30 out. 2017.

BREMER, C. F.; LENZA, R. P. Um modelo de referência para gestão da produção em sistemas de produção assembly to order: ato e suas múltiplas aplicações. **Gestão & Produção**, v. 7, n. 3, p. 269–282, dez. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2000000300006&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 out. 2017.

CHANG, Y.; CHEN, C. Prioritisation on 5S activities for a semiconductor wafer fabrication: an empirical study. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v. 31, n. 4, p. 380-394, 2014. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/IJQRM-01-2012-0003>>. Acesso em: 30 jul. 2017. Acesso em: 29 jul. 2017.

EMILIANI, M. L. Using kaizen to improve graduate business school degree programs. **Quality Assurance in Education**, v. 13, n. 1, p. 37–52, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09684880510578641>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

EMILIANI, M. L.; STEC, D. J. Using value-stream maps to improve leadership. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 25, n. 8, p. 622–645, 2004. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01437730410564979>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

ERLACH, K. **Value stream design: the way towards a lean factory**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. Disponível em: <<http://www.springer.com/la/book/9783642125683>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

FAISAL, A. M. Simulation modeling and analysis of value stream mapping for the implementation of lean manufacturing in labour-intensive small and medium-sized enterprises. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL, ELECTRONICS, AND OPTIMIZATION TECHNIQUES (ICEEOT), Chennai, 2016. **Proceedings...**New York: IEEE Xplore, 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7755369/>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

GUPTA, S.; JAIN, S. K. An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 6, n.1, 2013. Disponível em:< <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/IJLSS-08-2013-0047>>. Acesso em: 30 out. 2017.

HAIDER, A.; MIRZA, J. An implementation of lean scheduling in a job shop environment. **Advances in Production Engineering & Management**, v. 10, n. 1, p. 5–17, 2015. Disponível em: <http://apem-journal.org/Archives/2015/Abstract-APEM10-1_005-017.html>. Acesso em: 15 ago. 2017.

HINES, P.; RICH, N. The seven value stream mapping tools. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 1, p. 46–64, jan. 1997. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01443579710157989>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Demografia das Empresas – DEMOGEM**, 2015. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas->

novoportaleconomicas/outras-estatisticas-economicas/9068-demografia-das-empresas.html?&t=resultados>. Acesso em: 13 ago. 2017.

JAMALIAH, M. S.; MOHD HASHIM, M. A.; ISMAIL, A. Improvements of worksite control for pull system. **ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 11, n. 12, p. 7699–7705, 2016. Disponível em: <http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2016/jeas_0616_4501.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

JOHNSON, A.; PRASAD, S.; SHARMA, A. Manufacturing lead time reduction in a scaffold making industry using lean manufacturing techniques: a case study. **International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)**, v. 8, n. 2, p. 137–148, 2017. Disponível em: <https://www.iaeme.com/MasterAdmin/uploadfolder/IJMET_08_02_017/IJMET_08_02_017.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.

KNECHTGES, P.; BELL, C. J.; NAGY, P. Utilizing the 5S methodology for radiology workstation design: applying lean process improvement methods. **Journal of the American College of Radiology**, v. 10, n. 8, p. 633–634, aug. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1546144013002743>>. Acesso em: 06 Nov. 2017.

LANDE, M.; SHRIVASTAVA, R. L.; SETH, D. Critical success factors for Lean Six Sigma in SMEs (small and medium enterprises). **The TQM Journal**, v. 28, n. 4, p. 613–635, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/TQM-12-2014-0107>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

MATT, D. T.; DALLASEGA, P.; RAUCH, E. Synchronization of the manufacturing process and on-site installation in ETO companies. **Procedia CIRP**, v. 17, p. 457–462, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.058>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

MIGUEL, P. A. C. (Coord). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.

MILTENBURG, J. Level schedules for mixed-model JIT production lines: characteristics of the largest instances that can be solved optimally. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 16, p. 3555–3577, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00207540701223394>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

NAKAJIMA, S. **Total productive maintenance**. London: Productivity Press, 1988.

NALLUSAMY, S. Productivity enhancement in a small scale manufacturing unit through proposed line balancing and cellular layout. **International Journal of Performability Engineering**, v. 12, n. 6, p. 523–534, 2016. Disponível em: <<http://www.ijpe-online.com/november-p3-productivity-enhancement-in-a-small-scale-manufacturing-unit-through-proposed-line-balancing-and-cellular-layout.html#axzz4pb9TwwbU>>. Acesso em: 30 out. 2017.

NALLUSAMY, S.; SARAVANAN, V. Lean Tools Execution in a Small Scale Manufacturing Industry for Productivity Improvement- A Case Study. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 35, 26 set. 2016. Disponível em: <<http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/100162>>. Acesso em: 30 out. 2017.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PANWAR, A.; NEPAL, B. P.; JAIN, R.; RATHORE, A. P. S. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 7, p. 564–587, 19 maio 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2014.936532>>. Acesso em: 30 out. 2017.

PERERA, H. A. D. Productivity improvement through lean tools in a Sri Lankan small and medium enterprise: a case study. In: **MANUFACTURING & INDUSTRIAL ENGINEERING SYMPOSIUM (MIES)**, 2016, Colombo. **Proceedings...**New York: IEEE Xplore, 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7779988/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANDERS, R. The Pareto principle: its use and abuse. **Journal of Services Marketing**, v. 1, n. 2, p. 37–40, fev. 1987. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/eb024706>>. Acesso em: 14 out. 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENA EMPRESAS - SEBRAE. **Participação das micro e pequenas empresas na economia**. Disponível em: <[https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal Sebrae/Estudos e Pesquisas/Participacao das micro e pequenas empresas.pdf](https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2017.

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

SHOKRI, A. Quantitative analysis of Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma research publications in last two decades. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 5, p. 598–625, 2 maio 2017. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJQRM-07-2015-0096>>. Acesso em: 14 out. 2017.

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, p. 157–168, 2010. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/20401461011049520>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SINGH, B.; SHARMA, S. K. Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm. **Measuring Business Excellence**, v. 13, n. 3, p. 58–68, 2009. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13683040910984338>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SINGH, H.; SINGH, A. Application of lean manufacturing using value stream mapping in an auto-parts manufacturing unit. **Journal of Advances in Management Research**, v. 10, n. 1, p. 72–84, 2013. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09727981311327776>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SOUZA, J.C. **Remoção de cálcio de efluente de máquina de papel por precipitação/coprecipitação**. 2007, 67f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2007. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2044>>. Acesso em: 4 de jul. 2017

SOUZA, A. E. **Indicadores de mensuração de desempenho em pequenas e médias empresas (PMEs): estudo no setor calçadista de Santa Catarina**. 2011. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-23112011-204230/>>. Acesso em: 4 de jul. 2017

SUÁREZ-BARRAZA, M. F., RAMIS-PUJOL, J. An exploratory study of 5S: a multiple case study of multinational organizations in Mexico. **Asian Journal on Quality**, v. 13, n. 1, p. 77-99, 2012. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/15982681211237842>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SUGANTHINI REKHA, R.; PERIYASAMY, P.; NALLUSAMY, S. Lean tools implementation for lead time reduction in cnc shop floor of an automotive component manufacturing industry. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 45, 8 dez. 2016. Disponível em: <<http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/104841>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SUNDARESHAN, S. D.; SWAMY, D. R.; SWAMY, T. S. N. A literature review on lean implementation - a comprehensive summary. **Journal of Engineering Research and Applications**, v. 5, n. 11, p. 73–81, 2015. Disponível em: <http://www.ijera.com/papers/Vol5_issue11/Part-4/N511047381.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.

SWARNAKAR, V.; VINODH, S. Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 3, p. 267–293, ago. 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJLSS-06-2015-0023>>. Acesso em: 30 out. 2017.

TANG, S.; NG, T.; CHONG, W.; CHEN, K. Case study on lean manufacturing system implementation in batch printing industry Malaysia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANUFACTURING AND INDUSTRIAL TECHNOLOGIES, 3., 2016, Istanbul. **Proceedings...** Matec Web of Conferences, v. 70, 2016. n. 5002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/mateconf/20167005002>>. Acesso em: 30 out. 2017.

TRENTIN, L. Manufatura enxuta : contribuições para a obtenção da vantagem competitiva. **Revista Espacios**, v. 38, n. 09, p. 1–9, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n09/17380906.html%0A>>. Acesso em: 14 out. 2017.

VIGNESH, V.; SURESH, M.; ARAMVALARTHAN, S. Lean in service industries: a literature review. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN MATERIALS AND MANUFACTURING APPLICATIONS, IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, v. 149, 2016, Bangalore. **Proceedings...** Bristol: IOP Publishing, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1757-899X/149/1/012008>>. Acesso em: 14 out. 2017.

YANG, T.; KUO, Y.; SU, C.-T.; HOU, C.-L. Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization. **Journal of Manufacturing**

Systems, v. 34, n. 1, p. 66–73, jan. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.11.010>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

YOGESH, M.; PRABAGARAN, S. Study on implementation of lean manufacturing tools and techniques. **International Journal of Applied Engineering Research ISSN**, v. 11, n. 5, p. 973–4562, 2016. Disponível em: <https://www.ripublication.com/ijaer16/ijaerv11n5_54.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2017.

ZHOU, B. Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). **Annals of Operations Research**, v. 241, n. 1–2, p. 457–474, 6 jun. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10479-012-1177-3>>. Acesso em: 14 out. 2017.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 7.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

ANEXO A – Roteiro da Entrevista

- Há quanto tempo está trabalhando na empresa?
- Você conhece as ferramentas do Lean? Quais?
- Houve treinamento fornecido pela empresa sobre a utilização das ferramentas do Lean?
- Quais os empecilhos de acesso às ferramentas necessárias para determinada operação do processo?
- Qual a quantidade de deslocamento feito por você, entre as operações ou dentro dos processos?
- Há documentos e relatórios que auxiliem na operação e gestão da produção, como, por exemplo, instruções de trabalho, parâmetros de processo? Quais?
- Como é identificado quando há algum dano com determinada ferramenta importante para o processo? Há outras ferramentas sobressalentes de fácil reposição?
- Quais os grandes empecilhos achados na empresa para seu funcionamento?
- Quais são os possíveis pontos de melhoria da empresa?