

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**NILTON SADI FREITAS DE BITENCOURT**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA A  
MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DO SETOR  
METAL- MECÂNICO**

**Bagé  
2017**

**NILTON SADI FREITAS DE BITENCOURT**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA A  
MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DO SETOR  
METAL- MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Me. Fernanda Gobbi de Boer Garbin

Co-Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Me. Carla Beatriz da Luz Peralta

**Bagé  
2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

d624a

de Bitencourt, Nilton Sadi Freitas  
APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA A MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL- MECÂNICO / Nilton Sadi Freitas de Bitencourt. 106 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017.

"Orientação: Fernanda Gobbi de Boer Garbin".

1. Sistema Toyota de Produção. 2. Produção Enxuta. 3. Perdas Produtivas. 4. Ferramentas da Produção Enxuta.

**NILTON SADI FREITAS DE BITENCOURT**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA A  
MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DO SETOR  
METAL- MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 07 de Dezembro de 2017.

Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Fernanda Gobbi de Boer Garbin  
Orientadora  
UNIPAMPA – Campus Bagé

---

Prof. Dr. Ivonir Petrarca dos Santos  
UNIPAMPA – Campus Bagé

---

Prof. Me. Vanderlei Eckhardt  
UNIPAMPA – Campus Bagé

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pela vida, aos meus amados Pais pelo incentivo e esforços para que eu tivesse a oportunidade de estudar e aos meus avós Nilton Sadi Bitencourt (in memoriam) e Maria Eneida, exemplos de caráter, amor e força de vontade.

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus amados Pais e à Deus pela vida, por todo o esforço, a superação e o apoio nos muitos momentos de dificuldade que a Engenharia proporcionou, mas também de alegria e satisfação pelas conquistas pessoais. Falta pouco para juntos, Pai e Mãe, alcançarmos juntos nossa maior alegria, e tenho muito orgulho e gratidão a Deus por ter vocês como meus principais exemplos na vida. O diploma está próximo, minha maior motivação sempre foi saber que esse dia chegará e que poderei entregar a vocês o meu diploma como sinal de agradecimento por tudo. Sigamos em frente, é por vocês e para vocês o meu título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aos meus queridos Mestres, professores do Curso de Engenharia de Produção, na presença dos membros da banca avaliadora Professor Vanderlei Eckhardt, Professor Ivonir Petrarca, e Professora Fernanda Gobbi de Boer Garbin, por todos os conselhos e conhecimentos transmitidos ao longo de minha graduação e durante a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço em especial à Professora Carla Beatriz da Luz Peralta por todas as dicas, pela paciência em meus momentos de nervosismo, pelas conversas de motivação, pela enorme contribuição com este estudo durante as orientações e pelo exemplo de professora que é, espelho para muitos alunos que pretendem seguir carreira acadêmica.

Estendo também meus agradecimentos ao técnico Mozer Cardoso pela enorme ajuda e contribuição para realizar as atividades práticas deste estudo no laboratório de fabricação do curso de Engenharia de Produção.

Por fim, agradeço aos meus verdadeiros amigos e demais familiares, que estando perto ou longe nunca deixaram de transmitir palavras de apoio, incentivo e coragem.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”.

*Ayrton Senna*

## RESUMO

O Sistema Toyota de Produção surgiu para o mundo como uma solução para aliar eficiência produtiva com estabilidade de custos, ou seja, a produção é sempre norteada para buscar o máximo aproveitamento de recursos, evitando assim os chamados desperdícios, o que mais tarde ficou conhecido como Produção Enxuta. Em seu escopo estão diversas ferramentas e metodologias que auxiliam o mapeamento e eliminação das perdas produtivas. Este estudo teve como objetivo melhorar o processo produtivo de uma empresa do setor metal-mecânico, fabricante de portões, calhas e grades em geral por meio da aplicação das técnicas da produção enxuta. A metodologia empregada neste trabalho foi fundamentada nos princípios da Pesquisa-Ação, onde a cooperação entre empresa e pesquisador permite a identificação e a aplicação de melhorias no processo produtivo. Dentre os resultados do presente estudo estão: o diagnóstico das perdas produtivas, a aplicação das ferramentas necessárias para o combate a tais perdas no sistema produtivo estudado, a proposição de melhorias apresentando à empresa estudada dados que possibilitem a mesma, verificar as vantagens da implantação da produção enxuta em termos de custo e flexibilidade. Por fim o trabalho espera contribuir ainda mais na disseminação da filosofia enxuta tanto a nível acadêmico, quanto no âmbito cultural e estratégico das empresas do município de Bagé/RS.

Palavras-Chave: Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta, Perdas produtivas.



## **ABSTRACT**

The Toyota Production System emerged to the world as a solution to combine productive efficiency with cost stability, that is, production is always geared to maximize the use of resources, thus avoiding so-called waste, which later became known as Lean Production. In its scope are several tools and methodologies that help the mapping and elimination of productive losses. This study aimed to improve the production process of a metal-mechanic company, manufacturer of gates, gutters and grids in general through the application of lean production techniques. The methodology used in this work was based on the principles of Action Research, where the cooperation between company and researcher allows the identification and application of improvements in the productive process. Among the results of the present study are: the diagnosis of productive losses, the application of the necessary tools to combat such losses in the studied productive system, the proposition of improvements presenting to the company studied data that enable the same, verify the advantages of the implantation of the production in terms of cost and flexibility. Finally, the work hopes to contribute even more in the dissemination of the lean philosophy both at academic level and in the cultural and strategic scope of the companies of the municipality of Bagé / RS.

Keywords: Toyota Production System, Lean Production, Productive Losses.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Aplicações da Produção Enxuta no setor estudado.....	5
Figura 2- Publicações a respeito da produção enxuta. ....	6
Figura 3- Linha de montagem do Ford modelo T. ....	12
Figura 4- Engenharia tecnológica da Hyundai.....	15
Figura 5- Os pilares do STP.....	18
Figura 6- Linha de montagem do sistema Toyota de produção. ....	19
Figura 7- Princípios do pensamento enxuto.....	22
Figura 8- Modelo de kanban da Toyota.....	27
Figura 9- Etapas do MFV. ....	29
Figura 10- Evolução do pensamento enxuto.....	35
Figura 11- Comparativo entre os sistemas produtivos. ....	39
Figura 12- Etapas da pesquisa-ação.....	42
Figura 13- Ambiente de produção da serralheria. ....	46
Figura 14- Etapas do processo produtivo da empresa estudada. ....	46
Figura 15- Planta baixa esquemática da serralheria. ....	47
Figura 16- Família de produtos mapeada. ....	50
Figura 17- Mapa de estado atual do processo. ....	51
Figura 18- Tempo de não agregação de valor referente à escada.....	56
Figura 19- Tempo de ciclo da escada. ....	57
Figura 20- Tempo de não agregação de valor para a grade. ....	58
Figura 21- Tempo de ciclo para as grades mapeadas. ....	59
Figura 22- Tempo de não agregação de valor para a porta mapeada. ....	60
Figura 23- Tempo de ciclo para a porta de aço carbono.....	61
Figura 24- Tempo de não agregação de valor para o portão basculante. ....	62
Figura 25- Tempo de ciclo do portão basculante. ....	63
Figura 26- Layout proposto. ....	67
Figura 27- Mapa de estado futuro com as melhorias propostas.....	68
Figura 28- Quadro Kanban elaborado.....	70
Figura 29- Planilha de quantitativo de lotes.....	71
Figura 30- Cartões Kanban elaborados. ....	72
Figura 31- Etiquetas Kanban para os elementos de fixação. ....	73
Figura 32- Sistema Kanban nos elementos de fixação. ....	73

Figura 33- Interface inicial do Nex.....	74
Figura 34- Interface do VHSYS.....	75
Figura 35- Planilha eletrônica Kanban. ....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Métricas da produção enxuta .....	32
Quadro 2 – Demais ferramentas da produção enxuta.....	34
Quadro 3 – Aplicações da produção enxuta no setor metal-mecânico .....	36
Quadro 4 – Produção Enxuta em outros setores .....	37
Quadro 5 – Procedimentos metodológicos .....	43
Quadro 6 – Produtos a serem mapeados .....	48
Quadro 7 – Disponibilidade de maquinário da serralheria.....	52
Quadro 8 – Análise das perdas encontradas .....	64
Quadro 9 – Ferramentas da produção enxuta aplicadas .....	65
Quadro 10 – Propostas de <i>Kaizens</i> para a organização do controle de estoque....	66
Quadro 11 – Simbologia do Mapeamento de fluxo de valor.....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MIT - Instituto de Tecnologia de Massachusetts

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

GM - General Motors

CEO - *Chief Executive Office*

GMS - Sistema Global de Manufatura

HMC - *Hyundai Motor Company*

STP - Sistema Toyota de Produção

SHP - Sistema Hyundai de Produção

JIS - *Just In Sequence*

VW - Volkswagen

JIT - *Just-in-Time*

MFV - Mapeamento do Fluxo de Valor

TRF - Troca Rápida de Ferramentas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Problema de Pesquisa .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>7</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Os Pilares da Organização da Produção.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1 O Sistema de Produção Artesanal .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2 O Nascimento do Sistema Fabril: A Revolução Industrial.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.3 A Administração Científica de Frederick Taylor .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Os Principais Sistemas Produtivos da Indústria Automobilística .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1 O Sistema Ford de Produção .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2 O Sistema General Motors de Produção .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3 O Sistema Volvo de Produção .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.4 O Sistema Hyundai de Produção .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.5 O Sistema Fiat de Produção.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.6 O Sistema Volkswagen de Produção.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 O Sistema Toyota de Produção .....</b>	<b>16</b>

<b>2.3.1 Os Princípios do Sistema Toyota de Produção .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2 As Perdas da Produção .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.2.1 Perda por superprodução.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.2.2 Perda por espera .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.2.3 Perda por produtos defeituosos .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2.4 Perda por processamento incorreto.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2.5 Perda por transporte .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2.6 Perda por movimentação.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2.7 Perda por estoque .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2.8 A introdução da oitavava perda .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.3 Principais Ferramentas de Combate as Perdas .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.3.1 O Método de Controle da Produção: O Sistema Kanban.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.3.2 Mapeamento do Fluxo de Valor .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.3.3 Dispositivo à Prova de Falhas: Poka-Yoke .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3.4 Troca Rápida de Ferramentas .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.3.5 As Métricas da Produção Enxuta.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.3.6 Outras Ferramentas no Âmbito da Produção Enxuta .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.4 A Influência da Produção Enxuta em outros Setores da Economia .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.5 Resumo do Trabalho e Síntese dos Sistemas Produtivos Apresentados.</b>	<b>38</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Descrição da Empresa Estudada.....</b>	<b>41</b>

<b>3.2 Classificação da Pesquisa.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Procedimentos Metodológicos .....</b>	<b>43</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Planejar Pesquisa-ação .....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.1 Visita às dependências da empresa para conhecimento do processo .....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.2 Definição de uma pessoa responsável por fornecer as informações .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.3 Escolha de uma família de produtos e um setor do processo .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2 Coleta de dados.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.1 Elaborar o mapa de estado atual do processo .....</b>	<b>49</b>
<b>4.3 Analisar dados e planejar ações.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.1 Análise dos problemas encontrados.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.1.1 Escada Residencial.....</b>	<b>56</b>
<b>4.3.1.2 Grades .....</b>	<b>58</b>
<b>4.3.1.3 Porta .....</b>	<b>60</b>
<b>4.3.1.4 Portão Basculante.....</b>	<b>62</b>
<b>4.3.2 Identificação das perdas produtivas .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.3 Definição das ferramentas da produção enxuta a serem utilizadas .....</b>	<b>64</b>
<b>4.3.4 Proposta de melhorias.....</b>	<b>65</b>
<b>4.4 Implementar ações.....</b>	<b>68</b>
<b>4.4.1 Construir o mapa de estado futuro do processo .....</b>	<b>68</b>
<b>4.4.2 Implementar e propor soluções .....</b>	<b>69</b>



<b>4.4.2.1 Controle e Gerenciamento de Estoques: Kanban .....</b>	<b>70</b>
<b>4.4.4.2 Controle e Gerenciamento de Estoques: Softwares Propostos .....</b>	<b>74</b>
<b>5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....</b>	<b>77</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO 1- SIMBOLOGIA PARA O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....</b>	<b>89</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Frente a atual crise econômica nacional e a crescente concorrência no mercado industrial mundial, faz-se necessário cada vez mais para as organizações, a busca pela redução de custos, o aumento da qualidade de seus produtos/serviços e a sincronia de seus sistemas produtivos.

Um sistema produtivo é caracterizado de acordo com Martins (2005) como sendo o processo pelos quais *inputs* (instalações, mão-de-obra, tecnologia, informações, energia e outros) são transformados por meio do emprego da manufatura (processos e operações) em *outputs* (produtos acabados). Esse sistema é o responsável por organizar de maneira sistêmica e integrada as necessidades dos clientes em bens tangíveis, ou seja, algo que o consumidor espera usufruir e que compense seu investimento.

O modelo de sistema produtivo que se conhece hoje teve origem com as primeiras associações produtivas introduzidas pelo homem no século XVIII e denominado de Sistema Produtivo Artesanal. O homem por meio do conhecimento específico e hereditário manufaturava bens, negociava com fornecedores e vendia em pequenos lotes sua produção diretamente ao cliente.

Com o surgimento e o aperfeiçoamento da tecnologia, aliada ao desenvolvimento mercantil, a Revolução Industrial na Inglaterra e posteriormente em escala mundial, tornou-se um novo marco para o modelo produtivo até então existente, pois o homem além de migrar para os grandes centros industriais passou a produzir em grandes escalas com o auxílio das máquinas a vapor. Com o aumento da produtividade e a complexidade de se administrar grandes estruturas fabris, métodos e estudos foram introduzidos especialmente por Frederick Taylor para otimizar a cadeia produtiva com a eficiência humana.

A evolução dos sistemas produtivos se inseriu na indústria automobilística por meio de Henry Ford. O mesmo não só adotou os estudos de Taylor em suas fábricas de produção em massa como também desenvolveu técnicas de organização da produção, usadas por seus concorrentes e mais tarde aprimoradas, originando um modelo produtivo capaz de obter grandes lucros e produzir de acordo com a real demanda de mercado. Este modelo é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) e também denominado de produção enxuta.

As técnicas e metodologias criadas pela Toyota expandiram-se a outras montadoras e além de reestruturar o setor automobilístico, mostrou-se ser de alta flexibilidade, de maneira a propiciar sua aplicação em diversos outros setores industriais como o alimentício, bens de consumo, metalúrgico, saúde, têxtil entre outros.

As pesquisas do professor e consultor Americano do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, James Womack em parceria com Daniel Jones e Daniel Roos, deram origem a importantes obras como “A Máquina que mudou o mundo” e a “Mentalidade Enxuta nas Empresas” contribuindo ainda mais para a difusão das técnicas, metodologias e ferramentas do Sistema Toyota de Produção. Tais obras denominaram a capacidade de aumentar a produtividade reduzindo os custos de produção por meio da eliminação dos desperdícios de *Lean Manufacturing*. De acordo com o *Lean Institute* (2011) apud. Filgueiras (2012) a produção enxuta passou a ser aplicada sob o ponto de vista de qualquer organização ou tipo de negócio, não ficando apenas limitada à sua origem na Toyota.

A eliminação dos desperdícios constitui-se a base para o uso das ferramentas da produção enxuta. Por meio de técnicas como o mapa de fluxo de valor, a padronização do trabalho, qualidade total, troca rápida de ferramentas, dispositivos *Poka yokes*, melhoria contínua, além de outras opções, é possível por meio da análise sistemática do processo produtivo, identificar as perdas da produção inseridas no mesmo, para propiciar às organizações alternativas para a correta tomada de decisão.

A busca pela eficácia da produtividade aumenta o desempenho operacional e possibilita ganhos competitivos tanto no mercado, como no ponto de vista dos clientes, visto que toda organização deve ter claro em seu fluxo de manufatura a correta identificação das atividades que agregam e não agregam valor direto ao seu público alvo.

Dentre os setores industriais que permitem a aplicação das ferramentas da produção enxuta, estão o setor metalúrgico e o setor metal-mecânico por sua contínua produção, e por dispor de um processo produtivo que envolve precisão e o máximo aproveitamento de suas matérias-primas para a obtenção do produto final.

## 1.1 Problema de Pesquisa

O setor metalúrgico e metal-mecânico produz diariamente diversos tipos de produtos com base na utilização de matérias-primas provindas de metais pesados como alumínio, aço carbono, cobre, titânio entre outros. O processo produtivo destes setores industriais requer grande atenção no que diz respeito ao máximo aproveitamento de seus recursos produtivos, pois está intimamente ligado aos altos custos de se trabalhar com metais que exigem maquinário e mão-de-obra altamente especializada.

A empresa em estudo consiste em uma Serralheria de pequeno porte e está inserida no setor metal-mecânico, trabalhando em seu portfólio de produtos, exclusivamente com aço carbono e aço inox. Em seu processo produtivo estão inseridas operações como solda, corte e pintura, ou seja, atividades que necessitam alto grau de especialização e minuciosa precisão em sua execução para evitar desperdícios de insumos e o retrabalho de produtos acabados.

Seu espaço físico e *layout* são de proporções pequenas o que dificulta a execução de várias operações ao mesmo tempo. Outro ponto a destacar sobre as necessidades de melhoria da empresa é o fato do armazenamento das matérias-primas dividirem espaço com áreas da empresa como, por exemplo, a entrada, onde ficam expostos os produtos acabados. Neste tipo de situação, o fluxo de informações e materiais para o setor de produção acaba muitas vezes ficando confuso tanto para a área operacional, quanto para os clientes. Uma das maneiras de verificar o desempenho deste modelo produtivo é a inserção de metodologias que visem identificar e reduzir as possíveis perdas nas atividades do processo. As técnicas e ferramentas da produção enxuta de aplicabilidade em diversos setores mostram-se como uma importante alternativa.

Sendo assim, a pesquisa buscou responder a seguinte questão: *a aplicação dos conceitos e das ferramentas da produção enxuta pode auxiliar na melhoria do sistema produtivo de uma empresa do setor metal-mecânico por meio da redução das perdas da produção?*

## 1.2 Justificativa

O setor metal-mecânico é responsável pela transformação de metais como ferro e aço, em uma variedade de produtos. Neste setor, de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2017), estão inseridas organizações como as serralherias, que apresentam na sua maioria processos produtivos artesanais com produção guiada a ordens de serviço ou encomendas, poucos funcionários, entretanto com alto grau de especialização, o que permite que o cliente exija produtos com elevada qualidade e de acordo com as especificações estabelecidas.

A empresa em estudo representa tal característica na medida em que consiste em uma organização de pequeno porte com poucos funcionários em seu processo produtivo e sua produção é feita mediante encomendas. Além disso, necessita organizar em suas instalações aspectos como o armazenamento de matéria-prima e melhoria da eficiência produtiva.

Para auxiliar na identificação e eliminação dos desperdícios, as ferramentas da produção enxuta contribuem não apenas para mapear e localizar as origens das perdas produtivas, mas também para nortear à organização a melhor maneira de produzir mais com a menor quantidade possível de materiais e assim propiciar a redução dos custos de produção. Outra importante justificativa para este estudo é o fato de a empresa possuir instalações que propiciam identificar com clareza os fluxos de materiais e informações, ou seja, por ser de pequeno porte seus processos e operações ocorrem concentrados em um único local.

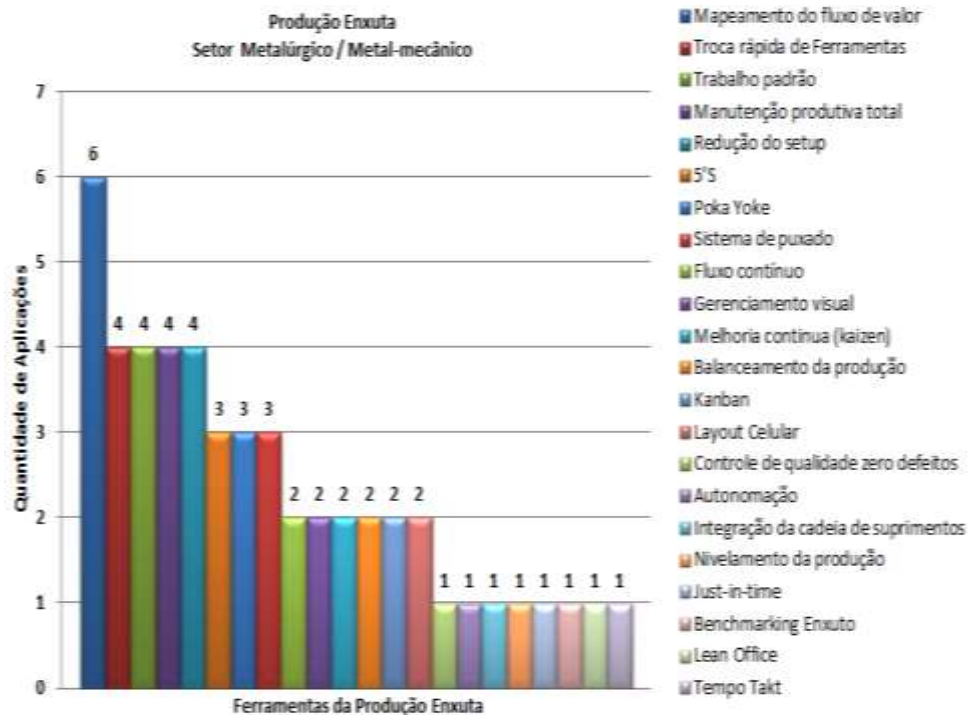
As ferramentas do Sistema Toyota de Produção ganharam amplo destaque de aplicação em diversos setores, mas especialmente nos setores que lidam com metais como o metal-mecânico e o metalúrgico, diversos estudos acadêmicos como mostra a Figura 1 foram realizados ao longo dos anos, entre 2004 e 2014, abordando diferentes técnicas e explorando diferentes problemas.

Ao todo treze trabalhos, envolvendo a aplicação e a importância das ferramentas da produção enxuta no setor metalúrgico e metal-mecânico, foram pesquisados, dos quais dez trabalhos são estudos que procuraram dar atenção à aplicação individual de uma única técnica para a resolução de uma problemática.

Por outro lado, três trabalhos nortearam seus estudos na implantação da metodologia enxuta de forma parcial ou completa, utilizando a grande maioria das

técnicas do STP. Tais dados de estudos realizados reforçam o caráter de extrema flexibilidade da metodologia enxuta em sua adaptação a qualquer sistema produtivo.

Figura 1- Aplicações da Produção Enxuta no setor estudado.



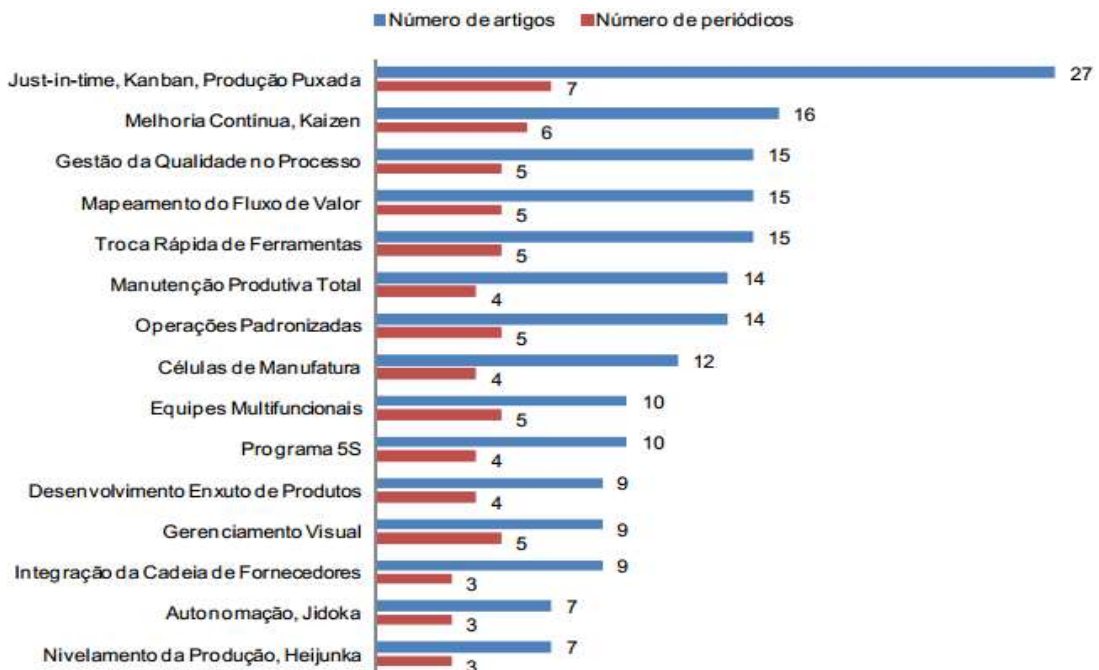
Fonte: Autor (2017).

Recentemente, os autores Gonçalves, Santos e Gohr (2013) realizaram um levantamento sobre o número de publicações (Figura 2) nos principais periódicos acadêmicos nacionais à cerca da produção enxuta.

Os mesmos constataram, o crescente número de publicações de artigos em eventos e revistas da área de Engenharia de Produção em empresas de diversos setores da economia, o que mostra a expansão e reforça a importância dada por parte das organizações aos resultados positivos que podem ser alcançados com a adoção das práticas enxutas.

Os autores ainda destacam que os setores industriais que mais absorveram os estudos e as técnicas da produção enxuta são o automotivo e o metal-mecânico, utilizando de técnicas de pesquisa especialmente baseadas no estudo de caso, ou seja, um processo investigativo.

Figura 2- Publicações a respeito da produção enxuta.



Fonte: Gonçalves, Santos e Gohr (2013).

A Figura 2 reflete também, o considerável número de abordagens, principalmente no que diz respeito à adoção dos principais pilares do sistema Toyota de produção, o *Just-in-Time*, o sistema *Kanban* e a produção puxada. Entre as ferramentas mais utilizadas estão à melhoria contínua, a gestão da qualidade, o mapeamento do fluxo de valor, a troca rápida de ferramentas, entre outras. Em sua maioria, os trabalhos destinam-se a estudar tanto a possibilidade de aplicação da filosofia enxuta quanto, a disposição e conhecimento das empresas sobre o assunto.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo geral, propor e aplicar as ferramentas da produção enxuta necessárias para a melhoria de um sistema produtivo ligado ao setor metal-mecânico por meio da identificação e eliminação das perdas da produção.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Visando atender ao objetivo geral deste trabalho, os objetivos específicos definidos foram:

- a) Identificar os processos existentes da serralheria;
- b) Mapear e medir os tempos de cada operação do processo produtivo, visando identificar as atividades agregadoras e não agregadoras de valor;
- c) Identificar as perdas produtivas do processo produtivo;
- d) Verificar quais ferramentas da produção enxuta podem contribuir para diminuir ou eliminar as perdas produtivas identificadas;
- e) Desenvolver um mapa de melhorias para o processo produtivo.

### 1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em capítulos e sua estrutura está disposta da seguinte maneira:

O primeiro capítulo traz a introdução. Nela está contida a síntese inicial deste estudo, com a apresentação dos assuntos que foram abordados ao longo do trabalho, bem como a problemática que foi resolvida, a justificativa para o uso das ferramentas do Sistema Toyota de Produção, o objetivo geral e os objetivos específicos.

No segundo capítulo, está contida a fundamentação teórica que deu base ao estudo. Entre os assuntos abordados encontram-se: As bases e o surgimento da organização da produção, os principais sistemas produtivos da indústria automobilística, o conceito de perdas da produção, as principais ferramentas da produção enxuta, a influência do Sistema Toyota de Produção nos diversos setores empresariais e a comparação dos modelos produtivos apresentados.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia adotada para alcançar os objetivos propostos e os resultados esperados. Estão contidos neste tópico, as informações referentes à empresa e o setor estudado, a classificação da pesquisa quanto à sua natureza, quanto aos objetivos e quanto à sua abordagem. No quarto



capítulo constam os resultados deste estudo. No capítulo cinco, encontra-se as limitações do estudo e por fim no sexto capítulo, as considerações finais.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo são abordados todos os conceitos necessários para o desenvolvimento, entendimento e sustentação deste trabalho, por meio de artigos científicos, monografias e dissertações que englobam o estudo dos sistemas de produção.

Inicialmente realizou-se uma breve análise sobre as bases da organização da produção e o surgimento dos primeiros modos produtivos, a era Artesanal e a Revolução Industrial. Logo, foram retratados os principais sistemas de produção e suas filosofias partindo da Administração Científica de Frederick Taylor, a Produção em Massa de Henry Ford, a descrição de outros sistemas produtivos ligados à indústria automobilística que possuem ligação direta como principal modelo de produção em estudo, o Sistema Toyota de Produção e o pensamento enxuto idealizado por Taiichi Ohno.

### **2.1 Os Pilares da Organização da Produção**

Esta seção preocupou-se com a evolução histórica do surgimento das primeiras organizações produtivas, bem como sua contribuição para os avanços científico e tecnológico. Os primeiros modelos produtivos foram responsáveis pelo nascimento de técnicas e métodos que ajudaram na estruturação e criação dos sistemas de produção, especialmente do setor automobilístico, difundidos mundialmente até os dias de hoje e adaptados a diversos setores.

#### **2.1.1 O Sistema de Produção Artesanal**

Segundo Chaves Filho (2007) o modelo de produção artesanal predominou até meados do século XVIII tendo como principais características: mão-de-obra multifuncional e especializada (o artesão detinha o conhecimento sobre múltiplas tarefas), maquinário simples e flexível (as máquinas e ferramentas eram aplicadas a todo tipo de processo), alto nível de adequação dos produtos às necessidades (contato imediato com o cliente) e baixos volumes de produção (os produtos eram sempre produzidos por lotes e sob encomenda). Os artesãos foram os grandes

responsáveis pela criação e utilização de técnicas e princípios ligados aos processos de fabricação como a mecânica, a tornearia, a fresagem, a estamparia, entre outras.

O Sistema de Produção Artesanal é considerado para muitos autores da literatura acadêmica, como Womack, Jones e Roos (2004) como o primeiro modo de produção marcado pela organização das atividades e operações e com uma visão sistêmica de todo o processo, que logo após foi sucedido pelo início da revolução industrial, a produção em massa e a produção enxuta. Muitos de seus conceitos serviram para a evolução e o entendimento dos sistemas produtivos.

### **2.1.2 O Nascimento do Sistema Fabril: A Revolução Industrial**

A Revolução Industrial iniciada ainda no século XVIII marcou o fim do Sistema de Produção Artesanal especialmente pelo desenvolvimento mercantil e o surgimento das primeiras inovações da manufatura mundial, como a invenção da máquina a vapor e a máquina de tear hidráulica na Inglaterra. De acordo com Gomes (2008) a revolução industrial foi um conjunto de transformações econômicas, sociais, políticas e tecnológicas responsáveis pelo início da expansão do sistema produtivo massivo e da estrutura fabril.

A Inglaterra foi o primeiro país a dar início ao surgimento das fábricas pelo fato de dispor na época de uma grande disponibilidade de mão-de-obra, matérias-primas como ferro e carvão e também por possuir uma extensa rede ferroviária, o que favorecia o escoamento do que era produzido.

Sintetizando o que diz Chiavenato (2003) pode-se dizer que a chegada da era industrial trouxe consigo importantes avanços e mudanças como:

- Mecanização da Indústria e da Agricultura;
- A Movimentação das Máquinas pela Força Motriz;
- O Desenvolvimento do Sistema Fabril;
- Crescente Progresso nos Transportes e na Comunicação.

Todas estas modificações no âmbito social, econômico e tecnológico citadas, abriram caminho para o surgimento da organização industrial e com ela uma grande necessidade de se aperfeiçoar a produtividade do trabalho humano. Deste modo, a

ciência como método para racionalizar e administrar o trabalho no chão de fábrica, foi o principal ponto de partida para a Administração Científica do Taylorismo.

### **2.1.3 A Administração Científica de Frederick Taylor**

Para Chiavenato (2003) o surgimento da Administração Científica de Frederick Taylor ocorreu graças ao crescimento sistemático e desordenado das fábricas, que exigiu uma abordagem focada na eficiência dos processos.

De acordo com Batista (2008) a principal preocupação de Taylor era o desperdício do tempo dos operários, assim, seus princípios, procuravam explorar a otimização das tarefas por meio do aproveitamento máximo do trabalho. Taylor esperava abolir sistemas ultrapassados que na maioria das vezes aumentavam o esforço e os movimentos do trabalhador prejudicando o seu nível de produtividade.

Frederick Taylor apresentou um grande avanço na estrutura industrial do século XIV na medida em que proporcionou ao estudo dos sistemas produtivos sua contribuição sobre o gerenciamento e coordenação do chão de fábrica, filosofia sua, que mais adiante seria fonte de inspiração para Henry Ford e sua linha de montagem.

## **2.2 Os Principais Sistemas Produtivos da Indústria Automobilística**

De acordo com a literatura acadêmica e técnica pesquisada e com base em suas características e contribuições para o setor, os principais sistemas produtivos da indústria automotiva selecionados estão inseridos nesta seção.

### **2.2.1 O Sistema Ford de Produção**

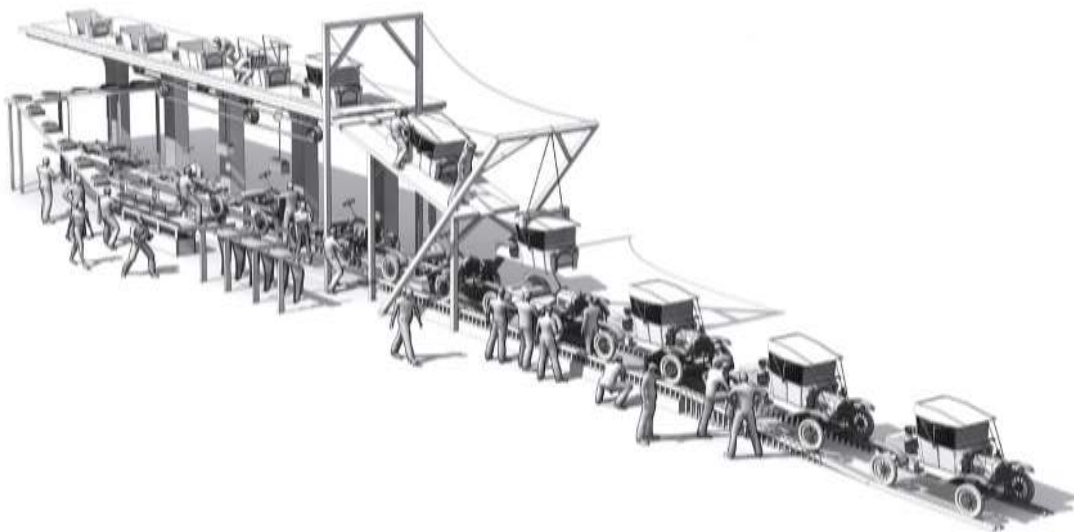
A indústria automobilística inicialmente era limitada à produção artesanal de carros. Este cenário mudou a partir de 1908, quando o engenheiro americano Henry Ford fundou a *Ford Motor Company* e deu início à fabricação do seu primeiro automóvel o “Ford modelo T” introduzindo novas técnicas de produção inspiradas na filosofia da administração científica de Taylor.

De acordo com Dennis (2008) as ideias e métodos de Taylor mais utilizados por Ford, foram à redução do número de movimentos que cada trabalhador

precisava cumprir nas atividades do processo produtivo e o estudo dos tempos de ciclo. A linha de montagem (Figura 3) foi um importante passo para Ford aplicar os estudos científicos do trabalho, pois o trabalhador não precisava mais deslocar-se de um ponto ao outro do chão de fábrica para manusear peças necessárias ao processo de montagem dos automóveis.

O fordismo como passou a ser conhecido, buscava por meio do alto volume de produção (produção em massa) e o custo acessível de seu automóvel, a conquista do mercado americano. A chave para a produção em massa não residia conforme muitas pessoas acreditavam ou acreditam: a linha de montagem em movimento contínuo, pelo contrário, consistia na completa e consistente intercambialidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si (WOMACK; JONES e ROOS, 2004, p.14).

Figura 3- Linha de montagem do Ford modelo T.



Fonte: Maná (2017).

É possível definir segundo Lobo (2015) o sistema fordista com as seguintes características:

- Padronização e intercambialidade de peças;
- Linha de montagem contínua;
- Adaptação para a sua realidade dos métodos científicos de Taylor;

- Redução dos custos de produção pelo aumento das vendas;
- Especialização do trabalhador por tarefa do processo;
- Produção empurrada e caracterizada pelo alto volume.

### **2.2.2 O Sistema General Motors de Produção**

Fundada em 1908 a General Motors (GM) destacou-se em seus primeiros anos de atuação como a principal concorrente de Henry Ford e sua produção em massa. Para vencer a concorrência da Ford, era preciso adotar novas estratégias produtivas para conquistar os consumidores. Tal estratégia, de acordo com Côrrea e Côrrea (2009) iniciou-se com a chegada de Alfred Sloan (CEO – *Chief Executive Office*).

De acordo com Boyer e Freyssenet (2000) o modelo “Sloanista” ou “Efeito Sloan” consistiu em um conjunto de métodos que apostou na diversidade e volume multimarca, ou seja, na variedade de produtos para cada necessidade e gosto dos clientes. Atualmente a GM conta com seu próprio sistema de manufatura, implantado em 1996 e denominado de Sistema Global de Manufatura (GMS).

Para Luz (2011) além dos pontos citados, o modelo de produção da General Motors apresentava as seguintes características:

- Adoção da linha de montagem;
- Diversificação e variedade de produtos e equipamentos;
- Maquinário multifuncional;
- Descentralização da produção (parte da demanda era encaminhada a outras empresas do grupo GM);
  - Política de valorização salarial da mão-de-obra;
  - Cadeia produtiva e de suprimentos integrada;
  - Alto investimento em Pesquisa e Desenvolvimento de Produto (P&D);
  - Padronização dos automóveis de acordo com sua faixa de preço.

### **2.2.3 O Sistema Volvo de Produção**

Para Wood Jr. (1992) o processo produtivo da Volvo, destacava-se, no conceito de grupos autônomos de trabalho (modularização e células de manufatura),

conhecimento específico de cada tarefa e a preocupação com o bem-estar do funcionário, de modo que este possa desempenhar suas funções da maneira mais ergonômica possível.

Para Lukacs (2005), outros pontos importantes do sistema Volvo (Volvismo), eram a qualificação dos trabalhadores e a inovação tecnológica de seus processos de automação.

As características do Volvismo para Lobo (2015) podem ser sucintamente descritas como:

- Introdução da modularização de sua produção;
- Alto grau de especialização da mão-de-obra;
- Flexibilidade de produtos e processos;
- Preocupação com a saúde e bem-estar dos trabalhadores;
- Alternância dos métodos de trabalho artesanal com auxílio da automação;
- Ciclos de tempo de produção altamente controlados;
- Rápido fluxo de informações e materiais.

#### **2.2.4 O Sistema Hyundai de Produção**

A Sul-coreana Hyundai Motor Company (HMC) foi instituída em 1946 e inicialmente, apostou na tentativa de implementação do Sistema Toyota de Produção.

Em 1997 a Hyundai desenvolveu seu próprio sistema de manufatura conhecido como Sistema Hyundai de Produção (SHP). De acordo com Nunes (2015) esse sistema produtivo, baseia-se na engenharia tecnológica (Figura 4) tendo o principal objetivo diminuir ao máximo a dependência de mão-de-obra no processo produtivo da empresa por meio da modularização mecânica da linha de produção.

Embora a empresa tenha elaborado seu próprio sistema de produção, alguns aspectos e mecanismos deste modelo produtivo possuem traços inspiradores de um dos principais pilares da produção enxuta, o *Just-in-time*. A Hyundai desenvolveu o chamado *Just In Sequence* (JIS). De acordo com Kang (2001) apud. Nunes (2014) o JIS consiste em um sistema de abastecimento de peças e equipamentos em que os fornecedores da empresa, instalados dentro da estrutura fabril da empresa ou em

seus arredores, são responsáveis pela montagem dos módulos que serão inseridos na linha de produção final dos veículos.

Figura 4- Engenharia tecnológica da Hyundai.



Fonte: Revista mecânica online (2012).

Em resumo, o sistema produtivo da Hyundai tem um caráter extremamente dependente da tecnologia e da capacidade de flexibilização de suas instalações, equipamentos e maquinário. Podem-se destacar alguns pontos do SHP conforme Nunes (2015):

- Gestão da produção voltada para a engenharia e a tecnologia;
- Tecnológico sistema de automação de processos;
- Forte independência do trabalho humano em certas etapas da modularização;
  - Baixo nível de qualificação de mão-de-obra (em virtude de sua elevada automação);
  - Ausência de filosofias como a melhoria contínua do STP;
  - Alto grau de investimentos em pesquisa e desenvolvimento;
  - Gerenciamento integrado da cadeia de fornecedores.

### **2.2.5 O Sistema Fiat de Produção**

Segundo Da Silva (2005) o sistema de produtivo da Fiat baseava-se no modelo tradicional fordista-taylorista, ou seja, a mescla da produção em massa com a racionalização do trabalho. Após sucessivas crises, a empresa decidiu em 1989 adotar métodos inspirados na produção enxuta do Sistema Toyota de Produção.



Da Silva (2005) ainda complementa que o novo modelo produtivo da Fiat foi primeiramente implementado no Brasil mais precisamente, na unidade fabril de Betim em Minas Gerais e incorporava a adoção de ferramentas de gestão da produção próprias, com métodos japoneses renomados e amplamente difundidos como a engenharia simultânea, a gestão da qualidade total, o sistema *just-in-time* (JIT), sistema *kanban* e *kaizen*, entre outros.

### **2.2.6 O Sistema Volkswagen de Produção**

O sistema produtivo da alemã Volkswagen (VW) passou por inúmeras transformações desde sua criação em 1937. Com a crise do mecanismo de produção em massa e a ascensão da produção enxuta, Andrade (2003) apud. Luz (2011) destaca que a partir de 1990 a VW deu início a seu processo de reestruturação adotando o modelo de produção enxuta e adotando novas estratégias.

Uma das principais características do renovado sistema de produção da VW é o conceito de Consórcio Modular. Para Rachid (1997) no consórcio modular os fornecedores tornam-se os agentes da operação de montagem dos produtos na linha de produção. A VW administra e gerencia as atividades de coordenação, logística, controle da qualidade, desenvolvimento de produtos, marketing e venda. O fornecedor, ou parceiro, é responsável pela montagem e garantia dos “modelos de montagem”, cabendo à montadora a supervisão e teste dos veículos (CRISPIM e TOLEDO, 2003, p.7).

### **2.3 O Sistema Toyota de Produção**

De acordo com Lopes, Siedenberg e Pasqualini (2010) a produção em massa foi um modelo produtivo que revolucionou a indústria com um alto volume de produtos disponíveis a uma grande quantidade de pessoas em grau imediato. Entretanto, com o decorrer do tempo, o desenvolvimento de novas tecnologias, o aprimoramento da gestão da produção e a mudança na concepção de gosto dos clientes, fizeram com que este tipo de produção com elevados custos e desperdícios apresentasse deficiências, sobretudo, causadas por elevados índices de estoques.

Baseando-se nas fraquezas da produção em massa, surgiu um novo conceito de manufatura, a Produção Enxuta.

Conhecido mundialmente pela excelência em tecnologia e educação, o Japão, é também o berço de nascimento do principal sistema produtivo da indústria automobilística que sucedeu a produção em massa, no qual é aplicado e difundido mundialmente em diversos setores das mais variadas organizações, o Sistema Toyota de Produção. O STP originou-se da necessidade japonesa em superar o caos econômico-social em que o país vivia após a segunda guerra mundial.

De acordo com Womack, Jones e Roos (2004) a Toyota Motor Company foi fundada em 1937 pela tradicional família Toyoda, liderados por Kiichiro Toyoda e Eiji Toyoda. A Toyota inicialmente começou produzindo caminhões para o exército em escala artesanal com o aporte do governo japonês, passando à produção de veículos comerciais em largo volume, somente após o término da guerra.

Segundo Lopes, Siedenberg e Pasqualini (2010) os princípios do Sistema Toyota de Produção foram criados e adaptados à filosofia japonesa por meio de uma visita de Eiji Toyoda a fábrica Rouge da Ford, localizada nos Estados Unidos. Nesta visita, os japoneses tiveram a oportunidade de alisar de maneira minuciosa os mecanismos da produção em massa e o seu sucesso no mercado consumidor americano.

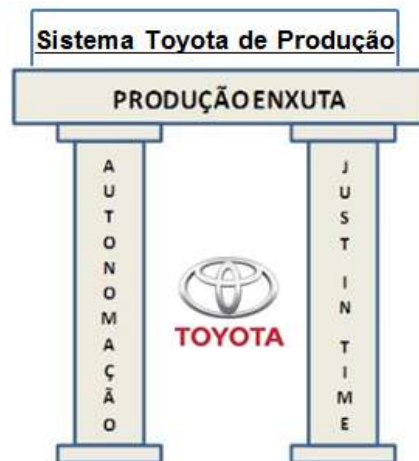
Um dos grandes responsáveis pela criação do STP foi o engenheiro de produção Taiichi Ohno. Em 1943, Ohno assumiu suas funções na Toyota para a implementação de um sistema produtivo que tinha como principais objetivos reduzir as perdas de produção, diminuir o tempo de fabricação de componentes e peças para os veículos e a criação de sublinhas de montagens que dessem suporte a linha de produção final. O STP foi construído com base na eliminação dos desperdícios e fabricação com qualidade. O princípio de eliminação dos desperdícios fez nascer a Produção Enxuta, ou seja, fabricar com o máximo de economia de recursos. (MASTELLA, 2004, p.44).

Conforme Chaves Filho (2007) a metodologia do STP e suas ferramentas passaram a ser amplamente estudadas, sendo denominadas primeiramente por James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos autores do célebre livro “A máquina que mudou o mundo”, de Produção Enxuta ou Lean Manufacturing.

Para Ohno (1997) o Sistema Toyota de Produção não é apenas um sistema de produção, trata-se de um sistema gerencial de grande flexibilidade, voltado para

mercados globais e com elevado grau de informatização e tecnologia. Ohno (1997) destaca ainda, que a filosofia central do STP gira em torno de dois pilares, o Just-in-time (JIT) e a Automação ou Jidoka (Figura 5).

Figura 5- Os pilares do STP.



Fonte: Lean Institute Brasil (2017).

O JIT, levando em consideração uma linha de montagem, significa fazer com que todas as peças, maquinários e equipamentos necessários à montagem de um veículo, alcancem o destino estabelecido no tempo e na quantidade certa, buscando assim níveis de estoque zero.

A automação visa o trabalho em conjunto do homem com a máquina “Automação com toque humano”. Segundo Paris e Zagonel (2015) a automação significa dinamizar as tarefas do trabalhador para que ele seja capaz de operar ao mesmo tempo mais de uma máquina e simultaneamente, identificar possíveis falhas no processo produtivo por meio de dispositivos de prevenção de erros, denominados *Poka-Yokes*.

No que tange à organização da produção, o STP apresenta uma grande evolução comparado aos sistemas produtivos convencionais em massa no que diz respeito à mão-de-obra. De acordo com Coriat (1994) apud. Luz e Sellitto (2014) o fator humano na empresa é administrado como uma política de atenção, valorização e constante aprimoramento de suas habilidades frente à tecnologia de todos os processos e operações muitas vezes liderados pela ação dos trabalhadores. Esta política é regida suscintamente adotando ações como: estabilidade no emprego,

valorização salarial por meio de participações nos lucros da empresa, possibilidade de crescimento e confiança na capacidade de desenvolver as atividades propostas.

Um dos pontos fortes do STP segundo Womack, Jones e Roos (2004) é a sua linha de montagem. Segundo o autor, a linha de montagem da Toyota (Figura 6) caracteriza-se, pelo imenso cuidado e disciplina com relação aos defeitos nas operações de fabricação de seus veículos, visto que no modelo Fordista os procedimentos defeituosos eram apenas sanados em uma área operacional específica do chão de fábrica e, portanto, o processo não era acompanhado de uma maneira sistêmica.

A Figura 6 evidencia outra grande característica da Toyota e sua produção enxuta, o tipo de produção adotada pela empresa, a produção puxada. Neste tipo de sequenciamento da produção, segundo Corrêa e Corrêa (2009) a produção é guiada conforme a demanda. No sistema puxado, as matérias-primas são requisitadas em uma operação, apenas quando forem processadas ou requeridas na atividade subsequente do processo. De acordo com Rebelato, Madaleno e Rodrigues (2011), a ferramenta que coordena o sistema puxado é o *Kanban*, com o intuito de sinalizar e orientar a necessidade de produção por meio do controle do fator de quantidade.

Figura 6- Linha de montagem do sistema Toyota de produção.



Fonte: Shigoto, 2015.

Em síntese o STP apresenta grande variedade de ferramentas e características que podem ser descritas conforme a visão de Antunes et. al (2008):

- Sistema puxado orientado por *Kanban*;
- Automação com toque humano (Autonomação);
- Troca rápida de ferramentas;
- Produção visando estoques zero;
- Operações padronizadas;
- Filosofia baseada na melhoria contínua de processo e produtos;
- Identificação de valor no processo (Mapeamento do Fluxo de Valor - MFV);
- Flexibilidade da função produção;
- Perseguição incansável pela eliminação dos desperdícios
- Rígido controle de qualidade;
- Valorização da mão-de-obra.

### **2.3.1 Os Princípios do Sistema Toyota de Produção**

Para Tejeda (2011) a filosofia de produção enxuta criada pelo Sistema Toyota de Produção é um conjunto sócio tecnológico de melhoria de processos, tendo como principal foco a eliminação dos desperdícios ou atividades que não agregam direta ou indiretamente valor ao cliente. Ao atacar as perdas no processo, a qualidade dos produtos e serviços aumenta e conseqüentemente os custos de produção são reduzidos no tempo necessário.

De acordo com Shingo (1996) a eliminação dos desperdícios deve ser orientada pela identificação e combate às perdas no processo produtivo, por meio de princípios (orientações, regras) que controlam e são responsáveis pelo andamento correto das ferramentas e metodologias necessárias para a melhoria contínua.

Para Womack e Jones (2004) o desperdício na produção significa qualquer atividade ou operação sob a coordenação humana que absorva recursos financeiros ou materiais e que não os direcione para o cliente no sentido de lhe transmitir e agregar valor. Tais desperdícios podem ser exemplificados por meio da produção empurrada (altos volumes produzidos visando recheiar o mercado), acúmulo de estoques, movimentação e transporte desnecessários tanto de mão-de-obra quanto de mercadorias e produtos que não satisfazem as necessidades dos clientes.

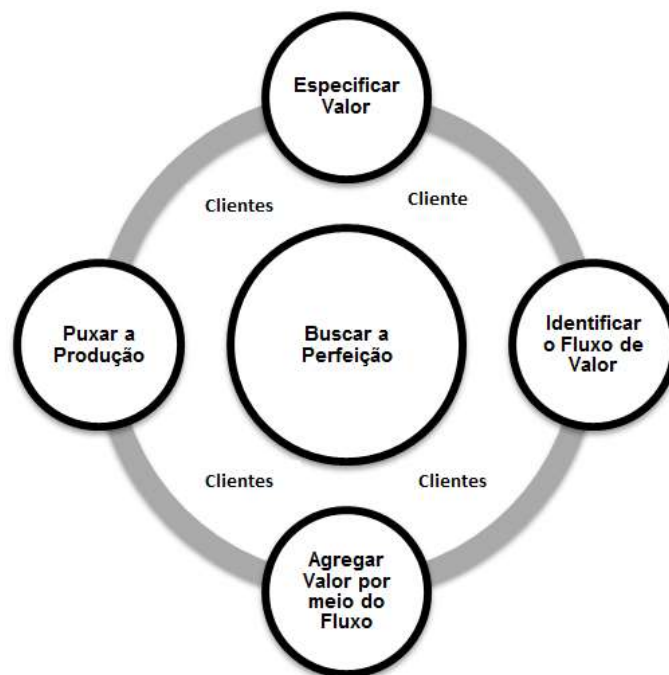
Womack e Jones (2004) apresenta sua visão do STP no combate aos desperdícios no processo produtivo, destacando cinco premissas essenciais:

Especificar valor, identificar o fluxo de valor, Agregar valor por meio do fluxo, Puxar a produção de acordo com as necessidades dos clientes e Buscar sempre a perfeição por meio da sincronia de todos estes princípios, como mostra a Figura 7.

- Especificar o valor: É o início da implantação do pensamento enxuto onde todas as necessidades dos clientes são refletidas por meio da fabricação de produtos ou oferta de serviços com qualidade, desempenho e prazo de acordo com o esperado. Uma das etapas mais importante deste processo é determinar de maneira coerente o custo-alvo levando em consideração o volume e a disponibilidade de recursos, bem como, o tempo e o esforço necessário para produzi-lo conforme as especificações estabelecidas e eliminando as perdas na manufatura;
- Identificar o fluxo de valor: O fluxo de valor é a reunião de todas as atividades indispensáveis para a produção de um produto ou serviço, ou seja, desde o recebimento do pedido com seu respectivo cronograma e prazo passando pela concepção do produto (projeto) até chegar ao cliente final com transporte adequado e em forma de produto acabado. O principal objetivo desta etapa é identificar o que não agrega valor ao cliente e focar nas adequações e soluções para a melhoria do processo produtivo. Atividades que agregam valor ao cliente são aquelas que estão inseridas no produto e que irão ser úteis ao cliente, ou seja, são reconhecidas como essenciais e o cliente está disposto a pagar por elas. Em contrapartida, os desperdícios no processo que aumentam o custo final do produto e funcionalidades desnecessárias são considerados exemplo de atividades que não agregam valor do ponto de vista do cliente.
- Agregar valor por meio do fluxo: Esta etapa consiste em fazer com que as atividades que agreguem valor ao produto ou serviço fluam de maneira contínua no processo produtivo, eliminando barreiras como mentalidades, métodos e ferramentais tradicionais e que não apresentam resultado;

- Puxar a Produção: A produção deve ser coordenada e ter a capacidade de projetar, programar e manufaturar precisamente o que o cliente deseja e quando o cliente necessitar, em outras palavras, a demanda deve ser induzida de acordo com a vontade do cliente para evitar assim, desnecessários esforços e estoques elevados;
- Buscar a perfeição: A aplicação e sincronização de todas as etapas do pensamento enxuto devem ser conduzidas com base na melhoria contínua dos processos e das operações envolvidas, por meio destas ações conjuntas os desperdícios poderão sempre ser monitorados e atacados para evitar a produção de produtos defeituosos, atrasos no recebimento e entrega dos pedidos de produtos e a redução dos tempos de fabricação o que provoca cada vez mais a redução de custos e a eficácia do sistema.

Figura 7- Princípios do pensamento enxuto.



Fonte: Adaptado de Womack e Jones (2004).

De acordo com Liker (2005) um dos grandes destaques do modelo Toyota de produção, são as pessoas e o modo como estas, administram e coordenam seus mecanismos, por meio da comunicação conjunta e contínua e de sua disciplina para

realizar as atividades do processo produtivo de acordo com as metodologias e ferramentas necessárias.

Para Shingo (1996) os princípios do STP estão norteados de acordo com os seguintes parâmetros: As perdas por superprodução podendo estas ser do tipo quantitativo (quantidade maior do que a necessária) e antecipado (produzir antes do estabelecido), JIT, estoque zero, a redução dos tempos de troca rápida de ferramentas, a eliminação das quebras e defeitos nas máquinas, princípio do não custo (Preço – Custo = Lucro) e a eliminação das perdas baseada em uma cultura enxuta e racional de conscientização por meio da melhoria contínua.

### **2.3.2 As Perdas da Produção**

Como dito anteriormente, o STP tem por objetivo principal a eliminação dos desperdícios (perdas) no processo produtivo. Nesta seção, são apresentados de maneira detalhada os conceitos referentes às perdas da produção.

#### **2.3.2.1 Perda por superprodução**

Para Shingo (1997) a perda por superprodução é classificada de acordo com sua finalidade, podendo esta ser ocasionada pela produção excessiva de produtos (produção quantitativa), podendo gerar custos desnecessários de transporte e armazenagem. Este tipo de perda também pode ser classificada como antecipada, à medida que a produção é feita antes do prazo estabelecido pelo cliente. No sistema Toyota o *just-in-time* é responsável por evitar que este tipo de perda ocorra.

Liker (2005) define como sendo a produção de itens nas quais o cliente não oferece a demanda suficiente para a manufatura, provocando gastos com funcionários, estoque e custos de transporte e movimentação decorrente do elevado nível de inventário. Para Ohno (1997) este tipo de perda é uma das mais importantes devido ao seu impacto direto nos custos de produção e sua relação com os demais desperdícios.

#### **2.3.2.2 Perda por espera**

De acordo com Liker (2005) a perda por espera significa o tempo perdido entre uma sequência e outra do processo levando em consideração tanto as



questões de mão-de-obra quanto de máquinas, equipamentos ou suprimentos. Para Shingo (1996) esta perda pode provocar altos níveis de *lead time* e ausência de sincronismo na linha de produção prejudicando o fluxo de materiais, informações e pessoas. Werkema (2011) complementa exemplificando a perda por espera como sendo a demora em aprovar um determinado documento ou ordem de produção.

### **2.3.2.3 Perda por produtos defeituosos**

Segundo Werkema (2011) consiste em erros em faturas, ordens de produção e especificações técnicas. Para Ohno (1997) são produtos fabricados fora dos padrões de qualidade e mais fáceis de identificar, pois é um tipo de perda que se origina diretamente na linha de produção e quase sempre levando ao seu descarte ou retrabalho.

Para Liker (2005) é toda a atividade que exige consertar, refugar ou substituir produtos manufaturados e que causam desperdícios de movimentação, tempo e esforço físico dos trabalhadores.

### **2.3.2.4 Perda por processamento incorreto**

De acordo com Womack e Jones (2004) apud. Hörnig (2008) a ocorrência deste tipo de perda no processo produtivo se dá pelo fato da má administração e execução de ferramentas, procedimentos e máquinas. Para Shingo (1996) a perda por processamento é assim denominada, pois o produto não consegue desempenhar a função requerida a ele por falhas nas atividades e operações que envolvem sua fabricação. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou projeto de baixa qualidade do produto (LIKER, 2005, p.47).

### **2.3.2.5 Perda por transporte**

Os procedimentos de transporte nunca aumentam o valor agregado dos produtos, ou seja, não adicionam valor e acabam gerando custo (FILGUEIRAS, 2012, p.16). Para Liker (2005) é a perda gerada pelo deslocamento por meio de longas distâncias de maneira ineficiente tanto de produtos acabados entre o estoque de matérias-primas ou na linha de produção.

### **2.3.2.6 Perda por movimentação**

De acordo com Guinato (1996) as perdas oriundas da movimentação estão relacionadas ao movimento e esforço ineficaz no processo produtivo por meio da execução das operações. Para Ohno (1997) o fato de o trabalhador estar se movendo não significa que o mesmo está agregando valor ao produto, o que faz este movimento ser efetivo é a sua contribuição real ao processo. De acordo com Werkema (2011) é o deslocamento desnecessário.

### **2.3.2.7 Perda por estoque**

Para Ohno (1997) o acúmulo de estoques é juntamente com a superprodução são os maiores causadores de custos no processo produtivo. Shingo (1996) complementa, afirmando que quando os estoques estão em níveis elevados, os mesmos acabam disfarçando os reais problemas da organização. Na medida em que um fluxo irregular de produção, defeitos quebras de máquina, tempos excessivos de preparação são corrigidos, os estoques vão gradualmente diminuindo e conseqüentemente, vão sendo eliminados (SHINGO, 1996, p.371).

Para Bornia (1995) os custos financeiros gerados pelos estoques também traduzem outros impactos para a organização como manutenção, inutilidade de produtos acabados, impacto na oferta e venda dos produtos.

### **2.3.2.8 A introdução da oitavava perda**

A concepção das sete perdas da produção é um conceito idealizado por Taiichi Ohno, entretanto renomados estudiosos do Sistema Toyota de Produção introduziram recentemente dois novos conceitos.

Para Womack e Jones (2004) a oitava perda da produção consiste no projeto de produtos e serviços que não satisfazem as necessidades dos clientes, uma vez que quando o cliente não recebe da maneira adequada e esperada o solicitado, inúmeros custos, processamentos, atividades e operações estão envolvidas neste contexto e foram, portanto, utilizadas de maneira ineficaz.

Já para Liker (2005) o dispêndio da criatividade dos funcionários é também considerado uma perda, visto que os mesmos, quando não são coordenados de

maneira a agregar valor ao processo produtivo desperdiçam tempo, criatividade, conhecimento, habilidades, ideias e oportunidades para contribuir com a melhoria contínua da organização.

### **2.3.3 Principais Ferramentas de Combate as Perdas**

Como mencionado anteriormente, o STP constituiu-se desde o começo de seu sistema produtivo como sendo um perseguidor constante aos desperdícios em seus processos e operações. Para isto o sistema Toyota desenvolveu por meio de seus principais idealizadores diversas ferramentas e metodologias para o auxílio na identificação e combate das perdas de produção, as quais são o objeto de estudo desta seção.

#### **2.3.3.1 O Método de Controle da Produção: O Sistema Kanban**

O *Kanban* é um método de operação e controle da produção do STP consistindo em um documento protegido por uma embalagem que contém informações divididas em três categorias: à coleta, à transferência de produtos e informações da produção. Os dados contidos no *kanban* fornecem parâmetros específicos do processo produtivo como quantidade a ser fabricada, tempo de produção, quantidade de transferência de um processo para o outro, local de estocagem e maquinário para esta finalidade.

Uma das grandes vantagens do sistema *kanban* é a eliminação das perdas por superprodução, pois à medida que as quantidades e os tempos de produção são controlados e coordenados torna-se previsível o fluxo de manufatura e consequentemente os estoques são mantidos em níveis reduzidos (OHNO, 1997).

Para Dennis (2008) o *kanban* é uma ferramenta para controlar a produção baseada no *just-in-time* por meio de uma autorização que estabelece o quanto dever ser produzido e o tempo necessário para a sua interrupção.

De acordo com Shingo (1996) o *kanban* é utilizado para a instrução de uma tarefa, onde o trabalhador encontra os procedimentos necessários para o desempenho da manufatura requerida. Sempre que o processo de produção for finalizado com o cumprimento de todas as informações contidas no *kanban* é indispensável que o mesmo seja retirado da linha produtiva para assim iniciar novos

procedimentos. O modelo de *kanban* utilizado pela Toyota pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8- Modelo de kanban da Toyota.

Hora da Entrega <b>10:30</b>  Fundação Ohashi Prateleira nº <b>1 - Embaixo</b>	Área de Estocagem <b>A</b> <b>1 - 1</b>		Fábrica Central da Toyota Motors Montagem nº <b>2</b>
	Número do Item <b>53018-60011</b>	Identificação Usado em <b>FJ</b> Carro tipo <b>(I)</b>	
	Nome do Item <b>Linha de pressão do radiador</b>	Tipo de caixa <b>Especial</b>	
	<b>21</b>		Capacidade da caixa <b>30</b>
Kanban de pedido de peças			

Fonte: Shingo (1996).

Ainda segundo Shingo (1996) o *kanban* é classificado de dois modos, o de produção e o de movimentação. O primeiro, diz respeito às orientações para a execução da tarefa na linha de produção e o segundo, refere-se ao transporte e transferência de produtos seja para outro processo, seja para uma determinada área de armazenamento. Já para Werkema (2011) além do *kanban* de produção podem existir ainda o *kanban* de sinalização (sinaliza quando se necessita que o processo anterior produza uma nova quantidade mínima do produto quando o mesmo já preencheu sua demanda) e o *kanban* de retirada (responsável pelo fornecimento da quantidade e do tipo de item que será movimentada para outras etapas da produção).

Outro aspecto importante a respeito do *kanban* é a determinação de sua quantidade ao longo do processo produtivo. Para Werkema (2011) o número necessário de *kanbans* é estabelecido de acordo com a seguinte equação:

$$N^{\circ} \text{ de Kanbans} = \frac{[(Lead\ Time)] \div [(Tempo\ Takt)]}{N^{\circ} \text{ de itens por kanban} + M}$$

(1)

Onde:

*Lead Time* = representa o intervalo de tempo entre o início e o fim de uma atividade do processo produtivo.

Tempo *Takt* = é o período de produção disponível e necessário para atender a demanda.

Número de itens por *kanbans* = é o tamanho mínimo do lote que pode ser movimentado ao longo do fluxo de valor.

M = é uma margem de segurança que leva em consideração eventualidades que possam impedir a finalização com sucesso de um pedido do cliente, tais como paradas não programadas e condições ambientais adversas.

Shimokawa e Fujimoto (2011) apud. Nunes e Menezes (2014) complementam a respeito do *kanban*, afirmando que o mesmo, provocou ampla transformação no sistema produtivo da Toyota à medida que automatizou o fluxo de produção no posto de trabalho. Grande economia de movimento e tempo foram ganhos, pois todas as informações estavam no local certo e cumprindo o que era estabelecido garantindo o andamento das atividades de maneira previsível.

### **2.3.3.2 Mapeamento do Fluxo de Valor**

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta que utiliza ícones (disponível no Anexo 1) para documentar e apresentar visualmente a sequência e o movimento de informações, materiais e ações que constituem o fluxo de valor de uma empresa (WERKEMA, 2011, p.25). De acordo com Rother e Shook (1999) mapear o fluxo de valor consiste em identificar o caminho da produção por qual um produto é submetido, desde o consumidor até a estrutura organizacional do fornecedor. Este procedimento envolve elaborar um desenho de modo que se possam visualizar todas as etapas do processo produtivo.

Segundo Womack e Roos (2004) a identificação do fluxo de valor passa pela análise de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo da linha de produção e deste modo, está intimamente ligado aos princípios da produção enxuta (Figura 9). O MFV tem o intuito de conceber um mapa esquemático que mostre o estado atual do processo produtivo. Logo após, levando em consideração as melhorias e modificações que necessitam ser feitas, é formulado o estado futuro do processo, visando garantir melhores resultados e desempenho.

Figura 9- Etapas do MFV.



Fonte: Forcellini, Heidersheid e D'Aquino (2013).

De acordo com Dennis (2008) para ser possível à construção do fluxo de valor e seu respectivo mapeamento, é indispensável conhecer sua simbologia básica que deve ser utilizada como representação de cada atividade do processo, entretanto deve-se conhecer primeiro, as etapas para desenvolver o MFV. Segundo Werkema (2011) a condução do MFV deve respeitar a seguinte ordem.

- Selecionar uma família de produtos, bens ou serviços;
- Escolher um líder e a equipe de trabalho para o andamento do MFV;
- Cronometrar os tempos das atividades do processo e esboçar o comportamento do mesmo por meio de desenhos utilizando lápis e borracha;
- Acompanhar o fluxo de valor continuamente desde o recebimento dos insumos até a entrega do produto para o consumidor final;
- Desenhar o mapa de estado atual com base na simbologia adequada;
- Realizar uma minuciosa revisão para garantir que todo o fluxo de valor foi identificado;
- Elaborar com base nas observações feitas o mapa de estado futuro, juntamente com as modificações cabíveis.

Ainda conforme Werkema (2011) entre as diretrizes para um correto planejamento e construção do mapeamento do fluxo de valor estão ações como: trabalhar de acordo com um sistema puxado de produção e nivelar a produção visando à flexibilidade do processo.

O processo de mapeamento revela nitidamente o potencial de um grande salto no desempenho caso seja possível realizar, e posteriormente, sustentar um número relativamente pequeno de *Kaizens* no fluxo e nos processos (WOMACK e ROOS, 2004, p.336). A melhoria contínua sempre poderá ser aperfeiçoada elaborando-se novos mapas de estado atual para buscar a solução de novos problemas.

Conforme Dennis (2008) benefícios da aplicação correta e monitoramento do fluxo de valor e seu mapa de estado são obtidos na forma de baixos *leads times*, redução do inventário de produtos em processo e de produtos finais, melhoria da produtividade, redução de espaço físico no chão de fábrica, redistribuição de mão-de-obra para outras operações que necessitem atenção especial. O sistema puxado é o principal elo entre a sincronização destes procedimentos.

### **2.3.3.3 Dispositivo à Prova de Falhas: *Poka-Yoke***

Segundo Shingo (1996) uma maneira de controlar e prevenir erros na linha de produção é a inserção de dispositivos *Poka-Yokes* que tem como intuito evitar a ocorrência de defeitos no processo e nas operações envolvidas. Ao instalar tal ferramenta no processo, a produção com defeito zero pode ser alcançada. O *Poka-Yoke* possibilita a inspeção 100% por meio do controle físico ou mecânico (SHINGO, 1996, p.55).

Para Tejada (2011) os dispositivos à prova de erros buscam criar um mecanismo de sensibilidade para que as operações fluam da maneira correta, cumprindo funções importantes não só relacionadas com os produtos e sua qualidade, mas também, como a segurança e proteção dos trabalhadores, máquinas e equipamentos.

De acordo com Shingo (1996) o *Poka-yoke* pode ser utilizado para duas finalidades. A primeira como método de controle, ou seja, o dispositivo tem autonomia para interromper um determinado processo ou operação quando é identificada alguma falha até a mesma ser corrigida. A segunda funcionalidade é a de advertência, que permite o disparo de alertas em forma de som e luz visando sinalizar o trabalhador que alguma anormalidade foi detectada na produção. Defeitos mais frequentes, geralmente, exigem um *Poka-yoke* de controle. Se a frequência do

defeito é baixa e o defeito puder ser corrigido, é aconselhável um Poka-yoke de advertência (SHINGO, 1996, p.56).

Para Shimbun (1987) apud. Glória (2012) os dispositivos *Poka-yokes* são classificados em *Poka-yokes* de processos e de produtos. Com relação aos *Poka-yokes* de produtos os dispositivos podem funcionar por meio de medidas pontuais na estrutura tanto interna quanto externa dos produtos. Enquanto os *Poka-yokes* de processos a prevenção das falhas é feita na máquina, evitando que o processo distribua peças defeituosas.

Um exemplo de Poka-yoke tradicional e cotidiano conforme Werkema (2011) é o disjuntor quando submetido a uma corrente elétrica maior do que a suportada o mesmo é desativado de modo a não permitir mais a passagem de corrente.

#### **2.3.3.4 Troca Rápida de Ferramentas**

De acordo com Costa, Lima e Gomes (2012) a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é uma ferramenta criada por Shigeo Shingo em meados de 1950 no Japão com o intuito tornar mais dinâmica e ágil a troca de ferramentas nas operações e partir disso reduzir os tempos de espera (tempo de *setup*), eliminando desta maneira os desperdícios. Para Fogliatto e Fagundes (2003) a metodologia de TRF nasceu para aumentar a eficiência e a eficácia do sistema produtivo com a diminuição dos tempos de preparação de máquinas e equipamentos e assim proporcionar ganhos financeiros com fabricação de pequenos lotes e reduzindo os estoques.

Segundo Shingo (1996) a TRF é a maneira mais eficaz de obter reduções significativas no *setup* podendo chegar a índices entre 80% a 95% na melhoria dos tempos de espera. Shingo destaca que existem dois tipos de *setups* dentro das operações.

O *Setup* interno diz respeito as atividades que podem ser executadas quando o maquinário não está produzindo e tais atividades estar relacionadas com à manutenção ou ajustes necessários para o prosseguimento da produção. No *Setup* externo todas as ações devem ser efetuadas enquanto a máquina está operando no processo. Em qualquer análise de operações de *setup*, é importante distinguir o trabalho que pode ser realizado enquanto a máquina está funcionando e aquele que deve ser feito quando a máquina está desligada (SHINGO, 1996, p.80).



De acordo com Conceição et al. (2009) a TRF não fica limitada apenas a redução do tempo de paradas no chão de fábrica, mas também se relaciona com outros setores de uma organização. Quando funcionários não são treinados adequadamente ou a empresa não possui um espaço físico apropriado, esses fatores indiscutivelmente refletem no chão de fábrica e também ocasionam problemas com os tempos de *setup*.

### 2.3.3.5 As Métricas da Produção Enxuta

As métricas da produção enxuta são para Werkema (2011) indicadores quantitativos que visam identificar parâmetros que não agregam valor ao cliente e que possibilite a organização vislumbrar seus resultados tanto internamente quanto externamente e obter ganhos de agilidade, eficiência e qualidade em seu processo produtivo. Entre as métricas existentes está a *Lei de Little* que relaciona o *lead time* por meio do trabalho em processo (WIP) e a taxa de saída de qualquer processo.

$$Lead\ Time = \frac{WIP}{Taxa\ de\ Saída} \quad (2)$$

Onde:

WIP = Trabalho em processo.

Taxa de Saída = Representa o quanto foi produzido pelo processo a cada segundo, minuto, hora, dia, semana entre outros.

Werkema (2011) ainda destaca que por meio da redução do *lead time* a organização aumenta seus índices de produtividade, além de reduzir perdas como a fabricação de produtos defeituosos e perdas no processamento. O uso das métricas da produção enxuta ajuda especialmente a identificar gargalos na linha de produção e assim evitar refugos e retrabalhos. As principais métricas do *lean manufacturing*, bem como suas definições e finalidades estão no Quadro 1.

Quadro 1- Métricas da produção enxuta.

Métrica	Definição
Tempo de Ciclo (TC)	Intervalo com que um produto é finalizado em um processo.
Tempo de Agregação de Valor (TAV)	Tempo necessário para um produto percorrer o fluxo de valor ou de processo.

Tempo de Não Agregação de Valor (TNAV)	Tempo gasto em atividades que não agregam valor sob a ótica do cliente e que geram custos.
Taxa de Saída	Resultado de um processo ao longo de uma faixa de tempo.
Trabalho em Processo (WIP)	Itens que estão no processo, mas ainda não foram finalizados.
Tempo <i>Takt</i>	Tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente.
Eficácia Total do Equipamento	Indicador de Manutenção Produtiva Total (TPM) que mede o grau de eficiência no uso de um equipamento.

Fonte: Adaptado de Werkema (2011).

De acordo com Werkema (2011) e Womack e Roos (2004) para a aplicação de qualquer melhoria no processo produtivo é preciso primeiro diferenciar minuciosamente as atividades que agregam valor daquelas que apenas geram despesas e que o cliente não está disposto a pagar, pois ou não satisfaz suas necessidades ou o cliente não nela um potencial de utilização.

Para o cliente a agregação do valor está relacionada a alguma funcionalidade que o produto possui e que altera sua forma ou característica. De modo contrário ações que não agregam valor são geradas por aspectos internos do processo como defeitos, erros, movimentações desnecessárias, atrasos, tempo de espera e manutenção elevados e qualidade que não atende as especificações técnicas estabelecidas.

### 2.3.3.6 Outras Ferramentas no Âmbito da Produção Enxuta

O cerne do STP é muito amplo no que diz respeito ao vasto número de ferramentas e metodologias para a eliminação dos desperdícios. Autores da literatura acadêmica e técnica pesquisada como Shingo (1996), Ohno (1997), Dennis (2008), Werkema (2011) Liker (2005) e Antunes (2008) oferecem diversas visões e métodos para se chegar ao ponto ótimo de redução de custos com a máxima eficiência de produtividade e maior qualidade.

Com base em suas obras e no estudo de artigos acadêmicos publicado em revistas e anais de eventos, teses de doutorado, dissertações de mestrado e trabalhos de conclusão de curso ligados à grande área da Engenharia de Produção, foi possível elaborar o Quadro 2 que contém outras ferramentas de múltipla aplicabilidade na indústria e no ramo de serviços em gerais, nas quais não foram

citadas neste referencial teórico, mas que igualmente contribuem para a melhoria de processos e operações no objetivo de eliminar as perdas da produção.

Quadro 2 - Demais ferramentas da produção enxuta.

Ferramenta	Conceito	Autor	Aplicabilidade
<i>Kaizen</i> (melhoria contínua)	Significa a melhoria contínua da aprendizagem por meio de treinamentos trabalho em equipe e padronização da produção.	Liker e Meier (2007)	A aplicação do <i>kaizen</i> depende do monitoramento contínuo dos processos e operações utilizando a metodologia de qualidade PDCA.
Gestão Visual	São dispositivos instalados em locais de fácil acesso e visualização que transmitem informações sobre a produção como ferramentas, peças, indicadores etc.	Werkema (2011)	É aplicado na forma de metodologias como o Quadro <i>Takt</i> , <i>Andon</i> , Quadro de treinamento de funcionários e gráficos de controle que mostram o desempenho de um processo ao longo do tempo.
Manutenção Produtiva Total (TPM)	É o procedimento contínuo de realizar e monitorar manutenção, correção e ajustes nas máquinas e equipamentos de modo que os mesmos estejam sempre aptos a operar e não prejudicar o andamento do processo.	Chaves Filho (2007).	Sua aplicabilidade se dá principalmente na linha de produção e envolve a participação tanto dos membros da produção quanto dos realizadores da manutenção.
5'S	Consiste em um sistema que busca a organização, limpeza e disciplina no local de trabalho.	Tejeda (2011) e Dennis (2008).	A aplicação do 5's é por meio da implantação de 5 sentidos: Utilização ( <i>Seiri</i> ), Organização ( <i>Seiton</i> ), Limpeza ( <i>Seisou</i> ), Higiene e Saúde ( <i>Seiketsu</i> ) e Autodisciplina ( <i>Shitsuke</i> ).
Trabalho Padronizado	Significa identificar no processo produtivo atividades que geram desperdícios e encontrar métodos que padronizem tais atividades para que não gerem desagregação de valor.	Womack e Jones (2004) e Chaves Filho (2007).	As ações devem ser concentradas nas operações do processo levando em consideração a demanda do cliente e as tarefas executadas pelo operador.

Fonte: Autor (2017).

Para finalizar esta seção é importante destacar que na visão de Womack e Jones (2004) a completa eliminação dos desperdícios por meio das ferramentas apresentadas também agregam custos à organização, entretanto são custos que devem ser encarados como uma maneira de melhorar em longo prazo o desempenho e a eficiência da produtividade. A mentalidade e o sistema enxuto só

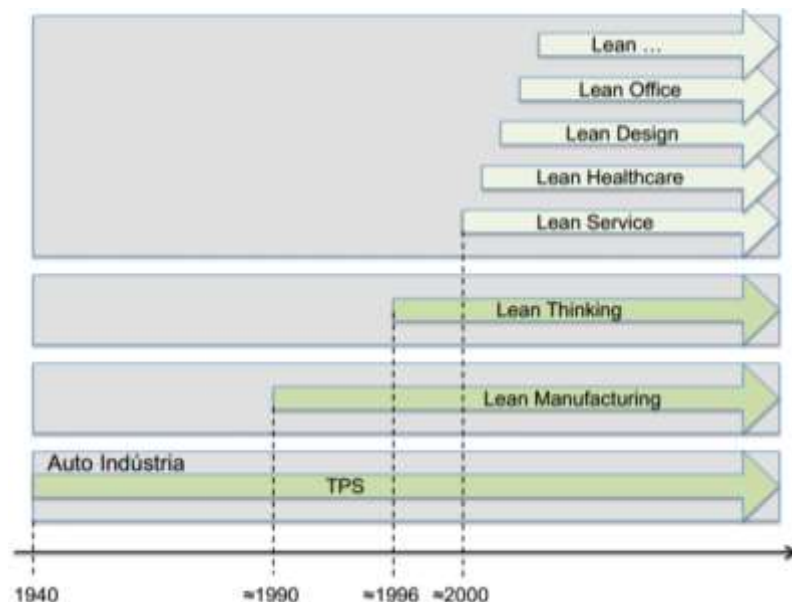
podem ser alcançados com sucesso se a disciplina e melhoria contínua estiverem sempre presentes no planejamento institucional.

Para implementar com sucesso o STP, deve-se compreender corretamente as ideias básicas por trás desses princípios e conhecer os métodos e técnicas para ser capaz de implementá-los de uma forma sistemática (SHINGO, 1996, p.8). As ferramentas apresentadas estão ou foram pauta de estudo dos autores estudados e muitos deles evidenciaram que a ferramenta certa dependerá da perda e do diagnóstico do processo que deverá ser melhorado.

### 2.3.4 A Influência da Produção Enxuta em outros Setores da Economia

Oriunda da indústria automobilística, a produção enxuta desenvolvida pela Toyota evoluiu ao longo dos anos (Figura 10) por meio da criação e aplicação de sua filosofia e disseminou a outros segmentos da economia global a busca pela melhoria contínua atacando os desperdícios e as atividades que não agregam valor ao cliente.

Figura 10- Evolução do pensamento enxuto.



Fonte: Forcellini, Heidersheid e D'Aquino (2013).

Entre os setores que estão absorvendo o pensamento enxuto está a indústria de manufatura de produtos oriundos principalmente de matérias-primas como ferro, aço e metais pesados, especialmente os setores de metalurgia e metal-mecânica.

Com relação ao setor metal-mecânico, objeto de estudo deste trabalho, a mentalidade enxuta vem ganhando força por meio de sua aplicação em trabalhos acadêmicos, abrangendo diversas áreas. Nogueira e Saurin (2008), por exemplo, acompanharam em seu estudo uma empresa do ramo metal-mecânico que está em andamento com a implantação da filosofia enxuta em seu processo produtivo. O trabalho procurou avaliar a visão e a opinião de todos os setores da organização sobre importância da filosofia enxuta no processo produtivo da empresa e quais ferramentas vêm apresentando o melhor resultado.

Outro trabalho a destacar é o de Valle et al. (2008) que por meio de uma metodologia de investigação (*Benchmarking Enxuto*) avaliou quais os pontos favoráveis e desfavoráveis para uma possível inserção da produção enxuta em uma empresa metal-mecânico fabricante de cabines, toldos e plataformas agrícolas. O Quadro 3 descreve os trabalhos que foram realizados no setor metal-mecânico.

Quadro 3 - Aplicações da produção enxuta no setor metal-mecânico.

Setor Metal-mecânico				
Autor	Objetivo da Pesquisa	Ferramenta Utilizada	Melhoria Realizada	Tipo de Trabalho
Junqueira Eulalia e Oliveira (2005)	Avaliar o processo de implantação da metodologia enxuta em três empresas do setor metal-mecânico.	Metodologia enxuta completa.	Diagnóstico de qual empresa está mais preparada para implementar a produção enxuta.	Artigo
Nogueira e Saurin (2008)	Proposta de avaliação das práticas da Produção enxuta, baseada na percepção dos envolvidos com a sua implementação em uma empresa metal-mecânica.	Metodologia enxuta completa.	Percepção da importância de ferramentas como operações padronizadas, <i>just-in-time</i> e troca rápida de ferramentas.	Artigo
Alves e Silva (2009)	Melhorar a eficiência operacional de um processo de conformação de peças no setor metal-mecânico.	<i>Kaizen, Kanban</i> , Redução de setup.	Melhorias na redução do tempo de <i>setup</i> e aumento da capacidade produtiva.	Artigo
Valle et al. (2008)	Aplicação do <i>Benchmarking Enxuto</i> como ferramenta de diagnóstico para a análise da implantação da produção enxuta em uma empresa metal-mecânica.	<i>Benchmarking Enxuto</i> .	Levantamento dos pontos fortes e pontos fracos para a viabilidade de implantação da produção enxuta.	Artigo

Vidor e Saurin (2010)	Propor diretrizes para avaliar sistemas de gestão de <i>poka-yokes</i> em uma empresa do setor metal-mecânico.	<i>Poka-Yoke.</i>	Conjunto de melhorias com base na avaliação do conhecimento sobre o uso de <i>Poka-yokes</i> no processo produtivo.	Artigo
Santos, Gohr e Santos (2011)	Aplicar a metodologia do mapeamento do fluxo de valor em uma fábrica de fios de cobre e de alumínio.	Mapeamento do fluxo de valor.	Melhoria dos tempos de <i>lead time</i> , redução dos níveis de Estoques intermediários e a redução dos custos.	Artigo

Fonte: Autor (2017).

Além das aplicações e pesquisas citadas no Quadro 3, a filosofia da produção enxuta ainda se expande para uma vasta variedade de trabalhos em outros setores empresariais como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Produção enxuta em outros setores.

Setor	Autor	Tipo de Trabalho
Metalúrgico	Macedo et al. (2014), Pires (2008), Pinto et al. (2013), Rech (2004), Elias et al. (2009), Chaves Filho (2007), Sepulveda (2008)	Artigo, Trabalho de Conclusão de Curso, Dissertação
Alimentício	Possamai (2014), Quelhas (2010), Souza e Gomes (2013), Franceski et.al (2016), Machado (2011), Forno, Forcellini e Bornia (2013)	Artigo, Trabalho de Conclusão de Curso, Dissertação
Logística	Có et.al (2006).	Artigo
Hospitalar	Santos et.al (2012), Selau et.al (2009), Inácio; Aragão e Bergiante (2016)	Artigo
Calçadista	Hornig (2008), Costa; Lima e Gomes (2012)	Trabalho de Conclusão de Curso, Artigo
Máquinas e Implementos Agrícolas	Saurin e Ferreira (2008), Bartz; Weise e Ruppenthal (2013)	Artigo
Transporte Coletivo de Ônibus	Sellitto; Borchardt e Pereira (2010)	Artigo
Desenvolvimento de Produtos	Salgado et.al (2009)	Artigo
Auto Peças	Silva et.al (2011)	Artigo
Fabricação de Açúcar	Rabelato; Madaleno e Rodrigues (2011)	Artigo
Construção Civil	Ramos (2014)	Trabalho de Conclusão de Curso
Gráfico	Bellei (2010)	Trabalho de Conclusão de Curso
Comércio de Aparas de Papel	Filgueiras (2012)	Trabalho de Conclusão de Curso
Produção de Cerveja	Sá (2013)	Trabalho de Conclusão de Curso
Confecção	Fernandes et.al (2012)	Artigo
Têxtil	Cirino et.al (2013)	Artigo
Agroindústria	Silva e Rentes (2004)	Artigo
Minério	Duarte et.al (2015)	Artigo

Fonte: Autor (2017).

Entre os estudos abordados estão, frequentes pesquisas no segmento alimentício, metalúrgico, hospitalar, assim como as demais áreas indústrias. Na maioria destes estudos, as empresas estudadas caracterizam-se por apresentarem diversos problemas relacionados à sua linha de produção. Outro problema frequentemente encontrado são os altos índices de estoques.

### **2.3.5 Resumo do Trabalho e Síntese dos Sistemas Produtivos Apresentados**

No presente capítulo realizou-se o embasamento teórico que sustentou este trabalho, por meio da descrição sucinta dos principais sistemas produtivos da indústria, desde a produção artesanal até o modelo responsável pela revolução cultural, produtiva e econômica da indústria automobilística, o sistema Toyota de Produção, que ao longo dos anos tem sido o modelo de gestão da produção mais difundido nos mais variados ramos organizacionais.

O sistema artesanal é considerado o primeiro modelo produtivo organizado de manufatura, visto que era identificado nele, traços visíveis de organização e planejamento em suas atividades. De acordo com Dennis (2008) a produção artesanal continua a existir atualmente como, por exemplo, no setor automobilístico, representado por empresas como a Ferrari e a Lamborghini que fabricam veículos extremamente caros, destinados a um pequeno nicho de mercado e na maioria das vezes em pequenos volumes.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, invenções para automatizar o processo produtivo e a construção de ferrovias, fez nascer a produção Fabril impulsionada pela revolução industrial entre os séculos XVIII e XIX.

Com o crescimento da manufatura e a complexidade de suas operações, Frederick Taylor implementou vários estudos de racionalização do trabalho, divisão de tarefas e estudo dos tempos para tentar minimizar a exaustão dos trabalhadores visando a eficiência de sua produtividade para gerar maior lucro a organização. Seus estudos foram de vital importância e seu legado atravessou fronteiras e segmentos industriais, chegando à indústria automotiva.

Neste capítulo também foram apresentados e brevemente discutidos, os principais sistemas produtivos do setor automobilístico e sua evolução de acordo com a literatura acadêmica. Iniciou-se esta etapa, pela descrição do modelo Fordista de produção caracterizado especialmente pela produção em grandes volumes com

limitado *mix* de produção, entretanto, com alto grau de padronização de seus componentes. O sistema de produção em massa e o conhecimento técnico de gestão de Henry Ford foram uma grande escola para o mercado de automóveis, pois influenciaram diversos outros fabricantes de veículos a investir em tecnologia, planejamento e estrutura para concorrer com o mercado americano. Empresas como a GM foram obrigadas a adotar novas estratégias para concorrer com a Ford como a diversificação de produtos e uma nova faixa de preço que visava alcançar o segmento popular de clientes.

Outros sistemas produtivos destacados foram os das empresas Volvo, da Italiana Fiat, da Alemã Volkswagen e Sul Coreana Hyundai. Em comum, esses sistemas produtivos, possuem alta tecnologia em seus processos e a adoção do sistema modular para fabricação de seus veículos. Também são percebidos em seus sistemas produtivos princípios pós-fordistas mesclados com ideias oriundas da produção enxuta como destaca Luz (2011).

Os sistemas produtivos ligados a indústria automotiva mostrados na Figura 11, com exceção do STP, adotaram a produção em massa em seus modelos de produção. Entretanto, nos dias de hoje, boa parte da indústria automobilística adota os conceitos de produção enxuta por completo, ou mescla a mesma com seu próprio sistema de manufatura.

Figura 11- Comparativo entre os sistemas produtivos.

<u>Sistema Produtivo</u>	Instrução da Força de Trabalho	Volume de Produção	Layout de Produção	Tecnologia	Produção	Mix de Produção
Artesanal	Alto	Baixo	Oficina	Baixa	Puxada	Baixo
Fabril	Baixo	Alto	Setor	Alta	Empurrada	Alto
Ford	Alta	Alto	Linha de montagem	Alta	Empurrada	Baixo
GM	Alta	Alto	Linha de Montagem	Alto	Empurrada / Puxado	Alto
Volvo	Alta	Médio	Celular	Alta	Empurrada	Médio
Hyundai	Alta	Alto	Modular	Alta	Empurrada	Alto
Fiat	Alta	Alto	Linha de Montagem	Alta	Empurrada / Puxada	Alto
Volkswagen	Alta	Alto	Linha de Montagem / Modular	Alta	Empurrada / Puxada	Alto
Toyota	Alta	Médio	Celular	Alta	Puxada	Alto

Fonte: Adaptado de Luz (2011), Nunes (2014) e Lobo (2015).

O último sistema de manufatura apresentado foi o Sistema Toyota de Produção, objeto central deste trabalho. Na seção do STP foram descritos os



principais mecanismos que sustentam o sistema produtivo da empresa como o JIT e a Automação, bem como os princípios que fazem o sistema fluir de maneira eficiente e contínua no combate a eliminação dos desperdícios.

Por fim foram destacados diversos segmentos de mercados industriais que aplicam em seus processos produtivos a filosofia enxuta oriunda do STP, sob a ótica de estudos acadêmicos realizados. Percebe-se que a cultura *Lean* está cada vez mais presente no âmbito organizacional e sua aplicação varia de acordo com as necessidades de cada empresa e suas áreas de atuação.

### **3 METODOLOGIA**

O conteúdo deste capítulo é reservado à apresentação da metodologia e dos procedimentos metodológicos utilizados para o alcance dos objetivos do presente trabalho.

Neste contexto, é abordada uma breve descrição da empresa objeto de pesquisa, bem como seu ramo de atuação no mercado industrial, a classificação da pesquisa adotada no que diz respeito à sua natureza e o roteiro dos procedimentos e atividades que foram desenvolvidos visando à identificação das perdas da produção e a aplicação das ferramentas da produção enxuta para a melhoria do processo produtivo analisado.

#### **3.1 Descrição da Empresa Estudada**

A empresa objeto de estudo deste trabalho, consistiu em uma Serralheria intitulada simbolicamente de Serralheria X que atua no setor metal-mecânico à cerca de vinte e três anos. Quanto ao tamanho da empresa, a mesma é classificada como sendo de pequeno porte. Em seu portfólio de produtos estão a fabricação de portões, grades em geral, portas, janelas, coberturas metálicas, calhas.

Os principais insumos produtivos da empresa são o aço carbono e o aço inoxidável. O sistema produtivo utiliza a produção puxada para atender o mercado, ou seja, os clientes em sua maioria levam até o setor administrativo da empresa as especificações técnicas desejadas e o tipo de produto e assim encaminham o pedido de compra.

A empresa também atua no ramo de serviços, realizando atividades como manutenção e instalação de portões eletrônicos e a fixação dos produtos fabricados, diretamente na residência do cliente.

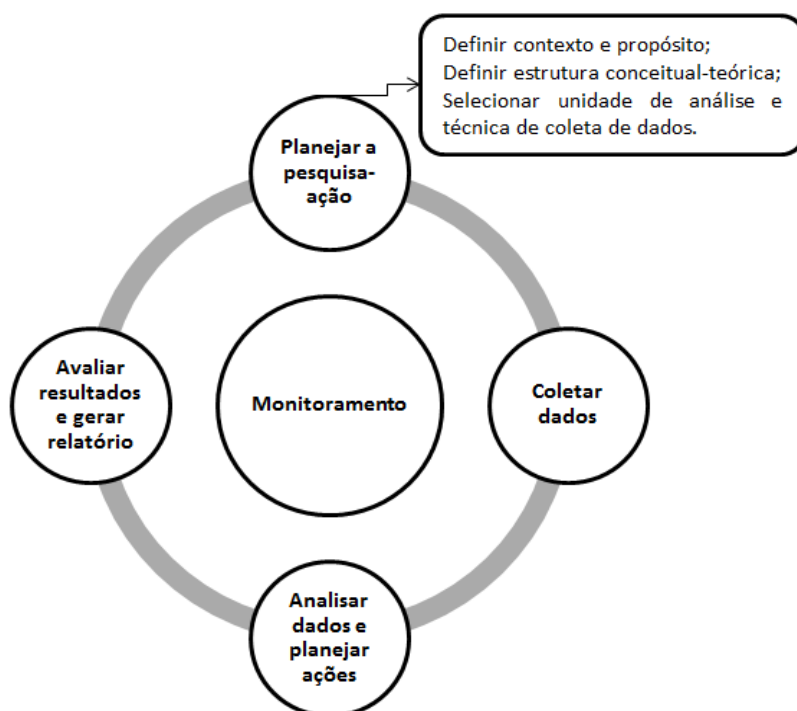
Além de trabalhar com aço carbono e aço inoxidável a empresa também possui um setor dedicado especialmente a instalação de vidros temperados e cobertura de policarbonato. Nestas atividades, a empresa realiza a compra destes materiais de um fornecedor específico e efetua a fabricação das esquadrias de alumínio que irão moldar a estrutura. Logo após a empresa efetua a instalação junto ao cliente via agendamento e disponibilidade de horário.

### 3.2 Classificação da Pesquisa

O conceito de pesquisa propriamente dito é bastante amplo entre os autores da literatura metodológica pesquisada. Para Marconi e Lakatos (2002) a pesquisa consiste em uma série de procedimentos formais que requerem reflexão e que são orientados por atividades de cunho científico com o intuito de revelar uma realidade ou descobrir respostas para um problema. Pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos (GIL, 2002, p.17).

O método de pesquisa deste trabalho no que diz respeito à sua natureza e/ou classificação foi fundamentado nos princípios e etapas da Pesquisa-Ação (Figura 12). De acordo com Thiollent (1986) a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica realizada em conjunto e com o apoio irrestrito junto ao pesquisador das partes interessadas, ou seja, trata-se da tentativa de resolução de um problema de maneira coletiva e cooperativa. Conforme Oquist (1978) apud. Miguel et al. (2012) o termo pesquisa significa o desenvolvimento do conhecimento, enquanto o termo ação refere-se às ações dirigidas e planejadas para modificar o problema encontrado.

Figura 12- Etapas da pesquisa-ação.



Fonte: Adaptado de Miguel et al. (2012).

Para Thiollent (2007) apud. Miguel et al. (2012) os pesquisadores têm um papel fundamental na estruturação e solução da problemática encontrada à medida que estes, são diretamente responsáveis pelo monitoramento e avaliação das atividades que são aplicadas neste contexto.

Quanto aos objetivos a pesquisa-ação desenvolvida neste trabalho é de caráter técnico, ou seja, todo o planejamento e ações aplicados na empresa objeto de estudo, tem como foco a identificação de problemas, proposição de melhorias e se possível a implementação corretiva de soluções para os problemas encontrados no processo produtivo.

Quanto à forma de abordagem, esta pesquisa classificou-se como combinada, pois mescla características de abordagem qualitativa (parâmetros teóricos como os conceitos das técnicas e ferramentas utilizadas) e quantitativa (equacionamento e cálculos para a solução do problema e proposições de melhoria).

Segundo Miguel et al. (2012) um dos benefícios da abordagem combinada é que o pesquisador pode trabalhar com amplos caminhos e alternativas de solução e cada abordagem pode amenizar a desvantagem da outra. Por exemplo, a abordagem quantitativa é fraca em entender o contexto do fenômeno, enquanto a qualitativa não é. Por outro lado, a quantitativa é menos suscetível a vieses na coleta de dados (MIGUEL et al., 2012, p.58).

### 3.2 Procedimentos Metodológicos

Por meio da metodologia adotada e das etapas necessárias para o correto desenvolvimento da pesquisa-ação proposta para este trabalho, elaborou-se o Quadro 5, que mostra as atividades que foram desempenhadas na empresa estudada. Estas atividades foram alocadas de acordo com as fases da pesquisa-ação descritas por Miguel et al. (2012).

Quadro 5 - Procedimentos metodológicos.

Fase	Atividades
<b>Planejar Pesquisa-ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visita às dependências da empresa.</li> <li>- Definição de uma pessoa responsável por fornecer as informações necessárias.</li> <li>- Escolha de uma família de produtos.</li> </ul>

<b>Coleta de dados</b>	- Elaborar o mapa de estado atual do processo.
<b>Analisar dados e planejar ações</b>	- Análise dos problemas encontrados. - Identificação das perdas da produção. - Definição das ferramentas da produção enxuta a serem utilizadas. - Elaborar uma relação com as melhorias previstas.
<b>Implementar ações</b>	- Construir o mapa de estado futuro do processo. - Propor soluções.
<b>Avaliar Resultados</b>	- Apresentar os resultados à empresa.

Fonte: Autor (2017).

A coleta de dados foi realizada da seguinte maneira: o processo escolhido foi analisado por meio de observações e pela elaboração do mapa de estado atual utilizando a simbologia do mapeamento do fluxo de valor para a identificação das perdas da produção existentes.

Logo após foi realizado uma abordagem crítica frente aos problemas encontrados e o planejamento de quais ferramentas da produção enxuta foram aplicadas. O mapa do estado futuro com as modificações e propostas de melhorias foi construído a fim de vislumbrar como deverá fluir o fluxo de informações, materiais e recursos no processo produtivo.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta etapa são apresentados e discutidos os resultados obtidos com base nos procedimentos metodológicos descritos no capítulo 3. A identificação das perdas produtivas no processo por meio da construção do mapeamento do fluxo de valor em seu estado atual e presente, e as ferramentas necessárias para a eliminação dos desperdícios são o foco principal desta seção.

### **4.1 Planejar Pesquisa-ação**

A primeira fase para obtenção dos resultados foi o planejamento da pesquisa-ação. Neste contexto, a visita à empresa objeto de estudo, a definição de um responsável por ceder informações e dados e a seleção da família de produtos que foi mapeada são abordados detalhadamente nesta seção.

#### **4.1.1 Visita às dependências da empresa para conhecimento do processo**

O início desta etapa consistiu em primeiramente, realizar uma visita às dependências da empresa estudada, visando conhecer sua estrutura física, os produtos fabricados e os processos existentes. A Figura 13 mostra parte do ambiente de produção da serralheria X.

A serralheria expandiu seu negócio no ano de 2016, em virtude de seu crescimento do mercado e a constante demanda dos clientes, visto que a mesma era localizada em uma garagem de uma residência, o que inviabilizava de certo modo uma produção de alto volume. Com relação aos funcionários ao todo são seis, dos quais três trabalham diretamente na produção. Os demais funcionários realizam as atividades administrativas da empresa, como recebimento de pedidos, compras e negociação junto a fornecedores.

Neste contexto, realizou-se uma reunião com o coordenador do setor produtivo ligado às estruturas de aço carbono e aço inoxidável com objetivo de coletar informações como: quais produtos são fabricados a partir deste material, qual a quantidade usada para a fabricação dos produtos, além de dados referentes a localização e processo de compra juntos aos fornecedores de matéria-prima.

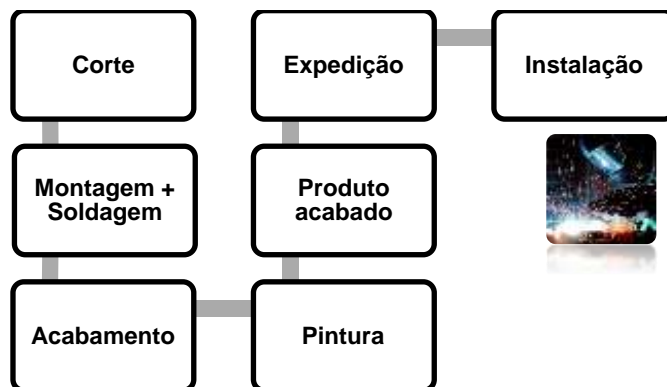
Figura 13- Ambiente de produção da serralheria.



Fonte: Autor (2017).

A área de manufatura dos produtos da serralheria consiste em um ambiente relativamente pequeno e o processo produtivo pelo qual o aço carbono e o aço inoxidável são transformados em produtos acabados, é descrito na Figura 14.

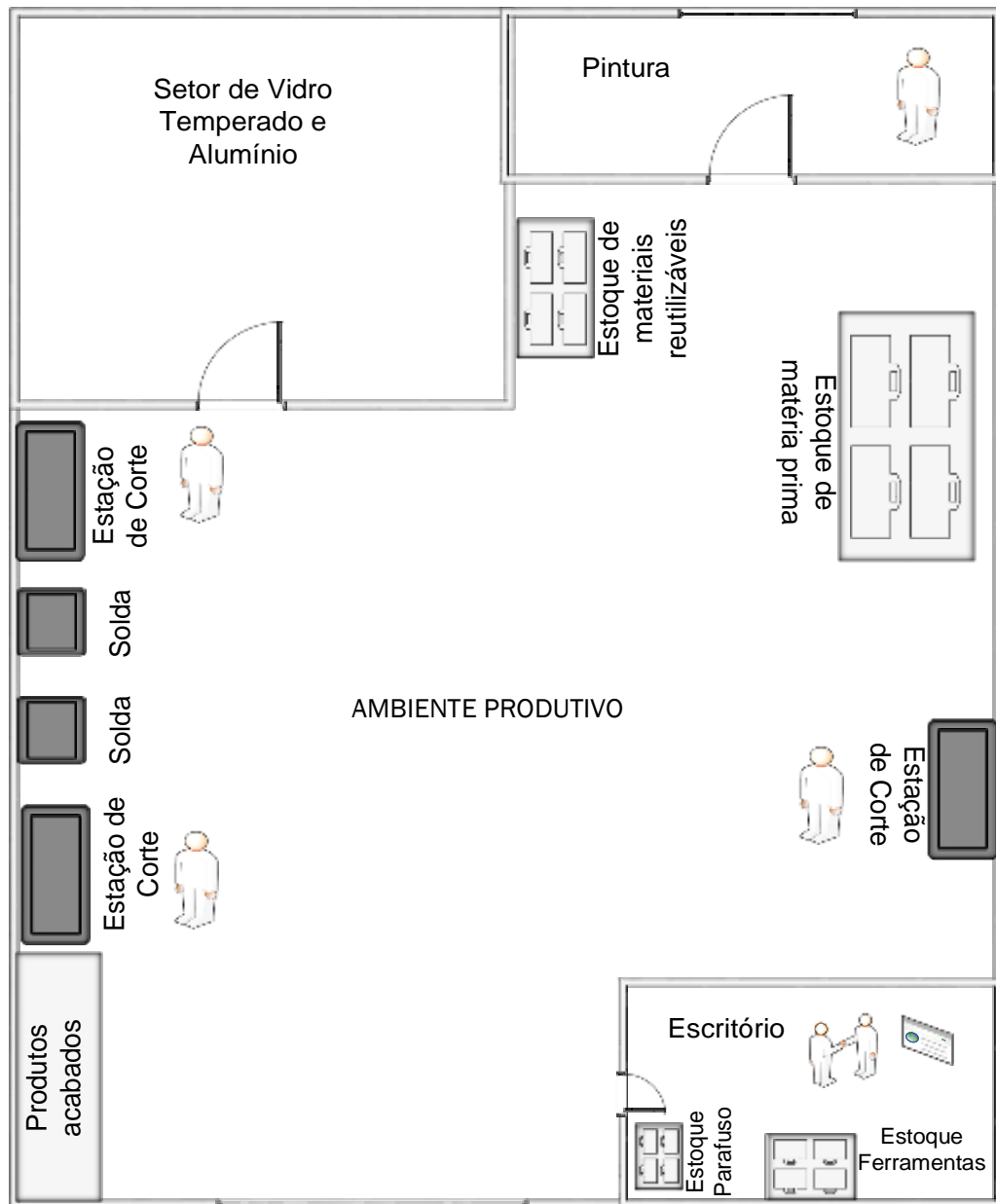
Figura 14- Etapas do processo produtivo da empresa estudada.



Fonte: Autor (2017).

O processo produtivo dos produtos fabricados a partir de aço carbono são semelhantes, independentemente do tipo de produto. A Figura 15 mostra uma planta baixa simplificada do ambiente de produção.

Figura 15- Planta baixa esquemática da serralheria.



Fonte: Autor (2017).

O que diferencia um produto do outro neste tipo de setor, no caso de uma serralheria, é o grau de detalhamento, uma vez que o cliente é quem dita as especificações.

#### 4.1.2 Definição de uma pessoa responsável por fornecer as informações

Esta etapa iniciou-se com o conhecimento sistêmico de todo o processo produtivo existente na empresa. Posteriormente em uma reunião com o responsável



pela produção da serralheria, o mesmo indicou um funcionário do setor produtivo que realiza operações com solda para fornecer as informações necessárias para o mapeamento do fluxo de valor. O responsável pela produção que também é o dono da empresa, por motivos de tempo e compromissos com os clientes da empresa não pode participar deste processo, uma vez que o mesmo é que visita os clientes para levantamento de medidas para os produtos a fabricar e também é o responsável pela instalação dos produtos acabados diretamente nas residências dos clientes.

O funcionário foi escolhido com base em sua experiência no setor, para auxiliar no conhecimento do processo produtivo, coleta de dados, esclarecimento de dúvidas referentes ao processo e fluxo de peças e materiais, como quantitativo de insumos para cada produto e informações adicionais.

#### 4.1.3 Escolha de uma família de produtos e um setor do processo

A escolha de uma família de produtos foi o procedimento responsável por definir o produto alvo de estudo da serralheria. Este tipo de empresa possui diversas particularidades, entretanto, a principal delas, é a produção feita mediante as necessidades do cliente. Este processo faz com que cada produto possua uma característica diferente, com prazos de fabricação diferentes, assim como o grau de complexidade e detalhamento.

Para facilitar a escolha do produto alvo, construiu-se uma matriz de produtos *versus* processos (Quadro 6), com o objetivo de selecionar quais produtos são fabricados a partir do aço carbono e aço inox e quais são as etapas de processamento que estes têm em comum, até sua transformação final.

Quadro 6 - Produtos a serem mapeados.

<b>Processo/ Produtos</b>	<b>Escada</b>	<b>Porta</b>	<b>Portão Basculante</b>	<b>Grades</b>
Corte	X	X	X	X
Montagem + Soldagem	X	X	X	X
Acabamento	X	X	X	X
Pintura	X	X	X	X
Expedição	X	X	X	X
Instalação		X	X	X

Fonte: Autor (2017).

O Quadro 6 também mostra todos os produtos escolhidos para o mapeamento do fluxo de valor. Uma das grandes dificuldades desta etapa foi definir um critério para a escolha da família de produtos, uma vez que a empresa não possui registros de porcentagem de lucro e fluxo de caixa para cada um de seus produtos. Além de não possuir dados registrados referentes ao lucro de seus produtos, a empresa também não apresenta documentado, um histórico da demanda ao longo do ano de sua produção.

Para o mapeamento de fluxo de valor deve-se levar em consideração produtos que o cliente perceba valor. Portanto, o procedimento de escolha da família de produtos foi baseado em produtos que apresentam etapas de processamento semelhantes. Em outras palavras, significa dizer que estes produtos passam por uma dinâmica semelhante de deslocamentos ao longo do ambiente produtivo.

Outro critério utilizado foi que os produtos selecionados, formam a maior parte da carteira de pedidos que a empresa recebe de seus clientes, ou seja, possuem alto volume de produção e procura. Assim definiu-se que a família de produtos fonte de análise seria a de escadas, portas, portões e grades.

## **4.2 Coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada após conhecer o processo produtivo da serralheria estudada, bem como a definição do funcionário responsável pelo fornecimento de informações. Partindo deste contexto, o próximo passo, foi realizar o mapeamento de fluxo de valor dos produtos escolhidos, primeiramente, em seu estado atual, realizando a atividade de medição dos tempos de cada atividade do processo produtivo que envolvem esses produtos.

### **4.2.1 Elaborar o mapa de estado atual do processo**

A construção do mapa de estado atual do processo iniciou-se com as observações realizadas durante duas semanas na empresa e o acompanhamento do processo produtivo junto aos operadores e as estações de trabalho. Como dito anteriormente, os produtos escolhidos para compor o mapa de fluxo de valor consistem em: Escada, Porta, Grade e Portão Basculante. A Figura 16 mostra os produtos utilizados para a construção do mapa de fluxo de valor.

Figura 16- Família de produtos mapeada.



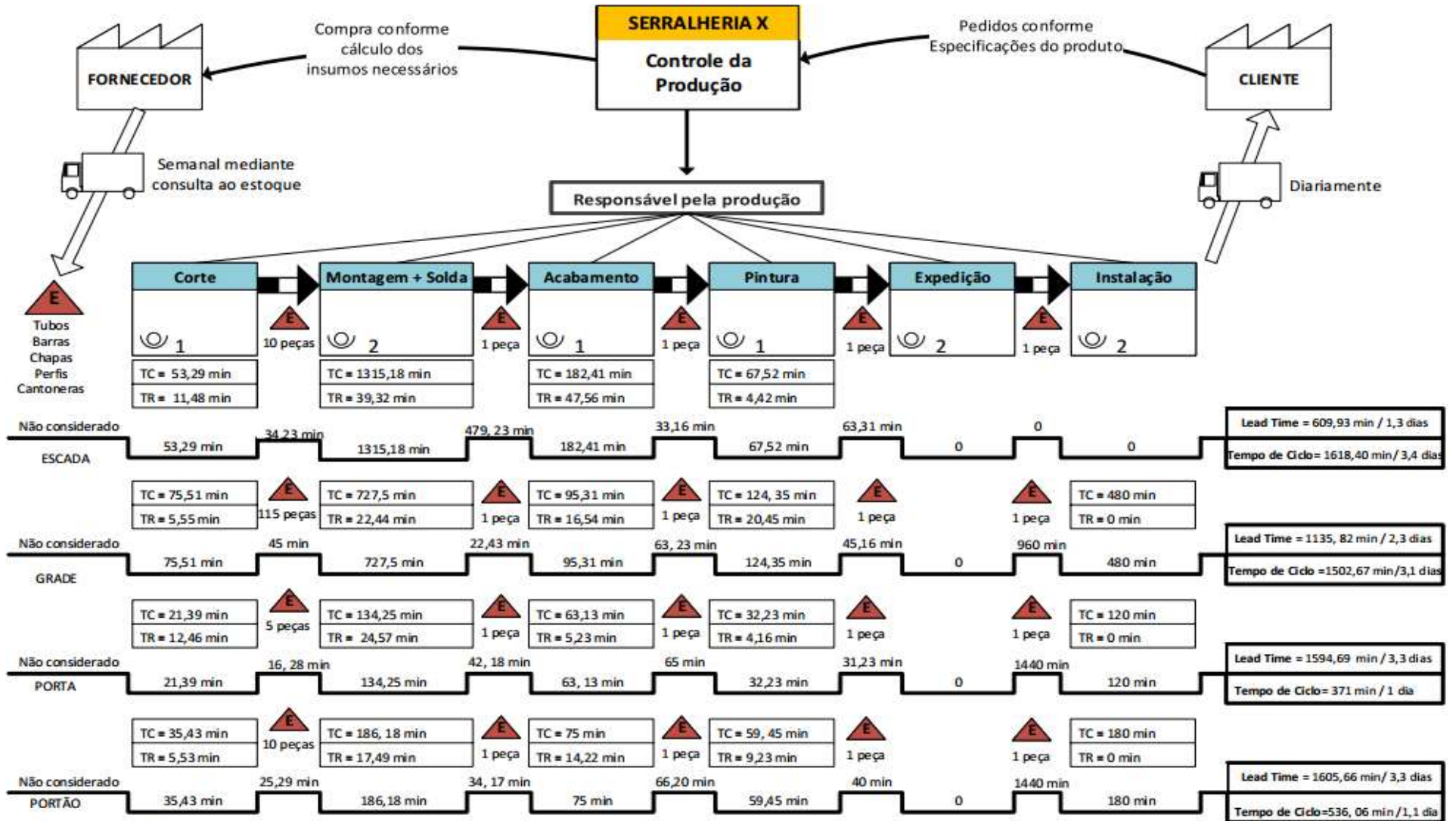
Fonte: Autor (2017).

O grau de detalhamento e complexidade do processo produtivo destes produtos possui na sua maioria semelhanças, com exceção das escadas que além de necessitar de um número maior de insumos, também consome considerável tempo especialmente nas etapas de montagem e acabamento. Portas, grades, e portões basculantes exigem menos esforços e quantitativo de materiais, dependendo de suas dimensões.

O início do mapa de fluxo de valor atual parte do fluxo de informações, ou seja, toda a parte gerencial de recebimento de pedidos e contato com fornecedores.

A parte inferior do mapa diz respeito ao fluxo de materiais e informações referentes ao processo produtivo. No fluxo de materiais estão contidos todos os dados que influenciam diretamente no tempo de produção da empresa. O mapa de fluxo de valor do estado atual pode ser visualizado na Figura 17.

Figura 17- Mapa de estado atual do processo.



Fonte: Autor (2017).

**Legenda:**  
 TC = Tempo de Ciclo  
 TR= Tempo de Parada/ Setup  
 Lead Time = Intervalo de tempo entre cada operação do processo produtivo

O fluxo de informações começa com o cliente solicitando de maneira verbal nas dependências da empresa as dimensões do produto ou em visita agendada à sua própria residência para que a empresa realize as medições e obtenha os dados necessários para a produção. Logo após os pedidos são encaminhados ao responsável pela produção que efetua o cálculo da quantidade de matéria-prima que será usada e então encaminha ao fornecedor. O fornecedor por sua vez, recebe a solicitação e entrega os insumos prontamente um dia antes de iniciar a produção. Todo este procedimento é realizado para cada produto.

Por ser ainda uma empresa pequena e em processo de organização, a mesma, não conta com um sistema eletrônico para o recebimento de pedidos ou armazenamento de dados e informações, uma vez, que este tipo de ramo de negócio possui fortes traços artesanais e contato imediato com os clientes.

No que respeito ao fluxo produtivo, localizado na parte inferior do mapa, a etapa produtiva tem início a partir da entrega dos insumos pelo fornecedor à empresa. Em todos os pedidos as matérias-primas chegam com um dia de antecedência a empresa, muito pelo fato, de o fornecedor de metalon (aço carbono) ser residente no próprio município, o que agiliza a compra de materiais e torna o processo mais ágil. Entretanto, o *lead time* de entrega dos insumos não foi considerado no mapa de valor, pois todos os produtos analisados foram fabricados a partir de insumos disponíveis no estoque da empresa.

A serralheria possui três funcionários responsáveis diretamente pela produção e estes, trabalham em dois turnos, totalizando oito horas diárias. No ambiente produtivo existem atualmente, três estações de trabalho, das quais, duas estações são do processo de corte e uma reservada à alocação de ferramentas. Existem também uma estação de solda, porém, as máquinas de solda podem ser movidas de um lugar ao outro do chão de fábrica, conforme a necessidade.

O Quadro 7 mostra a relação de máquinas existentes no setor de fabricação da empresa.

Quadro 7 – Disponibilidade de maquinário da serralheria.

Máquinas	Quantidade
Serras Policorte	3
Máquinas de Solda MIG	4

Lixadeiras	6
Máquina de pintura	1
Cilindros de Gás para Solda (Argônio)	4

Fonte: Autor (2017).

O processo produtivo dos produtos mapeados inicia-se com o responsável pela produção entregando os pedidos aos funcionários da empresa do setor de fabricação. Sendo assim é feita a separação dos materiais necessários no estoque mínimo da empresa e então realizada a primeira atividade do processo, o corte dos insumos.

A produção totaliza seis operações: corte, montagem e solda, acabamento, pintura, expedição e instalação. O mapa de estado atual abrange quatro produtos e detalha seus respectivos tempos de ciclo (TC), de parada (TR) e de espera (*lead time*).

Para a fabricação da escada foram utilizados dois diferentes tamanhos de tubos de aço carbono (tubo 100x100 mm e tubo 80x80 mm), além de cantoneiras (3/4" polegadas) e barras chatas. O processo de corte caracteriza-se por ser uma operação repetitiva, entretanto exige grande atenção do operador pois deve respeitar as medidas previamente determinadas. Na operação de corte estão contidas pequenas atividades como a dobra e a extração de rebarba dos componentes, tais tempos oriundos destas atividades estão somadas junto ao tempo total da operação principal de corte.

Especialmente na fabricação da escada, o processo de montagem e soldagem enfrentou diversos problemas que serão explicitados na seção de análise dos problemas encontrados. Após a etapa de montagem e solda, o produto passa pelo acabamento onde é feita por meio de lixadeiras a extração do cordão deixado pela solda. Nesta etapa também ocorreu a visita do cliente ao setor produtivo para verificar o andamento da fabricação e verificar as medidas estabelecidas. A pintura é realizada quando todo o processo de acabamento é finalizado e assim o produto passa a ser transferido para a área de expedição.

O tempo de ciclo do processo da escada, ou seja, o período efetivo de processamento de cada operação totalizou 1618,40 minutos (3,4 dias de produção), enquanto o *lead time* entre cada operação somou 609,93 minutos, o equivalente a 1,3 dias de tempo de espera. Nota-se um considerável intervalo de tempo entre cada

atividade do processo, na qual não acrescenta valor ao produto, pois são desperdícios de tempo, movimentação desnecessária e reprocessamento do produto.

O segundo produto mapeado foi um conjunto de três grades para instalação em uma residência. Foram necessários ao todo 115 barras chatas de aço carbono para a construção do produto. Durante a fabricação das grades, apenas um funcionário realizou todas as etapas de produção, com exceção da montagem e solda que foi realizada por dois funcionários. A operação que mais demandou tempo do operador foi a atividade de montagem e solda, pois o funcionário deve soldar as barras de aço à medida em que monta a estrutura, tudo isso mediante a verificação constante das medidas corretas. Na montagem e solda também foi verificado um intervalo maior de parada em relação as outras atividades do processo, muito pelo fato, dos funcionários interromperem a atividade para ajuste da máquina de solda, verificação das medidas e deslocamentos para troca de ferramentas.

O *lead time* do processo totalizou 1135,82 minutos (2,3 dias de espera), o que significa dizer, que o produto obteve elevado tempo de não agregação de valor, sobretudo no tempo de espera para expedição ao cliente, que demorou aproximadamente 960 minutos, ou seja, 2 dias para a levar até o cliente o produto acabado e realizar a sua consequente instalação. Em contrapartida, o tempo de ciclo de todas as operações do processo foi 1502,67 minutos, totalizando 3,1 dias de produção efetiva.

O terceiro item produzido consistiu em uma porta de aço carbono que ao todo necessitou de dois tipos de tubos de metalon (tubo 30x50 mm e tubo 20x30mm) e uma chapa frisada de 18 mm de espessura. A operação de corte necessitou “empurrar” à próxima etapa do processo um total de 5 barras cortadas. A operação de montagem e solda, novamente, demonstrou o maior tempo de execução, assim como obteve o maior tempo de parada, especialmente pelos motivos já explicitados como deslocamentos para troca de ferramentas e interrupções para realizar tarefas fora da produção como por exemplo, atendimento ao cliente. O *lead time* total do processo foi de 1594, 69 minutos, o equivalente a 3,3 dias de espera. A etapa que mais contribuiu para este elevado tempo, foi o período entre a expedição ao cliente e a instalação que demorou em torno de 1440 minutos, ou seja, 3 dias. O tempo de ciclo do processo somou 371 minutos (1 dia de produção). Analisando a diferença

entre tais tempos, nota-se o quanto na etapa de expedição ao cliente, provoca seu respectivo atraso tanto na entrega quanto na sua instalação.

O quarto item mapeado, foi um portão basculante para garagem que empregou na sua construção 4 chapas frisadas de 18 mm de espessura, dois tipos de tubo metalon (tubo 60x60 mm e tubo 30x50 mm), cantoneiras (3/4" polegadas) e barras chatas. O produto teve como principal característica novamente o elevado *lead time* na etapa de expedição ao cliente. Assim como na porta, foram 3 dias de espera para a expedição do produto, provocando não só o atraso na entrega, como também contribuindo para o acúmulo de produtos acabados no limitado espaço físico da empresa, destinado para essa finalidade. O tempo de ciclo da fabricação do foi de 536,06 minutos, ou seja, 1,1 dias de produção efetiva. Já o tempo de espera entre uma atividade e outra do processo totalizou 1605,66 minutos (3,3 dias).

Para todos os produtos analisados nota-se que a operação que possui o acúmulo de estoques é a atividade de corte, pois é nesta etapa que os insumos são preparados e disponibilizados com as medidas necessárias para a atividade de montagem e solda.

### **4.3 Analisar dados e planejar ações**

Neste tópico será abordado a análise feita dos problemas encontrados no processo produtivo da empresa e a identificação das perdas da produção baseado nas observações feitas e no mapa de estado atual. Ao final desta seção é apresentado um quadro com as melhorias propostas para empresa, bem como alternativas de soluções.

#### **4.3.1 Análise dos problemas encontrados**

Para que possa ser consolidado o mapa de fluxo de valor do estado atual, faz-se necessário que sejam feitas uma série de análises no que diz respeito ao ambiente produtivo e do processo de fabricação dos produtos mapeados. Neste contexto, nesta seção, estão contidas as análises individuais de cada produto mapeado, sob o ponto de vista do mapa de estado atual construído e levando em consideração as atividades que agregam valor ao cliente (TAV) e as atividades que não agregam valor ao cliente (TNAV).

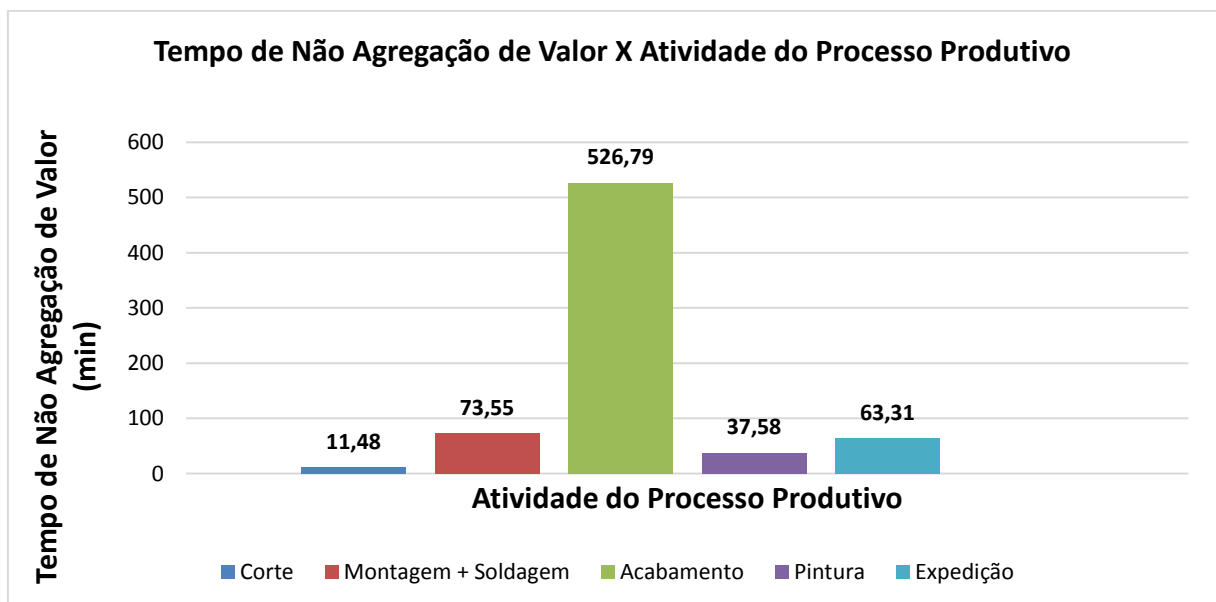


#### 4.3.1.1 Escada Residencial

O primeiro produto mapeado foi uma escada residencial. Na fabricação deste produto pode-se perceber uma série de problemas especialmente no *lead time* entre a atividade de montagem e solda e a atividade de acabamento. Este tempo elevado de parada ocorreu pelo fato de a empresa montar o produto de maneira errônea em relação às dimensões passadas pelo cliente, o que provocou no andamento da atividade de acabamento, visto que quando os funcionários iniciaram o acabamento, o responsável pela produção detectou o erro, e assim o mesmo teve sua continuidade interrompida para a nova remontagem do produto. Para a escada mapeada, não foi necessário a expedição até o cliente e também a instalação do produto, pois o próprio cliente encarregou-se de transportar o produto para um marceneiro que irá efetuar a etapa de fixação dos degraus do produto.

Com os tempos coletados nas atividades do processo foi possível elaborar a Figura 18, que contempla a soma dos tempos de parada (TR) e dos tempos de espera (*lead time*) para cada operação do processo produtivo. Tais tempos também são denominados de tempo de não agregação de valor (TNAV).

Figura 18- Tempo de não agregação de valor referente à escada.



Fonte: Autor (2017).

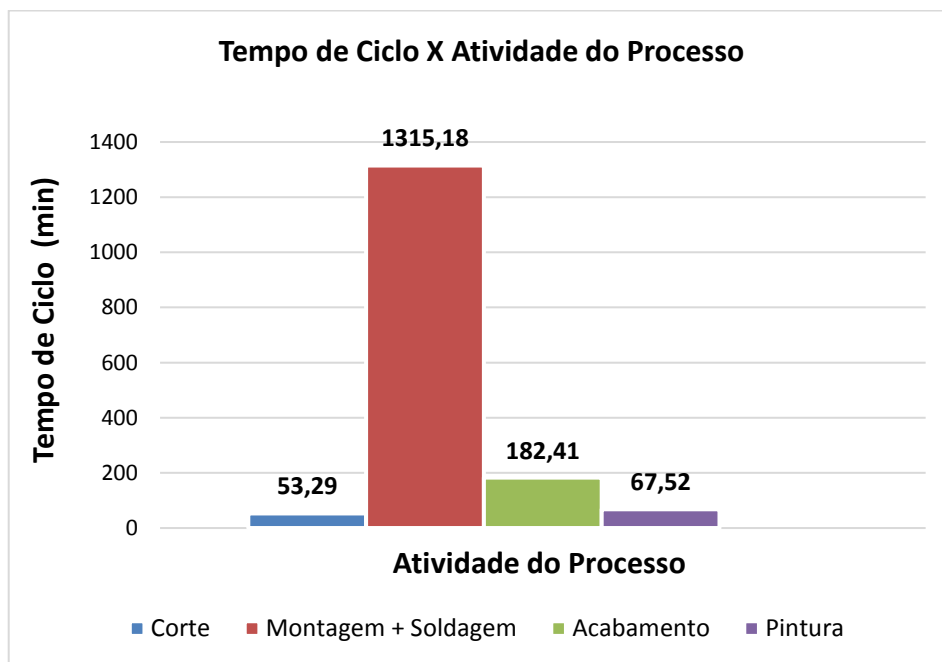
Pode-se perceber o excessivo tempo de paradas no processo produtivo deste produto, assim como o tempo de espera entre uma atividade e outra do processo

(*Lead Time*) o que acabou por provocar um atraso na finalização do produto para o cliente. A atividade que mais apresentou tempo de parada e espera foi a operação de acabamento. Somando-se os tempos de não agregação de valor de cada operação, o tempo gasto foi de aproximadamente 712, 71 minutos, o que equivale a 1,5 dias de trabalho, levando em consideração que um turno de trabalho é igual a 8 horas diárias (480 minutos).

Ações imediatas para diminuir os tempos de parada e espera devem ser propostas para assim desenvolver o mapa de estado futuro do processo visando eliminar problemas como o atraso na entrega do produto acabado ocasionado pelo retrabalho do mesmo e por conta de erros na execução da operação de montagem e solda.

Em contrapartida, o tempo efetivo de ciclo, também conhecido como tempo de agregação de valor (TAV), pode ser visto na Figura 19.

Figura 19- Tempo de ciclo da escada.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 19 mostra os tempos de agregação de valor de cada operação do processo produtivo, ou seja, são os tempos efetivos das etapas de fabricação da escada mapeada (tempo de ciclo), sem considerar os tempos de parada e espera. A operação de montagem e solda foi a atividade com maior tempo de duração, pois o

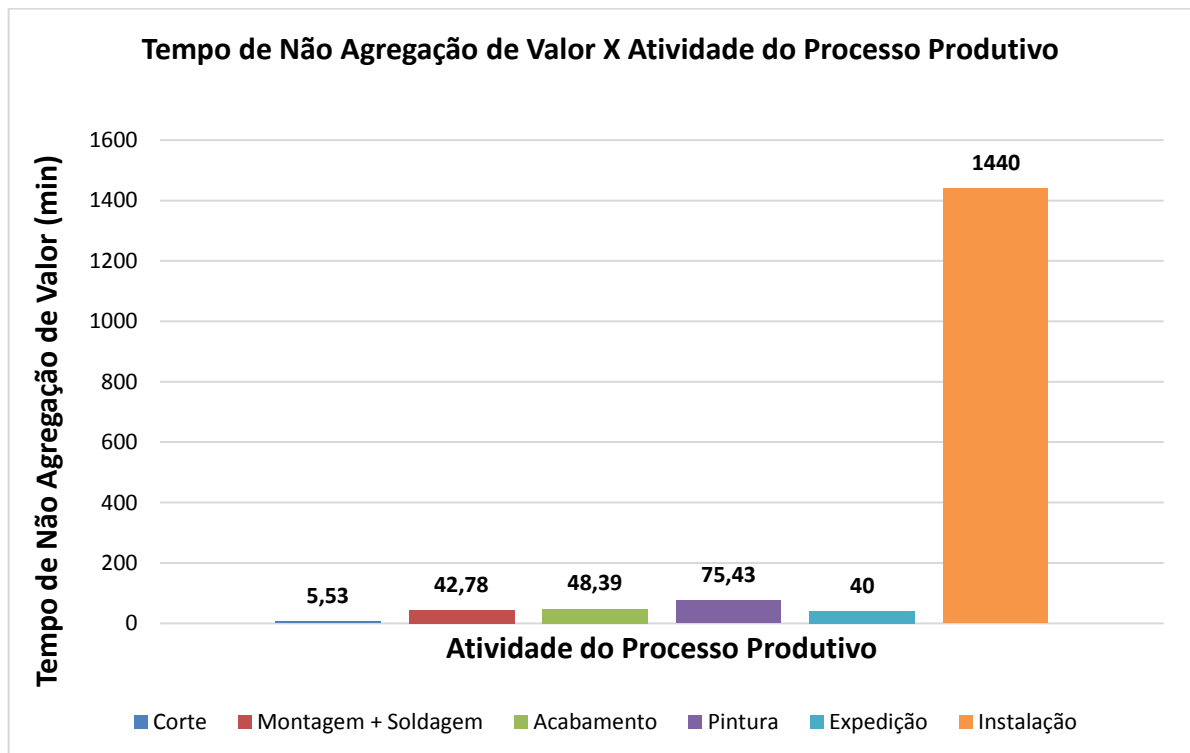
processo necessita de precisão e averiguação constante do nivelamento da estrutura de aço carbono, assim como a verificação das medidas corretas.

Foram ao todo 1618,40 minutos, equivalente a 3,4 dias de fabricação sem interrupções. Comparando os tempos de agregação e não agregação de valor, nota-se de maneira clara que o tempo de ciclo é maior que os tempos de parada e espera. Entretanto medidas corretivas devem ser tomadas no mapa de estado futuro, visto que o atraso na finalização do pedido deve-se diretamente aos tempos de parada e espera.

#### 4.3.1.2 Grades

O segundo produto mapeado e analisado foi um conjunto de 3 grades para uma residência. Este produto apresentou desperdícios de tempo especialmente nas operações pintura e instalação. A Figura 20 mostra os tempos das atividades não agregadoras de valor.

Figura 20- Tempo de não agregação de valor para a grade.

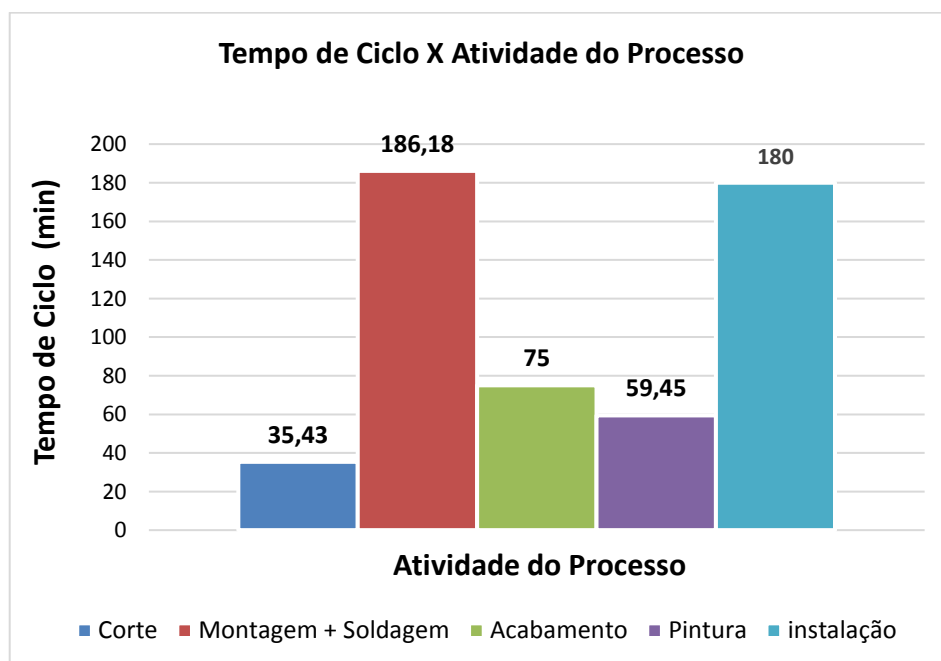


Fonte: Autor (2017).

O elevado valor em minutos do tempo referente à instalação deve-se pelo fato da mesma depender de funcionários disponíveis para efetuar a atividade, ou seja, na maioria das vezes o funcionário é retirado da fabricação de um produto em andamento para efetuar a instalação do produto na casa do cliente, o que provoca tempos sucessivos de parada e espera em cada atividade do processo. Em relação à pintura, o motivo do tempo de espera e parada deve-se ao transporte do produto até o setor adequado, a limpeza deste ambiente e à manutenção da máquina necessária para efetuar esta etapa. De acordo com o gráfico da Figura 20, o tempo de não agregação de valor somou um total de 1200, 80 minutos, o equivalente a 2,5 dias.

A Figura 21 mostra os tempos de ciclo para o processo produtivo de fabricação das grades mapeadas. Novamente a etapa que mais apresentou tempo de processamento foi a operação de montagem e solda, pois esta atividade repetiu-se três vezes ao longo do processo. A operação de instalação deste produto possui um tempo de 480 minutos, o que equivale a um dia de trabalho. Este tempo também pode ser explicado pelo fato de a operação de instalação na residência do cliente não depender diretamente apenas da serralheria, uma vez que para a instalação das grades mapeadas foi preciso um pedreiro para construir uma estrutura para inserir as grades.

Figura 21- Tempo de ciclo para as grades mapeadas.



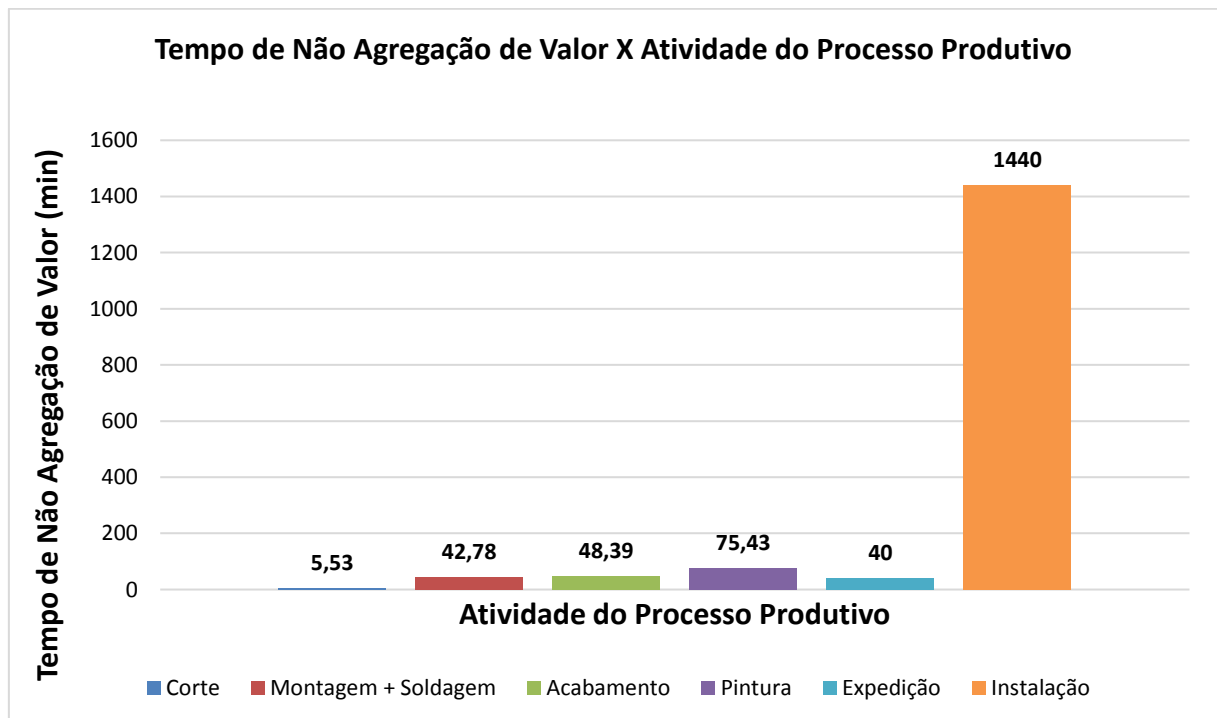
Fonte: Autor (2017).

Como dito, a atividade de maior tempo de processamento com 727,50 minutos foi a operação de montagem e soldagem. O tempo total de agregação de valor no processo somou 1502,67 minutos, ou seja, 3,1 dias. Mesmo o tempo de ciclo do processo, continuar apresentando desempenho maior que o tempo de paradas e espera, isto não significa que o processo está fluindo da maneira adequada.

#### 4.3.1.3 Porta

O terceiro produto analisado foi uma porta de aço carbono (metalon) de chapa frisada. Com processo de fabricação que exige menor tempo de produção, a mesma apresenta seus dados referentes aos tempos de não agregação de valor disponíveis na Figura 22.

Figura 22- Tempo de não agregação de valor para a porta mapeada.



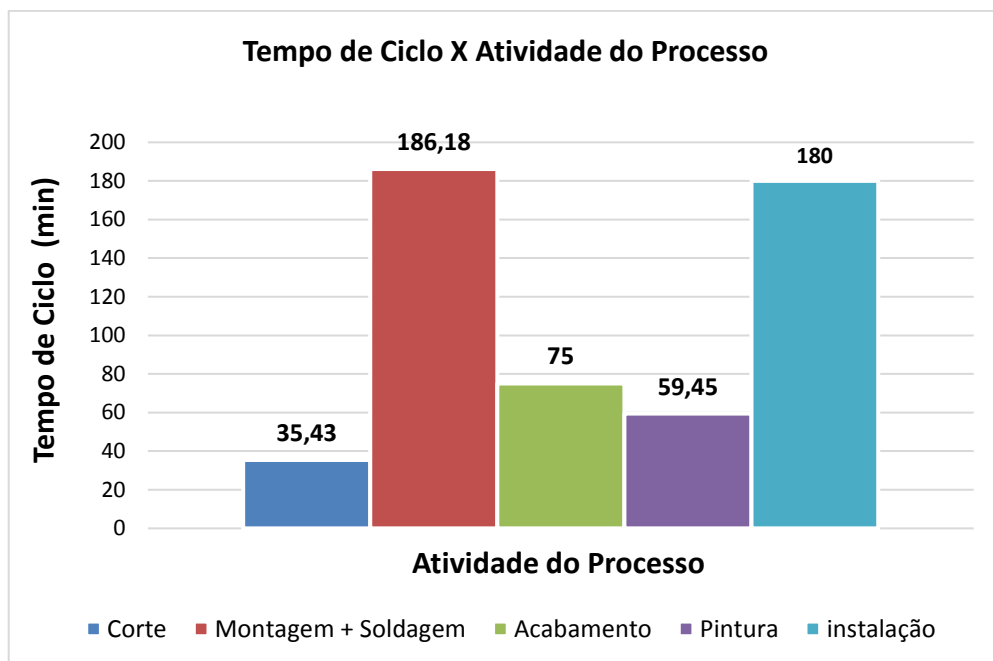
Fonte: Autor (2017).

De acordo com o gráfico da Figura 22, a etapa que apresentou maior tempo de espera e parada foi a atividade de instalação, uma vez que o produto acabado e pronto para ser instalado junto ao cliente demorou pelo menos 1440 minutos, o equivalente a 3 dias para ser instalado. Entretanto, somando-se os tempos de não

agregação de valor de cada atividade este número elevado, cresce ainda mais totalizando 1641,11 minutos, ou seja, 3,4 dias.

Em contrapartida, no que diz respeito aos tempos de ciclo referentes a cada atividade do processo (Figura 23), a atividade da montagem foi a que mais apresentou tempo total de agregação de valor.

Figura 23- Tempo de ciclo para a porta de aço carbono.



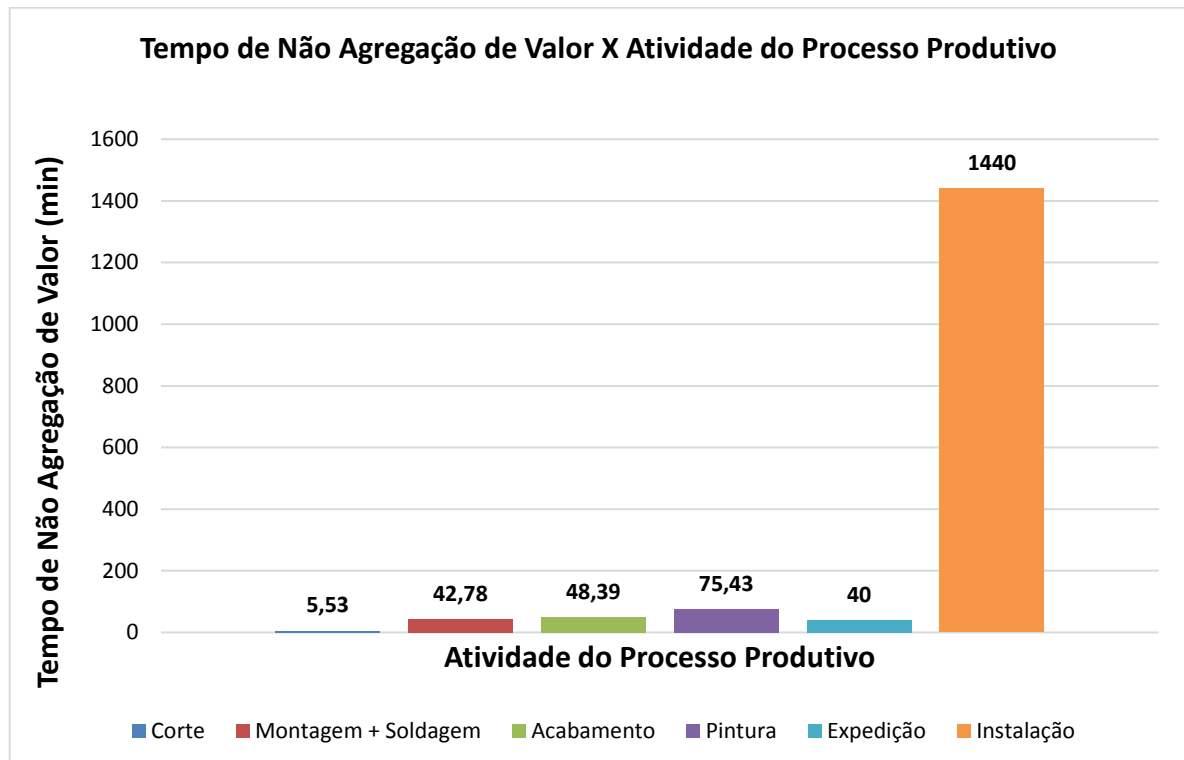
Fonte: Autor (2017).

O tempo de processo somou 371 minutos, ou seja, aproximadamente 1 dia de fabricação. Nota-se que este tempo é o menor tempo de produção entre todos os produtos analisados, pelo fato de sua complexidade ser menor, além também de sua necessidade de matéria-prima. O que chama a atenção neste caso, é que a grande diferença entre o *lead time* e o tempo de ciclo, visto que, o elevado valor dos tempos de espera influenciou diretamente no prazo de entrega do produto. Como já dito, especialmente o tempo de espera entre a expedição e a instalação é o que mais contribui para os desperdícios pela espera do produto acabado.

#### 4.3.1.4 Portão Basculante

O último produto analisado, consistiu no acompanhamento da fabricação de um portão basculante. Os tempos de não agregação de valor das atividades do processo produtivo estão inseridos na Figura 24.

Figura 24- Tempo de não agregação de valor para o portão basculante.

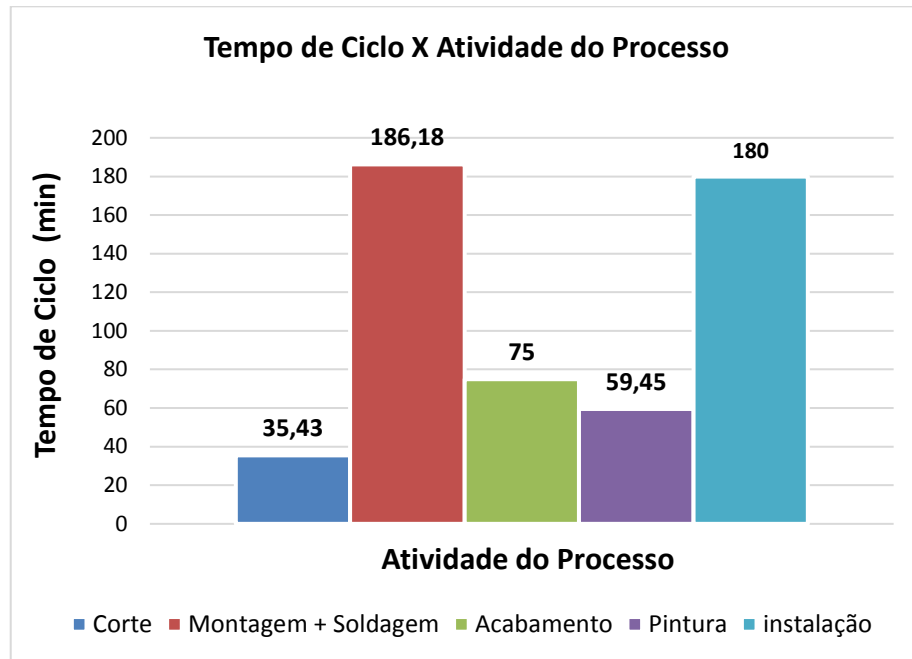


Fonte: Autor (2017).

Assim como no caso de outros produtos mapeados como a porta por exemplo, o intervalo de espera entre a operação de expedição e a de instalação seguiu sendo como a que apresentou maior tempo. Isso significa que até o produto ser instalado na residência do cliente, foram 1440 minutos de espera para a efetivação da atividade. Ao todo foram 1652,13 minutos de desagregação de valor nas atividades do processo produtivo. Isto equivale a 3,4 dias de parada e espera do produto.

Para finalizar as análises individuais dos produtos mapeados, a Figura 25 mostra o gráfico das atividades agregadoras de valor referente ao portão fabricado. A montagem e solda apresentou a maior tempo de produção, assim como todos os produtos analisados. Logo após vem a operação de instalação junto ao cliente.

Figura 25- Tempo de ciclo do portão basculante.



Fonte: Autor (2017).

Foram ao todo 536, 06 minutos de produção, o equivalente a 1,1 dia de efetiva fabricação sem quaisquer interrupções. A montagem do produto foi a operação que mais demandou tempo, seguida do tempo de instalação, que segundo os funcionários da empresa segue relativamente um padrão para este tipo de produto.

#### 4.3.2 Identificação das perdas produtivas

Na elaboração, observação do processo e análise do mapa de fluxo de valor do estado atual foi possível identificar as perdas do processo produtivo. O levantamento das perdas constitui parte importante para a construção do mapa de estado futuro do processo e das propostas de melhoria para a otimização das operações da serralheria.

Das oito perdas produtivas listadas no referencial bibliográfico deste trabalho, foram diagnosticadas pelo menos cinco perdas, ao longo da linha de produção dos produtos mapeados. O Quadro 8 mostra a relação dos desperdícios encontrados.



Quadro 8- Análise das perdas encontradas.

Tipo de Perda	Descrição da Situação
Perda por espera	Identificada especialmente pelos tempos de parada (TR) de cada operação do processo e pelo tempo de espera ( <i>Lead Time</i> ) para a próxima etapa do processo. Uma das principais causas é o baixo efetivo de funcionários para uma grande demanda de pedidos, uma vez quando há um processo de instalação do produto, o chefe de produção desloca funcionários do ambiente produtivo para realizá-la e com isso a produção muitas vezes fica parada ou com apenas um funcionário.
Perda por movimentação	Ocorre principalmente pelo fato dos funcionários interromperem a fabricação para o atendimento ao cliente quando os funcionários do setor administrativo não estão na empresa, provocando movimentos desnecessários que não agregam valor ao produto e para o cliente. Outro fato é a parada para adequar alguma ferramenta a atividade desempenhada por meio de deslocamento até o estoque de ferramentas que fica em outro setor da empresa.
Perda por produtos defeituosos	Diagnosticada especialmente no mapeamento da escada residencial, onde ocorreu a montagem e solda do produto diferente das especificações passadas pelo cliente. Neste caso o responsável pela produção esqueceu de comunicar os funcionários que o projeto da escada havia sofrido algumas alterações pela preferência do cliente. Este fato provocou movimentação, tempo e esforço físico dos trabalhadores evitando que o produto acabado fosse finalizado no tempo correto.
Perda por processamento incorreto	Desperdício diretamente ligado à produção defeituosa da escada mapeada, pois foi por meio da execução errônea da operação de montagem e solda que o produto apresentou falhas.
Perda por estoque	A área destinada a estes produtos consiste um ambiente muito pequeno, onde muitos produtos acabam ficando sobrepostos, causando, por exemplo, a sua avaria de pintura. Além disso não há um controle de estoque dos insumos, o que causa a incerteza na disponibilidade de insumos na empresa.

Fonte: Autor (2017).

Com base nestas informações foi possível, a proposição de um mapa de estado futuro adequado à situação do processo produtivo, além de um conjunto de melhorias que nortearam a minimização ou eliminação das perdas identificadas.

O Quadro 8 também serviu para apontar quais as ferramentas mais adequadas da produção enxuta a serem propostas para a empresa visando a redução dos danos encontrados. As ferramentas da produção enxuta propostas para o ambiente produtivo da empresa serão discutidas na próxima seção.

#### 4.3.3 Definição das ferramentas da produção enxuta a serem utilizadas

Conforme o roteiro que constituiu as etapas de observação, diagnóstico e análise do processo produtivo da empresa estudada, foi possível determinar quais ferramentas da produção enxuta que mais poderão contribuir para a melhoria da

eficiência das operações envolvidas. O Quadro 9 mostra a relação das ferramentas escolhidos conforme a necessidade da empresa para obter um melhor desempenho.

Quadro 9- Ferramentas da produção enxuta aplicadas.

Ferramenta	Finalidade
<i>Kaizen</i>	Determinar por meio de um plano de melhorias a proposta de soluções viáveis para implantação tanto no mapa de estado futuro, quanto por meio de ações concretas no ambiente produtivo.
<i>Kanban</i> de Estoque	Elaborar um quadro <i>Kanban</i> que permita controlar o fluxo de estoque. Neste quadro estão contidas informações de cada tipo de insumo usado pela empresa, assim como os lotes ótimos de segurança, de atenção e perigo.
Mapeamento do Fluxo de Valor	Mapa utilizado para identificar todas as operações do processo produtivo, bem como seus respectivos tempos. Está presente sob a forma do mapa de estado atual do processo e do mapa de estado futuro com as propostas de modificações no ambiente produtivo.
Troca rápida de ferramentas	Proposta de metodologia que visa diminuir os tempos de parada nas atividades do processo produtivo. Tem como meta aproximar as ferramentas necessárias às operações junto as estações de trabalho.
Métricas da Produção enxuta	Indicadores quantitativos utilizados para medir os tempos de cada operação do processo, dividindo-as em atividades agregadoras de valor e atividades não agregadoras de valor.

Fonte: Autor (2017).

Foram selecionadas seis ferramentas visando propor melhorias no ambiente produtivo da empresa. Ferramentas como o mapeamento de fluxo de valor e as métricas da produção enxuta, tornara-se as primeiras a serem aplicadas por meio da medição dos tempos do estado atual do processo produtivo, assim como para obter uma proposta de estado futuro para o mesmo.

#### 4.3.4 Proposta de melhorias

Tendo em vista as análises acerca do mapa do estado atual, foi necessário fazer uma proposta de solução para os problemas encontrados e relatados, visando alcançar a situação desejada. Para isso, as melhorias propostas foram divididas em áreas dentro da empresa, a de estoque e do ambiente produtivo.

Primeiramente serão abordadas as questões referentes ao estoque de materiais e elementos de fixação. Estes grupos, localiza-se no setor administrativo alocados em armários e prateleiras de metal.

As propostas de melhoria para os estoques de materiais e elementos de fixação da empresa, englobam como dito, o gerenciamento e a utilização de um sistema informatizado e de gestão visual, como o *Kanban*. Tais propostas estão inseridas no Quadro 10 por meio da metodologia *Kaizen*.

Quadro 10- Propostas de *Kaizens* para a organização do controle de estoque.

O que fazer	Proposta de <i>Kaizen</i> (Melhoria)
Criar lotes de estoque de materiais e elementos de fixação	Definir um quantitativo padrão de materiais (como silicone, desengripante, EP'IS, entre outros) e elementos de fixação (parafusos, porcas, entre outros), visando sua administração por meio de um quadro <i>Kanban</i> de estoque. O objetivo é criar cartões <i>Kanban</i> de estoque que sinalizem de maneira visual o andamento do estoque de matéria-prima. Nestes cartões estarão inseridas informações referentes a descrição do item, dimensões e o número do cartão. No quadro construído haverá três tipos de sinalização. A cor verde indicará o estoque ótimo, a cor amarela demonstrará que o estoque chegou em seu lote de segurança e a cor vermelha representará a ausência de matéria-prima ou que a mesma está prestes a acabar.
Gestão integrada e Controle de estoque automatizado	Iniciar o processo de automatização do estoque e gestão integrada da empresa, por meio de uma planilha <i>kanban</i> e um sistema de informação para tal finalidade que possibilite ao gestor acompanhar não somente pelo quadro <i>Kanban</i> o gerenciamento do estoque e a administração da empresa.
Concentrar o estoque de ferramentas no setor produtivo	Organizar o estoque de ferramentas necessárias especialmente para a atividade de corte, montagem e solda junto ou próximo das estações de trabalho. Tal melhoria trará uma significativa diminuição dos tempos de parada no processo produtivo. Esta ação de melhoria engloba também a correta identificação do estoque de parafusos.

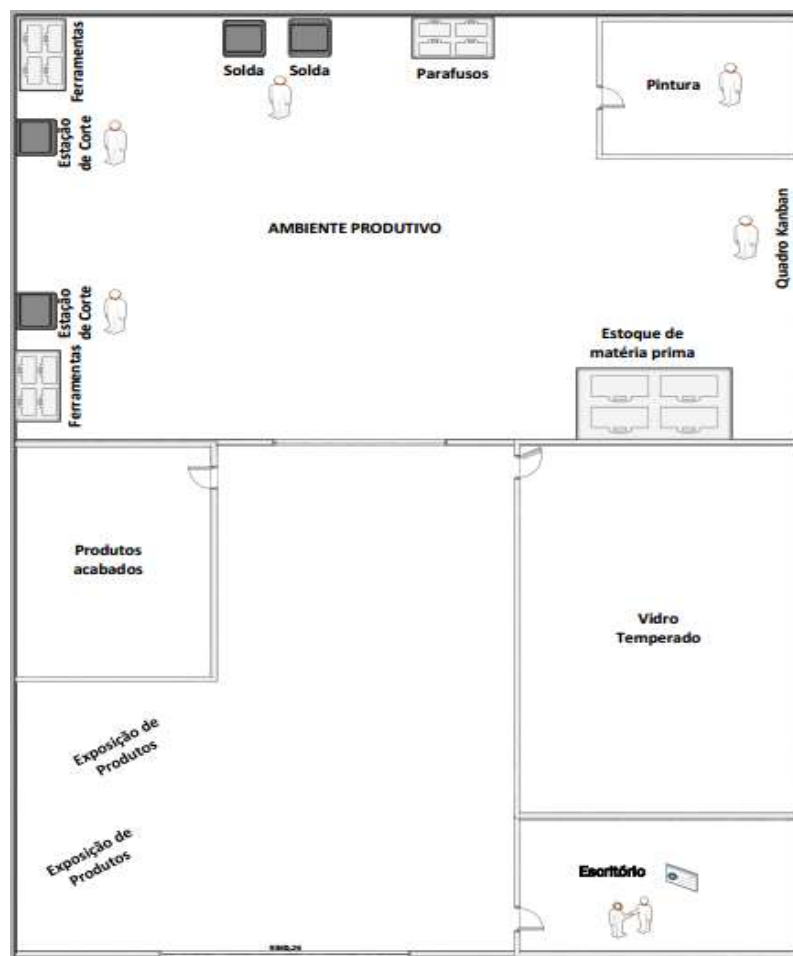
Fonte: (Autor 2017).

Outra proposta de melhoria que visa otimizar o processo produtivo é a organização do *layout* da estrutura física da serralheria. Nesta ação está inserida um modelo simplificado com as modificações propostas. O modelo simplificado de *layout* engloba as seguintes soluções.

- Viabilizar a contratação de uma pessoa fixa, responsável pelo atendimento ao cliente no setor administrativo da empresa, evitando assim que funcionários do ambiente produtivo exerçam esta atividade provocando assim a interrupção de operações do processo produtivo;
- Criar um setor de armazenamento adequado de produtos acabados;

A planta baixa com as modificações propostas pode ser vista na Figura 26. É importante ressaltar que estas modificações foram elaboradas de acordo com uma conversa informal com os gestores da empresa. Outro ponto a destacar é que a empresa está desenvolvendo um projeto para a modificação e ampliação de sua estrutura e sendo assim, a planta simplificada engloba de maneira superficial a ideia do projeto.

Figura 26- *Layout* proposto.



Fonte: (Autor 2017).

Um dos motivos da proposta de modificação do *layout* da empresa é diminuir os deslocamentos dos funcionários em busca de ferramentas, que atualmente ficam localizadas no setor administrativo. Com isso espera-se uma diminuição nos tempos de parada e espera no processo produtivo.

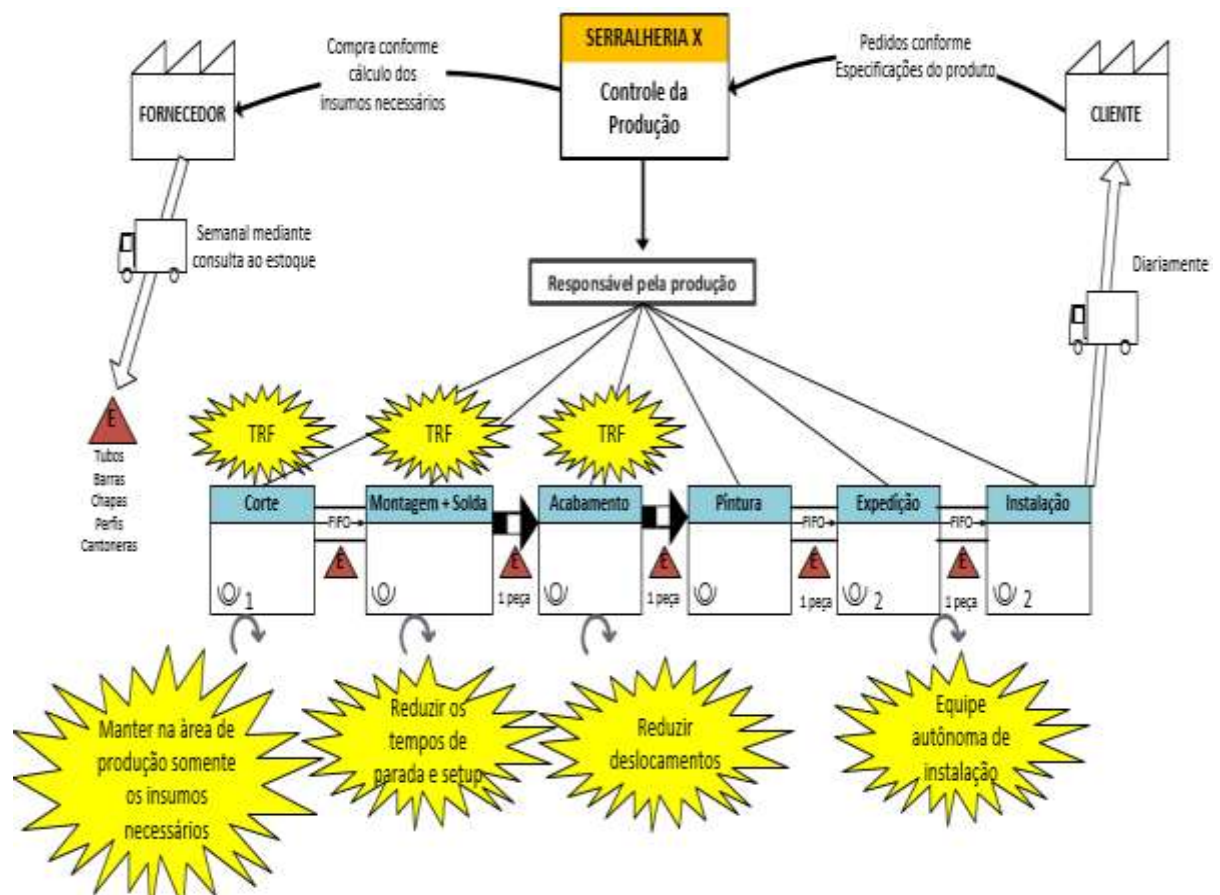
## 4.4 Implementar ações

Esta seção é dedicada aos procedimentos propostos e construídos visando melhorar o ambiente produtivo da empresa. Neste sentido, apresenta-se a elaboração do mapa de estado futuro do processo produtivo, bem como as soluções para o gerenciamento de estoques.

### 4.4.1 Construir o mapa de estado futuro do processo

Os elevados tempos de parada e espera, verificados no acompanhamento do processo produtivo por meio do mapa de estado atual afetam especialmente as operações de montagem e solda, acabamento e instalação. Estas observações foram verificadas em todos os produtos mapeados. Sendo assim, foi elaborado um mapa de fluxo de valor referente ao estado futuro, contendo as propostas de modificações no processo produtivo, conforme disposto na Figura 27.

Figura 27- Mapa de estado futuro com as melhorias propostas.



Fonte: Autor (2017).

As propostas de melhorias estão inseridas no mapa sob a forma de intervenções *Kaizens*, e procuram focar no processo como um todo e não de maneira individual para cada produto. Este procedimento foi adotado, pois os produtos mapeados apresentaram problemas semelhantes ao longo de sua produção, muito pelo fato, de as operações do processo apresentarem tempos de não agregação de valor elevados.

Para as operações de corte, montagem e solda e acabamento o mapa de estado futuro prevê que a metodologia TRF seja inicialmente adotada por meio da aproximação de ferramentas e materiais necessários para sua execução junto às operações, uma vez que, as ferramentas em parte ficam dispersas em locais distante do ambiente produtivo, o que acarreta interrupção das atividades dos funcionários para deslocamentos desnecessários.

A metodologia FIFO (*First In, First Out* - primeiro a entrar e primeiro a sair) proposta, entre a operação de corte e a de montagem visa estabelecer um fluxo organizado no processo produtivo, onde os insumos que estão sendo beneficiados tem sua prioridade de acordo com a ordem dos pedidos feitos. Esta mesma ideia vale também, para a etapas de expedição e instalação, onde o principal problema é o tempo de espera para o produto ser entregue e instalado na casa do cliente. Sendo assim com esta medida, o produto finalizado passa a ser entregue e instalado imediatamente após a sua conclusão.

As atividades de acabamento e pintura continuarão recebendo os produtos semiacabados de maneira puxada, ou seja, um produto por vez, na quantidade necessária à medida em que estes, vão sendo finalizados pelas etapas anteriores.

#### **4.4.2 Implementar e propor soluções**

As melhorias propostas, especialmente no ambiente produtivo não foram realizadas pois exigiam deslocamentos de materiais como estantes e armários que, atualmente, estão localizadas no setor administrativo. Os proprietários da empresa optaram em uma entrevista informal o desejo de somente realizar as modificações no *layout* e adequação de sua estrutura física quando o projeto de reforma da empresa estiver concluído.

Portanto, as soluções implementadas buscaram atender o controle e gerenciamento dos estoques de materiais e elementos de fixação. Desta forma foi

construído um quadro *Kanban* para o controle visual de materiais como (desengripante, silicone, EP'IS). O controle visual de estoque dos elementos de fixação será feito separadamente. Os detalhes do controle de estoque são apresentados na seção seguinte.

#### 4.4.2.1 Controle e Gerenciamento de Estoques: *Kanban*

O gerenciamento e controle dos estoques de materiais será realizado por meio de um quadro *Kanban*, entregue aos gestores da empresa com o devido treinamento para os mesmos e os funcionários. O quadro para esta finalidade foi construído no Laboratório de Fabricação (LAFA) do curso de Engenharia de Produção e contou com o auxílio de um técnico de laboratório para realizar as atividades operacionais de corte e acabamento do quadro. O quadro produzido possui 1,20 metros de altura por 1,20 metros de comprimento como mostra a Figura 28.

Figura 28- Quadro *Kanban* elaborado.

The image shows a Kanban board titled "QUADRO KANBAN" mounted on a wall. The board is organized into a grid with columns for different materials and rows for different status levels. The columns are labeled: ITEM, DISCO POLICORTE 12", DISCO CORTE, DISCO DESABASTE, DISCO FLAP, ELETRODO, ARAME MIG, LUVAS, ÓCULOS SEGURANÇA, SILICONE TRINER, SILICONE BRANCO, CHUMBAO QUÍMICO, DESENGRIPANTE, and FITA CREPE. The rows are labeled: SINAL, BOM, ATENÇÃO, and PERIGO. Each cell in the grid contains a Kanban card with handwritten text and a small circular icon. The board is color-coded: the top row is white, the BOM row is green, the ATENÇÃO row is yellow, and the PERIGO row is red. Logos for UNIPAMPA and the Engenharia de Produção department are visible at the top of the board.

ITEM	DISCO POLICORTE 12"	DISCO CORTE	DISCO DESABASTE	DISCO FLAP	ELETRODO	ARAME MIG	LUVAS	ÓCULOS SEGURANÇA	SILICONE TRINER	SILICONE BRANCO	CHUMBAO QUÍMICO	DESENGRIPANTE	FITA CREPE
SINAL													
BOM													
ATENÇÃO													
PERIGO													

Fonte: Autor (2017).

O mecanismo de funcionamento do quadro *kanban* está fundamentado em três cores. A cor verde significa que os estoques dos materiais encontram-se na quantidade ótima. A cor amarela indica que os lotes de estoques verde foram totalmente consumidos, e que a partir deste momento os estoques estão em seu lote de segurança, ou seja, um sinal de alerta que visa auxiliar o gestor na tomada de decisão. Por último, a cor vermelha sinaliza que os estoques chegaram a seu nível crítico, em outras palavras, o estoque de insumos se aproxima de chegar ao fim ou já foram totalmente consumidos, provocando a sua ausência.

Para realizar o controle de estoque dos materiais, foram definidos juntamente com os gestores da empresa a quantidade de insumos pertencentes a cada cor do quadro *kanban*, como mostra a Figura 29.

Figura 29- Planilha de quantitativo de lotes.

SISTEMA KANBAN						
QUADRO KANBAN	Lote Bom		Lote Atenção		Lote Perigo	
Descrição	Quantidade	Unidade	Quantidade	Unidade	Quantidade	Unidade
Disco Policorte 12"	1 caixa	25	1/2 caixa	12	-	5
Disco Corte	-	30	-	20	-	10
Disco de Desbaste	-	10	-	5	-	2
Disco Flap	-	10	-	5	-	2
Eletrodo	2 caixas	-	-	1 caixa	-	1/2 caixa
Arame para solda MIG	3 caixas	-	-	1 caixa	-	-
Luva	2 sacos	10	1 saco	5	-	2
Óculos de segurança	-	10	-	5	-	2
Silicone Transparente	-	30	-	15	-	5
Silicone Branco	-	20	-	10	-	5
Desingripante	-	6	-	3	-	1
Chumbador Químico	-	5	-	3	-	1
Fita Crepe	-	5	-	3	-	1

Fonte: Autor (2017).

A definição do quantitativo dos lotes foi realizada por meio de uma conversa informal com os gestores, visto que a empresa não possui dados como demanda e controle de vendas que possibilitem a definição dos lotes meio de análise estatística e métodos matemáticos de gestão de estoque. A intenção é que com a utilização do quadro *kanban*, e também o controle automatizado de entrada e saída de insumos do estoque por meio de uma planilha *kanban* criada e proposta para tal finalidade, a empresa possua as condições apropriadas para a definição e controle das



quantidades de cada lote com maior segurança. Assim esta definição dos lotes ótimos, de atenção e perigo, serve como uma etapa de inicial para o aprimoramento da gestão de custos e controle gerencial da empresa.

O mecanismo que será responsável por sinalizar o status dos estoques dos insumos, são os cartões *Kanban*. Os cartões *kanban* serão divididos nas mesmas cores do quadro e estarão localizados juntos aos produtos controlados. A Figura 30 mostra os modelos de cartões *kanbans* elaborados para o quadro.

Figura 30- Cartões *Kanban* elaborados.

B O M	Descrição:	Chumbador Químico
	Tipo:	Kanban de Estoque
	Tamanho do Lote:	5 unid.
	Nº cartão:	1/3
A T E N Ç Ã O	Descrição:	Chumbador Químico
	Tipo:	Kanban de Estoque
	Tamanho do Lote:	3 unid.
	Nº cartão:	2/3
P E R I G O	Descrição:	Chumbador Químico
	Tipo:	Kanban de Estoque
	Tamanho do Lote:	1 unid.
	Nº cartão:	3/3

Fonte: Autor (2017).

O cartão da cor verde controlará o lote ótimo de produtos e assim respectivamente com as demais cores. À medida em que os lotes vão sendo consumidos o funcionário retira o cartão *kanban* relacionado à cor do lote em que o estoque se encontra e insere no quadro na cor e nomenclatura adequada do produto.

O sistema *kanban* também será usado para o controle de estoque dos elementos de fixação da serralheria. Estes elementos estão acomodados em uma estante de metal, contidos em contenedores, entretanto, sem a devida identificação e controle de seus estoques.

Para realizar o controle *kanban*, o mecanismo funcionará de uma maneira diferente, ou seja, não será controlado pelo quadro *kanban*. Assim em cada contenedor será adicionado três etiquetas com a descrição dos elementos, suas

dimensões, e demais informações, divididos nas cores verde, amarela e vermelha. A Figura 31 mostra os modelos inseridos nos contenedores.

Figura 31- Etiquetas *Kanban* para os elementos de fixação.

<b>BOM</b>	<b>Descrição</b> Parafuso Sext. Rosca Soberba 1/4 x 50 mm	
	<b>Tamanho do Lote</b> 2 caixas / 500 unid.	<b>Nº do cartão</b> 1/3
<b>ATENÇÃO</b>	<b>Descrição</b> Parafuso Sext. Rosca Soberba 1/4 x 50 mm	
	<b>Tamanho do Lote</b> 1 caixa / 200 unid.	<b>Nº do cartão</b> 2/3
<b>PERIGO</b>	<b>Descrição</b> Parafuso Sext. Rosca Soberba 1/4 x 50 mm	
	<b>Tamanho do Lote</b> 50 unid.	<b>Nº do cartão</b> 3/3

Fonte: Autor (2017).

À medida em que os elementos forem sendo consumidos e devidamente registrados no sistema eletrônico via planilha *kanban* do Excel, o funcionário irá posicionar na identificação do contenedor a cor correspondente ao status do estoque de cada elemento. O funcionamento do sistema *kanban* para os elementos de fixação pode ser visto na Figura 32.

Figura 32- Sistema *Kanban* nos elementos de fixação.

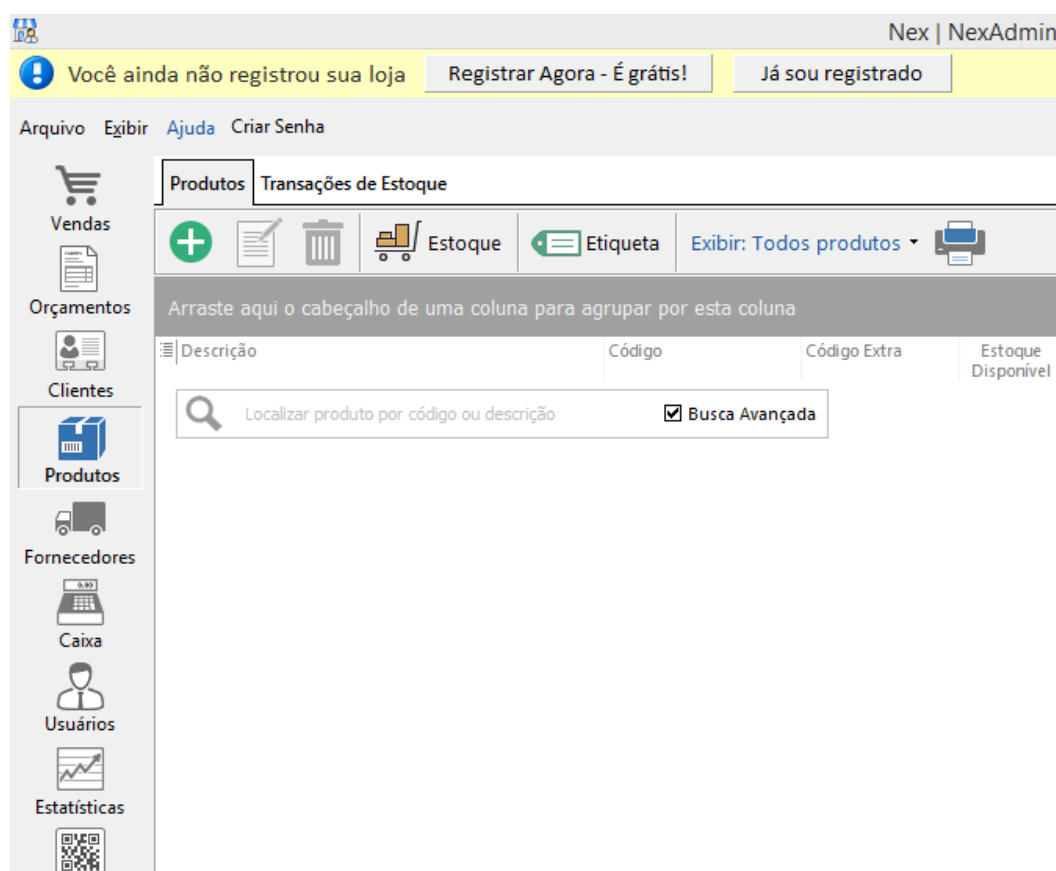


Fonte: Autor (2017).

#### 4.4.4.2 Gestão integrada: Softwares Propostos

Visando aumentar a eficiência do controle de estoques e do sistema *Kanban*, bem como contribuir com a gestão integrada da serralheria, foram pesquisados diversos *softwares* de controle e gestão de estoques no mercado. Desta forma, foi apresentada em uma conversa com os proprietários da empresa, duas opções de softwares. A primeira opção foi o programa Nex (Figura 33).

Figura 33- Interface inicial do Nex.



Fonte: Programa Nex (2017).

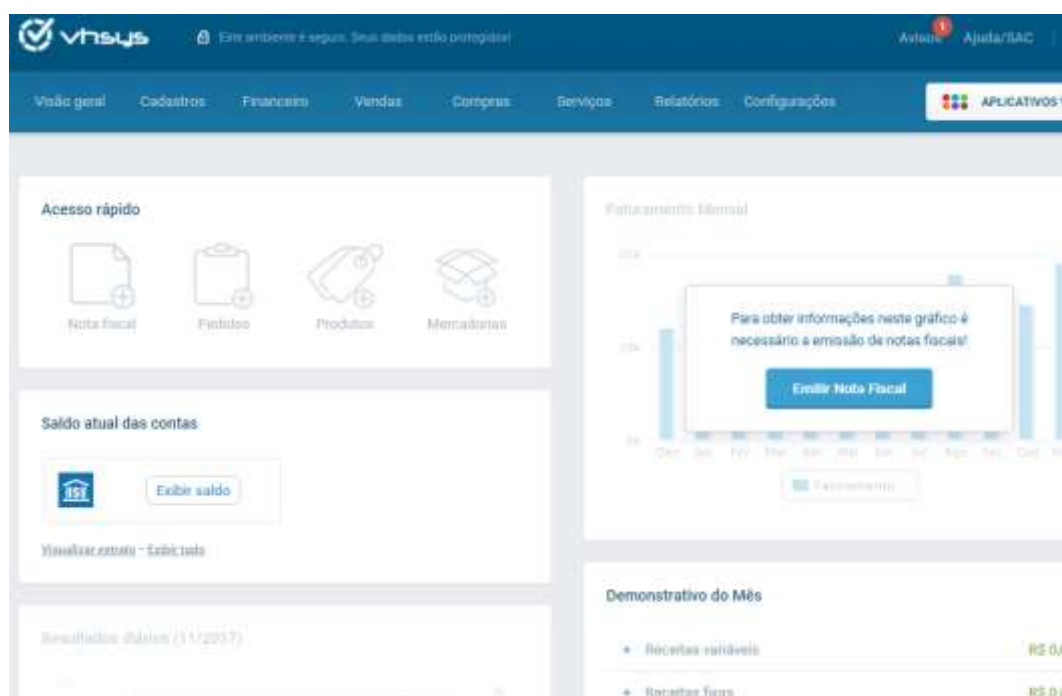
O programa Nex possui diversas funcionalidades úteis para uma pequena empresa, desde os procedimentos de compras e até o controle de caixa e análise estatística. Outro ponto a favor do programa, é a sua interface simples e amigável com o usuário.

O ponto negativo, é que o programa possui apenas alguns módulos gratuitos, ou seja, para obter o *software* em sua totalidade, é preciso efetuar a compra do mesmo. Além disso, o programa possui um módulo de controle de estoque, em que

o mesmo tem a capacidade de registrar a entrada e saída de itens do estoque, o que seria uma alternativa para o acompanhamento do sistema Kanban proposto.

A segunda opção de software foi o programa VHSYS (Figura 34), no qual, possui vários módulos que se adaptam a qualquer tipo de negócio. Entretanto este software, também é pago, possuindo um pequeno período de teste gratuito. Em comparação com o Nex, apresenta um conjunto de ferramentas mais amplo e dinâmico, além de contar com um amplo suporte técnico, tanto presencial quanto online e apresentar preço mensal acessível para uma pequena empresa.

Figura 34- Interface do VHSYS.



Fonte: Programa VHSYS.

Dentre as diversas funcionalidades que o programa oferece está o controle da gestão de estoque, cadastro de produtos e fornecedores, amplo suporte, além do gerenciamento sistemático das vendas. Logo após a apresentação destes dois softwares aos gestores da serralheria, os mesmos, optaram por utilizar o VHSYS, pois também possui uma interface simples de utilizar e funciona tanto conectado à internet, quanto desconectado.

Ainda no contexto da gestão de estoque da serralheria, foi elaborada uma planilha eletrônica (Figura 35) no software Microsoft Excel 2010, com o objetivo de

ser mais uma alternativa de auxílio e monitoramento da eficiência do sistema Kanban projetado.

Figura 35- Planilha eletrônica *Kanban*.

KANBAN		PLANILHA CONTROLE DE ESTOQUE KANBAN → SERRALHERIA FJS						KANBAN	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	ESTOQUE INICIAL	MECIDA	TOTAL DE ENTRADAS	TOTAL DE SAÍDAS	SALDO EM ESTOQUE	STATUS		
1	Parafuso Sextavado Rosca Soberba 1/4 x 50 mm	500	unid	0	100	400	Lote Bom		
2	Parafuso Sextavado Rosca Soberba 1/4 x 60 mm	500	unid	0	150	350	Lote Bom		
3	Parafuso Sextavado Rosca Soberba 1/4 x 70 mm	500	unid	0	200	300	Lote Bom		
4	Parafuso Sextavado Rosca Soberba 1/4 x 90 mm	500	unid	0	300	200	Lote de Atenção		
5	Parafuso Sextavado Rosca Soberba 1/4 x 100 mm	500	unid	0	350	150	Lote de Atenção		
6	Parafuso Philips 5 x 4,5 mm	500	unid	0	460	40	Lote de Perigo		
7	Parafuso Philips 5 x 3,5 mm	500	unid	0	470	30	Lote de Perigo		
8	Parafuso Philips 5 x 7 mm	500	unid	0	480	20	Lote de Perigo		
9	Parafuso Philips 5 x 2 mm	500	unid	0	423	77	Lote de Atenção		
10	Parafuso Philips 5 x 60 mm	500	unid	0	40	460	Lote Bom		

Fonte: Autor (2017).

A planilha intitulada de Planilha *kanban*, possui todos os itens do estoque da serralheria que estão contidos tanto no quadro *kanban*, quanto no sistema *kanban* de etiquetas, contido na estante metálica que abriga os elementos de fixação da empresa. Ao todo a planilha irá controlar 47 itens.

Seu funcionamento será da seguinte maneira: à medida em que os funcionários forem retirando itens do estoque, a respectiva atualização deverá ser feita na planilha, conforme a quantidade retirada. A planilha por sua vez, possui a capacidade de verificar, automaticamente de acordo com o lote e a cor correspondente de cada componente, o status que o mesmo apresenta depois de uma determinada quantidade retirada. Em suma a planilha *kanban*, será a responsável por verificar se o funcionamento do sistema *kanban* está ocorrendo de forma adequada.

## 5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Durante a realização do trabalho foram verificadas várias limitações que impediram uma aplicação sistêmica das ferramentas da produção enxuta. No que diz respeito ao ambiente produtivo, o estudo, limitou-se a propor melhorias pontuais visando principalmente reduzir os elevados tempos de espera e *setup* durante as operações do processo. As propostas de melhoria que englobam a modificação do *layout* do chão de fábrica e a troca rápida de ferramentas não foram possíveis de se realizar, visto que a empresa optou por realizar as modificações mediante a finalização do projeto de reforma de sua estrutura física, prevista para o final do ano.

Outra limitação foi a coleta de novos dados e tempos para a elaboração do mapa de estado futuro de cada produto, visto que para consolidar o novo mapa do processo era preciso realizar as intervenções de *layout* tanto da estrutura física como da movimentação de ferramentas e equipamentos. O mapa de estado futuro construído limitou-se a propor melhorias (*kaizens*) para cada operação do processo produtivo.

O controle de estoques que inicialmente visava dar atenção ao estoque de aço carbono da empresa, foi modificado pois os proprietários relataram que não haveria a necessidade deste controle, visto que a empresa não possui estoques, ou seja, todo o aço carbono é utilizado conforme o tipo, dimensões e detalhamento do produto que o cliente deseja.

Por fim a última limitação diz respeito ao segmento da empresa estudada. Este estudo foi o primeiro a propor melhorias embasadas nas ferramentas do sistema Toyota de Produção em uma Serralheria, na qual caracteriza-se por ser um empreendimento que alia produção artesanal com a produção sob encomenda. Neste sentido por sua produção não ser contínua e possuir um vasto mix de produtos, isso também gerou uma dificuldade no mapeamento do fluxo de valor.

Sendo assim, por ser um ramo que apresenta elevada sazonalidade, aliada à recém consolidação da empresa no mercado local, a inexistência de dados referentes a demanda de produtos e registros de dados foi limitante a mais na execução da proposta do trabalho em sua totalidade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema Toyota de Produção revolucionou não somente o cenário e a indústria automobilística, mas também, o mercado competitivo nos seus mais diversos segmentos, da pequena empresa às grandes indústrias. Metodologias, técnicas e ferramentas nasceram para otimizar os processos produtivos e aumentar a sua qualidade e eficiência, visando atacar os desperdícios.

Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo geral, propor e aplicar as ferramentas da produção enxuta, necessárias para melhoria de um sistema produtivo ligado ao setor metal-mecânico por meio da identificação e eliminação das perdas da produção. Para alcançar tanto o objetivo geral como os objetivos específicos, inicialmente foi realizado o mapeamento do fluxo de valor atual de quatro produtos dentro do variado mix de produção que apresenta uma serralheria.

Neste mapa foi possível analisar, levantar e diagnosticar com base nos tempos de cada atividade do processo produtivo, as perdas produtivas existentes no processo. Logo após, foi realizada a identificação e a localização das perdas produtivas, propiciando determinar quais ferramentas e soluções seriam propostas e aplicadas na empresa. O mapa de estado futuro do processo e a relação de melhorias procuraram explorar os pontos que influenciavam a empresa, a possuir tempos elevados de espera e setup no processo, provocando muitas vezes, o atraso na expedição e instalação dos produtos aos clientes.

Por restrições impostas pela empresa, algumas soluções limitaram-se apenas a propostas de melhorias. Entretanto, foi realizada a construção e implementação de um pequeno sistema *kanban*, primeiro, por meio de um quadro *kanban*, com seus respectivos cartões e segundo, por meio de um mecanismo visual adaptado aos contenedores de parafusos.

A metodologia *Kanban* implementada, visando controlar os estoques de materiais e elementos como parafusos e demais itens de fixação irá permitir a empresa organizar o fluxo de entrada e saída de seus estoques, assim como, proporcionar em um horizonte de médio prazo a previsão de demanda de seus insumos e a conseqüente redução de custos. Juntamente com o sistema *Kanban*, foi proposto à empresa a utilização de um *software* de gestão, que entre suas principais funcionalidades estão o controle de estoque, assim como a gestão administrativa de

fluxo de caixa e pedidos. A empresa mostrou-se aberta e implementou o sistema para uso.

A aplicação dos conceitos e ferramentas do Sistema Toyota de Produção na empresa estudada, que se caracteriza pela forte sazonalidade em seu processo produtivo, mostrou-se um desafio, e ao mesmo tempo propiciou uma série de conhecimentos sobre a característica do segmento de serralheria. Foram possíveis várias propostas de melhorias com base na análise do processo e também na implementação de ferramentas úteis com o *Kanban*, no qual utilizado da maneira correta, com comprometimento e disciplina pode provocar uma significativa melhora na gestão e tomada de decisão dos gestores.

O acompanhamento do processo produtivo e o contato com a criação de valor oriundo de todas as operações envolvidas no processo de produção dos produtos mapeados, permitiu o contato com a realidade prática dos conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. Os procedimentos metodológicos utilizados para atingir os objetivos e gerar os resultados deste trabalho, também permitiram o constante contato entre as pessoas na empresa, provocando uma corrente de aprendizagem bem como o entendimento sistemático do fluxo de materiais e informações do processo produtivo de uma serralheria.

Por fim como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se o acompanhamento da adaptação e eficiência do sistema *kanban* implementado para com a estrutura produtiva da empresa, verificando a satisfação e os dados futuros que este mecanismo irá gerar como auxílio às decisões gerenciais da serralheria estudada.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, José Augusto Camargo; SILVA, Iris Bento da. Implantação de conceitos de manufatura enxuta em célula de conformação de chapas. **Gepros. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 5, n. 1, p.79-91, mar. 2009.
- ANDRADE, H. **Reestruturação da manufatura e gestão operacional na Volkswagen**. Monografia. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003.
- ANTUNES, Junico, et al. **Sistemas de produção: conceitos e praticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BARTZ, Ana Paula Barth; WEISE, Andreas Dittmar; RUPPENTHAL, Elisa. Aplicação da manufatura enxuta em uma indústria de equipamentos agrícolas. **Revista Chilena de Ingeniería**, Arica / Ch, v. 21, n. 1, p.147-158, nov. 2013.
- BATISTA, E. **Fordismo, taylorismo e toyotismo: apontamentos sobre suas rupturas e continuidades**. São Bernardo do Campo: UMESP, 2008. Disponível em: <[http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gepal/terceirosimposio/erika\\_batista.pdf](http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gepal/terceirosimposio/erika_batista.pdf)>. Acesso
- BELLEI, Luciana Martins. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria gráfica**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- BORNIA, Antonio Cezar. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- BOYER, Robert; FREYSSENET, Michel. O mundo que mudou a máquina: síntese dos trabalhos do gerpisa 1993-1999. **RevistaNexus econômicos**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 15-47, out. 2000.
- CHAVES FILHO, José Batista. **Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso**. 2007. 63 p. Trabalho de Graduação (Engenharia de Produção)- Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2007.
- CHIAVENATO, Idalberto, **Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações** - 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- CIRINO, S. R. A.; GONÇALVES, H. S.; QUEIROZ, F. C. B. P.; QUEIROZ, J. V.; HÉKIS, H. R. Sistema de Produção Enxuta: analisando as práticas adotadas em uma indústria têxtil paraibana. **GEPROS. Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 8, nº 1, jan-mar/2013, p. 9-21.

CÓ, Fábio Almeida et al. A utilização das ferramentas do Sistema Toyota de Produção na solução de problemas logísticos: o transporte de caminhonetes da Argentina para o Brasil. In: SIMPEP, 13., 2006, Bauru / Sp. **Anais...** . Bauru: Anais, 2006. p. 1 - 10.

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira et al. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 16, n. 3, p.357-369, 2 set. 2009. Jul.-set.

CORIAT, B. Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro: Revan, 1994.

CORRÊA, Carlos Alberto; CORRÊA, Henrique Luiz. **Administração de produção e operações: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

COSTA, Amanda Herculano da; LIMA, Jeane de Fátima Gomes de; GOMES, Maria de Lurdes Barreto. Redução do tempo de setup na produção de botas de pvc através da técnica TRF. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p.119-132, Jan./mar. 2012.

CRISPIM, Sérgio; TOLEDO, Renato Moreira. Mudanças no cenário competitivo do setor automobilístico e o caso único de consórcio modular: a VW de Resende. **Anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**, Atibaia, SP, 2003.

DA SILVA, Luís Antônio Cardoso. A Reestruturação Pós-Fordista da Produção e suas Consequências sobre as Novas Formas de Gestão de Projetos na Indústria Automobilística Brasileira: O Caso Da Fiasa – Fiat Automóveis S.A. **Revista Gestão Industrial**. v. 01, n. 02 : pp. 073-086, 2005.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre. Bookman, 2008.

DUARTE, Alan Reis Silveira et al. Aplicação do Lean Manufacturing no Setor de Manutenção de Subconjuntos de uma Mineradora de Grande Porte. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Abepro, 2015. p. 1 - 13.

ELIAS, Sérgio José Barbosa et al. Aplicação da troca rápida de ferramenta em uma metalúrgica de grande porte. In: Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 28. **Anais...** . Rio de Janeiro: Abepro, 2008. p. 1 - 13.

FERNANDES, Amábili Sierra et al. Aplicação Da Produção Enxuta Em Uma Empresa De Confecção. **Revista Científica do Unisalesiano – Lins – SP**, ano 3., n.7, jul/dez de 2012.

FILGUEIRAS, Felipe de Souza. **A Produção Enxuta Aplicada em uma Empresa de Comércio de Aparas de Papel**. 2012. 135 f. TCC (Graduação) - Curso de

Engenharia de Produção, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora / Mg, 2012.

FOGLIATO, Flávio S.; FAGUNDES, Paulo Ricardo Motta. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Revista Gestão e Produção**, v. 10, n. 2, p. 163 – 181. agosto, 2003.

FORCELLINI, Fernando A.; G.HEIDERSCHIEDT, Francisca; D'AQUINO, Silvio Fernandes. **Capacitação em Lean**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. 47 slides.

FORNO, Ana Julia dal; FORCELLINI, Fernando Antonio; BORNIA, Antonio Cezar. Levantamento das Práticas do Desenvolvimento enxuto de Produtos no setor de bens de consumo Brasileiro. In: WORKSHOP EM SISTEMAS E PROCESSOS INDUSTRIAIS, 2., 2013, Santa Cruz do Sul. **Anais...** . Santa Cruz do Sul: Wspi, 2013. p. 1 - 10.

FRANCESK, Cleberton et al. Aplicação de ferramentas Lean na área de alimentos: uma revisão conceitual. **Revista Adm.Made**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p.15-35, jan. 2016. Janeiro/abril.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-intime. 1. ed. Caxias do Sul: EDUSC, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. - São Paulo : Atlas, 2002.

GOMES, Carlos. **Antecedentes do Capitalismo**. Almada/por: Edições Ecopy, 2008. 336 p.

GONÇALVES, Juliana Maria Silva; SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana. Uma análise das publicações sobre produção enxuta nos principais periódicos nacionais de Engenharia de Produção. **Produção em Foco**, Joinville, v. 3, n. 2, p.252-277, set. 2013.

HÖRNIG, Gabriela. **Identificação e Redução de Perdas em Processo da Indústria Calçadista segundo Conceitos do Sistema Toyota de Produção**. 2008. 90 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

INACIO, Beatriz da Costa; ARAGAO, Jessica Ferreira de; BERGIANTE, Nissia Carvalho Rosa. Implementação Da Metodologia Lean Healthcare No Brasil: Um Estudo Bibliométrico. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016, João Pessoa / Pb. **Anais...**16 p.

JUNQUEIRA, Roberta Pinezi; SANTA-EULALIA, Luís Antonio de; OLIVEIRA, Rodrigo Maia de. Estudo Comparativo sobre as Experiências de Implantação da Manufatura Enxuta em Três Empresas do Setor Metal–Mecânico Brasileiro. **Gepros. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 1, n. 1, p.52-64, nov. 2005.

KANG, J. **A new trend of parts supply system in Korean automobile industry; the case of the modular production system at Hyundai Motor Company.** 5th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology. n.1, v.2,2001, p.314-317.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Sistema toyota de produção (toyota production system - tps).** Disponível em: <[http://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-\(Toyota-production-system---tps\).aspx](http://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-(Toyota-production-system---tps).aspx)>. Acesso em: 14 abr. 2017.

LIKER, J. K; Meier, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação.** Tradução Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p. Título original: The Toyota Way Fieldbook.

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

LOBO, Paulo André Marques. Do sistema fordista ao sistema hyundai: uma análise comparativa entre quatro sistemas de produção oriundos da indústria automotiva. **Revista eletrônica machado sobrinho**, Juiz de fora, v. 10, n. 01, p. 43,jan./jul. 2015.

LOPES, Alceu de Oliveira; SIEDENBERG, Dieter; PASQUALINI, Fernanda. **Gestão da Produção.** Ijuí / Rs: Unijuí, 2010. 100 p. (Coleção educação a distância. Ijuí : Ed. Unijuí, 2010. – 100 p. – (Coleção educação a distância. Série livro-texto).

LUCAKS, Luciano. **Evolução dos sistemas de produção: Ford Amazon na Bahia.** 2005. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador / Ba, 2005.

LUZ, Daniel Fonseca da. **Sistema Corporativo de Produção: um estudo de caso do sistema produtivo da General Motors, utilizando as dimensões competitivas.** 2011. 156 p. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-graduação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo / Rs, 2011.

LUZ, Daniel Fonseca da; SELLITTO, Miguel Afonso. Sistema corporativo de produção de uma empresa da indústria automotiva. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 15, n. 23, p. 01-104, jan./jun. 2014.

MACEDO, Marcelo et al. Aplicação da manufatura enxuta para melhoria dos resultados operacionais no processo de macharia de uma fundição: estudo de caso Docol. **Revista Espacios**, Caracas / Ven, v. 35, n. 3, p.1-12, fev. 2014.

MACHADO, Marlon Prudente. **Sistema de Fornecimento Enxuto: Uma análise pela percepção dos produtores de carne bovina em Acreúna/GO.** 2011. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Administração, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MANÁ E.D.I. **Linha de montagem Ford T - aventuras na história**. Disponível em: <<http://cargocollective.com/manaedi/linha-de-montagem-ford-t-aventuras-na-historia>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5 ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, Petronio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MASTELLA, Miguel Angelo. **A Importância da aplicação das ferramentas desenvolvidas pela produção enxuta, na gestão da administração da produção**. 2004. 67 p. Monografia (Especialização) - Curso de Gerência de Produção, Diretoria de Pós-graduação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma / SC, 2004.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al (Org.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: Abepro, 2012.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

MOTTA, Fernando Cláudio Prestes; VASCONCELOS, Isabella Gouveia de. **Teoria geral da administração**. 3. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

NOGUEIRA, Maria da Graça Saraiva; SAURIN, Tarcisio Abreu. Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 8, n. 2, p.1-28, jul. 2008.

NUNES, Fabiano de Lima. **Sistema Hyundai de Produção: Uma proposição de modelo conceitual**. 2015. 142 p. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-graduação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo/ Rs, 2015.

NUNES, Fabiano de Lima; MENEZES, Felipe Morais. Sistema Hyundai de produção e sistema Toyota de produção: suas interações e diferenças. **Revista acadêmica São Marcos**, Alvorada, ano 4, n.2, p. 101-120, jul./dez. 2014.

OHNNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

OQUIST, P. The epistemology of action research. **Acta Sociologica**, v.21, n.2, p.143-163, 1978.

PARIS, Wanderson; ZAGONEL, Evaldo. **Evolução histórica dos Sistemas de Produção**. Curitiba: Cronos Quality, 2015.

PINTO, Ricardo Aurélio Quinhões et al. Gestão de estoque e lean manufacturing: estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista Administração em Diálogo**, São Paulo, v. 15, n. 1, p.111-138, abr. 2013.

PIRES, Rafael Tombesi. **Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor em uma Empresa do Ramo Metalúrgico**. 2008. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

POSSAMAI, Heligton Rodrigo Rosso. **Estudo de um programa de redução de desperdícios em um abatedouro de aves no extremo Sul de Santa Catarina**. 2014. 71p. Monografia do Curso de Administração – Linha de Formação Específica em Empresas. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

QUELHAS, L. F. M. M. M. **Kaizen na indústria alimentar**. 2010, 59 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industria e Gestão). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto –Portugal, 2010.

RACHID, Alessandra. Tendências de organização da produção: questões suscitadas pelo Consórcio Modular. **Anais** do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Gramado (RS), 1997.

RAMOS, Marciana Andréia Eidt. **A Filosofia Kaizen No Processo Produtivo Da Empresa Construblocos Scherer**. 2014. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Rio Grande do Sul – Unijuí, Ijuí, 2014.

REBELATO, Marcelo Giroto; MADALENO, Leonardo Lucas; RODRIGUES, Andréia Marize. Um Estudo sobre a Aplicabilidade do Sistema Puxado de Produção na Fabricação de Açúcar. **Revista Gestão Industrial**, Ponto Grossa / Pr, v. 7, n. 1, p.228-246, 9 mar. 2011.

RECH, Gabriela Carpeggiani. **Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas: a experiência de uma metalúrgica**. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

REVISTA MECÂNICA ONLINE. **Hyundai motor inaugura sua primeira fábrica no brasil**. Disponível em: <<http://www.mecanicaonline.com.br/2012/11+novembro/03+engenharia/01+fabrica+motores+hyundai.php>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil. 1999, 97p.

SÁ, João Mário Marques. **Implementação de Técnicas e Ferramentas Lean na Produção de Cerveja**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Biológica, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Minho / Por, 2013. Disponível em: <[repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35381](http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35381)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SALGADO, Eduardo Gomes et al. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 16, n. 3, p.344-356, ago. 2009. Julho-set.

SANTOS, Cristiane Escarpelini dos et al. Aplicação das Ferramentas do Sistema de Produção Enxuta em um Ambiente Hospitalar. **Revista Científica do Unisalesiano**, Lins / Sp, v. 7, n. 3, p.46-58, jun. 2012. Jul/dez.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; SANTOS, Eder Jonis dos. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor para a Implantação da Produção Enxuta na Fabricação de Fios de Cobre. **Revista Gestão Industrial**, Ponto Grossa / Pr, v. 7, n. 4, p.118-139, dez. 2011.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; SANTOS, Eder Jonis dos. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre. **Revista Gestão Industrial**, Ponto Grossa, v. 7, n. 4, p.118-139, dez. 2011.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabrício. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Revista Gestão e produção. São Carlos, SP. Vol. 15, n. 3. set-dez. 2008. p. 449-462**, 2008.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Ideias de negócio: como montar uma serralheria**. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/portalsebrae/ideias/como-montar-uma-serralheria,19987a51b9105410vgnvcm1000003b74010arcrd>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

SELAU, Lisiane Priscila Roldão et al. Produção Enxuta No Setor De Serviços: Caso Do Hospital De Clínicas De Porto Alegre - Hcpa. **Revista Gestão Industrial**, Ponto Grossa / Pr, v. 5, n. 1, p.122-140, mar. 2009.

SELLITTO, Miguel Afonso; BORCHARDT, Miriam; PEREIRA, Giancarlo Medeiros. Presença dos princípios da mentalidade enxuta e como introduzi-los nas práticas de gestão das empresas de transporte coletivo de Porto Alegre. **Revista Produção**, São Leopoldo, UNISINOS, v. 20, n. 1, p.15-29, jun. 2010. Jan/mar.

SEPULVEDA, Fabio Rogerio. **Metodologia para implementação de um Sistema de Produção Enxuta “Lean Manufacturing” em uma Empresa Metalúrgica**. 2008. 73 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SHIGOTO. **Visando aumentar salários, toyota não pedirá descontos a fornecedores**. Disponível em: <<https://shigotonihon.wordpress.com/category/toyota/>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

SHIMOKAWA, K; FUJIMOTO, T. **O Nascimento do Lean**. Porto Alegre: Bookman, 296 p., 2011.

SHIMBUN, N. K. **Poka – Yoke: Improving product quality by preventing defects.** Japan: Nks Factory Magazine 1987.

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

SILVA, Iris Bento da et al. Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 18, p.687-704, 10 jul. 2011.

SILVA, Valéria Cristine Oliveira; RENTES, Antônio Freitas. A importância da Produção Enxuta nas empresas brasileiras do setor agroindustrial. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34., 2004, Florianópolis. **Anais..** Abepro, 2004. p.8.

SOUZA, A. K. C. A. S.; GOMES, A. F. Uma proposta de melhoria da produtividade através da redução de paradas com a utilização do kaizen numa indústria de abate de aves e preparação de produtos de carne. In: **XXIV ENANGRADE**, Encontro Nacional dos Cursos de Graduação em Administração. Florianópolis, 2013.

TEJEDA, Anne Sophie. Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos. **Revista Ciencia y Sociedad**, v. 36, n. 2, 02 fev. 2011. Abril-junho Santo Domingo / República Dominicana: Disponível em: <<http://biblat.unam.mx/pt/revista/ciencia-y-sociedad/articulo/mejoras-de-lean-manufacturing-en-los-sistemas-productivos>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986. (Coleção temas básicos de pesquisa-ação).

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 2007.

VALLE, Anna Claudia Ribeiro do et al. Aplicação do método Benchmarking Enxuto em uma empresa metal mecânica. **Gepros. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 3, n. 4, p.11-27, out. 2008.

VIDOR, Gabriel; SAURIN, Tarcísio Abreu. Método para a Avaliação de Sistemas de Gestão de Pokayokes: Estudo de Caso em um Sistema de Manufatura. **Revista Gestão Industrial**, Ponto Grossa / Pr, v. 6, n. 2, p.01-27, out. 2010.

WERKEMA, Cristina. Lean seis sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A mentalidade Enxuta nas empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza. 11ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo.** 11ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.















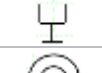



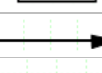

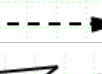










WOOD JR., Thomaz. Fordismo, toyotismo e volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 4, n. 32, p.6-18, set./ out. 1992.

## ANEXO 1- SIMBOLOGIA PARA O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Os ícones e símbolos para mapear as atividades que agregam e não agregam valor no processo produtivo estão divididos em três categorias: Fluxo de Materiais, Fluxo de Informação e Ícones Gerais (Quadro 11).

Quadro 11: Simbologia do Mapeamento de fluxo de valor.

<b>Ícones do Fluxo de Materiais</b>			
	Fontes externas		Entrega via caminhão
	Processo		Entrega via empilhadeira
	Processo compartilhado		Retirada
	Caixa de dados		Entrega via embarcação
	Fluxo puxado		Produtos acabados para o cliente
	Estoque		Supermercado
	Fluxo sequencial 1º que entra - 1º que sai		
<b>Ícones do Fluxo de Informação</b>			
	Informação		Posto de <i>kanban</i>
	<i>Kanban</i> chegando em lotes		Bola para puxada sequenciada
	<i>Kanban</i> de retirada		Nivelamento de carga
	Programação "vá ver"		Fluxo de informação manual
	<i>Kanban</i> de produção		Fluxo de <i>kanban</i>
	<i>Kanban</i> de sinalização		Fluxo de informação eletrônica
<b>Ícones Gerais</b>			
	Necessidade de kaizen		Estoque pulmão ou de segurança
	Problemas de qualidade		Operador

Fonte: Adaptado de Lean Institute Brasil (2017).