



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GILVAN FEITOSA TORRE JUNIOR**

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE  
VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO PROCESSO  
PRODUTIVO DE UMA EMPRESA GRÁFICA**

Juazeiro - BA

2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GILVAN FEITOSA TORRE JUNIOR**

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DE FLUXO DE  
VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO PROCESSO  
PRODUTIVO DE UMA EMPRESA GRÁFICA**

Trabalho apresentado ao Colegiado de Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Ângelo Antônio Macedo Leite.

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva.

Juazeiro - BA

2017

	Torre Junior, Gilvan Feitosa.
T689u	Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa gráfica / Gilvan Feitosa Torre Junior. – Juazeiro, 2017.
	xviii, 114 f.: il.; 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2017.
	Orientador: Prof. Dr. Ângelo Antônio Macedo Leite. Co-orientadora: Prof <sup>a</sup> . Dr <sup>a</sup> . Ana Cristina Gonçalves Castro Silva.
	1. Administração de materiais. 2. Empresa gráfica. 3. Processo produtivo – desperdício. I. Título. II. Leite, Ângelo Antônio Macedo. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 658.7

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF  
Bibliotecário: Márcio Pataro

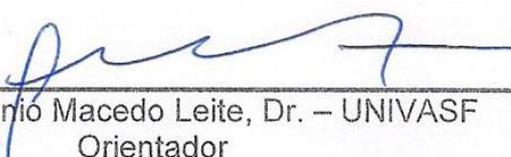
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

GILVAN FEITOSA TORRE JUNIOR

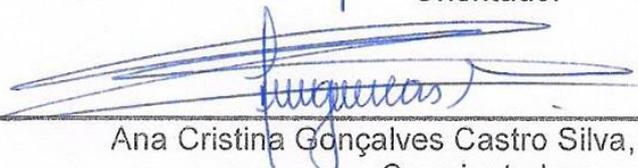
**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DO FLUXO DE  
VALOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO PROCESSO  
PRODUTIVO DE UMA EMPRESA GRÁFICA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



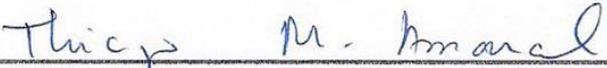
---

Ângelo Antônio Macedo Leite, Dr. – UNIVASF  
Orientador



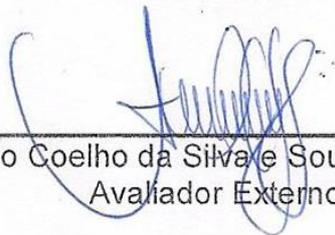
---

Ana Cristina Gonçalves Castro Silva, Dr<sup>a</sup>. – UNIVASF  
Co-orientadora



---

Thiago Magalhães Amaral, Dr. – UNIVASF  
Avaliador Interno



---

André Camilo Coelho da Silva e Souza – HU UNIVASF  
Avaliador Externo

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 25/05/17

Dedico esse trabalho a meu pai,  
minha mãe e irmãos que são  
o alicerce da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me deu força, paciência e coragem para continuar na graduação e me carregou quando pensei em desistir. A ele meu muito obrigado.

Ao meu pai, meu exemplo de ser pessoa e de homem. Pelas diversas vezes que me disse que o maior bem que podia me dar era o ensino a única coisa que ninguém podia tirar de mim.

A minha mãe, irmãos e minha namorada, por terem entendido minhas ausências quando preciso, suportado meus estresses, dividido o fardo de minhas inquietações e aflições e estarem sempre torcendo por mim.

Aos meus “abigos” pelas frustrações, risadas, aprendizados, estudos, dedicação, companheirismo, “tretas” e mais “tretas”, rotina e sentimento cultivado! Vocês farão falta.

Aos meus amigos de colégio e da vida aos quais dividimos nossas tristezas, alegrias e apoiamos uns nos outros.

Aos meus Orientadores Ângelo Leite e Ana Castro, por acreditarem na construção do projeto, realização da monografia e por todos ensinamentos que me passaram dentro e fora de uma sala de aula.

Ao professor Militão Vieira pelas palavras simples de incentivo quando eu estava pensando em desistir.

Ao Movimento Escalada, por me aproximar da igreja, ajudar na tentativa de manter minha cruz equilibrada ensinando-me como ser pessoa em clima de oração e apresentando tantos amigos.

Por fim, a todos que de alguma forma foram aquilo que precisei para a continuação e conclusão da minha graduação. Muito obrigado!

**TORRE JUNIOR, G. F. Utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa gráfica.** Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2017.

## **RESUMO**

Diante da grande concorrência global, as empresas buscam maneiras de se tornarem mais competitivas. Uma das formas encontradas é a redução dos seus desperdícios. A ferramenta conhecida como Mapeamento do Fluxo de Valor, auxilia no entendimento do fluxo de materiais, atividades e informações da empresa buscando torna-la mais *lean*. O presente trabalho tem o objetivo de analisar e identificar os desperdícios em um processo produtivo de uma empresa gráfica especializada na produção de etiqueta adesiva localizada em Petrolina-PE, por meio da ferramenta enxuta Mapeamento do Fluxo de Valor. Os métodos utilizados para a realização do trabalho constituíram-se em um estudo de caso elaborado com os dados obtidos através da observação *in loco* entre janeiro e abril de 2017, com o auxílio da equipe de trabalho criada para o Mapeamento do Fluxo de Valor. Todos os dados coletados foram processados no *software* Microsoft® Office Visio® criando o mapa no estado atual sendo possível a identificação dos desperdícios presentes no processo. Após debate e análise dos resultados obtidos, foi criado um mapa do estado futuro e feito as recomendações de melhorias apresentadas pelo mapa, assim como um plano de ação 5W1H para implementar as melhorias encontradas. Os resultados mostram uma melhoria do *lead time* de 38,09%, de 26,01% do tempo de ciclo, 75% do número de estoque, 25% do número de processos e um aumento de 22% no índice de eficiência dos postos de trabalho.

Palavras chave: *Mapeamento do Fluxo de Valor, Desperdícios, Produção enxuta, Gráfica.*

**TORRE JUNIOR, G. F. Utilization of Value Stream Mapping to identify wastes in a productive process of a graphic company.** Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2017.

## **ABSTRACT**

In face of the global competition, the companies have sought ways to become more competitive. One way is reducing wastes. The tool known as Value Stream Mapping helps to understand the flow of materials, activities and information in the company, in order to provide it more lean. This study aims to analyze and to identify wastes in a productive process in a graphic company specialized in the production of adhesive labels located in Petrolina-PE, using the Value Stream Mapping. The method used to carry out this work was a case study elaborated from the data obtained through the on-site observation between January and April of 2017, with the aid of the work team created for the Mapping of the Value Stream. All the data collected were processed by using the Software Microsoft® Office Visio® to create the current state map, in order to identify wastes in the process. After deliberate and analyze the obtained results, it were created a future state map and stated improvement proposals as well as a 5W1H action plan in an effort to implement the discovered improvements. The results presented an improvement of 38,09% on lead time, 26,01% on cycle time, 75% on stock number, 25% on number of process and an increase of 22% on the efficiency index of the work stations.

*Keywords: Value Stream Mapping, Wastes, Lean Manufacturing, Graphic company.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Consequência da redução de desperdícios.....	32
Figura 2 — Princípios do pensamento <i>lean</i> .....	33
Figura 3 — Fluxo de materiais e de informações .....	36
Figura 4 — Etapas iniciais do Mapeamento de Fluxo de Valor .....	39
Figura 5 — Exemplo de Mapa do Fluxo de Valor Atual.....	40
Figura 6 — Sistema puxado com supermercado .....	44
Figura 7 — Exemplo de Mapa do Fluxo de Valor Futuro .....	46
Figura 8 — Fluxograma para o desenvolvimento do mapa do estado futuro .....	47
Figura 9 — Exemplo de utilização do diagrama de causa e efeito.....	52
Figura 10 — Classificação das fontes bibliográficas .....	55
Figura 11 — Etapas usuais da pesquisa.....	57
Figura 12 — Organograma da empresa.....	61
Figura 13 — Fluxograma do processo produtivo.....	64
Figura 14 — <i>Layout</i> atual da empresa .....	65
Figura 15 — Mapofluxograma do processo .....	66
Figura 16 — Mapa do Estado Atual .....	72
Figura 17: —Tempo de ciclo <i>versus</i> processos no estado atual .....	74
Figura 18 — Defeito de fabricação na impressão .....	76
Figura 19 — Mapa do Estado Futuro .....	79
Figura 20 — Tempo de ciclo <i>versus</i> processos no estado futuro.....	82
Figura 21 — Ribbons .....	105
Figura 22 — Bobinas para cupons .....	105
Figura 23 — Máquina etiquetadora .....	105
Figura 24 — Tag's.....	106
Figura 25 — Etiqueta adesiva 60 x 94 mm .....	106
Figura 26 — Etiqueta adesiva 22 x 14 mm .....	106
Figura 27 — Etiqueta adesiva 108 x 75 mm .....	107
Figura 28 — Etiqueta adesiva 49 x 49 mm .....	107
Figura 29 — Etiqueta gravata 39 x 162 mm.....	107
Figura 30 — Etiqueta sem cola 110 x 30 mm.....	108

Figura 31 — Etiqueta sem cola 50 x 72 mm.....	108
Figura 32 — Rotulo 85 x 145 mm.....	108
Figura 33 — Exemplo de clichê.....	109

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Principais colaboradores do STP .....	29
Quadro 2 — Exemplos de desperdícios em áreas administrativas .....	30
Quadro 3 — Família de produtos .....	37
Quadro 4 — Diretrizes para o mapa do estado futuro .....	42
Quadro 5 — Eventos relevantes para diversas estratégias de pesquisa .....	57
Quadro 6 — Quadro resumo .....	65
Quadro 7 — Quadro para escolha do produto a ser selecionado .....	67
Quadro 8 — Plano de ação 5W1H .....	81
Quadro 9 — Comparativo entre os índices de eficiência .....	82
Quadro 10 — Melhorias quantitativas do MFV .....	83
Quadro 11 — Mapeamento dos clichês .....	93
Quadro 12 — Mapeamento dos papéis .....	94
Quadro 13 — Mapeamento das facas .....	95
Quadro 14 — Mapeamento das tintas .....	96
Quadro 15 — Ícones do fluxo de material .....	101
Quadro 16 — Ícones do fluxo de informação .....	102
Quadro 17 — Ícones gerais .....	103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Distribuição normal .....	49
Tabela 2 — Coeficiente para calcular o número de cronometragens.....	49
Tabela 3 — Tempos para definição do número de ciclos .....	68
Tabela 4 — Dados da Equação 4 .....	68
Tabela 5 — Tempo normal dos processos.....	69
Tabela 6 — Tempo padrão de cada processo .....	69
Tabela 7 — Determinação da capacidade produtiva.....	71
Tabela 8 — Tempos cronometrados dos processos .....	98
Tabela 9 — Tempos cronometrados dos <i>setups</i> .....	98
Tabela 10 — Tolerância devido a natureza da atividade (T1).....	111
Tabela 11 — Tolerância devido a duração do ciclo (T2) .....	111
Tabela 12 — Tolerância devido ao ambiente (T3) .....	112
Tabela 13 — Tolerância devido a temperatura e umidade (T4) .....	112
Tabela 14 — Ritmo .....	114

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 — <i>Takt time</i> .....	43
Equação 2 — Determinação do número de ciclos .....	49
Equação 3 — Fator tolerância.....	50
Equação 4 — Calcular o tempo normal (TN).....	51
Equação 5 — Calcular o tempo padrão (TP) .....	51
Equação 6 — Medida da capacidade.....	51
Equação 7 — Número mínimo de postos de trabalho .....	53
Equação 8 — Eficiência do sistema .....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABIGRAF	Associação Brasileira da Indústria Gráfica
CP	Capacidade Produtiva
FT	Fator de Tolerância
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
PCP	Planejamento e Controle da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
TC	Tempo de Cronometrado
TM	Tempo Médio
TN	Tempo Normal
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
V	Velocidade

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	20
1.2	OBJETIVOS .....	21
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>21</b>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	21
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	23
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (TPS) .....	25
<b>2.1.1</b>	<b>Origens do Sistema Toyota de Produção .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2</b>	<b><i>Lean Manufacturing</i> .....</b>	<b>29</b>
2.2	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	34
<b>2.2.1</b>	<b>Origem da ferramenta MFV.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Fluxos de materiais e de informações.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Selecionando uma família de produtos .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.4</b>	<b>O gerente do fluxo de valor .....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Usando a ferramenta de mapeamento.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Mapa do Estado Atual .....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Características de um fluxo de valor <i>lean</i>.....</b>	<b>41</b>
2.2.7.1	Produza de acordo com o seu <i>takt time</i> .....	43
2.2.7.2	Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível .....	43
2.2.7.3	Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não é possível .....	43
2.2.7.4	Tente enviar a programação do cliente somente para um processo de produção .....	45
2.2.7.5	Nivele o <i>mix</i> de produção .....	45
<b>2.2.8</b>	<b>Mapa do Estado Futuro.....</b>	<b>45</b>

2.3	ESTUDOS DE TEMPOS, CRONOANÁLISE E MEDIDA DA CAPACIDADE .....	47
<b>2.3.1</b>	<b>Estudo de tempos .....</b>	<b>47</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Cronoanálise.....</b>	<b>48</b>
2.3.2.1	Etapas para determinação do tempo padrão .....	48
2.3.2.1.1	<i>Divisão da operação em elementos .....</i>	<i>48</i>
2.3.2.1.2	<i>Determinação do número de ciclos .....</i>	<i>49</i>
2.3.2.1.3	<i>Avaliação da velocidade do operador.....</i>	<i>50</i>
2.3.2.1.4	<i>Determinação das tolerâncias .....</i>	<i>50</i>
2.3.2.1.5	<i>Determinação do tempo padrão .....</i>	<i>51</i>
<b>2.3.3</b>	<b>Medida da capacidade .....</b>	<b>51</b>
2.4	FERRAMENTAS PARA O CONTROLE E MELHORIA DA QUALIDADE	51
<b>2.4.1</b>	<b>Diagrama de causa e efeito .....</b>	<b>52</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Ferramenta 5W1H .....</b>	<b>52</b>
2.5	BALANCEAMENTO DE LINHA.....	53
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>54</b>
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	54
<b>3.1.1</b>	<b>Delineamento da pesquisa .....</b>	<b>56</b>
3.2	ETAPAS DA PESQUISA .....	57
<b>3.2.1</b>	<b>Constituir a equipe de trabalho.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Selecionar uma família de produtos .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Desenho do estado atual e cronometrar as atividades.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Desenhar o mapa atual .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Revisar o MFV .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Identificar problemas na produção.....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Desenhar o mapa de estado futuro.....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Propor melhorias.....</b>	<b>60</b>

<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
4.1	EMPRESA ESTUDADA .....	61
4.2	OS PRODUTOS .....	62
4.3	PROCESSO PRODUTIVO.....	62
4.4	LAYOUT DA EMPRESA.....	65
4.5	CONSTITUIÇÃO DA EQUIPE DE TRABALHO QUE ATUOU NO MFV...66	
4.6	SELEÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS .....	67
4.7	DESENHO DO ESTADO ATUAL E CRONOMETRAGEM DAS ATIVIDADES .....	67
<b>4.7.1</b>	<b>Estudo de tempos, cronoanálise e medida da capacidade .....</b>	<b>67</b>
4.7.1.1	Coleta de dados .....	67
4.7.1.2	Coleta de tempos .....	68
4.7.1.3	Determinação do tempo normal (TN) e do tempo padrão (TP) .....	69
4.7.1.4	Medida da capacidade .....	70
<b>4.7.2</b>	<b>Desenho do estado atual .....</b>	<b>71</b>
4.8	DESENHO DO MAPA ATUAL DE ACORDO COM A LITERATURA .....	71
4.9	REVISÃO DO MFV.....	73
4.10	IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS NA PRODUÇÃO .....	73
4.11	DESENHO DO MAPA DE ESTADO FUTURO.....	74
<b>4.11.1</b>	<b>O processo de produzir de acordo com o <i>takt time</i>.....</b>	<b>74</b>
<b>4.11.2</b>	<b>Desenvolvimento de um fluxo contínuo e utilizando supermercados ..</b>	<b>75</b>
<b>4.11.3</b>	<b>Enviando a programação para o processo puxador .....</b>	<b>75</b>
<b>4.11.4</b>	<b>Balanceamento do processo.....</b>	<b>75</b>
<b>4.11.5</b>	<b>Diagrama de causa e efeito .....</b>	<b>76</b>
<b>4.11.6</b>	<b>Desenho do estado futuro .....</b>	<b>77</b>
4.12	PROPOSTAS DE MELHORIAS .....	80
4.13	COMPARAÇÕES ENTRE O ESTADO ATUAL E FUTURO.....	82

<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS..</b>	<b>84</b>
5.1	CONCLUSÕES .....	84
5.2	TRABALHOS FUTUROS .....	86
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE A — MAPEAMENTO DOS PROCESSOS INDIVIDUAIS.....</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE B — TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO A — SIMBOLOGIAS UTILIZADAS NO MFV.....</b>	<b>100</b>
	<b>ANEXO B — EXEMPLOS DE PRODUTOS DA EMPRESA.....</b>	<b>104</b>
	<b>ANEXO C — TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE TOLERÂNCIA.....</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXO D — TABELA DE RITMO .....</b>	<b>113</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A competitividade, causada pela livre concorrência, faz com que os consumidores exijam cada vez mais qualidade nos produtos ou serviços prestados (VARGAS; COSER; SOUZA, 2016). Essa qualidade exigida, gera uma dependência de eficiência nas atividades desempenhadas por empresas fornecedoras, que buscam constantemente a redução custos e a melhoria de seus processos. Neste contexto, as empresas especializadas no setor gráfico destacam-se por estarem em constante busca de redução dos custos de produção.

No Brasil, o setor da indústria gráfica encerrou o trimestre abril/junho de 2016 com a sua balança comercial em superávit de US\$ 21,8 milhões de acordo com os dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC) e divulgados pela ABIGRAF. No ano de 2014, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) mostrou que o perfil das empresas da indústria gráfica brasileira é composto por 0,5% de empresas de grande porte, 2,6% de médio porte, 16,9% de pequeno porte e 80% composto por microempresas, sendo as duas últimas somando aproximadamente 97,0% do total de empresas do setor (ABIGRAF, 2016)

Para Slack e Lewis (2009) diante deste crescente mercado, empresários vêm acompanhando os requisitos de mercado (informações externas) e recursos de operações que se traduzem em informações internas de suas empresas que possam auxiliá-los nas decisões estratégicas. Assim, é necessário que empreendedores compreendam os conflitos naturais existentes no seu negócio e que dominem as relações custo/benefício necessárias para sanar tais conflitos (POUND; BELL; SPEARMAN, 2015).

De acordo com Vieira (2014) a competição gerada pelo mercado global, faz com que as empresas busquem técnicas de produção que lhe ofereçam vantagem competitiva. Sendo assim, o gestor deve estar sempre atualizado, buscando reciclar-se, conhecendo novas técnicas, ferramentas e adaptar-se aos impactos causados pelos avanços tecnológicos e pela concorrência. Além disso, ele deve ter uma visão clara do mercado no qual está inserido, conhecer os consumidores, os produtos e os concorrentes, ajudando os executivos a obter informações necessárias para alcançar suas estratégias (POUND; BELL; SPEARMAN, 2015).

Uma das ferramentas utilizadas para auxiliar no entendimento do fluxo de uma empresa é o Mapeamento do Fluxo de Valor. Essa ferramenta é utilizada na

obtenção de consenso sobre a verdadeira situação produtiva da organização, na visualização dos relacionamentos entre fluxos de material, atividade e informações da empresa. Além de auxiliar na localização e separação das atividades que agregam valor ou não para o cliente e na elaboração de um plano para utilização de ferramentas *leans* mais adequadas (WERKEMA, 2011).

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

As atividades realizadas por algumas empresa objetivam alcançar seu planejamento estratégico, agregado e da capacidade que relacionam-se muitas vezes de forma complexa. Várias dessas atividades são processos que buscam transformar insumos, como matérias-primas, em produtos acabados, consumindo recursos que nem sempre agregam valor ao produto final (MARTINS; LAUGENI, 2006).

De acordo com Soares (2013) conseguir agregar valor a um produto é uma tarefa sem grandes dificuldades, entretanto a remoção de atividades que não geram valor, como desperdícios, do processo produtivo é prática que demanda atenção e cautela. Sendo assim, deve-se identificar as etapas do processo que geram valor para os clientes. Segundo Jacobs e Chase (2012) valor para o cliente, no âmbito da produção enxuta, seria tudo aquilo que o consumidor está disposto a pagar. Dessa forma, as atividades que não tem valor, ou seja, atividades que não transformam materiais e informações em algo que o cliente deseja, não contribuem diretamente para o resultado final esperado, já que não tem valor para o cliente.

Desperdício, portanto, é entendido como tudo que não agrega valor sob o entendimento do cliente. Há diversos tipos de desperdícios de processos, entre eles estão: produtos com defeito, excesso de produção, estoques, movimentação desnecessária, excesso de etapas no processo, transporte e espera (JACOBS; CHASE, 2012).

Sendo assim o problema, objeto de estudo desse trabalho, é a utilização da ferramenta enxuta Mapeamento de Fluxo de Valor em uma pequena empresa do setor gráfico, localizada na cidade de Petrolina-PE, buscando observar o processo produtivo e identificar as possíveis causas de desperdícios, tendo em vista a redução do *lead time*, o aumento na eficiência da fabricação e com isso uma redução dos custos.

Dessa forma, utilizando a ferramenta conhecida como Mapeamento de Fluxo de Valor busca-se responder a seguinte problemática: quais os possíveis desperdícios que o mapeamento de fluxo de valor pode ajudar a identificar em uma empresa do setor gráfico especializada na produção de etiquetas adesivas?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Identificar, através da utilização da ferramenta enxuta Mapeamento de Fluxo de Valor, os desperdícios de um processo produtivo de uma empresa gráfica do Vale do São Francisco, especializada na produção de etiquetas adesivas.

### 1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo geral deriva-se em objetivos específicos, que são:

- Selecionar uma família de produtos para ser mapeada;
- Mapear o processo produtivo da família selecionada para determinar quais atividades agregam valor ao produto;
- Identificar os possíveis problemas no processo produtivo;
- Identificar as possibilidades de melhorias utilizando o mapeamento feito;
- Desenvolver o Mapa do Estado Futuro eliminando os desperdícios identificados no processo;
- Propor as melhorias para o processo usando o 5W1H.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Maia e Barbosa (2006) as empresas vêm empregando expressivamente esforços e recursos para alcançar uma melhoria em seus processos de manufatura, buscando com isso, o aumento da competitiva e ampliação do mercado de atuação.

Nas empresas, ao longo de todo seu processo produtivo, existem vários custos. Contudo, quando esses custos são identificados, muitas vezes pode-se eliminá-los ou reduzi-los. Nesse sentido, o mapeamento de fluxo de valor estrutura-se como uma ferramenta que auxilia na identificação e análise do processo produtivo, tendo em vista o enxugamento e até eliminação dos custos. Tal ferramenta ligada aos fundamentos da manufatura enxuta, procura criar um fluxo que flua de maneira eficiente, fazendo com que o produto ou serviço seja transformado com o menor emprego de recursos possíveis (SOARES, 2013).

Segundo Rother e Shook (2003) a ferramenta MFV é mais útil que ferramentas quantitativas e diagramas de *layout* que fornecem um grupo de passos que não geram valor. O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa que relata com minúcia como o processo ou unidade produtiva deveria operar para gerar valor.

Como exemplo, pode-se verificar que Chiochetta e Casagrande (2007) utilizaram o mapeamento de fluxo de valor para diagnosticar uma pequena indústria de alimentos que produz embutidos e defumados derivados de carne suína. Obtiveram a redução do *lead time*, do tempo de produção e a diminuição do tempo de movimentação interna do produto. Concluindo que a ferramenta se adapta de maneira consistente a pequenas indústrias e mostrando-se eficaz na obtenção de diagnóstico e na redução de desperdícios.

Elias, Mauro e Tubino (2011) verificaram a utilidade do MFV em uma indústria de gesso localizada no município de Nova Olinda-CE, aplicando a ferramenta em uma família de produtos conhecida como gessos "ALFA" do tipo 1. Com a pesquisa, constataram que é uma ferramenta de grande auxílio para redução do *lead time* em uma linha de produção, fazendo com que a empresa se torne mais competitiva em um mercado cada vez mais exigente.

Bittar et al. (2005) buscaram utilizar o MFV em uma cadeia de suprimentos na indústria automobilística, visando a redução, ou até a eliminação dos desperdícios que resultam em custos extras de produção bem como uma diminuição de produtividade. Segundo a pesquisa, com as possíveis melhorias notadas pelo MFV, as empresas deverão ganhar com a redução do *lead time*, redução dos custos e tentar sanar as deficiências expostas graças a ferramenta.

Nesse contexto, a melhoria de processos têm sido alvo de diversas empresas como uma das estratégias para o avanço de suas vantagens competitivas, na

medida em que buscam ter um aproveitamento maior da sua capacidade produtiva, sem que isso implique em aumento nos custos ou grandes modificações na sua estrutura. Essa preocupação também é recorrente em empresas do setor gráfico que, na ausência de um planejamento produtivo capaz de diagnosticar falhas no processo, podem sofrer perdas por desperdício e retrabalho, dentre outras que não agregam valor ao produto, impactando diretamente na perda de lucratividade.

Essa temática se encaixa na área de engenharia de produção, pois segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) são funções da Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados, englobando colaboradores, insumos, especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas.

De acordo com a ABEPRO há subáreas na engenharia de produção que apoiam a tomada de decisão dos setores das empresas, como a Engenharia de Operações e Processos de Produção. Nessa subárea encontra-se áreas como o Planejamento e Controle da Produção (PCP) que segundo Santos et al. (2010) é responsável por coordenar e aplicar os recursos produtivos de maneira que atenda, da melhor maneira possível, os objetivos traçados pelos níveis estratégico, tático e operacional e a Engenharia de Métodos que para Tardin et al. (2013) analisa e seleciona a melhor forma das atividades, dos processos, do uso das ferramentas e equipamentos para produzir um produto ou prestar um serviço.

Dessa maneira, justifica-se a realização do estudo que foi realizado em uma gráfica de pequeno porte, localizada em Petrolina-PE e especializada na fabricação de selos para fruticultura da região do Vale do São Francisco.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho encontra-se organizado em seis capítulos, sendo eles apresentados a seguir.

No primeiro capítulo mostra os aspectos introdutórios do trabalho, contando com uma justificativa, contextualização do problema e os objetivos.

No segundo capítulo, é apresentado o referencial teórico com assuntos pertinentes ao estudo. Através de fontes bibliográficas como livros, publicações periódicas e impressos diversos.

O terceiro capítulo trata sobre aos aspectos metodológicos que presente estudo seguiu.

O quarto capítulo aborda sobre o estudo de caso e as características da empresa no qual o trabalho foi desenvolvido.

No quinto capítulo, é mostrado os resultados e discussões a respeito do que foi proposto na metodologia e desenvolvido.

O sexto e último capítulo, mostra quais as conclusões acerca do trabalho e quais as recomendações para futuros trabalhos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção será apresentado o Sistema Toyota de Produção que deu origem a produção enxuta e a ferramentas como Mapeamento do Fluxo de Valor. Logo após, desenvolvidos os conceitos mais relevantes sobre a ferramenta MFV, que fundamenta a pesquisa desenvolvida no trabalho. Por fim, serão mostradas informações sobre o estudo de tempos e cronoanálise e algumas ferramentas para o controle e melhoria da qualidade.

### 2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (TPS)

Segundo Ghinato (2000) o Sistema Toyota de Produção é uma filosofia que busca desenvolver a organização de forma que atenda as diversas vontades do consumidor em um pequeno prazo. Procurando ter um alto nível de qualidade a um baixo custo para a empresa, de mesma forma, essa filosofia visa o aumento da segurança e moral de seus colaboradores, englobando e incluindo a manufatura e as diversas áreas da organização.

#### 2.1.1 Origens do Sistema Toyota de Produção

A origem do TPS remete a manufatura, sendo assim, para um melhor discernimento acerca desse sistema faz-se necessário a compreensão de sua origem na manufatura, que segundo Ghinato (2000) se deu mais estritamente na indústria automobilística.

Em 1910 Sakichi Toyoda fez uma viagem aos Estados Unidos no qual ficou interessado com a indústria automobilística, no entanto, a criação da Toyota Motor Company deve-se a Kiichiro Toyoda, filho do fundador Sakichi, que em 1929 da mesma forma que seu pai, fez uma visita técnica as fábricas da Ford nos Estados Unidos. Kiichiro Toyoda acreditava que a indústria automobilística em breve se tornaria uma grande potência da indústria mundial, sendo assim, ele criou o departamento automobilístico na Toyoda Automatic Loom Works, que era uma grande fabricante de equipamentos e máquinas têxteis pertencentes a sua família, fundando em 1937 a Toyota Motor Company (GHINATO, 2000).

Segundo Womack et al. (2004) nos anos 30 o governo militar japonês impediu a Toyota de construir carros de passeio, fabricando em seu lugar, caminhões. Deste modo, de acordo com Ghinato (2000) a empresa entrou na indústria automobilística especializando-se em caminhões para as forças armadas, e com o objetivo de adentrar na produção de carros de passeio e caminhões comerciais. Contudo, o envolvimento do país na 2ª Guerra Mundial adiou seus planos.

Com o final da 2ª grande guerra em 1945, a Toyota retornou seus projetos de ser uma grande montadora de automóveis. Entretanto a produtividade da mão de obra americana, segundo as análises, era aproximadamente dez vezes superior a produtividade dos trabalhadores japoneses (GHINATO, 2000).

No final de 1949, houve um colapso nas vendas que forçaram a Toyota a dispensar boa parcela dos seus colaboradores, ocasionando uma grande greve, que só veio a terminar quando Kiichiro renunciou a companhia. A diferença de produtividade era enorme, quando comparadas a indústria americana com a japonesa. Em 1950 a Toyota Motor Company havia produzido 2.685 automóveis, enquanto a Rouge em um só dia despejava 7.000 carros. (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Essas constatações fizeram com que os japoneses se motivassem e buscassem alcançar a indústria americana.

O fato da produtividade americana ser tão superior a japonesa chamou a atenção para a única explicação razoável: a diferença de produtividade só poderia ser explicada pela existência de perdas no sistema de produção japonês. A partir daí, o que se viu foi a estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação das perdas (GHINATO, 2000, p. 2).

Tais fatos levaram Eiji Toyoda, em 1950, a uma visita técnica na fábrica Rouge da Ford, em Detroit. Após ter estudado minuciosamente toda a empresa, que era até então a maior e mais eficiente do mundo, Eiji acreditava que era possível melhorar o sistema de produção (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Contudo segundo Womack et al. (2004) a simples cópia e o seu aperfeiçoamento do modelo da empresa Rouge mostrou-se difícil. De volta a cidade de Nagoya no Japão, Eiji e Taaichi Ohno, concluíram que a produção em massa não funcionaria no Japão devido aos seguintes motivos:

- A limitação do mercado doméstico que demandava vasta gama de veículos;

- A força de trabalho nativa do Japão que já não estava mais propensa a ser tratada como custo variável;
- Novas leis trabalhistas;
- A restrição do direito da empresa de demitir empregados;
- A inexistência de trabalhadores-hóspedes, ou seja, imigrantes temporários dispostos a enfrentar condições precárias de trabalho;
- A economia do país, que estava devastada pela guerra.

As restrições do mercado fizeram com que a produção de pequenas quantidades de um alto grau de variedades sob uma baixa demanda, fosse uma realidade para as indústrias japonesa no seu período pós-guerra. Essa restrição serviu como parâmetro para avaliar se os fabricantes de carros japoneses, seriam capazes de estabelecer-se e competir com os sistemas de produção em massa utilizados na Europa e nos Estados Unidos. Essa necessidade fez com que o Sistema Toyota de Produção fosse evoluindo gradativamente (OHNO, 1997).

Em 1956 o engenheiro chefe da Toyota, Ohno foi visitar as fabricas da Ford. Ele percebeu que os trabalhadores eram subutilizados, e que no processo existia tarefas repetitivas que não agregavam valor, existia também uma forte separação entre projeto e a execução do trabalho, havia um descuido com a qualidade ao longo do processo e existiam grandes estoques intermediários (GHINATO, 2000).

Para as empresas americanas e europeias, era impossível pensar em outra forma de produção se não a que já estava em vigor. Sendo assim, as fábricas buscavam produzir o máximo possível para conseguir reduzir o custo unitário de seu produto final (SPÓSITO, 2003).

Nos anos 70, com o crescente aumento dos salários e a jornada semanal de trabalho em diminuição, os sistemas de produção em massa foram afetados. As empresas europeias fabricantes de automóveis, ainda conduziram alguns experimentos, na tentativa de inversão do quadro, porém tais medidas não passavam de paliativos (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Com o crescimento vertiginoso do preço do barril de petróleo em 1973, na chamada “crise do petróleo”, a Toyota começou a receber reconhecimento mundial. Enquanto diversas fábricas em todo o planeta enfrentavam grandes prejuízos, a

Toyota Motor Company se mostrava saudável como uma das poucas empresas a conseguirem escapar da crise (GHINATO, 2000).

Se a nova indústria automobilística japonesa não tivesse surgido, a situação de estagnação da produção em massa, praticada pela Europa e Estados Unidos, teria continuado indefinidamente. A importância dessa nova indústria estava no fato de não ser uma simples cópia e sim uma maneira inteiramente nova de se produzir, a chamada produção enxuta (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Porém, deve-se observar que o Sistema Toyota de Produção não confronta o Sistema Ford. Ele é uma evolução gradual, que foi desenvolvida para o mercado japonês que produz em massa, em lotes pequenos e com estoques mínimos (SHINGO, 1996).

Sendo assim, o objetivo principal do Sistema Toyota de produção fundamenta-se no reconhecimento e na eliminação das perdas e na redução de custos, de maneira oposta a produção antecipada ou preditiva (que é menos precisa). O TPS utiliza uma produção em resposta a demanda ou contrapedido, que ajuda o sistema a controlar melhor a sua produção (SHINGO, 1996).

Ao longo da história vários autores têm contribuído para a construção do Sistema Toyota de produção. O Quadro 1 sintetiza os principais colaboradores para que esse sistema chegasse ao que é atualmente.

Colaboradores do STP	Contribuição para o STP
<b>Sakichi Toyoda</b> (1867-1930)	Revolucionou a indústria têxtil no final do século XIX ao inventar a primeira máquina de fiar elétrica no Japão e, posteriormente, uma máquina de fiar automática, com dispositivos que identificavam automaticamente os desvios ou erros de operações e, conseqüentemente, desligava a máquina. O invento, na época revolucionário, foi vendido a empresa inglesa Platt Brothers, e o negociador foi seu filho, Kiichiro Toyoda.
<b>Kiichiro Toyoda</b> (1894-1952)	Filho de Sakichi Toyoda, que criou, em 1933, com os recursos financeiros obtidos na negociação com a Platt Brothers, a Toyota Motors Corporation. Foi, desde o início, um grande incentivador a ideias e métodos racionais para a redução de desperdícios.

Continua...

**Continuação Quadro 1: Principais colaboradores do STP**

Colaboradores do STP	Contribuição para o STP
<b>Eiji Toyoda</b> (1913-2013)	Sobrinho de Sakichi Toyoda e ex-presidente da Toyota. Eiji Toyoda visitou plantas automobilísticas norte-americanas em 1950 e levou para o Japão questionamentos e ideias que motivaram o surgimento do STP.
<b>Taiichi Ohno</b> (1912-1990)	Engenheiro mecânico nascido na China e ex-vice-presidente da Toyota, é considerado o criador do Sistema Toyota de Produção. Entrou para a Toyota em 1933 e, desde então, passou a compartilhar e operacionalizar as ideias de Kiichiro Toyoda para eliminação dos desperdícios e reduzir perdas na produção. Ohno desenvolveu o Sistema Toyota de Produção e o <i>just in time</i> , motivado por questionamentos, e a não coerência por ele observada nos modelos existentes na época e em suas observações pessoais sobre a forma de operação dos supermercados dos Estados Unidos.
<b>Shigeo Shingo</b> (1909-1990)	Como consultor da Toyota, colaborou intensamente para operacionalizar as ideias de Ohno. Shigeo Shingo é autor de vários livros e é o grande responsável pelo desenvolvimento de várias das técnicas utilizadas hoje no mundo produtivo, entre elas a troca rápida de ferramenta.
<b>Fujio Cho</b> (1937-)	Ex-presidente da Toyota, criou a Casa do STP, que procura sistematizar e apresentar de forma objetiva e clara todas as ações, os métodos, os sistemas e os programas do STP.

**Quadro 1: Principais colaboradores do STP****Fonte:** Rodrigues (2014)

### 2.1.2 *Lean Manufacturing*

Segundo Rodrigues (2014) na década de 1980, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) ligados ao *International Motor Vehicle Program* (IMVP) conduziram um trabalho minucioso de pesquisa no setor da indústria automobilística, localizadas nos Estados Unidos, Europa, Japão e Coreia do Sul. Tal pesquisa foi divulgada em 1990 por meio do livro *A Máquina que mudou o Mundo*. De acordo com Werkema (2011) o Sistema Toyota de Produção, por

configurar uma maneira de produzir cada vez mais com cada vez menos, foi chamado de produção enxuta no referente livro.

O *Lean Manufacturing*, *Lean Operations*, ou ainda *Lean Enterprise*, é uma iniciativa que procura eliminar os desperdícios, ou seja, tenta eliminar tudo aquilo que não agrega valor para o cliente trazendo benefícios para a empresa (WERKEMA, 2011).

A origem do *Lean Manufacturing* se dá por meio do Sistema Toyota de Produção. Na década de cinquenta o executivo da Toyota, Taiichi Ohno iniciou o desenvolvimento e a implementação do sistema de produção no qual o seu propósito era a identificação de desperdícios e após essa identificação a sua eliminação. O sistema objetivava, com isso, a redução de custos e o aumento da qualidade e da velocidade de entrega dos produtos aos consumidores (WERKEMA, 2011).

De acordo com Werkema (2011) Taiichi Ohno listou sete tipos de desperdício que podem ser identificados visando a redução deles. São eles: defeitos, excesso de produção, estoques, processamento desnecessário, movimento desnecessário, transporte desnecessário e espera. O Quadro 2 mostra alguns exemplos de desperdício em áreas administrativas.

Tipo de desperdício	Exemplos
Defeitos	Erros em faturas, pedidos, cotações de compra de materiais.
Excesso de produção	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais.
Estoques	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.
Processamento desnecessário	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentrada de dados.
Movimento desnecessário	Caminhadas até o fax, copiadora, almoxarifado.
Transporte desnecessário	Anexos de e-mails em excesso, aprovações múltiplas de um documento.
Espera	Sistema fora do ar ou lento, ramal ocupado, demora na aprovação de um documento.

**Quadro 2:** Exemplos de desperdícios em áreas administrativas

**Fonte:** Adaptado Werkema (2012)

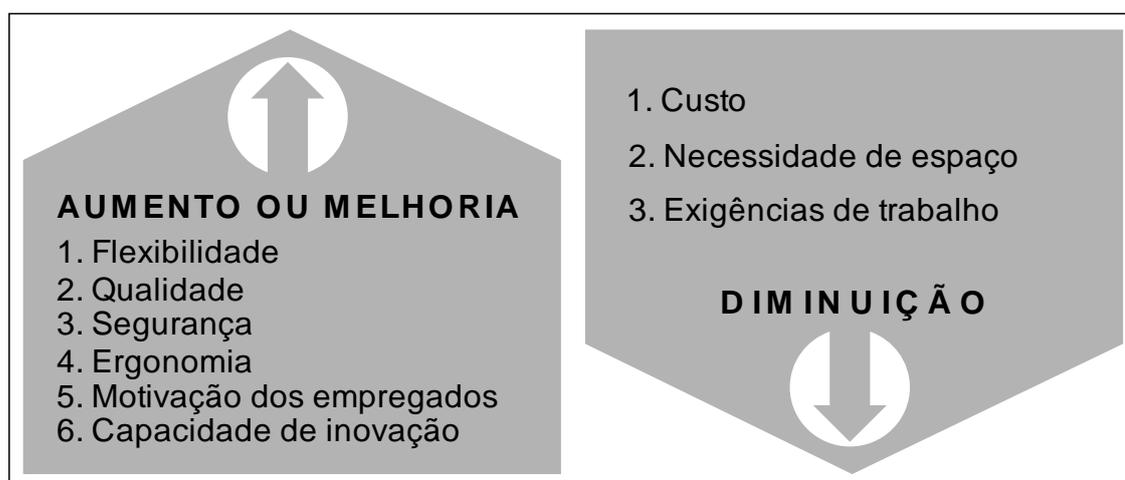
Atualmente, além dos sete desperdícios listados por Ohno, encontrou-se o oitavo tipo desperdício que é o de Potencial Humano. Graban (2013) define esse tipo de desperdício como a perda proveniente de colaboradores que não se sentem engajados, ouvidos ou não percebem apoio a suas carreiras. Como por exemplo um funcionário altamente especializado que está sendo subutilizado pela empresa.

Slack, Chamber e Johnston (2002) explanam que o primeiro passo para a eliminação dos desperdícios é sua identificação, podendo ela ser aplicada em vários tipos de operações diferentes (serviço ou produto). Rodrigues (2014) define os desperdícios listados por Taiichi Ohno da seguinte forma:

- Defeitos: é causado pela produção fora das especificações e necessidades dos clientes (internos ou externos), ocasionando retrabalho ou refugo, gerando altos custos e desperdícios para a empresa;
- Excesso de produção: diz respeito a produção além do necessário, ou seja, em grande quantidade ou no tempo errado, o que ocasiona estoques e pode camuflar problemas em todo o processo;
- Estoques: é provocado pela armazenagem de peças ou produtos semiacabados em quantidades acima do que realmente se necessita. Pode ser causada por vários fatores trazendo várias consequências, como a imobilização do capital, utilização não adequada de espaços, omissão de falhas de processos, risco com a estocagem e outros custos relacionado a estocagem;
- Processamento desnecessário: diz respeito aos procedimentos e atividades desnecessárias, ou seja, a metodologia de processamento. A análise dessa categoria de desperdício possibilita a identificação do que está sendo utilizado ou a serviço do processo, ocasionando custos, contudo não está agregando valor ao produto, processo ou serviço;
- Movimento desnecessário: está associado principalmente a movimentação interna dos colaboradores da empresa em seus setores para a realização de suas atividades, diante do posicionamento das ferramentas, da localização dos equipamentos, do *layout*, da perspectiva ergonômica e do setor produtivo;
- Transporte desnecessário: geralmente é causado por *layouts* mal elaborados, o que gera uma grande movimentação de peças, estoques e equipamentos muitas vezes desnecessária, gerando custos e desperdícios;

- Espera: está relacionado ao tempo parado da mão de obra, peças ou ainda equipamentos. Podendo dividir-se em espera do lote ou espera do processo.

A identificação desses desperdícios e a sua redução ou eliminação trás para a organização grandes benefícios. A Figura 1, mostra algumas das melhorias e diminuições ocasionadas pela redução desses desperdícios.



**Figura 1:** Consequência da redução de desperdícios  
**Fonte:** Werkema (2012)

De acordo com Womack e Jones (2004) há um antídoto para o desperdício, o pensamento enxuto. Em seu livro *A mentalidade enxuta nas empresas* os autores dizem:

O pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, o pensamento enxuto é *enxuto* porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos - menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço - e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam (WOMACK; JONES, 2004, p. 3).

Sendo assim, o pensamento enxuto é uma maneira de observar todo o processo com foco na eliminação do desperdício, transformando algo que não agrega valor em valor, sob o ponto de vista do consumidor final, trazendo para a empresa um menor custo e um aumento na sua qualidade.

Womack e Jones (2004) listam o pensamento enxuto em cinco princípios sendo eles:

- Especifique o valor: especificar o valor com precisão deve ser o primeiro passo para o pensamento enxuto. Ele deve ser definido pelo cliente e não pela empresa; devendo a empresa determinar qual a necessidade do cliente e procurar satisfazê-la cobrando por isso;
- Identifique o Fluxo de Valor: o próximo passo deve ser a identificação do fluxo de valor para cada produto, ou seja, analisar a cadeia produtiva e identificar três tipos de processos: (1) os que agregam valor; (2) os que não criam valor, porém são inevitáveis para o processo e a sua qualidade; (3) aqueles que não geram valor e devem ser evitados ou eliminados;
- Fluxo: nessa etapa deve-se dar fluidez aos processos, o que necessita de uma mudança na cultura da organização. Sendo assim, a ideia de funções e departamentos deve ser deixada de lado para que se tenha um fluxo contínuo;
- Puxar: esse fluxo contínuo faz com que o cliente puxe o produto da empresa, e não mais a empresa empurra os produtos, ou seja, permite a inversão do fluxo produtivo;
- Perfeição: a busca da perfeição deve ser o objetivo de todos envolvidos no processo produtivo, devendo nortear todos os esforços da empresa em suas diversas etapas e organizações.

A Figura 2 demonstra os cinco princípios listados por Womack e Jones.



**Figura 2:** Princípios do pensamento *lean*  
**Fonte:** Rodrigues (2014)

De acordo com Werkema (2011) as ferramentas usadas para colocar em prática os conceitos do *Lean Thinkings* são:

- Mapeamento do Fluxo de Valor;
- Métricas *Lean*;
- *Kaizen*;
- *Kanban*;
- Padronização;
- 5S;
- Redução do *Setup*;
- *Total Productive Maintenance* (TPM);
- Gestão Visual;
- *Poka-Yoke* (*Mistake Proofing*).

Na próxima sessão será dado mais ênfase a ferramenta enxuta Mapeamento de Fluxo de Valor, a qual norteia o estudo feito nessa pesquisa. Pizzol e Maestrelli (2004) diz que o MFV auxilia nas tomadas de decisões sobre o fluxo representado, fazendo com que esse fluxo se torne mais lógico e simples, desenvolvendo os princípios e técnicas enxutas.

## 2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que ajuda a compreender o fluxo de informações e materiais, a medida que o produto segue o fluxo de valor. Sendo assim, ela abrange a produção de um produto ou serviço, desde o consumidor até o fornecedor, proporcionando uma representação visual de cada processo nos fluxos de materiais e informações (ROTHER; SHOOK, 2003). O método utiliza símbolos gráficos (ANEXO A) para representar e expor visualmente o fluxo de informações, de materiais e ações que formam a movimentação de uma empresa (WERKEMA, 2011).

De acordo com Werkema (2011) o Mapeamento de Fluxo de Valor pode ser utilizado para ajudar na execução das atividades a seguir:

- Compreensão do fluxo de valor de toda a empresa e não apenas dos processos ou departamentos;

- A formação de um consenso sobre o real estado da organização, identificando quais etapas agregam valor e quais são os pontos que geram desperdícios;
- Visualização da relação entre os fluxos de materiais, informações e as atividades que influenciam no *lead time*;
- Desenvolvimento de uma estratégia para a utilização das ferramentas *lean* que melhor se adequem ao processo, visando a otimização do fluxo de valor.

### 2.2.1 Origem da ferramenta MFV

Houve um longo caminho até Mike Rother, um dos autores do MFV, conseguir articular os conceitos e as técnicas *lean*, que eram entendidas de forma mais separada do que deveriam. Rother percebeu o método do mapeamento durante os seus estudos sobre as práticas de implementação *lean* da Toyota. Ele observou que essa ferramenta apresentava uma capacidade muito além daquela que tradicionalmente vinha sendo empregada, então ele formalizou a ferramenta e desenvolveu um procedimento de treinamento fundamentado no grande sucesso obtido (ROTHER; SHOOK, 2003).

John Shook, o outro autor, detinha um conhecimento de dez anos sobre esse método, porém nunca tinha se atentado ao verdadeiro potencial em que a ferramenta tinha. No período em que John trabalhou na Toyota, a ferramenta era vista como um mecanismo de comunicação usada para aprender sobre o seu trabalho por meio de suas próprias experiências concretas, era quase que um simples brinquedo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Na Toyota, a ferramenta descrita por Rother e Shook como Mapeamento de Fluxo de Valor, é conhecida como Mapeamento de Fluxo de Informações e Material e dificilmente utilizam o termo "fluxo de valor", contudo há uma grande atenção para se estabelecer o fluxo, eliminar os desperdícios e agregar valor. Os funcionários na empresa aprendem a respeito dos três fluxos na manufatura: o fluxo de materiais, de informações e de pessoas/processos (ROTHER; SHOOK, 2003). A ferramenta que será abordada no estudo, o Mapeamento de Fluxo de valor, engloba os dois primeiros fluxos.

### 2.2.2 Fluxos de materiais e de informações

Em um fluxo de produção, a movimentação interna dos materiais é a que vem mais facilmente a mente, porém há outro fluxo, o fluxo de informações. O fluxo de informações retrata a cada processo o que se deve fabricar ou fazer em seguida. Esse segundo tipo de fluxo, é tão importante quanto o primeiro, sendo eles os dois lados da mesma moeda, devendo mapear ambos (ROTHER; SHOOK, 2003).

O fluxo de material seria a movimentação dos objetos fundamentais para que ocorra a transformação do produto, já o fluxo de informações comunica quando, quanto e o que produzir e indica qual é o próximo processo (SOARES, 2013). A Figura 3 demonstra a compreensão dos dois fluxos que orientam a produção.



**Figura 3:** Fluxo de materiais e de informações  
**Fonte:** Rother e Shook (2003)

Com a finalidade de gerar um fluxo que acrescente valor, é necessário visualizar o processo. Mapear auxilia no entendimento do fluxo e a enxergar o que realmente gera valor, podendo ser formulado uma visão de um estado ideal ou melhorado.

### 2.2.3 Selecionando uma família de produtos

Segundo o *Lean Institute* Brasil, uma família de produtos seria um produto e suas variações, ou seja, produtos que passem por processos similares de fabricação possuindo etapas similares de processamentos e equipamentos.

Antes de começar a mapear o processo, deve-se focar em apenas uma família de produtos, pois fazer o mapeamento de todo o fluxo de produto em apenas um mapa é complexo. Além disso, os consumidores não estão interessados em todos produtos, e sim, em específicos (ROTHER; SHOOK, 2003).

Na decisão de qual família de produtos irá ser selecionada, a atenção deve ser direcionada para os clientes e não para as etapas iniciais, visto que essas etapas podem coincidir entre as várias famílias (SOARES, 2013).

Para a escolha de qual família de produtos irá se utilizada, pode-se ser feito uma matriz com as etapas de montagem e equipamentos relacionada com os produtos, caso o seu *mix* de produtos seja complicado. O Quadro 3 demonstra uma matriz para melhor compreensão.

		Etapas de Montagem e Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Produtos	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		x	x	x			x	x
	E		x	x	x			x	x
	F	x		x		x	x	x	
	G	x		x		x	x	x	

} Família de Produtos

**Quadro 3:** Família de produtos

**Fonte:** Rother e Shook (2003)

#### 2.2.4 O gerente do fluxo de valor

Com a intenção de evitar as ilhas isoladas de funcionalidades, faz-se necessário nomear alguém para responsabilizar-se pela compreensão do fluxo de valor de uma família e de sua melhoria. A essa pessoa é dado o nome de "gerente do fluxo de valor" (ROTHER; SHOOK, 2003).

Todos os envolvidos com a implementação do processo devem compreender o MFV para conseguirem ler o mapa de estado futuro, contudo tanto o mapeamento quanto a equipe que vai implementar o estado futuro necessitam de um líder que possa enxergar além das fronteiras dos fluxos de valor de um produto (ROSA, 2008).

Rother e Shook (2003) alerta que não se deve cometer o erro de distribuir as tarefas mapeamento entre os gerentes das áreas, e após, fazer a junção desses

dados individuais. Do mesmo modo, não se deve mapear a empresa e sim o fluxo dos produtos que estão dentro da empresa.

De acordo com Rother e Shook (2003) dentre algumas das atividades que o gerente do fluxo de valor deve exercer estão:

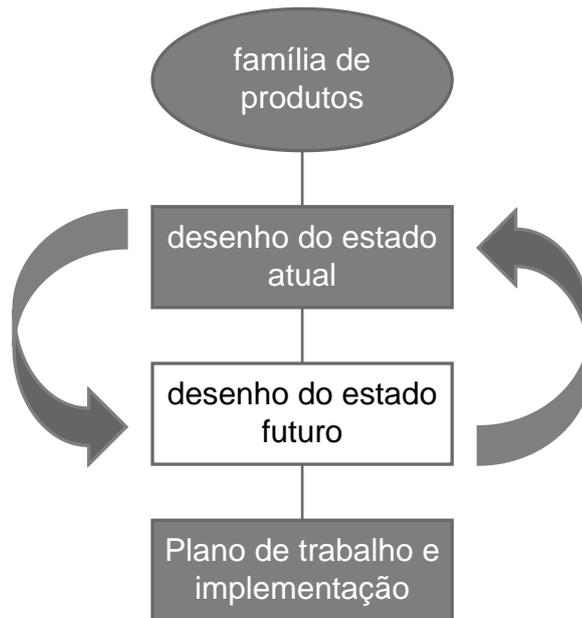
- Reportar as evoluções da implementação *lean* a pessoa com maior influência dentro da unidade;
- Dotado da capacidade de fazer as coisas acontecerem além das barreiras funcionais;
- Conduzir o desenvolvimento dos mapas do fluxo de valor do estado atual e futuro, como também a implementação das melhorias para chegar até o estado futuro;
- Observar todas as questões referentes a implementação dos processos.

### **2.2.5 Usando a ferramenta de mapeamento**

Segundo Rosa (2008) o mapeamento de fluxo de valor pode ser utilizado de várias formas, servindo como uma ferramenta de comunicação, de planejamento de negócios e para gerenciar o processo de mudança. No presente estudo, o mapeamento se caracteriza como uma ferramenta para enxergar quais dificuldades o processo produtivo está enfrentando.

O mapeamento de fluxo de valor, segue inicialmente, as etapas fundamentais mostradas na Figura 4. Segundo Rosa (2008) o processo pode ser resumido como:

- Família de produto: seleciona-se qual o grupo de produtos deve ser focado;
- Desenho do estado atual: após a obtenção das informações coletadas das atividades, se representa a atual situação do processo;
- Desenho do estado futuro: são as metas que devem ser alcançadas para se obter a melhoria do processo;
- Plano de trabalho e implementação: como será realizado as atividades para se alcançar o estado futuro.



**Figura 4:** Etapas iniciais do Mapeamento de Fluxo de Valor  
**Fonte:** Adaptado do Rother e Shook (2003)

O destaque ao desenho do estado futuro se dá pelo fato de que a meta deve-se projetar e introduzir um fluxo *lean*, onde a melhoria deve ser algo a se estar sempre buscando. Rother e Shook (2003) dizem que os esforços entre o desenho do estado atual e o do estado futuro, são superpostos, pois assim que o estado futuro se tornar uma realidade, deverá ser feito um novo mapa do estado futuro, visando sempre uma melhoria.

### 2.2.6 Mapa do Estado Atual

Segundo Werkema (2011) deve-se começar o desenho do mapa pela identificação do cliente e suas necessidades, indicado na parte superior direita do mapa. Em seguida, os processos básicos de produção, colocando uma caixa de dados contendo as informações básicas, tais como o tempo de ciclo, tempo de *setup*, disponibilidade do número de operadores e índice de refugo. O próximo passo é o desenho da entrega do produto acabado ao consumidor, em seguida deve ser colocado os fornecedores das principais matérias-primas e as caixas devem ser usadas para anotar os dados do tamanho do lote comprado. A Figura 5 é um exemplo de um mapa no estado atual de uma empresa.

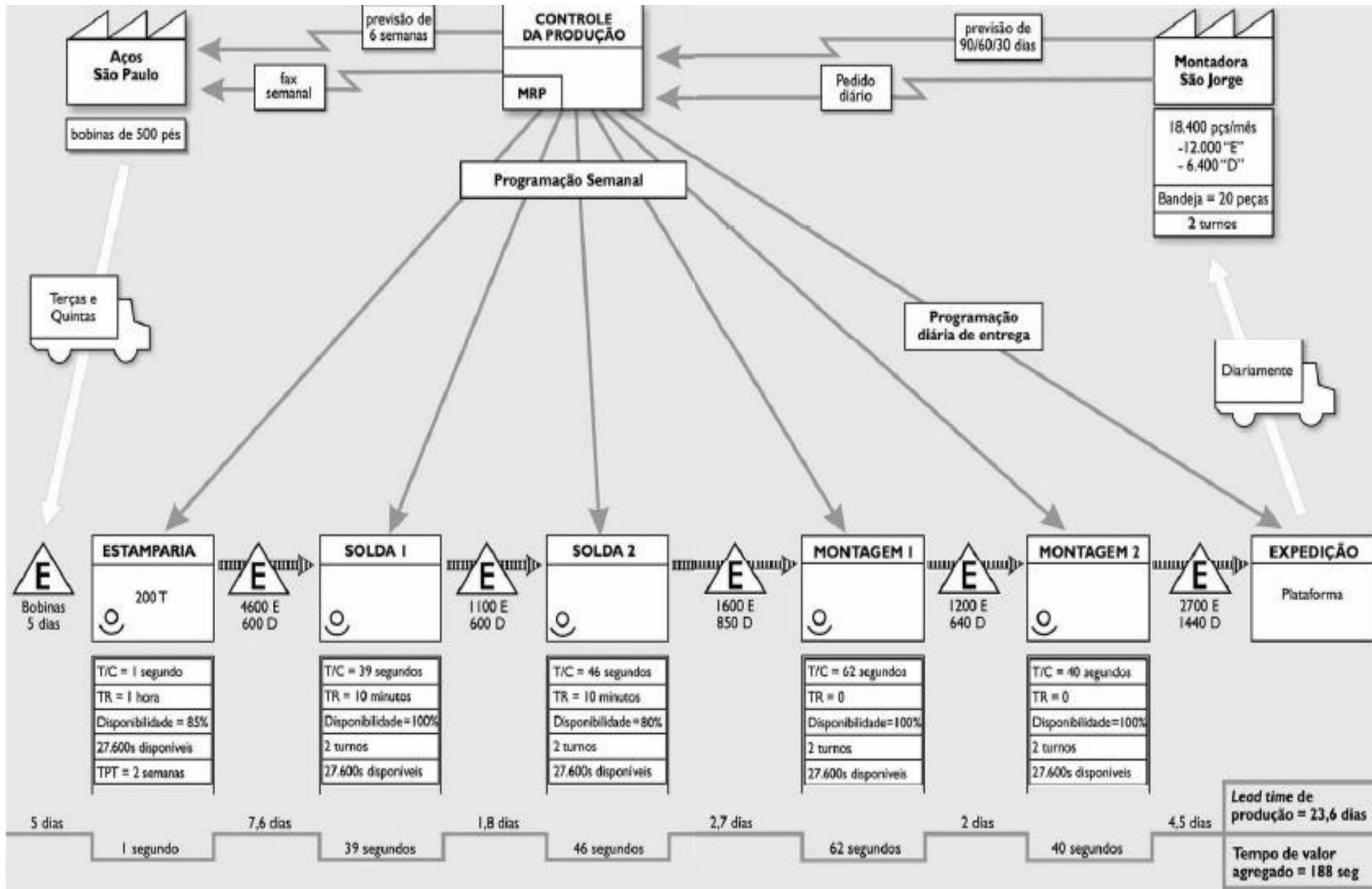


Figura 5: Exemplo de Mapa do Fluxo de Valor Atual  
 Fonte: Werkema (2011)

Em seguida, deve ser analisado o movimento da matéria-prima até a empresa, a adição do fluxo de informações, a identificação dos movimentos de materiais e por fim a linha do tempo abaixo dos ícones de processo para registro do *lead time* de produção.

Deve-se dar preferência ao mapeamento por meio de papel, lápis e borracha, afim de facilitar o desenho do MFV, prestando atenção no entendimento dos fluxos de materiais e informações ou na observação e registro das variáveis que evidenciam o desempenho dos processos de produção. Deve-se também cronometrar as atividades no momento em que estão sendo realizadas para se ter uma maior confiança nos dados (WERKEMA, 2011)

### 2.2.7 Características de um fluxo de valor *lean*

Segundo Rother e Shook (2003) para conseguir obter uma produção enxuta, deve-se ter um processo que consiga produzir somente o necessário, isto é, produzir apenas quanto e quando a próxima etapa necessite. Desse modo, interliga-se todos os processos, desde o consumidor final até a matéria-prima, com um fluxo constante que gere um *lead time* pequeno, com uma alta qualidade e pequeno custo.

Há varias diretrizes que funcionam como uma base para o desenvolvimento de um processo que produza somente o que o processo posterior necessite e quando necessitar. Essa condição é o que se almeja alcançar no mapa de estado futuro (WERKEMA, 2011). Tais diretrizes estão resumidas no Quadro 4 e esclarecida nos níveis seguinte.

Diretriz	Comentários
<b>Produzir de acordo com o tempo <i>takt</i>.</b>	O tempo <i>takt</i> é definido como o tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente.
<b>Desenvolver um fluxo contínuo onde possível.</b>	Em um fluxo contínuo, é produzido e movimentado apenas um item (ou um lote pequeno de itens) por vez ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas que é exigido pela etapa seguinte.

Continua...

Continuação Quadro 4: Diretrizes para o mapa do estado futuro

Diretriz	Comentários
<b>Enviar a programação do cliente para somente um processo de produção.</b>	O ponto para o qual é enviada a programação do cliente é denominado processo puxador ( <i>pacemaker</i> ), porque o modo pelo qual a produção é controlada nesse processo determina o ritmo dos processos anteriores.
<b>Usar um sistema puxado baseado em supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não é possível.</b>	Um supermercado é um local onde é mantido um estoque padrão predeterminado para o fornecimento aos processos posteriores. Cada item em um supermercado tem uma localização específica de onde um movimentador de materiais retira os produtos nas quantidades exatas necessárias para um processo posterior. Quando um item é removido, é enviado ao processo fornecedor um sinal para fabricar mais.
<b>Nivelar o mix de produção.</b>	Essa diretriz significa distribuir a produção de diferentes produtos no processo puxador de modo uniforme ao longo do tempo. Os ganhos são o atendimento eficiente as exigências do cliente, a eliminação de excesso de estoque e a redução de custos, mão de obra e <i>lead time</i> de produção em todo o fluxo de valor. Para alcance do nivelamento do mix de produção é necessário reduzir os tempos de <i>setup</i> .
<b>Nivelar o volume de produção</b>	Essa diretriz significa criar uma "puxada inicial" com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador e simultaneamente retirar a mesma quantidade de produtos acabados. O incremento do trabalho é denominado <i>pitch</i> , sendo calculado com base no número de itens acabados contidos em um <i>container</i> ou em um múltiplo ou fração dessa quantidade.
<b>Desenvolver a habilidade de fazer "toda peça todo dia" nos processos de produção anteriores ao processo puxador.</b>	A frequência com que cada peça é fabricada em um processo de produção é denominada "toda peça a cada intervalo" ( <i>Every Product Every Interval - EPEX</i> ). Se o <i>setup</i> em uma máquina é alterado de modo que todas as peças que passam por essa máquina sejam produzidas a cada três dias, então o <i>EPEX</i> é de três dias

Quadro 4: Diretrizes para o mapa do estado futuro

Fonte: Adaptado do Werkema (2011)

### 2.2.7.1 Produza de acordo com o seu *takt time*

De acordo com Rother e Shook (2003) o *takt time* é definido como a frequência com que devesse produzir um produto, de acordo com o ritmo de vendas, para atender os consumidores. É calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pela demanda do cliente (em unidades) por turno. Como demonstrado na Equação 1.

$$takt\ time = \frac{\text{tempo disponível de trabalho por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}} \quad (1)$$

Dessa forma o *takt time* sincroniza o ritmo da produção e o ritmo das vendas, de forma que um processo passe a puxar o outro. O tempo *takt* fornece um número que serve como referência para saber qual o ritmo em que os processos deveriam estar produzindo, auxiliando ainda, na compreensão do que deve ser melhorado (ROTHER; SHOOK, 2003).

### 2.2.7.2 Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível

Para obter um fluxo contínuo deve-se fabricar um item por vez, fazendo com que esse item passe de uma etapa do processo para a seguinte sem interrupções, de modo que seja entregue esse item somente quando necessário (SOARES, 2013).

O fluxo contínuo tem grande importância para a criação do mapa de valor, já que ele facilita a integração das etapas de produção, reduz o *lead time* e proporciona a redução do uso de recursos como: mão de obra, materiais, máquinas, equipamentos e instalações (SOARES, 2013).

### 2.2.7.3 Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não é possível

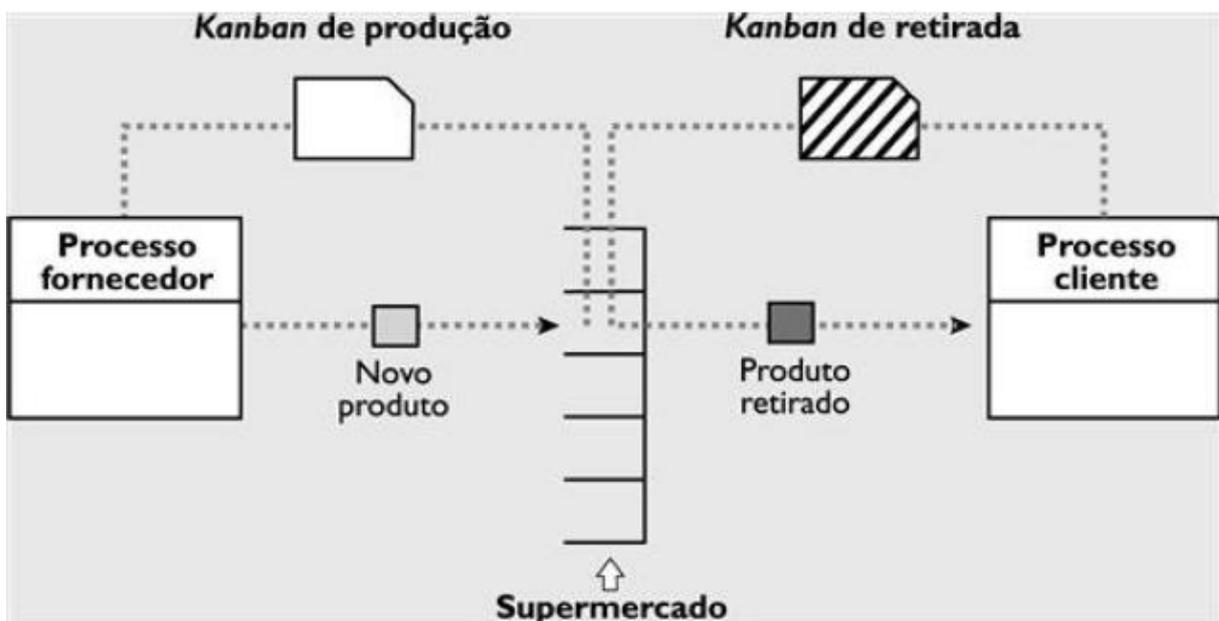
Segundo Rother e Shooks (2003) há locais no fluxo de valor onde a implementação do fluxo contínuo não é possível e a produção em lotes faz-se necessária, surgindo a necessidade da utilização de supermercados para controlar

os fluxos entre processos. Essa impossibilidade pode ocorrer devido a diversos fatores, entre eles estão:

- Certos processos são executados ou projetados de forma que são operados em tempos de ciclo muito rápidos/lentos para suprir a demanda das múltiplas famílias de produtos;
- Alguns processos se encontram distantes e o transporte de uma peça por vez não se faz viável;
- Há processos aonde o seu *lead time* é muito elevado ou não confiável para se ligar diretamente a outros processos em fluxo contínuo.

De acordo com Soares (2013) um supermercado, sob o entendimento do *lean manufacturing*, é uma área que tem a finalidade de suprir as necessidades das demandas entre os processos, fazendo com que o cliente consiga suprir suas necessidades quando solicitado.

Evite a programação dos processos mediante uma função de programação independente, dado que uma programação é simplesmente uma aproximação da real necessidade do próximo processo. Em seu lugar, faça o controle da produção ligando aos clientes posteriores, por intermédio de um sistema puxado baseado em supermercados Figura 6 (ROTHER; SHOOK, 2003).



**Figura 6:** Sistema puxado com supermercado

**Fonte:** Rother Shook (2003)

#### 2.2.7.4 Tente enviar a programação do cliente somente para um processo de produção

Utilizando o sistema puxado simultaneamente com supermercado, será necessário programar apenas um ponto no fluxo de valor, a esse ponto se dá o nome de processo puxador ou *pacemaker*, já que a forma com que se controla esse ponto define o ritmo para todos os processos anteriores (ROTHER; SHOOK, 2003).

#### 2.2.7.5 Nivele o *mix* de produção

A facilidade que a produção de grandes volumes trás para os departamentos de montagem pode-se criar sérios problemas para o resto do fluxo de valor. O agrupamento de produtos e a produção dos mesmos de uma só vez, dificulta o atendimento dos consumidores que procuram algo diferente do lote que está sendo produzido. Exigindo, com isso, que se tenha uma maior quantidade de produtos finalizados em estoque ou *lead time* mais longos para atender um pedido (ROTHER; SHOOK, 2003).

Sendo assim, nivelar o *mix* de produtos pode ser definido como a distribuição uniformemente de variados produtos da manufatura durante um período de tempo. Quanto maior o grau de nivelação do *mix* de produção no processo puxador, maior a velocidade de resposta as diferentes solicitações de demanda dos consumidores (ROTHER; SHOOK, 2003).

### 2.2.8 Mapa do Estado Futuro

A finalidade de mapear o fluxo de valor é a evidenciação das fontes de desperdício e elimina-las por intermédio de um fluxo de valor em um "estado futuro". Dessa forma, a meta a ser alcançada é a elaboração de uma cadeia de produção onde os seus processos individuais tenham um fluxo contínuo ou puxado e que cada processo produza somente o que os consumidores precisam e quando precisam (ROTHER; SHOOK, 2003). A Figura 7 mostra um exemplo de mapa de fluxo de valor no estado futuro, retomando o exemplo anteriormente mostrado.

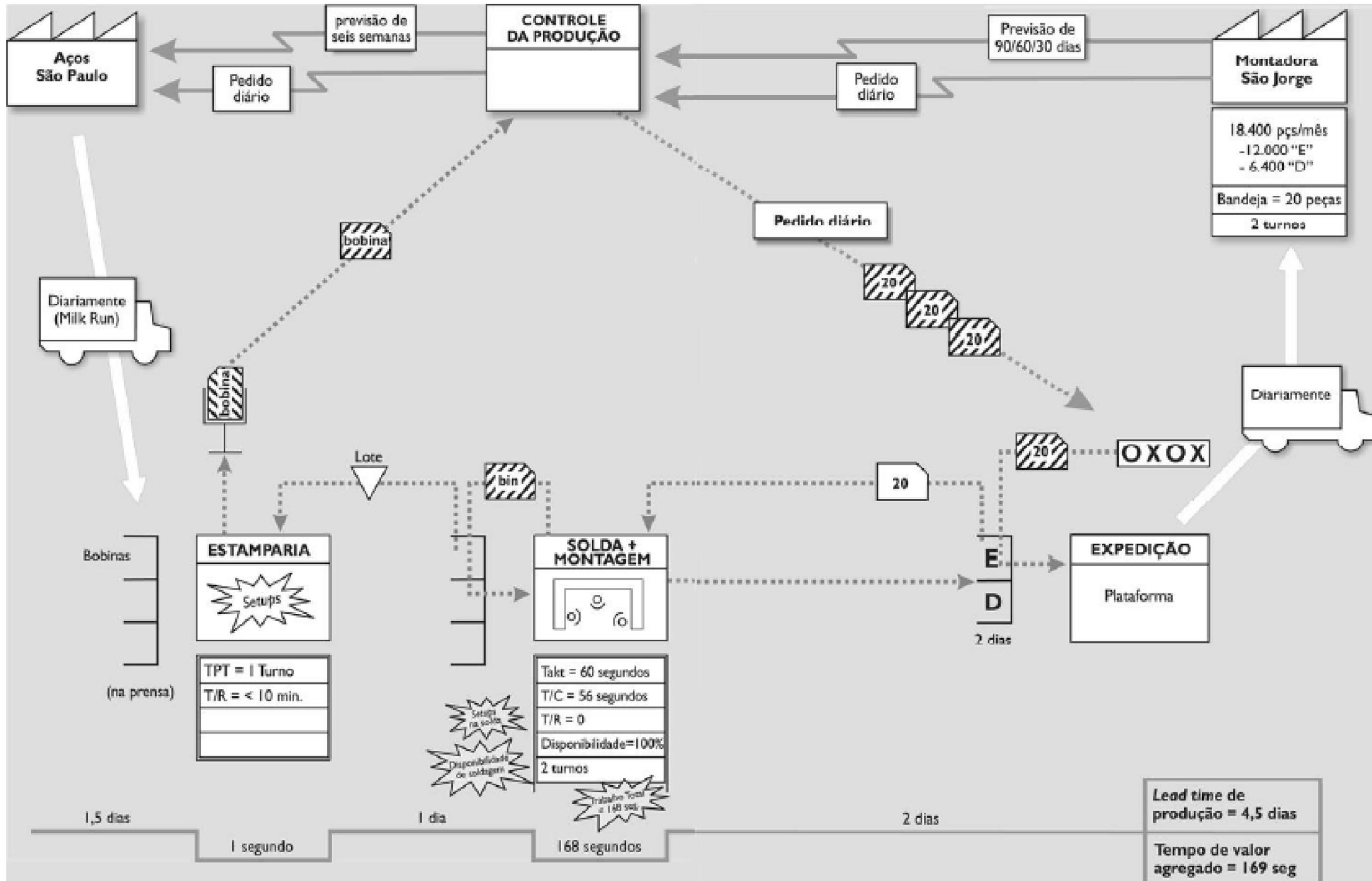
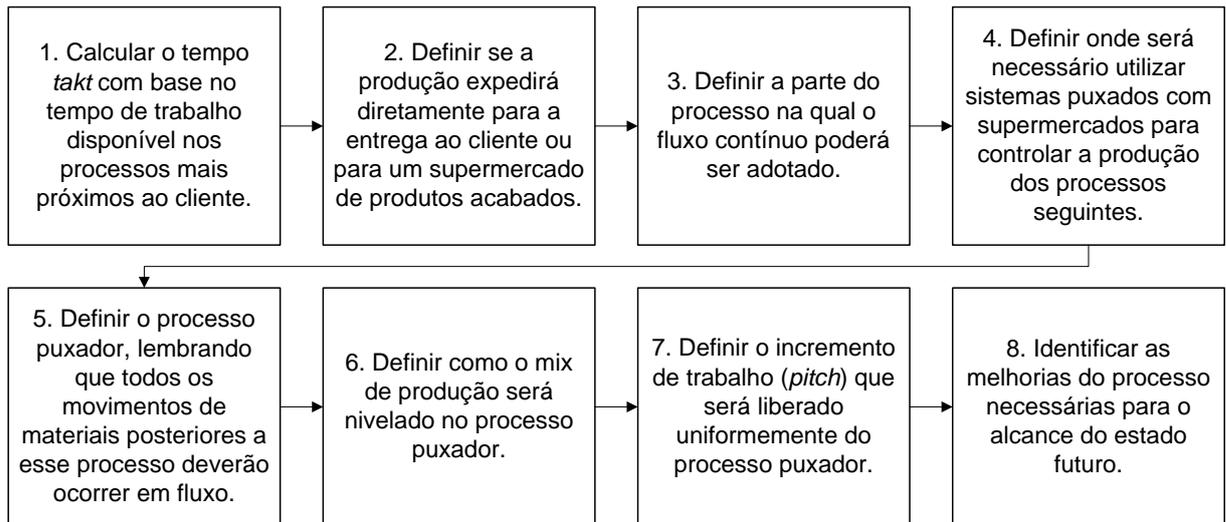


Figura 7: Exemplo de Mapa do Fluxo de Valor Futuro  
 Fonte: Werkema (2011)

Segundo Werkema (2011) após a identificação dos problemas através do mapeamento do estado atual, é necessário tentar eliminar esses problemas, ou tentar reduzi-los, bem como a implementação de melhorias. Esse mapa redesenhado, será o mapa de estado futuro. A Figura 8, mostra quais passos devem ser realizados para obtenção do desenho do mapa de estado futuro.



**Figura 8:** Fluxograma para o desenvolvimento do mapa do estado futuro  
**Fonte:** Adaptado do Werkema (2011).

## 2.3 ESTUDOS DE TEMPOS, CRONOANÁLISE E MEDIDA DA CAPACIDADE

### 2.3.1 Estudo de tempos

Para Barnes (1977) o estudo de movimentos e de tempos pode ser caracterizado como um estudo metódico e organizado dos sistemas de trabalho. Tem como objetivos o desenvolvimento de um sistema e um método preferido, sendo geralmente aquele com menor custo; a padronização desse sistema e método; a definição do tempo em que se é gasto por um colaborador qualificado em seu ritmo normal de trabalho; e o ensinamento do trabalhador no método padrão.

Martins e Laugeni (2006) explanam que as medidas de tempos padrões são dados relevantes para:

- Determinar padrões para os programas de produção, afim de conseguir elaborar o planejamento da empresa, bem como a avaliação do seu desempenho;
- Fornecer dos dados para o levantamento dos custos da produção;

- Prover informações para o estudo de balanceamento de estruturas de produção.

### **2.3.2 Cronoanálise**

Segundo Peinado e Graeml (2007) a cronoanálise é uma forma de determinar o trabalho através de métodos estatísticos, possibilitando calcular o tempo padrão que é empregado para determinar a capacidade produtiva em uma empresa.

De acordo com Martins e Laugeni (2006) são necessários equipamentos para a medição e o estudo de tempos, entre eles, os mais utilizados são:

- Cronômetro de hora centesimal;
- Filmadora;
- Folha de observações;
- Prancheta para observações.

#### **2.3.2.1 Etapas para determinação do tempo padrão**

Para analisar o desempenho de uma determinada célula de produção, os tempos padrões de produção que serão medidos servirão como referência futura. Dessa forma, deve-se debater com todos os envolvidos o tipo de trabalho que será praticado (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Após as etapas iniciais, deve-se realizar uma cronometragem preliminar a fim de obter os dados essenciais para a determinação do número de ciclos. Em seguida, munido com as cronometragens, determina-se o tempo médio (TM). O estudo avalia ainda a velocidade de operação, tempo normal (TN), tolerâncias para fadiga e necessidades pessoais. A seguir, será explanado mais detalhadamente essas etapas (MARTINS; LAUGENI, 2006).

##### **2.3.2.1.1 Divisão da operação em elementos**

Os elementos de uma operação são as parcelas em que a operação pode ser segmentada. O principal objetivo dessa segmentação é a validação do método de

trabalho, devendo ser compatível com a obtenção de uma medida precisa (MARTINS; LAUGENI, 2006).

### 2.3.2.1.2 Determinação do número de ciclos

Segundo Martins e Laugeni (2006) para determinar a quantidade de cronometragens ou ciclos  $n$  a serem coletados, é utilizada a expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente. A Equação 2 demonstra a expressão:

$$n = \left( \frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (2)$$

Onde:

$n$  = Número de ciclos a serem cronometrados;

$z$  = Coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada;

$R$  = Amplitude da amostra;

$E_r$  = Erro relativo da medida;

$\bar{x}$  = Média da amostra;

$d_2$  = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente.

As Tabela 1 e Tabela 2 são utilizadas para o cálculo da determinação do número de ciclos:

**Tabela 1:** Distribuição normal

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

**Fonte:** Martins e Laugeni (2006)

**Tabela 2:** Coeficiente para calcular o número de cronometragens

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_2$	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

**Fonte:** Martins e Laugeni (2006)

### 2.3.2.1.3 Avaliação da velocidade do operador

De acordo com Martins e Laugeni (2006) a velocidade  $V$  do operador é estabelecida de forma subjetiva, sendo incumbido ao encarregado de cronometragem essa responsabilidade, utilizando-se como referência a velocidade de operação atribuindo um valor 100 (ou 100%).

### 2.3.2.1.4 Determinação das tolerâncias

Martins e Laugeni (2006) relatam que dentro da jornada de trabalho deve-se prever as interrupções, para que assim, sejam atendidas as necessidades pessoais. Com isso, possibilita-se um descanso e conseqüentemente um alívio aos efeitos da fadiga no trabalho. Deve-se distinguir as duas formas de tolerâncias sendo elas:

- Tolerância para atendimento as necessidades pessoais: considera-se razoável um tempo entre 10min e 25min, que representam aproximadamente 5% da jornada de trabalho diária;
- Tolerância para alívio da fadiga: a fadiga no trabalho é proveniente de diferentes fatores, em função dessa grande variedade de motivos para a fadiga as tolerâncias concedidas para a fadiga têm um valor entre 10% (trabalho leve em um ambiente agradável) e 50% do tempo (trabalhos pesados em condições inadequadas).

Segundo Oribe et al. (2008) o fator de tolerâncias pode ser calculado usando a Equação 3. Os fatores de tolerância  $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$  e  $T4$  encontram-se nas tabelas do ANEXO C. A Equação 3 é descrita como:

$$FT = 1 + (T1 + T2 + T3) X T4 \quad (3)$$

Onde:

$FT$  = Fator de tolerância;

$T1$  = Tolerância devido a natureza da atividade;

$T2$  = Tolerância devido a duração do ciclo;

$T3$  = Tolerância devido ao ambiente;

$T4$  = Tolerância devido a temperatura e umidade.

### 2.3.2.1.5 Determinação do tempo padrão

De acordo com Oribe et al. (2008) após a obtenção das  $n$  cronometragens, deve-se:

- Calcular a média das  $n$  cronometragens, obtendo-se o tempo cronometrado TC, ou tempo médio TM;
- Com o uso da tabela ritmo no ANEXO D, calcular o tempo normal (TN), onde:  

$$TN = TM \times (1 + H + E) \quad (4)$$
- Calcular o tempo padrão (TP), onde:  $TP = TN \times FT$ . (5)

### 2.3.3 Medida da capacidade

De acordo com Oribe et al. (2008) existe uma maneira de mensurar a capacidade produtiva por meio do estudo de tempos. A Equação 6 demonstra como determinar essa capacidade produtiva por hora em um processo produtivo.

$$\frac{CP}{hora} = \left( \frac{3600}{TP} \right) \times \text{Quantidade de operadores} \quad (6)$$

## 2.4 FERRAMENTAS PARA O CONTROLE E MELHORIA DA QUALIDADE

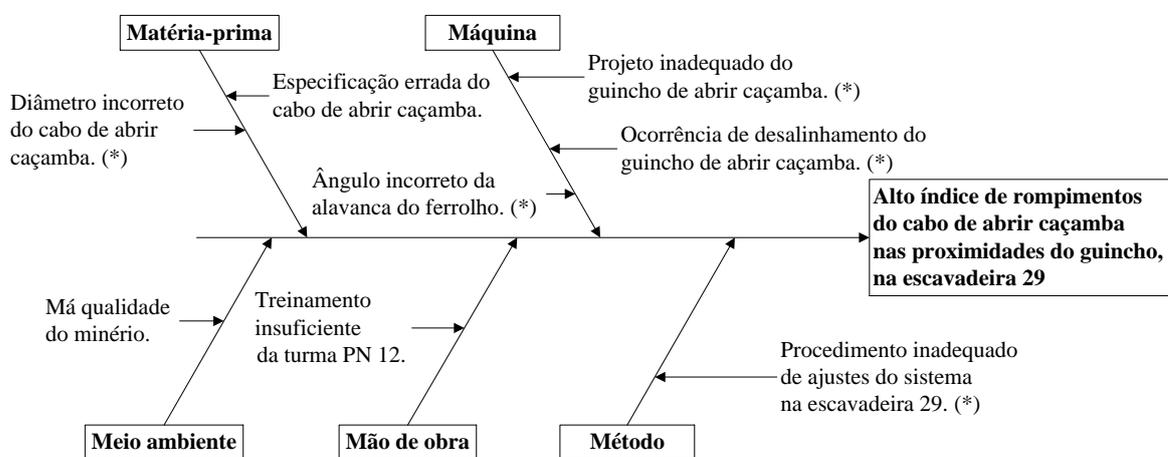
De acordo com Carpinetti (2010) o processo de melhoria contínua de produtos e processos abrangem diversas etapas, entre elas estão as seguintes:

- Reconhecimento dos principais problemas;
- Análise e coleta de dados;
- Investigação e a procura das causas-raízes;
- Planejamento e implementação das ações;
- Conferência dos resultados.

Diversas são as ferramentas criadas para o auxílio do controle e melhoria da qualidade. As seções a seguir, descrevem algumas dessas ferramentas.

### 2.4.1 Diagrama de causa e efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, é uma ferramenta para análise das relações existentes entre as causas-raízes de um problema e todos os possíveis efeitos, agindo como um guia para o reconhecimento da causa elementar desse problema e para a determinação das possíveis ações corretivas que deverão ser empregadas (CARPINETTI, 2010). A Figura 9 é um exemplo de utilização do Diagrama de Causa e Efeito.



(\*) Esse símbolo indica as causas consideradas prováveis.

**Figura 9:** Exemplo de utilização do diagrama de causa e efeito

**Fonte:** Werkema (2013)

### 2.4.2 Ferramenta 5W1H

De acordo com Carpinetti (2010) o 5W1H é uma ferramenta utilizada para descrever de forma integral a implementação e o acompanhamento de um plano de ação. Após utilizada, a ferramenta fornece um quadro constando as seguintes informações:

- *What* (o quê): Pequena explicação da ação a ser implementada;
- *Why* (Por quê): Qual o fundamento para a implementação dessa ação;
- *Where* (Onde): Em que área a ação será implementada;
- *Who* (Quem): Quem será o encarregado da ação de implementação;
- *When* (Quando): Quais serão os prazos de início e término da ação;
- *How* (Como): Breve explicação de como será implementada a ação;

## 2.5 BALANCEAMENTO DE LINHA

De acordo com Tubino (2006) a fim de atender economicamente uma taxa de demanda deve-se buscar um ritmo equilibrado entre os diversos postos de trabalho. Desta forma, o balanceamento da linha procura determinar conjuntos ou sistemas de atividades que serão executados por operadores e máquinas de modo a assegurar um tempo de processamento aproximado ao *takt time*. A determinação do número mínimo de postos de trabalho é definida a partir da Equação 7.

$$N_{min} = \frac{\sum t}{takt\ time} \quad (7)$$

Onde:

$N_{min}$  = Número mínimo de postos;

$\sum t$  = Somatório dos tempos de operação;

*takt time* = Frequência com que se deve produzir o produto.

Segundo Tubino (2006) a finalidade do balanceamento de linha consiste em aproveitar eficientemente os recursos produtivos para um determinado *takt time*, sendo assim, a eficiência de uma alternativa é analisada em função de quanto tempo livre ela ocasiona. A Equação 8 demonstra como calcular este índice.

$$I_{eficiência} = 1 - \frac{\sum tempo\ livre}{N \times takt\ time} \quad (8)$$

Onde:

$I_{eficiência}$  = Eficiência do sistema;

$\sum tempo\ livre$  = Somatório do *takt time* menos o tempo de cada posto;

$N$  = Número de postos;

*takt time* = Frequência com que se deve produzir o produto.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa é uma atividade direcionada para a verificação de problemas teóricos e práticos, por meio da aplicação de métodos e processos científicos. Partindo de uma dúvida ou problemática, e por meio do método científico, busca-se uma resposta para determinado problema. Assim sendo, a pesquisa constitui-se de três elementos imprescindíveis sendo eles: dúvida/problema, método científico, e resposta/solução, visto que uma solução só poderá ocorrer quando algum problema abordado tenha sido tratado com métodos, instrumentos e procedimentos adequados (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

Para Gil (2008) a pesquisa pode ser definida como um processo formal e sistemático de desenvolvimento do processo científico, tendo como objetivo principal descobrir respostas para problemas por meio da utilização do método científico.

Para continuar a didática desse procedimento metodológico, torna-se necessário a especificação do estudo para um desenvolvimento conforme o tema proposto.

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

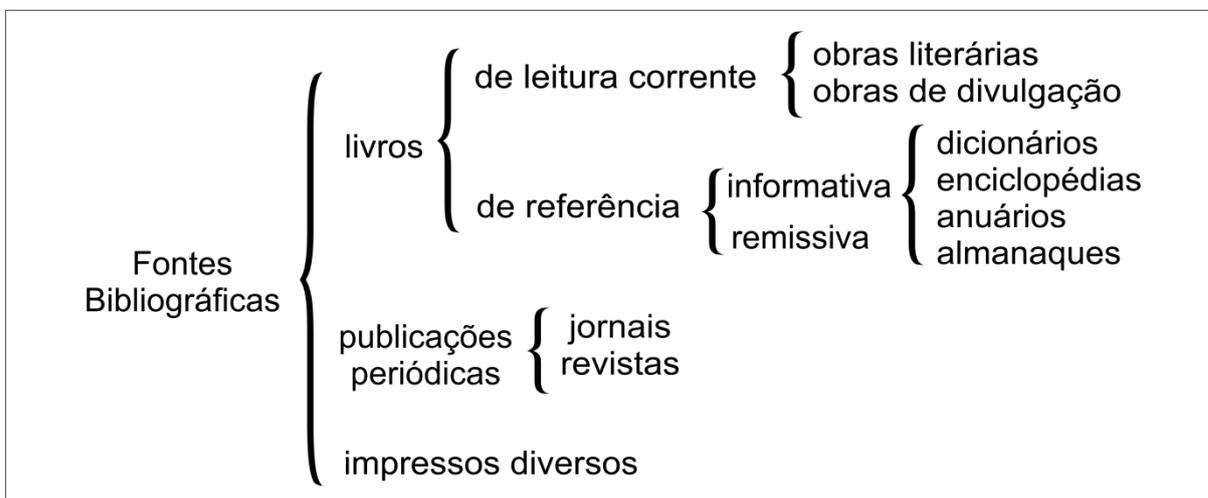
Cada abordagem aceita variados tipos de aprofundamento e aspecto específico de acordo com o objeto de pesquisa, os objetivos que se deseja alcançar e a qualificação do pesquisador (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

Segundo Gil (2002) qualquer tipo de classificação é desenvolvido por meio de algum critério. Diante disso, as pesquisas utilizam suas classificações de acordo com os seus objetivos gerais.

Para Cervo, Bervian e da Silva (2007) deve-se considerar pelo menos três importantes tipos de pesquisa, sendo elas:

- Bibliográfica: procura explicar um problema por meio de referências teóricas divulgadas em artigos, livros, dissertações e teses. As fontes bibliográficas podem ser classificadas como livros, publicações periódicas e impressos diversos. Os livros podem ser divididos em leitura corrente que envolve as obras literárias e obras de divulgação e os de referência (ou de consulta), que possibilitam a rápida obtenção de informações. Tendo ainda um caráter informativo como dicionários, enciclopédias, anuários almanaques e caráter

remissivo. Existindo ainda nessa classificação as publicações periódicas, que tem como exemplos os jornais e revistas e por fim os impressos diversos. A Figura 10 mostra uma estruturação dessas classificações;



**Figura 10:** Classificação das fontes bibliográficas

**Fonte:** Gil (2002)

- Descritiva: tem como característica a observação, análise, registro e correlacionamento entre fatos ou fenômenos sem modifica-los, buscando descobrir, com a maior exatidão possível, a sua frequência, a conexão com os outros elementos, sua natureza e suas características;
- Experimental: caracterizada por manipular diretamente os fenômenos relacionados ao objeto de estudo. Interfere diretamente no fato, manipulando a variável independente para observar o que acontece com a dependente.

Gil (2002) ainda aborda mais um tipo de pesquisa, a exploratória. Ela tem como principal objetivo o aperfeiçoamento de ideias ou a descoberta de intuições. E está contemplada em um desses grandes grupos citados anteriormente.

De acordo com Cervo et al. (2007) independentemente do tipo de pesquisa ou da área, para o levantamento do tema, exige-se uma pesquisa bibliográfica prévia para se conseguir uma base teórica fundamentada e para se justificar as contribuições da própria pesquisa.

Em relação ao comportamento dessa pesquisa, o presente estudo mostra-se com características descritiva já que, segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007),

neste tipo de pesquisa tenta-se buscar observar, registrar e analisar os fenômenos e dados de acordo com a realidade da empresa.

### **3.1.1 Delineamento da pesquisa**

De acordo com Ganga (2012) existem diversas formas de classificar os métodos empregados nas pesquisas científicas utilizadas na área de engenharia de produção entre elas estão:

- Pesquisa bibliográfica;
- Desenvolvimento teórico conceitual;
- Pesquisas experimentais;
- Survey;
- Modelagem e simulação;
- Estudo de caso;
- Pesquisa-ação.

Nesse estudo os métodos que foram empregados são a pesquisa bibliográfica se enquadrando em uma abordagem qualitativa descritiva e estudo de caso que segundo Ganga (2012) define-se como uma pesquisa que se baseia em provas qualitativas e quantitativas buscando investigar um fenômeno que está inserida na vida real.

Yin (2010) diz que há três condições que delimitam o tipo de estratégia de pesquisa sendo elas:

1. No tipo de questão de pesquisa;
2. Na extensão de controle que o pesquisador tem sobre as variáveis comportamentais;
3. No grau de enfoque em eventos históricos em oposição a acontecimentos atuais.

O Quadro 5 mostra as três condições e expõe a relação de cada uma com as cinco estratégias de pesquisa principais nas ciências sociais.

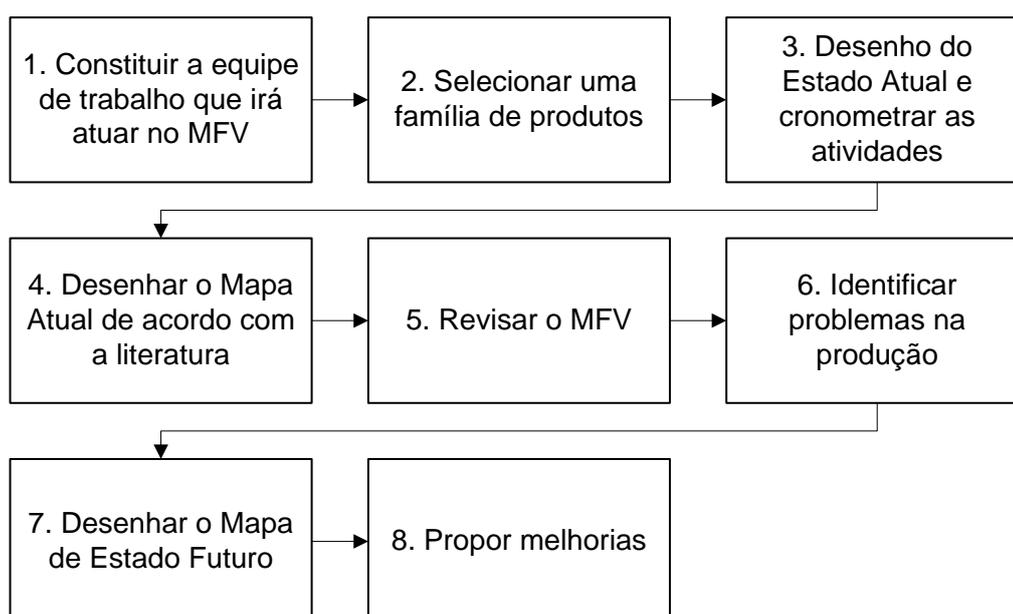
Estratégia	Forma da questão de pesquisa	Exige controle sobre eventos comportamentais?	Focaliza acontecimentos contemporâneos?
experimento	como, por que	sim	sim
levantamento	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
análise de arquivos	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim/não
pesquisa histórica	como, por que	não	não
estudo de caso	como, por que	não	sim

**Quadro 5:** Eventos relevantes para diversas estratégias de pesquisa

**Fonte:** Yin (2010)

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

As diretrizes da pesquisa realizadas nesse presente estudo, seguiram as etapas mostrada na Figura 11.



**Figura 11:** Etapas usuais da pesquisa

**Fonte:** Próprio autor

### **3.2.1 Constituir a equipe de trabalho**

Nessa etapa da pesquisa foi formada a equipe de trabalho que atuou no MVF. O critério para a formação da equipe foi a preferência por colaboradores que conhecessem bem todo o fluxo de valor das famílias de produtos que foram escolhidas e tivessem experiência, de modo a repassar informações úteis para a obtenção do mapeamento. Ainda nessa etapa da pesquisa, foi definido também, um gerente de fluxo de valor que lidere a equipe para transmitir as informações coletadas ao pesquisador.

### **3.2.2 Selecionar uma família de produtos**

A decisão sobre qual o *mix* de produtos foi selecionado, ficou a cargo da equipe de trabalho montada. Para facilitar a decisão foi montado uma matriz da família de produtos, que permite a visualização dos produtos comuns aos mesmos equipamentos, operações e fluxos, com objetivo de simplificar a identificação dessas famílias de produtos. Para identificar a família de produtos que foi utilizada, ocorreram reuniões em específico para auxiliar na discussão de quais critérios deveriam ser empregados a fim de escolher a família que mais gere valor para a cliente, como por exemplo: o produto mais vendido, o que contém maiores reclamações de consumidores, o qual apresente mais defeitos.

### **3.2.3 Desenho do estado atual e cronometrar as atividades**

Após a seleção da família de produtos, foi mapeado o fluxo de valor atual, coletando todas as informações necessárias para a elaboração do mapa.

Primeiramente, cada membro da equipe formada pode mapear todo o processo de MFV, para após, comparar e discutir as informações coletadas. Entre as informações que devem ser coletadas estão o tempo de ciclo, tempo de *setup*, disponibilidade, número de operadores, *takt time* e *lead time* do processo. Além dessas variáveis cada local que contenha acúmulo de estoque, assim como o seu tempo e quantidade devem ser registrados.

A Equação 2 foi utilizada para calcular o tamanho da amostra que é utilizada como base para obtenção dos dados necessários para criação do mapeamento.

#### **3.2.4 Desenhar o mapa atual**

Após a coleta das informações do estado atual da empresa, foi desenvolvido o Mapeamento de Fluxo de Valor de acordo com a literatura de Rother e Shook (2003) utilizando os ícones padrões e organizando as informações. O software utilizado para montar o MFV foi o Microsoft® Office Visio®, o qual dispõe da simbologia utilizada pela literatura.

#### **3.2.5 Revisar o MFV**

Com o fim da criação do mapa de fluxo atual, foi revisado o mapa com o intuito de verificar se todas as atividades, processos e fluxos relevantes foram contemplados e se não há algum erro que possa comprometer algum dos dados. Após a minuciosa análise juntamente com a equipe seguiu-se para o próximo passo.

#### **3.2.6 Identificar problemas na produção**

Nessa etapa foi identificado quais problemas estavam afetando a produção. Dessa forma, foi feita uma verificação das atividades que não agreguem valor e quais desperdícios estão presentes no atual estado atual, discutindo com a equipe, por meio de reuniões, quais possíveis melhorias podem ser feitas levando em consideração o *takt time*, o desenvolvimento de um fluxo contínuo, uso de supermercados, nivelamento do mix de produção e o nivelamento do volume de produção.

#### **3.2.7 Desenhar o mapa de estado futuro**

Após a identificação dos problemas por meio do mapeamento do estado atual, o mapa foi redesenhado de modo que atenda todas as especificações planejadas pela equipe, afim de obter as melhorias desejadas para formular o mapa

futuro. O novo mapa será, mais uma vez, elaborado com auxílio do *software* Microsoft® Office Visio®.

### **3.2.8 Propor melhorias**

Por fim, após as informações levantadas pelo trabalho realizado, por meio da ferramenta do MFV, foi possível sugerir a administração quais recomendações de melhorias pode-se aplicar ao processo de fabricação das etiquetas, visando um ganho para a empresa. Para discutir quais as causas e efeitos dos desperdícios encontrados, foi utilizado um diagrama de Ishikawa e para a elaboração das soluções a ferramenta da qualidade 5W1H.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão descritos os resultados encontrados por meio da ferramenta MFV, bem como as discussões sobre as melhorias para se alcançar o mapeamento em seu estado futuro.

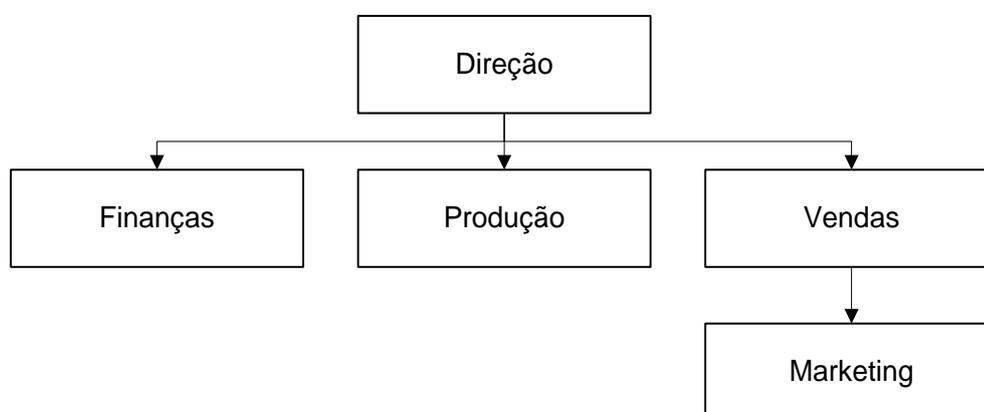
### 4.1 EMPRESA ESTUDADA

A empresa foi fundada no ano de 2012 com foco na venda de *ribbons* e bobinas para cupons fiscais. No início de 2016 a empresa que era classificada como microempresa-ME, passou a ser uma empresa de pequeno porte, buscando com isso um maior alcance de negócios e provendo agora de um maior *mix* de produtos.

O negócio conta com uma administração familiar, contendo 11 funcionários contratados, um representante na cidade de Juazeiro do Norte, no estado do Ceará, e outro na cidade de Petrolina-PE que atende o mercado de toda a região do vale do São Francisco. A produção da empresa opera com um turno, sendo ele em horário comercial, ou seja, dividido das 08 h as 12 h e das 14 h as 18 h.

Segundo Oliveira (2006), a estrutura organizacional é uma ferramenta administrativa decorrente da identificação, análise, ordenação e agrupamento das atividades e dos recursos das empresas, buscando realizar os objetivos estabelecidos pelos planejamentos das empresas.

A empresa gráfica apresenta um sistema organizacional de forma linear como apresentado na Figura 12.



**Figura 12:** Organograma da empresa  
**Fonte:** Próprio autor

## 4.2 OS PRODUTOS

A empresa atualmente, conta com a revenda de produtos como *ribbons*, bobinas para cupons e máquinas etiquetadoras e ainda a fabricação de produtos como tag's para brincos e confecções, etiquetas adesivas, etiquetas gravata, etiquetas sem cola e rótulos. No ANEXO B encontra-se exemplos dos produtos vendidos pela empresa.

Os produtos fabricados pela empresa têm um alto grau de customização, já que o cliente escolhe entre o tipo de papel, a quantidade de cores, o seu corte e a quantidade desejada.

Os papeis disponíveis pela empresa são: couché L2, cartão, couché adesivo, *bi-axially oriented polypropylene-BOPP*, papel fosco, metalizado, BOPP metalizado, adesivo ouro.

A quantidade de cores do produto pode variar de nenhuma até seis, sendo empregado para a sua confecção a técnica de policromia. Já para o tipo de corte, a etiqueta pode ter um tamanho máximo de 40 mm de largura e mínimo de 11 mm, contando atualmente com 135 tipos diferentes de facas.

## 4.3 PROCESSO PRODUTIVO

Nessa seção com o intuito de auxiliar no entendimento e na elaboração do mapeamento em seu estado atual, encontra-se o fluxograma do processo produtivo da empresa representado pela Figura 13. O mapeamento do processo de forma individualizada encontra-se no ANEXO C ao final do trabalho.

Dentro da empresa em estudo existem diversos campos de atuação, entretanto para o trabalho desenvolvido ficou restrito a área de produção. O tipo de processo do sistema de produção da empresa é caracterizado como *Job Shop*, já o seu *layout* tem um arranjo físico por produto (linear), visto que cada produto tem um roteiro predefinido aonde segue um fluxo determinado e de fácil identificação.

Não há na empresa um planejamento estratégico, tático e operacional fazendo com que a produção seja guiada pelos pedidos dos clientes, urgências ou atrasos existentes. O início do processo se dar pelo contato do cliente com a

empresa podendo esse contato ser *in loco*, por telefone via atendente, e-mail ou representante da empresa.

Após esse contato inicial e após aprovação, a demanda do cliente é enviada para direção da empresa que atua como o controle da produção organizando o que será produzido. A direção entra em contato com o fornecedor e envia a programação diária para o auxiliar da produção que fica encarregado de separar as informações necessárias para a execução do pedido. Após a separação de todos os dados fundamentais, a programação da produção é repassada para o operador flexográfico<sup>1</sup> que inicia o processo produtivo. A Figura 33 mostra um exemplo de clichê.

O operador da máquina flexográfica confere os dados do pedido que será fabricado e após a checagem, começa separando os clichês<sup>2</sup> que serão utilizados. Em seguida os clichês são levados para a mesa para serem fixados com uma fita dupla face em um ou mais cilindros que serão colocados na máquina para dar a impressão desejada.

Já com os clichês encaixados na máquina, o operador separa a quantidade de bobinas que serão necessárias para a finalização do pedido e em seguida insere a primeira bobina na máquina flexográfica. O próximo passo é o encaixe das facas na máquina, que darão o formato desejado a etiqueta. Logo após, as tintas que serão aplicadas no papel são separadas e preenchem as respectivas bandejas de tintas. Com o fornecimento de todos os suprimentos da máquina o operador começa a alinhar todos os materiais encaixados para poder iniciar o processo de impressão.

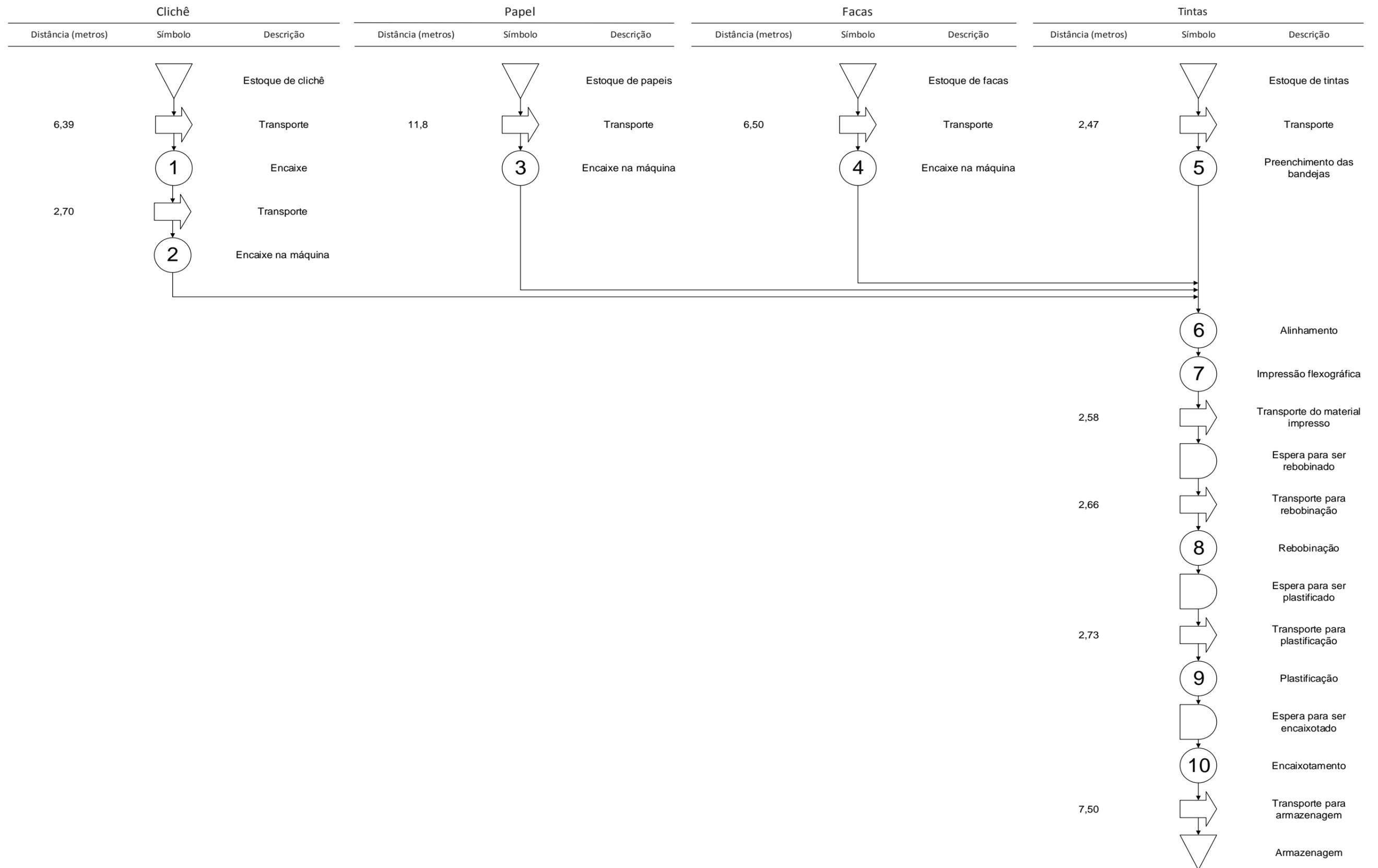
Os insumos processados são transferidos pelos operadores da máquina flexográfica para um local de espera, onde as rebobinadeiras irão pegar e leva-los para serem processados na máquina de rebobinagem. Depois de processados pela máquina, o material é transportado para a plastificadora onde será ensacado para poder passar pelo o processo de encaixotamento.

Com o material já ensacado ele é encaixotado e transportado para a expedição onde fica aguardando a retirada, que pode ser feita diretamente pelo o cliente ou entregue quando solicitada.

---

<sup>1</sup> Operador flexográfico é o profissional que realiza a impressão na máquina flexográfica, bem como o alinhamento e preparação conforme as orientações da ordem de produção.

<sup>2</sup> Clichês é um material feito de borracha gravado em relevo uma imagem destinada a ser reproduzida para impressão de imagens e textos por meio de prensa tipográfica.



**Figura 13:** Fluxograma do processo produtivo  
**Fonte:** Próprio autor

O total de operações, espera, armazenagens, transportes e metros percorridos estão no Quadro 6 que demonstra um resumo do fluxograma.

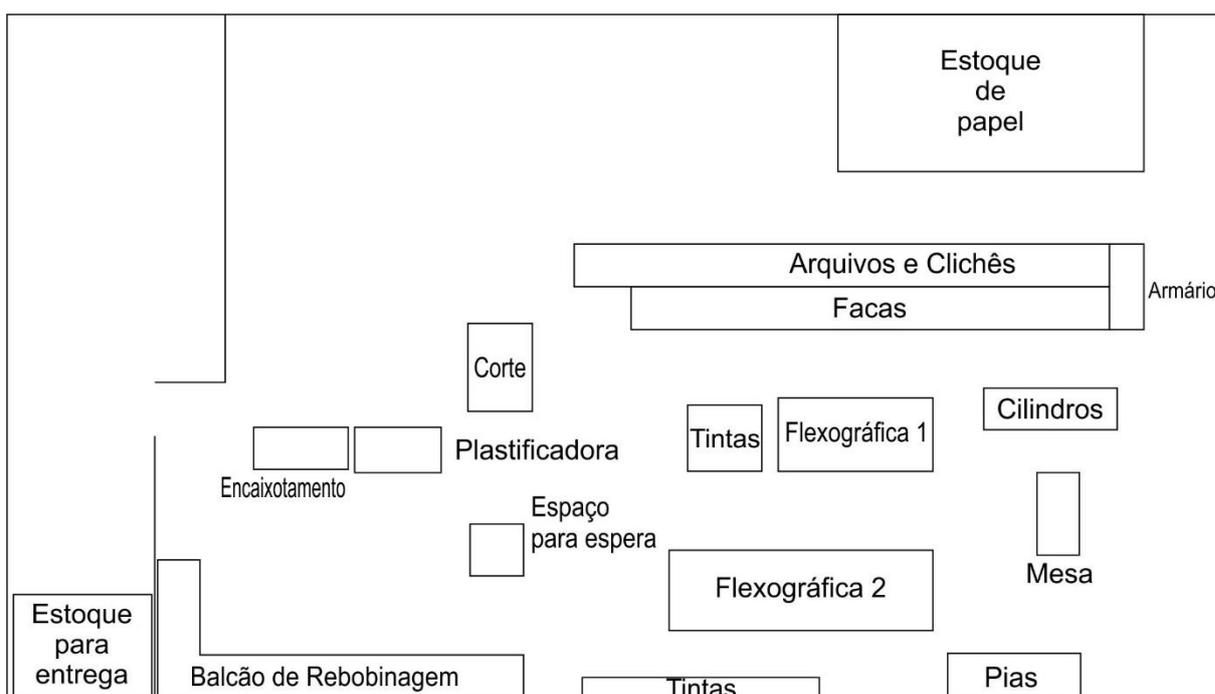
Atividade	Simbologia	Quantidade
Número de operações	○	10
Número de espera	⊔	3
Número de armazenagens	▽	5
Número de transportes	→	9
Total percorrido, em metros	-	45,33

**Quadro 6:** Quadro resumo

**Fonte:** Próprio Autor

#### 4.4 LAYOUT DA EMPRESA

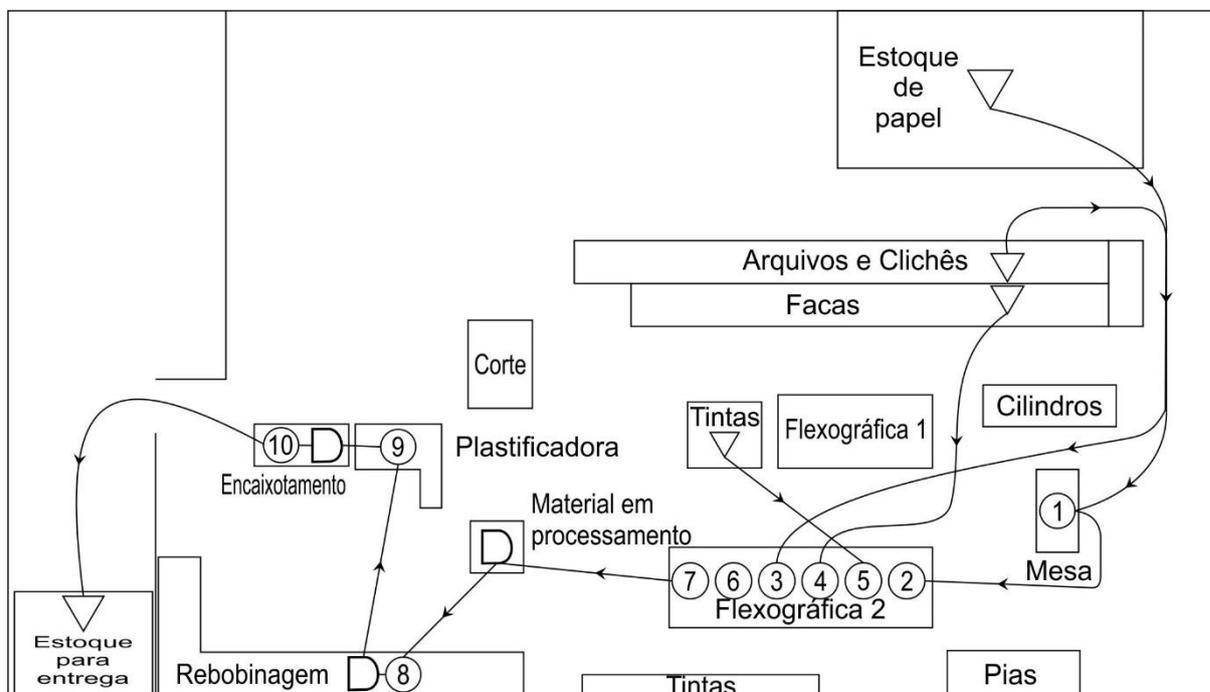
Para um melhor entendimento do processo produtivo da empresa e com o objetivo de facilitar o mapeamento que será desenvolvido, foi elaborado o *layout* da empresa e o mapofluxograma que são representados pelas Figura 14 e Figura 15.



**Figura 14:** Layout atual da empresa

**Fonte:** Próprio autor

O arranjo por produto ou em linha, tem como característica a disposição das máquinas e/ou equipamentos dispostos de acordo com a sequência de processamento, sem alternativas para o fluxo produtivo.



**Figura 15:** Mapofluxograma do processo  
**Fonte:** Próprio autor

O mapofluxograma mostra que o fluxo dos processos encontram-se concentrados em um lado da empresa e evidencia se há uma grande movimentação interna para o processamento dos produtos.

#### 4.5 CONSTITUIÇÃO DA EQUIPE DE TRABALHO QUE ATUOU NO MFV

Foi escolhido para a equipe pessoas de dentro processo produtivo, que atuam diretamente nele, e uma pessoa de outro setor. Buscando com isso uma visão diferente da habituada pelos colaboradores da produção. Os colaboradores escolhidos foram: auxiliar de produção, um operador da máquina flexográfica, uma operadora da rebobinadeira e o auxiliar de designer.

## 4.6 SELEÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Para auxiliar na escolha de qual produto seria selecionado foi feito uma matriz das famílias de produtos existentes, relacionando as etapas dos processos com os produtos.

		Etapas dos processos				
		Corte	Impressão Flexográfica	Rebobinar	Plastificar	Encaixotar
Produtos	Rótulos	x	x	x	x	x
	Etiquetas sem cola	x	x			x
	Tag's	x	x			x
	Etiqueta gravata	x	x	X	x	x
	Caixa	x	x			x
	Etiquetas adesivas		x	X	x	x

**Quadro 7:** Quadro para escolha do produto a ser selecionado

**Fonte:** Próprio autor

Em reunião com a equipe escolhida, foram debatidos quais critérios deveriam ser utilizados para a escolha do produto a ser mapeado. Ficando definido que o mapeamento deveria ser feito com a etiqueta adesiva do tipo 60 x 94 mm, já que é um dos produtos com mais saída da empresa atendendo uma grande variedade de clientes e facilitando a coleta de dados.

## 4.7 DESENHO DO ESTADO ATUAL E CRONOMETRAGEM DAS ATIVIDADES

### 4.7.1 Estudo de tempos, cronoanálise e medida da capacidade

#### 4.7.1.1 Coleta de dados

Os dados foram coletados entre o período de 07/01/2017 a 23/04/2017, dispondo dos dois primeiros dias para a delimitação dos tempos iniciais necessários para a determinação do número de ciclos a serem utilizados. Após o número de ciclos definido foram realizadas as coletas necessárias para a elaboração do mapeamento.

## 4.7.1.2 Coleta de tempos

Utilizando um cronômetro digital e o auxílio de uma prancheta com uma tabela impressa para o preenchimento dos dados, foram coletadas 7 medições de cada um dos 4 processos que compõe o sistema de produção da empresa. A Tabela 3 mostra a relação dos tempos coletados e as atividades.

**Tabela 3:** Tempos para definição do número de ciclos

Processos	Tempos Coletados (segundos)						
	1	2	3	4	5	6	7
Impressão Flexográfica	1498	1350	1417	1377	1429	1463	1503
Rebobinagem	2461	2496	2395	2205	2346	2027	2007
Plastificação	340	367	332	323	377	334	366
Encaixotamento	136	97	83	94	102	125	108

**Fonte:** Próprio autor

Depois de coletados os dados iniciais, foram feitos os cálculos essenciais para a obtenção das outras variáveis necessárias para a Equação 4. Utilizando o grau de confiança de 95% fornecido pela Tabela 1, o valor de coeficiente de número de cronometragens da Tabela 2 e erro relativo da medida de 5%, chegou-se a os dados da Tabela 4.

**Tabela 4:** Dados da Equação 4

Processos	Variáveis da Equação 4					
	$\bar{x}$	$R$	$z$ (95%)	$E_r$	$d_2$	$n$
Impressão Flexográfica	1433,86	153	1,96	0,05	2,704	2,39
Rebobinagem	2276,71	489	1,96	0,05	2,704	9,70
Plastificação	348,43	54	1,96	0,05	2,704	5,05
Encaixotamento	106,43	53	1,96	0,05	2,704	7,22

**Fonte:** Próprio autor

Afim de atender todos os valores calculados, foram coletados 10 tempos para cada processo, satisfazendo assim, o maior valor calculado para  $n$  e conseqüentemente para todos os outros. Os novos dados coletados encontram-se na Tabela 8 no APÊNDICE B.

#### 4.7.1.3 Determinação do tempo normal (TN) e do tempo padrão (TP)

Por meio das cronometragens iniciais foi estabelecido qual o número de coletas de dados necessário para a definição do tempo de ciclo de cada atividade. Analisando a Tabela 14 para definir a habilidade e esforço empregado nas atividades e utilizando a Equação 4, foram calculados os tempos normais (TN) de cada atividade. A Tabela 5 demonstra os valores obtidos com os cálculos.

**Tabela 5:** Tempo normal dos processos

Processos	Cálculo do tempo normal (TN)				TN (s)
	TC Médio (s)	Habilidade	Esforço	Eficiência	
Impressão Flexográfica	1625,50	0,13	0,12	1,25	<b>2031,88</b>
Rebobinagem	2111,20	0,13	0,12	1,25	<b>2639,00</b>
Plastificação	347,20	-0,05	0,12	1,07	<b>371,50</b>
Encaixotamento	108,50	0	0,12	1,12	<b>121,52</b>
<b>Total</b>	-	-	-	-	<b>5163,90</b>

**Fonte:** Próprio autor

Após a definição dos tempos normais das atividades, foi calculado o fator de tolerância utilizando as tabelas do ANEXO C. Com os dados dos tempos normais de cada atividade, os fatores de tolerância calculados e utilizando a Equação 5, foi calculado o tempo padrão de cada atividade. A Tabela 6 apresenta os dados referentes a cada atividade.

**Tabela 6:** Tempo padrão de cada processo

Processos	Cálculo do tempo padrão (TP)		TP (s)
	TN (s)	Fator de Tolerância	
Impressão Flexográfica	2031,88	1,16	<b>2356,98</b>
Rebobinagem	2639,00	1,21	<b>3193,19</b>
Plastificação	371,50	1,18	<b>438,37</b>
Encaixotamento	121,52	1,23	<b>149,47</b>
Total	-	-	<b>6138,01</b>

**Fonte:** Próprio autor

Com a definição dos tempos padrões de cada atividade é possível determinar qual operação está sendo o gargalo da produção, ou seja, qual atividade tem o maior tempo TP do processo produtivo. Observando a Tabela 6 nota-se que o gargalo encontra-se na atividade rebobinagem, contendo um tempo padrão de 3193,19 segundos.

#### 4.7.1.4 Medida da capacidade

Após encontrado os tempos padrões dos processos é possível calcular a capacidade produtiva (CP) por hora de cada processo individualmente, bem como, a capacidade produtiva total.

Utilizando os dados da Tabela 6 e a Equação 6 encontrou-se a capacidade produtiva por hora e multiplicando a Equação 6 pelas horas trabalhadas tem-se a capacidade produtiva por dia. A Tabela 7 mostra a as capacidades produtivas por hora e por dia.

**Tabela 7:** Determinação da capacidade produtiva

Processos	Cálculo da capacidade produtiva			
	TP (s)	Quant. Operadores	CP/Hora	CP/Dia
Impressão Flexográfica	2356,98	1	<b>1,53</b>	<b>12</b>
Rebobinagem	3193,19	1	<b>1,13</b>	<b>9</b>
Plastificação	438,37	1	<b>8,21</b>	<b>66</b>
Encaixotamento	149,47	1	<b>24,09</b>	<b>193</b>

**Fonte:** Próprio Autor

O processo de rebobinagem apresenta a menor capacidade produtiva do processo, sendo ela o fator restritivo do processo e conseqüentemente o gargalo.

#### 4.7.2 Desenho do estado atual

Após uma breve capacitação por meio de três reuniões, foi solicitado que todos os participantes da equipe mapeassem livremente o processo produtivo da empresa. Iniciando-se do final do processo para o seu início como indicado pela literatura, com a finalidade que se identifique aquilo que realmente gera valor para o cliente final.

A junção dos mapeamentos realizados pela equipe forneceu um mapa atual sem os seus tempos e fora dos padrões indicados pela literatura, já que o tempo reservado para a capacitação não era tão amplo. Contudo, chegou-se a um consenso de como esse mapa deveria ser elaborado.

Os dados coletados para a criação do mapa atual foram feitos apenas pelo pesquisador e estão disponíveis no APÊNDICE B ao final do trabalho.

#### 4.8 DESENHO DO MAPA ATUAL DE ACORDO COM A LITERATURA

Após a conclusão das 3 primeiras etapas, foi desenvolvido o Mapa do Estado Atual segundo a literatura de Rother e Shook, e gerando a Figura 16.

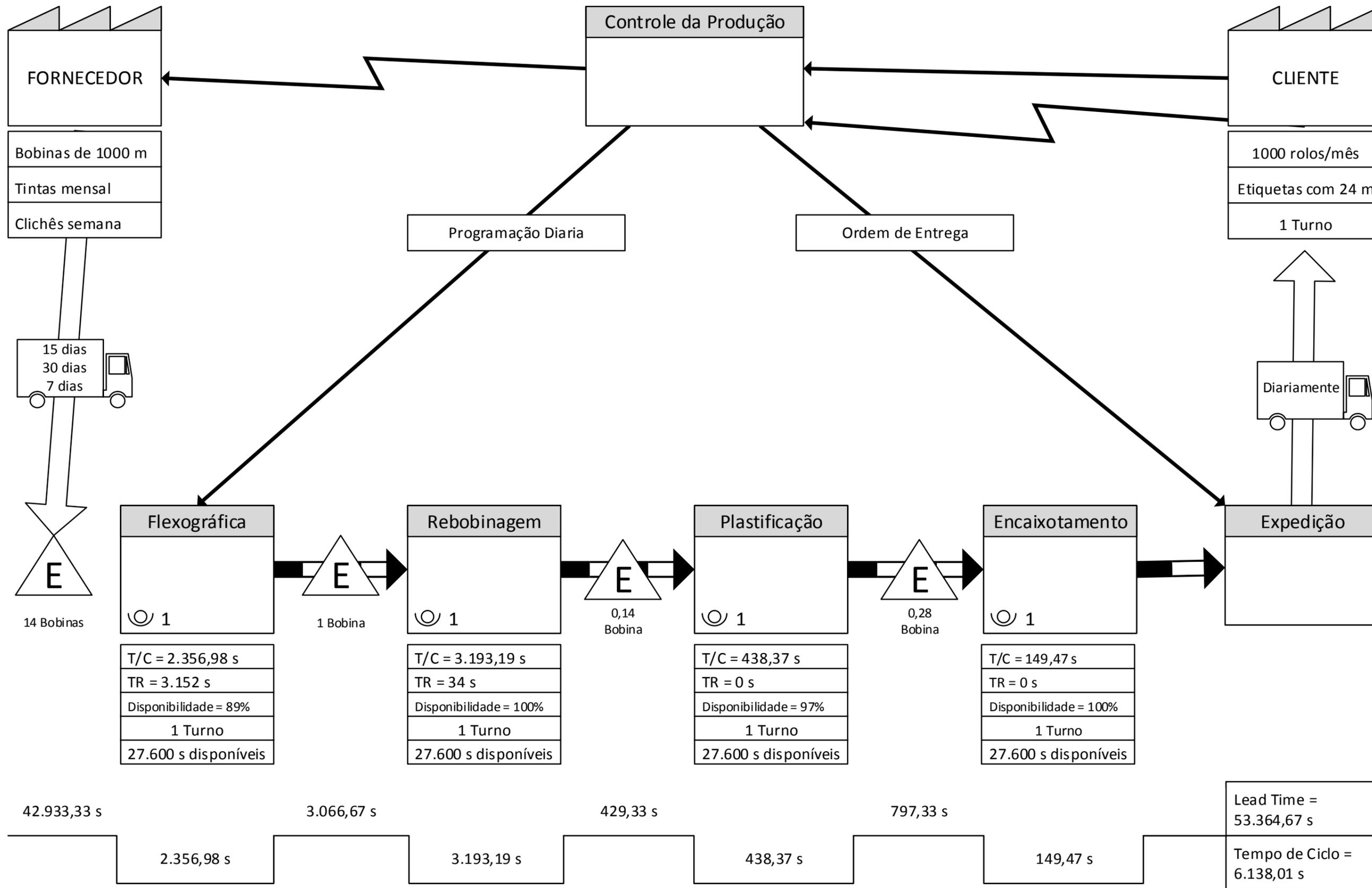


Figura 16: Mapa do Estado Atual  
 Fonte: Próprio autor

#### 4.9 REVISÃO DO MFV

A revisão foi realizada com o intuito de encontrar algum erro na elaboração do mapeamento em seu estado atual ou algo que comprometesse os resultados do trabalho. Foi exposto para todos da equipe e não foram encontrados erros ou inconsistências nos dados.

#### 4.10 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS NA PRODUÇÃO

Durante a 3ª etapa da pesquisa foi observado juntamente com o mapeamento em seu estado atual, alguns desperdícios inerentes do processo produtivo. Esses desperdícios podem ser classificados de acordo com Taiichi Ohno já referenciados no trabalho.

- Defeitos: os defeitos de fabricação do produto são encontrados na primeira impressão, logo após o processo de alinhamento, quando a máquina ainda pode apresentar alguma variação.
- Estoques: devido à personalização de cada etiqueta, não há a existência de estoque de produto final. Entretanto, há estoque inicial de matéria-prima (papel) esperando para ser processada ocasionando uma diminuição no espaço interno da empresa. Ocorre ainda, uma formação de estoque entre os processos flexográfica e a rebobinagem devido ao tempo de processamento da rebobinagem ser maior que o da flexográfica. Os estoques formados entre rebobinagem e plastificação, bem como, plastificação e encaixotamento são produtos semiacabados que os operadores esperam juntar mais produtos para processar, já que seu tempo de ciclo é muito rápido.
- Processamento desnecessário: observou-se que o tempo de setup da máquina flexográfica é muito alto.
- Movimento desnecessário: devido ao atual *layout* da empresa, ocorre uma grande movimentação para a busca de insumos, ferramentas e produtos para os *setups* das máquinas.
- Espera: analisando o mapeamento nota-se que há uma subutilização dos operadores da máquina plastificadora e do processo de encaixotamento já que eles têm um processo muito mais rápido do que os outros dois processos iniciais.

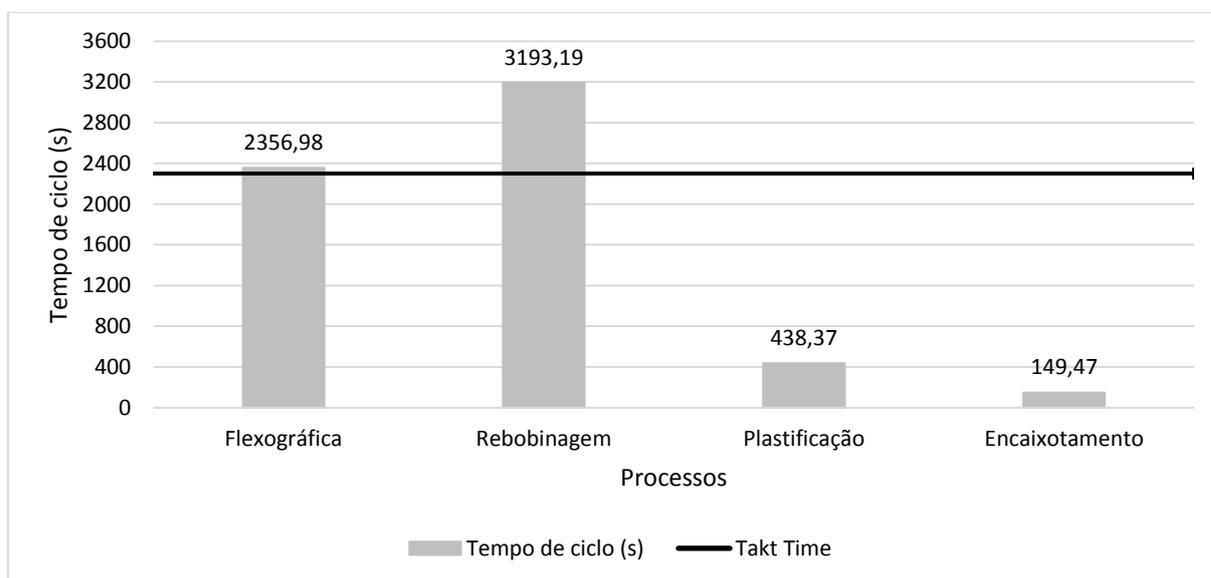
## 4.11 DESENHO DO MAPA DE ESTADO FUTURO

### 4.11.1 O processo de produzir de acordo com o *takt time*

Para calcular o *takt time* da etiqueta adesiva 60 x 94 mm, foi utilizado a Equação 1. O tempo disponível de trabalho por turno é de 27.600 s e a demanda do cliente é de 1000 rolos de etiquetas, o que é equivalente a 12 bobinas de papel. Sendo assim temos que:

$$takt\ time = \frac{27.600\ s}{12\ bobinas} \therefore 2.300\ s / bobina$$

Esse valor encontrado, é o ritmo no qual a produção deveria estar operando para suprir a demanda do cliente, ou seja, a cada 2.300 s uma nova bobina deve ser produzida. A Figura 17 apresenta um gráfico de tempo de ciclo *versus* os processos no estado atual.



**Figura 17:** Tempo de ciclo *versus* processos no estado atual

**Fonte:** Próprio autor

Analisando o gráfico notamos que dois dos processos estão acima do *takt time*, o processo de flexografia e de rebobinagem, sendo o segundo o gargalo do processo produtivo. Essas operações acima do *takt time* representa para a empresa uma desvantagem competitiva já que ela não está atendendo a demanda solicitada.

#### 4.11.2 Desenvolvimento de um fluxo contínuo e utilizando supermercados

Há uma dificuldade de implementação de um fluxo contínuo em processos produtivos do tipo *Job Shop*, isso deve-se ao alto grau de personalização de cada produto. A empresa em questão se enquadra nesse tipo de classificação. O produto fabricado tem que passar, necessariamente, por todas as etapas do processo produtivo. Sendo assim, impraticável para a empresa a utilização de supermercados para todas as possíveis variações de produtos.

#### 4.11.3 Enviando a programação para o processo puxador

O processo puxador é frequentemente o último processo em fluxo contínuo, ou seja, mais próximo do cliente final. Entretanto, produtos com alto grau de personalização, produtos sob encomenda e processos do tipo *Job Shops*, o processo puxador geralmente precisa estar mais próximo dos processos iniciais.

Atualmente na empresa, a ordem de produção é enviada para o operador flexográfico, que está no início do processo produtivo. Sendo assim, a diretriz já está sendo executada.

#### 4.11.4 Balanceamento do processo

Devido a subutilização dos processos de Plastificação e Encaixotamento deve-se balancear a produção. Utilizando a Equação 7 determinou-se qual o número mínimo de postos de trabalho que deve-se ter nessa linha de produção.

$$N_{min} = \frac{\sum t}{takt\ time} \therefore \frac{6.138,01}{2.300} \therefore 2,66 \cong 3\ postos$$

Com a definição do número mínimo de postos, foi montado um novo sistema seguindo os cálculos. Desta forma foi realizada a junção de dois processos.

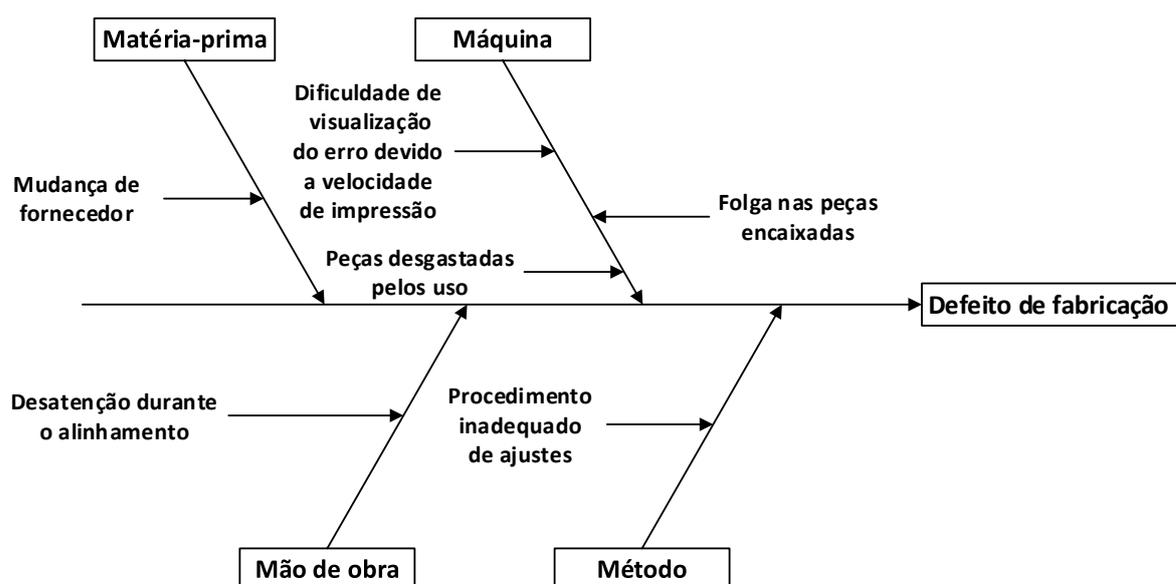
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Posto 1} = \text{Flexográfica} \therefore 2.356,98\ s \\ \text{Posto 2} = \text{Rebobinagem} \therefore 3.193,19\ s \\ \text{Posto 3} = \text{Plastificação} + \text{Encaixotamento} \therefore 587,84\ s \end{array} \right.$$

Para definir a eficiência desse novo sistema utilizou-se a Equação 8, resultando no valor de 89% de eficiência.

$$I_{eficiência} = 1 - \frac{(2.300 - 2.356,98) + (2.300 - 3.193,19) + (2.300 - 587,84)}{3 \times 2.300} \cong 89\%$$

#### 4.11.5 Diagrama de causa e efeito

A fim de identificar as possíveis causas dos defeitos de fabricação encontrados no processo de impressão foi elaborado um diagrama de causa e efeito. A Figura 18 mostra o diagrama elaborado.



**Figura 18:** Defeito de fabricação na impressão

**Fonte:** Próprio autor

Uma das causas dos defeitos está relacionado a máquina, podendo nela existir peças folgadas devido ao mal encaixe das mesmas ou desgaste por uso. Outro problema é a dificuldade de visualização do erro, isso se dá pela alta velocidade de impressão.

A mudança de fornecedor também é uma das causas observadas ligada a matéria-prima, entretanto não é comum ocorrer já que a solução encontrada seria trocar diversas ferramentas da máquina o que gera um alto custo para empresa.

A desatenção durante o alinhamento está ligada a mão de obra, podendo fazer com que a impressão tenha uma má qualidade, ou ocasione erros. O procedimento inadequado de ajustes está relacionado ao método, este tipo de causa ocorre quando o operador ainda não está treinado suficiente para operar a máquina sem supervisão. De acordo com a equipe, já foram adotadas medidas para sanar esse tipo de causa de defeito.

#### **4.11.6 Desenho do estado futuro**

Com o levantamento de dados e auxílio do Mapa do Estado Atual tornou-se evidente que o alto *lead time* estava sendo ocasionado devido aos estoques iniciais e intermediários. Outro ponto importante a ser estudado foi o processo gargalo, que observando a Figura 17, identifica-se o tempo ciclo maior que o seu *takt time*, resultando assim, em uma quebra de ritmo para atender a demanda.

Com o intuito de diminuição do estoque inicial, foi inserido um supermercado para as bobinas de papel e utilização do *kanban* interno de retirada nas bobinas, enviando esse *kanban* para o seu controle da produção, sempre que uma bobina for utilizada.

Para sanar o problema ocasionado pelo gargalo foi duplicada a produção da rebobinagem por meio de uma nova máquina e alocando um novo funcionário para operá-la. O estudo de viabilidade da compra dessa máquina, por meio de uma previsão da demanda, bem como, a elaboração de um planejamento agregado, fica como sugestão para um trabalho futuro.

Devido ao baixo tempo de ciclo dos processos de plastificação e encaixotamento, foi feito o balanceamento da linha de produção juntando esses processos. Sendo assim, apenas um operador é necessário para as duas atividades, podendo o operador sobressalente ser alocado para a nova máquina de rebobinagem.

Para a redução da movimentação desnecessária foi indicado que se realize um estudo do *layout* visando a diminuição da movimentação interna e organização

dos materiais, ficando como sugestão devido ao tempo para um complemento do trabalho.

Para o processamento desnecessário, foi notado que há a possibilidade de melhoria no *setup* da máquina flexográfica transformando o *setup* interno<sup>3</sup> em externo<sup>4</sup> por meio do desenvolvimento e aplicação da técnica Troca Rápida de Ferramenta (TRF), ficando também como sugestão de trabalho futuro. Para melhoria do *setup* externo, foi observado que as ferramentas podiam ser agrupadas em um carro de ferramentas reduzindo assim o seu tempo de *setup*.

Com fundação nas soluções encontradas, foi desenvolvido o mapa do estado futuro que é representada pela Figura 19.

---

<sup>3</sup> *Setups* que só podem ser realizados enquanto a máquina estiver parada.

<sup>4</sup> *Setups* durante o funcionamento da máquina.

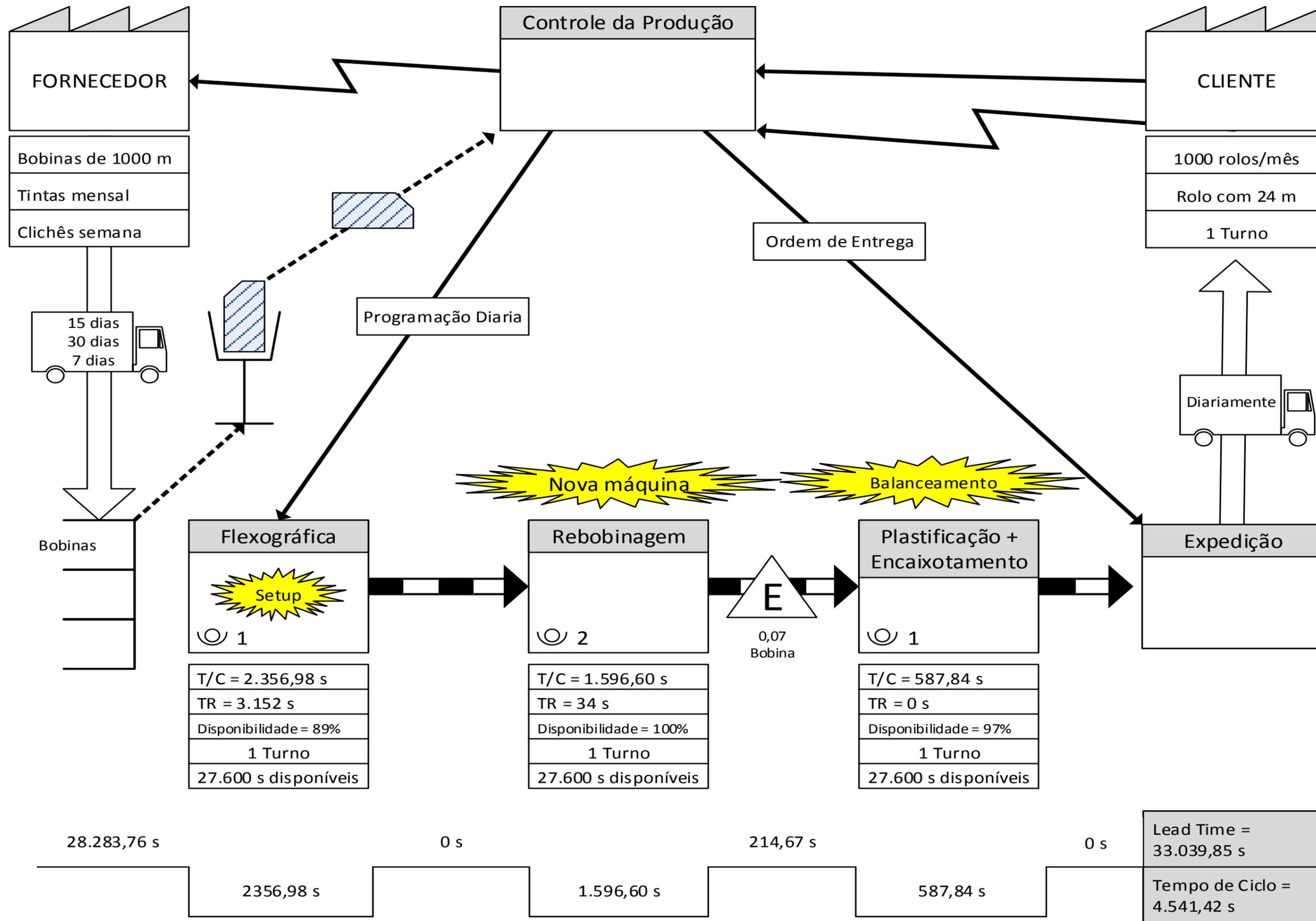


Figura 19: Mapa do Estado Futuro  
 Fonte: Próprio autor

#### 4.12 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Com a identificação das causas do defeito de fabricação, bem como dos desperdícios encontrados com o auxílio do mapeamento elaborado, foi possível a construção de um plano de ação, juntamente com a equipe de mapeamento, para sanar ou diminuir as causas fundamentais desses desperdícios. O Quadro 8 mostra o 5W1H elaborado.

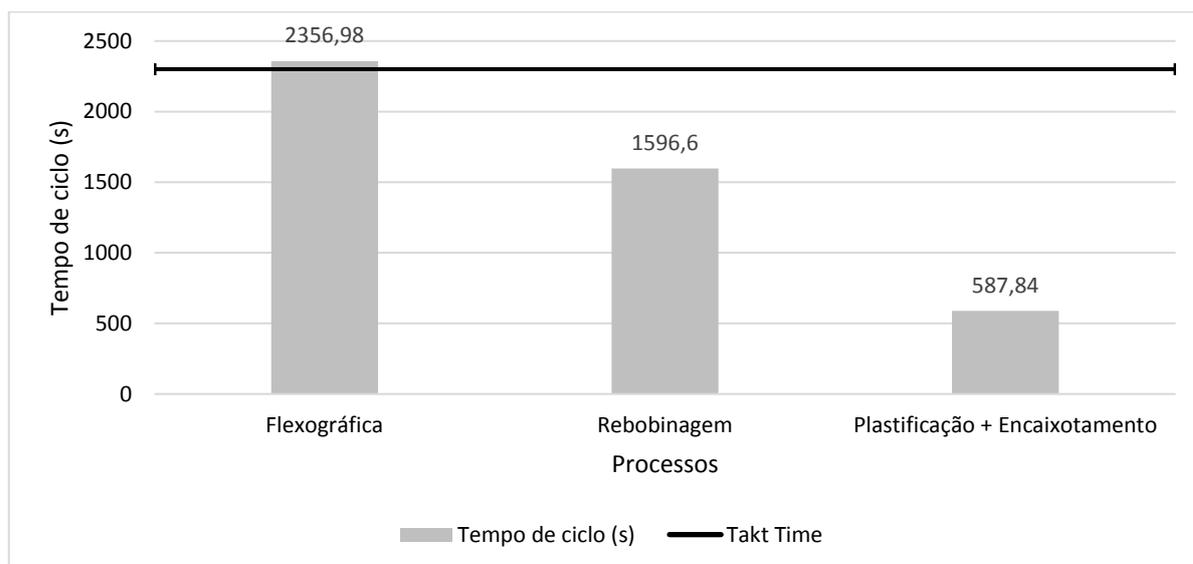
What	Why	Where	Who	When	How
Manutenção preventiva	Evitar desgastes e folgas das peças da máquina flexográfica	Produção	Operador flexográfico	Intervalos de 6 meses	Após o levantamento de peças necessárias para troca e manutenção enviar o pedido para a diretoria.
Vídeo inspeção (POWER SCOPE 5000)	Melhorar a inspeção na máquina flexográfica diminuindo defeitos	Produção	Empresa fornecedora	60 dias	Após a compra do aparelho a empresa contrata irá fazer a instalação na máquina flexográfica
Utilização de supermercado e kanban	Redução do estoque inicial	Produção	Consultoria contratada	30 dias	Empresa contratada ficará encarregada da implementação e treinamento dos funcionários
Estudo do <i>layout</i>	Diminuir a movimentação interna desnecessária	Produção	Consultoria contratada	30 dias	Empresa contratada ficará encarregada da implementação e treinamento
Nova máquina rebobinadeira	Tentar atender o <i>takt time</i> da empresa	Produção	Diretor	Após estudo de viabilidade	Após estudo da previsão da demanda e do estudo de viabilidade do novo maquinário
Polivalência dos operadores	Devido a subutilização dos funcionários na máquina plastificadora e encaixotamento	Produção	Funcionários atuais das máquinas	1 dias	Funcionários atuais das máquinas ficam encarregados pelo treinamento
Melhora no <i>setup</i>	Devido ao alto tempo do <i>setup</i> da máquina flexográfica	Produção	Consultoria contratada	30 dias	Empresa contratada ficará encarregada do estudo das melhorias

**Quadro 8:** Plano de ação 5W1H

**Fonte:** Próprio autor

#### 4.13 COMPARAÇÕES ENTRE O ESTADO ATUAL E FUTURO

Analisando a Figura 17 e a Figura 20, notamos que com as mudanças propostas a empresa está com apenas um processo acima do *takt time* calculado. Essa mudança proporciona para empresa uma maior competitividade, já que o seu tempo de resposta de atendimento ao cliente melhorou substancialmente.



**Figura 20:** Tempo de ciclo *versus* processos no estado futuro

**Fonte:** Próprio autor

O índice de eficiência dos postos de trabalho também melhorou com o novo balanceamento da linha de produção. Com a redução do número de postos e a junção de dois processos fizeram com que o índice alavancasse de 67% para 89% como mostra o Quadro 9.

Estado	Número de postos	Eficiência
Atual	4	67%
Futuro	3	89%

**Quadro 9:** Comparativo entre os índices de eficiência

**Fonte:** Próprio autor

Houveram melhorias também no *lead time*, tempo ciclo, número de estoques e número de processos. O Quadro 10 evidencia as melhoras ocorridas.

Mudanças	Estado Atual	Estado Futuro	Melhoria (%)
<i>Lead Time</i>	53.364,67 s	33.039,85 s	38,09%
Tempo de Ciclo	6.138,01 s	4.541,42 s	26,01%
Número de estoques	4	1	75,00%
Número de processos	4	3	25,00%

**Quadro 10:** Melhorias quantitativas do MFV

**Fonte:** Próprio autor

Analisando o Quadro 10 nota-se grandes melhorias quantitativamente do processo produtivo. No número de estoques houve uma melhora de 75% em relação ao estado atual e com o balanceamento da linha de produção houve uma melhora de 25% do número de processos. Ocorrendo ainda, uma redução do *lead time* e do tempo de ciclo com melhora de 38,09% e 26,01% respectivamente.

Qualitativamente isso representa melhorias como:

- Melhor qualidade dos processos;
- Redução dos estoques intermediários;
- Maior utilização dos funcionários;
- Melhor atendimento a demanda dos clientes.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesse capítulo serão descritas as principais conclusões a respeito do presente estudo. Da mesma forma, será apresentado sugestões e recomendações para futuros trabalhos buscando assim uma complementação dos resultados obtidos.

### 5.1 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível identificar os desperdícios no processo produtivo em uma empresa gráfica do Vale do São Francisco, especializada na produção de etiquetas adesivas, por meio da ferramenta Mapeamento de Fluxo de valor.

A ferramenta MFV ajuda na compreensão do fluxo de informações e materiais ao passo que o produto flui o seu ciclo natural, desde o fornecedor até o consumidor final, mostrando qual o real estado produtivo da organização. A ferramenta auxilia ainda, na identificação das etapas que agregam valor ou não, servindo como suporte para o desenvolvimento de estratégias e a elaboração de medidas para a otimização do fluxo de valor.

Após levantamento dos dados e realização do mapeamento em seu estado atual, foram observados cinco tipos de desperdícios dos oito listados no trabalho, sendo eles os desperdícios de: defeitos, estoques, processamento desnecessário, movimentos desnecessários e espera.

Os desperdícios de defeitos são causados pela produção fora das especificações e necessidades do cliente. No processo produtivo estudado, foi identificado esse tipo de desperdícios na máquina flexográfica, ocasionado principalmente por peças desgastadas pelo uso ou por mal encaixe.

Já o desperdício de estoque, provocado pela armazenagem de peças ou produtos em processamento também foi notado. Esse tipo de desperdícios origina-se, de forma essencial, devido ao tempo de ciclo superior da máquina de rebobinagem e do desbalanceamento da produção.

Os desperdícios de processamento desnecessário estão relacionados aos procedimentos e atividades desnecessárias. No estudo foi observado esse tipo de desperdício estava ocorrendo no *setup* da máquina flexográfica.

Os desperdícios de movimentos desnecessários são relacionados a movimentação interna dos colaboradores da empresa. Na produção foi observado que em virtude da disposição das ferramentas e do atual *layout* da empresa os funcionários têm uma grande movimentação.

O desperdício de espera, associado ao tempo de mão de obra parada, foi observado em razão do desbalanceamento da produção, onde o tempo de ciclo do processamento da plastificação e encaixotamento estavam muito abaixo do tempo de ciclo da rebobinagem e flexográfica.

Com o auxílio da ferramenta notou-se que o gargalo da empresa é o processo de rebobinagem, onde o seu tempo de ciclo é de 3.193,19 segundos e sua capacidade produtiva é de 1,13 bobinas por hora, superando o *takt time*. Para sanar esse problema foi sugerido que duplicasse o número de máquinas na rebobinagem e balanceasse a produção reaproveitando assim, um funcionário para a nova máquina e transformado o processo de plastificação e encaixotamento em um.

Com a elaboração do mapa do estado futuro e após análise dos resultados obtidos, mostrou-se que através das sugestões feitas por meio do 5W1H a empresa poderá alcançar grandes melhorias em seu processo produtivo como: o lead time em 38,09%, o tempo ciclo em 26,01%, números de estoques em 75%, número de processos em 25% e um aumento de 22% no índice de eficiência dos postos de trabalho.

As mudanças sugeridas pelo trabalho devem ser implantadas com cautela, por trazer mudanças na cultura da organização podem trazer resistência por parte dos operadores. A realização do MFV, bem como a inclusão de uma mentalidade enxuta traz consigo uma necessidade de colaboração de todos para o seu sucesso.

É importante lembrar que após a realização do mapeamento futuro não se deve enxergá-lo como o encerramento de uma etapa, e sim, como o começo de ciclo de melhoria contínua. Esse tipo de mudança de pensamento faz com que a empresa não se acomode diante do que já se foi alcançado tornando-a assim, uma organização cada vez mais enxuta e competitiva.

A proposta apresentada no trabalho mostra as vantagens oferecidas pela ferramenta enxuta MFV, e espera-se que este estudo possa colaborar para a implementação de melhorias no processo produtivo da empresa analisada e em outras empresas do ramo.

## 5.2 TRABALHOS FUTUROS

Com a realização do estudo feito, foi observado a necessidade de outros trabalhos para complemento da análise realizada, ficando como sugestão para o complemento e continuação do trabalho os seguintes itens:

- Mapear novas famílias de produto;
- Elaboração de planejamento estratégico e agregado;
- Criação de um plano mestre de produção para o processo produtivo;
- Análise do *layout*;
- Estudo e implementação do TRF na máquina flexográfica.

Devido a sugestão da literatura utilizada e do tempo limitado, não foi possível o mapeamento de todas as famílias de produto da empresa. O mapeamento de novas famílias de produto deve ocorrer após o primeiro mapeamento criado. Assim, essa expansão para as demais famílias de produtos elabora medidas específicas para cada determinado tipo de produto.

A elaboração de um planejamento estratégico para empresa é fundamental para alinhar os seus objetivos e metas para prazo determinado. O planejamento agregado visa a viabilidade da compra do novo maquinário por meio de um estudo da demanda e comprovando a possibilidade ou não dessa nova máquina de rebobinar.

A análise do *layout* da empresa visa a diminuição da movimentação interna dos colaboradores podendo ser realizado simulações para apuração de qual melhor cenário para a empresa.

O estudo do TRF na máquina flexográfica, objetiva a mudança de *setups* internos em *setups* externos, podendo ter uma redução no *setup* total impactando em uma maior agilidade para o processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

- ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharias de Produção. **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. Disponível em: < <http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 4 out. 2016.
- ABIGRAF - Associação Brasileira da Indústria Gráfica. **Dados Economicos**. Disponível em: < <http://www.abigraf.org.br/areas/panoramas-do-setor>>. Acesso em: 14 ago. 2016.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- BITTAR, R. C. S. M. et al. Mapeamento do fluxo de valor de uma cadeia de suprimentos na indústria automobilística. Um estudo de caso. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIAS DE PRODUÇÃO, 12., 2005, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: SIMPEP, 2005. Disponível em <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_12/copiar.php?arquivo=Bittar\\_RCSM\\_mapeamento%20do%20flux.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Bittar_RCSM_mapeamento%20do%20flux.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2016.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2010.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHIOCHETTA, J. C.; CASAGRANDE, L. F. Mapeamento do Fluxo de Valor aplicado em uma pequena indústria de alimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu, **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007\\_tr570426\\_9864.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570426_9864.pdf)>. Acesso em: 08 ago. 2016.
- ELIAS, S. J. B.; OLIVEIRA, M. M. DE; TUBINO, D. F. Mapeamento do Fluxo de Valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 4, n. 1, 2011. Disponível em <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.
- GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.
- GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A T.; SOUZA, F. M. C. **Produção & Competitividade**: Aplicações e Inovações. Recife: UFPE, 2000. Cap 2, p.19.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. **Administração de operações e da cadeia de suprimentos.** 13. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Artigos** Disponível em: <<http://www.lean.org.br/>>. Acesso em: 17 set. 2016.

MAIA, M. F.; BARBOSA, W. M. **Estudo da utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor (MFV) para eliminação dos desperdícios da produção.** 2006. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2006.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

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

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de **Estrutura Organizacional: uma abordagem para resultados e competitividade.** São Paulo: Atlas S.A, 2006.

ORIBE, Y. C.; OLIVERA NETO, G.; MORAIS, M. L.; MAGALHÃES, V. F. **Avaliação da Capacidade de Produção Cronoanálise Industrial.** Apostila Qualitypro, 2008.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

PIZZOL, W. A.; MAESTRELLI, N. C. Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis, **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ENEGEP, 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004\\_enegep0107\\_0622.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0107_0622.pdf)>. Acesso em: 20 ago 2016.

POUND, E. S.; BELL, J. H.; SPEARMAN, M. L. **A Ciência da Fábrica para Gestores: como líderes melhoram o desempenho em um mundo pós-Lean Seis Sigma.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo: sistema de produção lean manufacturing.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ROSA, D. C. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do setor metal-mecânico.** 2008. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2008.

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

SANTOS, J. G.; VICTOR, D. L.; SILVA, S. S. F. Planejamento e controle de produção: um estudo de caso em uma indústria de calçados de Campina Grande -

PB. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos, **Anais eletrônicos...** São Carlos: ENEGEP, 2010. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_sto\\_113\\_739\\_17576.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_739_17576.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2016.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Estratégia de operações**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SOARES, T. S. **Aplicação da ferramenta mapeamento de fluxo de valor para análise do processo produtivo de uma indústria têxtil de confecções**. 2013. 107f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) — Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro - BA, 2013.

SPÓSITO, T. G. **Sistema Toyota de Produção e Kanban: uma abordagem prática aos resultados esperados e às dificuldades inerentes a sua implantação**. 2003. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Escola de Minas, Ouro Preto - MG, 2003.

TARDINN, M. G.; ELIAS, B. R.; RIBEIRO, P. F.; FERREGUETE, C. R. Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora. Um estudo de caso na panificadora monza. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador, **Anais eletrônicos...** Salvador: ENEGEP, 2013. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_177\\_013\\_21883.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_013_21883.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2016.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VARGAS, S. B. DE; COSER, T.; SOUZA, M. A. DE. Mensuração dos custos logísticos estudo de caso em uma indústria gráfica. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 27, n. 1, p. 63–87, 30 maio 2016. Disponível em: <<http://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/3011>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WERKEMA, C. **Criando a cultura lean seis sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

\_\_\_\_\_. **Lean seis sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

\_\_\_\_\_. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo:** baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

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

## APÊNDICES

**APÊNDICE A — MAPEAMENTO DOS PROCESSOS INDIVIDUAIS**

Distância (metros)	Símbolo	Descrição	Explicação
		Estoque de clichê	Clichê estocado para futura impressão.
6,39		Transporte	Transporte do clichê para mesa.
		Encaixe	Encaixe do clichê no porta clichê.
2,70		Transporte	Transporte para a máquina flexográfica.
		Encaixe na máquina	Encaixe do clichê na máquina.
		Alinhamento	Alinhamento para impressão.
		Impressão flexográfica	Impressão no papel.
2,58		Transporte do material impresso	Transporte do material impresso para o local de espera.
		Espera para ser rebobinado	Espera do material impresso para ser rebobinado.
2,66		Transporte para rebobinação	Transporte do material impresso para rebobinação.
		Rebobinação	Rebobinação de acordo com a metragem estabelecida.
		Espera para ser plastificado	Espera do material para ser plastificado.
2,73		Transporte para plastificação	Transporte do material para plastificação.
		Plastificação	Plastificação de acordo com a quantidade estabelecida.
		Espera para ser encaixotado	Espera do material plastificado para ser encaixotado.
		Encaixotamento	Encaixotamento das etiquetas plastificadas.
7,50		Transporte para armazenagem	Transporte do material para o local armazenagem.
		Armazenagem	Armazenagem dos produtos acabados.
<b>RESUMO</b>			
Número de operações.....		7	
Número de espera.....		3	
Número de armazenagens.....		2	
Número de transportes.....		6	
Total percorrido, em metros.....		24,56	

**Quadro 11:** Mapeamento dos clichês  
**Fonte:** Próprio autor

Distância (metros)	Símbolo	Descrição	Explicação
11,8		Estoque de papeis	Papel estocada para futura impressão ou corte.
		Transporte	Transporte do papel para máquina flexográfica.
		Encaixe na máquina	Encaixe do papel na máquina.
		Alinhamento	Alinhamento para impressão.
		Impressão flexográfica	Impressão do papel.
	2,58		Transporte do material impresso
		Espera para ser rebobinado	Espera do material impresso para ser rebobinado.
		Transporte para rebobinação	Transporte do material impresso para rebobinação.
2,66		Rebobinação	Rebobinação de acordo com a metragem estabelecida.
		Espera para ser plastificado	Espera do material para ser plastificado.
		Transporte para plastificação	Transporte do material para plastificação.
		Plastificação	Plastificação de acordo com a quantidade estabelecida.
		Espera para ser encaixotado	Espera do material plastificado para ser encaixotado.
		Encaixotamento	Encaixotamento das etiquetas plastificadas.
7,50		Transporte para armazenagem	Transporte do material para o local armazenagem.
		Armazenagem	Armazenagem dos produtos acabados.
<b>RESUMO</b>			
Número de operações.....		6	
Número de espera.....		3	
Número de armazenagens.....		2	
Número de transportes.....		5	
Total percorrido, em metros.....		27,35	

**Quadro 12:** Mapeamento dos papeis  
**Fonte:** Próprio autor

Distância (metros)	Símbolo	Descrição	Explicação
6,50		Estoque de facas	Facas estocadas para futuro corte da impressão.
		Transporte	Transporte das facas para máquina flexográfica.
		Encaixe na máquina	Encaixe das facas na máquina.
		Alinhamento	Alinhamento para impressão.
		Impressão flexográfica	Impressão do papel.
	2,58		Transporte do material impresso
		Espera para ser rebobinado	Espera do material impresso para ser rebobinado.
2,66			Transporte para rebobinação
		Rebobinação	Rebobinação de acordo com a metragem estabelecida.
		Espera para ser plastificado	Espera do material para ser plastificado.
2,73		Transporte para plastificação	Transporte do material para plastificação.
		Plastificação	Plastificação de acordo com a quantidade estabelecida.
		Espera para ser encaixotado	Espera do material plastificado para ser encaixotado.
	7,50		Encaixotamento
		Transporte para armazenagem	Transporte do material para o local armazenagem.
		Armazenagem	Armazenagem dos produtos acabados.
<b>RESUMO</b>			
Número de operações.....		6	
Número de espera.....		3	
Número de armazenagens.....		2	
Número de transportes.....		5	
Total percorrido, em metros.....		21,97	

**Quadro 13:** Mapeamento das facas

Fonte: Próprio autor

Distância (metros)	Símbolo	Descrição	Explicação
2,47		Estoque de tintas	Tintas estocadas para futura impressão
		Transporte	Transporte das tintas para máquina flexográfica.
		Preenchimento da bandeja	Preenchimento das bandejas com a tinta na máquina
		Alinhamento	Alinhamento para impressão.
		Impressão flexográfica	Impressão do papel.
	2,58		Transporte do material impresso
		Espera para ser rebobinado	Espera do material impresso para ser rebobinado.
2,66			Transporte para rebobinação
		Rebobinação	Rebobinação de acordo com a metragem estabelecida.
		Espera para ser plastificado	Espera do material para ser plastificado.
2,73		Transporte para plastificação	Transporte do material para plastificação.
		Plastificação	Plastificação de acordo com a quantidade estabelecida.
		Espera para ser encaixotado	Espera do material plastificado para ser encaixotado.
	7,50		Encaixotamento
		Transporte para armazenagem	Transporte do material para o local armazenagem.
		Armazenagem	Armazenagem dos produtos acabados.
<b>RESUMO</b>			
Número de operações.....		6	
Número de espera.....		3	
Número de armazenagens.....		2	
Número de transportes.....		5	
Total percorrido, em metros.....		17,94	

**Quadro 14:** Mapeamento das tintas

Fonte: Próprio autor

**APÊNDICE B — TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS**

**Tabela 8:** Tempos cronometrados dos processos

Processos	Tempo (segundos)										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Impressão Flexográfica	1607	1650	1644	1592	1654	1623	1616	1633	1620	1615	1625,4
Rebobinagem	1931	2093	1902	1981	1957	2188	2275	2283	2286	2216	2111,2
Plastificação	333	357	346	362	332	347	329	345	363	358	347,2
Encaixotamento	108	106	105	106	107	102	104	116	115	116	108,5

**Fonte:** Próprio autor

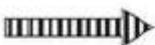
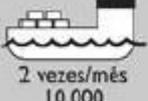
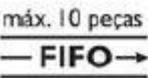
**Tabela 9:** Tempos cronometrados dos setups

Tempo de setup	Tempo (segundos)										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Impressão Flexográfica	3152	3218	3167	3257	3122	3119	3170	3135	3120	3060	3152
Rebobinagem	35	32	32	34	33	31	36	37	34	36	34

**Fonte:** Próprio autor

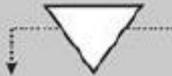
**ANEXOS**

**ANEXO A — SIMBOLOGIAS UTILIZADAS NO MFV**

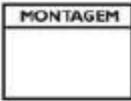
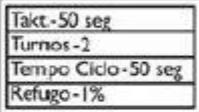
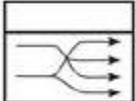
Ícone	O que representa	Comentários
	Movimento da produção por sistema empurrado	Identifica os movimentos de materiais empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente (próximo processo).
	Movimento da produção acabada para o cliente	Identifica os movimentos de materiais que não são empurrados do fornecedor para o cliente.
	Estoque	A quantidade e o tempo do estoque devem ser registrados.
	Supermercado	Os processos seguintes vão até o processo anterior e retiram o que precisam quando precisam. O lado aberto deve ficar de frente para o processo fornecedor.
	Estoque pulmão ou estoque de segurança	Deve ser registrado "estoque de segurança" ou "estoque de pulmão".
	Retirada	Representa movimentos de materiais que são puxados pelo cliente (processo seguinte), muitas vezes de um supermercado.
	Transporte rodoviário	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Transporte aéreo	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Transporte ferroviário	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Transporte marítimo ou fluvial	Anotar a frequência dos envios e a quantidade enviada.
	Fluxo sequencial primeiro a entrar, primeiro a sair ( <i>first in, first out</i> )	Dispositivo para limitar a quantidade de materiais entre processos e garantir o fluxo <i>first in, first out</i> . A quantidade máxima possível deve ser registrada.

**Quadro 15:** Ícones do fluxo de material

Fonte: Werkema (2011)

Ícone	O que representa	Comentários
	Fluxo de informação manual	Exemplos: - Programação da produção. - Programação da expedição. - Pedido diário.
	Fluxo de informação eletrônica	Exemplos: - Intercâmbio de dados eletrônicos (EDI). - E-mail.
	Informação	Descreve o conteúdo do fluxo de informação.
	Kanban de produção	Cartão ou dispositivo que informa a um processo o que e quanto deve ser produzido e dá autorização para isso. A linha tracejada indica o fluxo do Kanban.
	Kanban de retirada	Cartão ou dispositivo que informa ao operador de materiais o que e quanto deve ser retirado e dá autorização para isso.
	Kanban de sinalização	Instrução de produção sinalizando que a fabricação de um lote deve ser iniciada em um processo.
	Posto de Kanban	Informa o local onde o Kanban é recolhido e mantido.
	Lote de Kanbans	Kanban chegando em lotes.
	Nivelamento de carga	Indica o nivelamento do volume e do mix de produção por um período de tempo.
	Bola para puxada sequenciada	Indica que o processo fornecedor produz um volume predeterminado diretamente a partir do pedido do processo cliente.
	Programação "vá ver"	Indica ajustes na programação a partir da verificação dos níveis de estoque.

**Quadro 16:** Ícones do fluxo de informação  
**Fonte:** Werkema (2011)

Ícones	O que representa	Comentários
	Processo	Todos os processos devem ser representados. Também usado para departamentos.
	Fontes externas	Ícone usado para indicar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de dados	Ícone usado para registrar informações relevantes de processos, departamentos, clientes etc. Deve ser representado logo abaixo da caixa do processo.
	Necessidade de Kaizen	Destaca melhorias críticas necessárias em processos específicos. Pode ser utilizado para planejar "Workshops Kaizen".
	Cross-Dock	Indica que os materiais não são armazenados, e sim movimentados dos caminhões que chegam até as linhas de espera para os caminhões que saem.
	Depósito	Indica que os materiais são colocados em armazém e, mais tarde, são movimentados até a área de expedição.
	Operador	Representa um operador.

**Quadro 17:** Ícones gerais  
**Fonte:** Werkema (2011)

**ANEXO B — EXEMPLOS DE PRODUTOS DA EMPRESA**



**Figura 21:** Ribbons  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 22:** Bobinas para cupons  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 23:** Máquina etiquetadora  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 24:** Tag's  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 25:** Etiqueta adesiva 60 x 94 mm  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 26:** Etiqueta adesiva 22 x 14 mm  
**Fonte:** Próprio autor



Figura 27: Etiqueta adesiva 108 x 75 mm  
Fonte: Próprio autor



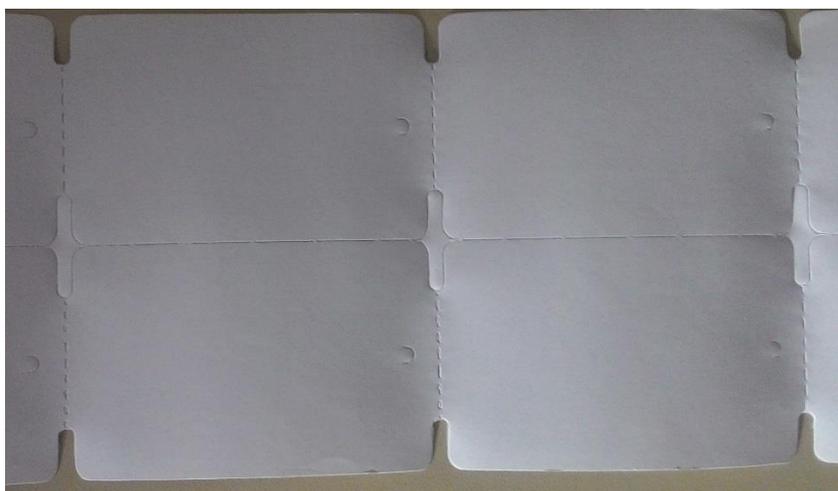
Figura 28: Etiqueta adesiva 49 x 49 mm  
Fonte: Próprio autor



Figura 29: Etiqueta gravata 39 x 162 mm  
Fonte: Próprio autor



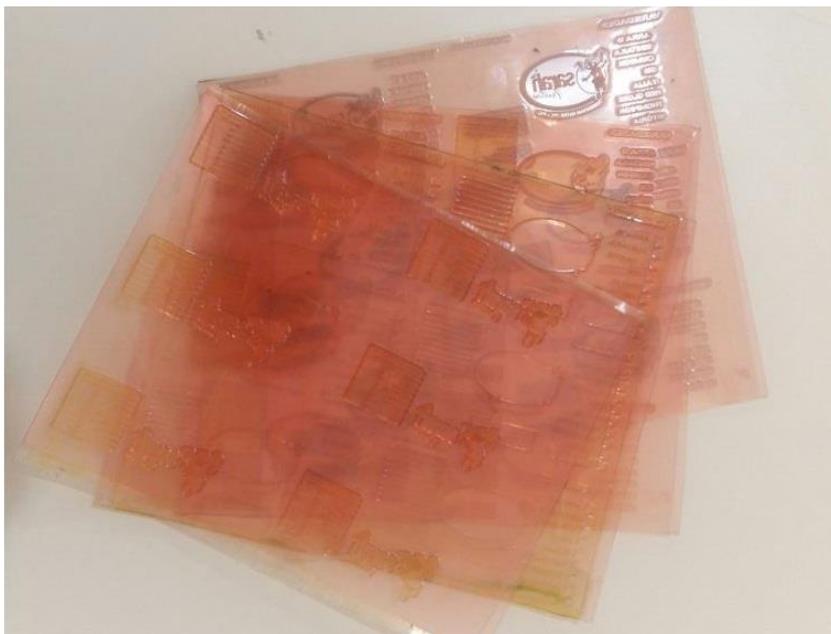
**Figura 30:** Etiqueta sem cola 110 x 30 mm  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 31:** Etiqueta sem cola 50 x 72 mm  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 32:** Rotulo 85 x 145 mm  
**Fonte:** Próprio autor



**Figura 33:** Exemplo de clichê  
**Fonte:** Próprio autor

**ANEXO C — TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE  
TOLERÂNCIA**

**Tabela 10:** Tolerância devido a natureza da atividade (T1)

Posição	Posição	Esforço Físico em Kg – Porcentagem de Descanso													
		0,1 a 1,0	1,1 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	20,1 a 25,0	25,1 a 30,0	30,1 a 35,0	35,1 a 40,0	40,1 a 45,0	45,1 a 50,0	50,1 a 55,0	55,1 a 60,0
		8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
		11	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
		13	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
		15	16	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
		17	18	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
		19	20	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
		24	25	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
		26	27	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
		28	29	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
		33	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57
		40	41	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64

	De pé		Sentado		Inclinado para frente		De joelhos corpo na horizontal
	De pé com braço levantado		Inclinado, braços quase no chão		Deitado com costas para cima		Deitado com as costas para baixo

Fonte: Oribe et al. (2008)

**Tabela 11:** Tolerância devido a duração do ciclo (T2)

Duração do Ciclo (em minutos)	Descanso (%)
00,01 a 00,05	10
00,06 a 00,10	7,8
00,11 a 00,25	5,4
00,26 a 00,50	3,6
00,51 a 01,00	2,1
01,01 a 04,00	1,5
04,01 a 08,00	1,0
08,01 a 12,00	0,6
12,01 a 16,00	0,3
16,01 a cima	0,1

Fonte: Oribe et al. (2008)

**Tabela 12:** Tolerância devido ao ambiente (T3)

<b>Ambiente</b>	<b>Descanso (%)</b>
Ruído intermitente	2
Ruído constante	4
Ruído constante e muito alto	5
Poeira	9
Gases	5
Iluminação abaixo do recomendado	2
Iluminação muito abaixo do recomendado	5
Poço ou vala	5
Andaimes (pôr andar)	2
Alta tensão	2

Percentual (%) de descanso devido a agentes do ambiente

**Fonte:** Oribe et al. (2008)

**Tabela 13:** Tolerância devido a temperatura e umidade (T4)

Temperatura Umidade	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
<b>0</b>				1,00	1,04	1,10	1,22	1,33	1,45	1,55	1,65	1,75	1,83	1,95	2,05
<b>10</b>				1,04	1,07	1,19	1,30	1,45	1,60	1,70	1,83	1,98	2,15	2,30	2,32
<b>20</b>			1,00	1,07	1,15	1,30	1,45	1,60	1,75	1,90	2,10	2,30	2,62	2,94	3,28
<b>30</b>			1,04	1,10	1,25	1,41	1,60	1,75	1,90	2,15	2,39	2,75	3,12	3,50	3,90
<b>40</b>		1,00	1,07	1,19	1,37	1,55	1,75	1,98	2,20	2,55	2,90	3,35	3,73	4,12	4,50
<b>50</b>		1,04	1,10	1,25	1,50	1,70	1,90	2,20	2,55	2,94	3,40	3,90	4,20	4,60	5,30
<b>60</b>		1,07	1,17	1,37	1,65	1,83	2,10	2,47	2,90	3,35	3,80	4,20	4,90	5,40	
<b>70</b>	1,00	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,36	2,80	3,35	3,90	4,30	5,40			
<b>80</b>	1,04	1,17	1,37	1,65	1,90	2,20	2,62	3,12	3,66	4,20	4,70	5,40			
<b>90</b>	1,07	1,23	1,45	1,75	2,06	2,47	3,00	3,50	4,00	4,60	5,10				
<b>100</b>	1,10	1,30	1,60	1,90	2,30	2,80	3,35	3,90	4,50	5,30					

**Fonte:** Oribe et al. (2008)

**ANEXO D — TABELA DE RITMO**

**Tabela 14:** Ritmo

<b>Habilidade</b>			<b>Esforço</b>		
<b>+0,15</b>	A+	Excelente	<b>+0,15</b>	A+	Excelente
<b>+0,13</b>	A-		<b>+0,12</b>	A-	
<b>+0,11</b>	B+	Muito Boa	<b>+0,10</b>	B+	Muito Boa
<b>+0,08</b>	B-		<b>+0,08</b>	B-	
<b>+0,06</b>	C+	Boa	<b>+0,05</b>	C+	Boa
<b>+0,03</b>	C-		<b>+0,02</b>	C-	
<b>0</b>		Normal	<b>0</b>		Normal
<b>-0,05</b>	E+	Regular	<b>-0,04</b>	E+	Regular
<b>-0,10</b>	E-		<b>-0,08</b>	E-	
<b>-0,16</b>	F+	Fraco	<b>-0,12</b>	F+	Fraco
<b>-0,22</b>	F-		<b>-0,17</b>	F-	

**Fonte:** Oribe et al. (2008)