



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

**DEISE SILVA DE OLIVEIRA**

**MFV- MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR:  
APLICAÇÃO DO MÉTODO NUMA MARMORARIA**

Juazeiro - BA  
2019

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

**DEISE SILVA DE OLIVEIRA**

**MFV- MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR:  
APLICAÇÃO DO MÉTODO NUMA MARMORARIA**

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

Orientadora: Profa. Eng. Kamilla Rayane Brito Souza.

Juazeiro - BA  
2019

	Oliveira, Deise Silva de.
O48m	MFV - Mapeamento do fluxo de valor: aplicação do método numa marmoraria / Deise Silva de Oliveira. -- Juazeiro, 2019.
	XV, 122 f. il.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro - BA, 2019.
	Orientador (a): Profa. Kamilla Rayane Brito Souza.
	Referências.
	1. Administração de materiais. 2 Controle de Estoque. 3. Processos administrativos. I. Título. II. Souza, Kamilla Rayane Brito. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 658.7

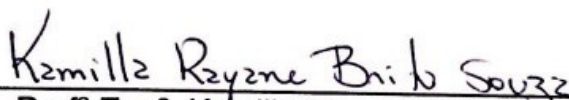
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**DEISE SILVA DE OLIVEIRA**

**MFV- MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR:  
APLICAÇÃO DO MÉTODO NUMA MARMORARIA**

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.



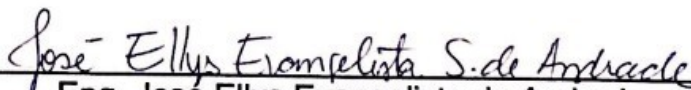
---

Prof<sup>a</sup>.Eng<sup>a</sup>. Kamilla Rayane Brito Souza – (UNIVASF)  
Orientadora



---

Dr. Ângelo Antônio Macedo Leite – (UNIVASF)  
Avaliador interno



---

Eng. José Ellys Evangelista de Andrade  
Avaliador Externo

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 03 / 03 / 19

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio, suporte, compreensão e amor, fundamentais para construção das minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por sempre me capacitar para os desafios, provando que sua bondade, proteção e amor, nunca me faltaram. Agradeço a Ele também pelas tantas pessoas que se fizeram presentes em minha vida, alguns desde muito antes da jornada acadêmica, me ensinando a ser uma pessoa melhor.

Agradeço aos meus pais, Cleusa e Paulo, por sempre confiarem em mim. É por vocês todo esforço e dedicação. Foram o amor, paciência e incentivo de vocês me tornaram o que sou hoje, e não existem palavras que caibam na gratidão e orgulho de ser filha de vocês. Muito obrigada, amores máximos da minha vida!

Aos meus amigos que estiveram comigo desde antes do sonho da Engenharia: Netto, Nanna, Raonne, Juliana, Rafael, Lucas, Amanda Britto, Vera, Yohana, Tainan, Amanda Passos, Auane, Júlia, Janaina, Léo, Marcel, Bianca, Matheus, Joane, Anne e etc. Vocês cresceram comigo, me ensinaram sobre amizade e lealdade. Obrigada, por serem presentes mesmo com a distância, amo vocês.

Agradeço a minha turma, 2013.2, pelo companheirismo na trajetória árdua da Engenharia, pelas longas horas de estudo, por compartilharem as dores e por estarem nas melhores lembranças que a Universidade poderia me proporcionar. Já carrego muito de vocês em meu coração e na vida, muito obrigada.

A todos os amigos que fiz na Universidade em especial aos meus mestres, que carrego no coração como grandes amigos, cada um que passou por mim me inspirou de uma forma diferente, fazendo com que eu sonhasse em ser uma profissional melhor. Em especial minha orientadora Kamilla, muito obrigada por ser um exemplo de profissional, por ter aceitado o desafio da orientação e em todo momento me levantar com palavras de incentivo, quero ser como você quando eu crescer!

Um agradecimento especial às famílias Solucione Jr. e Movimento Escalada de Petrolina. A primeira me ensinou os primeiros passos para ser a profissional que sempre sonhei, a segunda me auxilia todos os dias a ser a pessoa que eu sempre sonhei, mais humana, mais cristã e mais Pessoa de Cristo.

E a mim, que arrasei e arrasarei sempre.

“O amor pra acontecer  
É sem regra ou disciplina  
Vem sem culpa ou obrigação  
Nem por pecado ou por sina  
Cresce a todo vapor  
O vento sopra a favor  
E o tempo determina.”

(Paulo Gonçalves)

OLIVEIRA, D. S. **MFV - Mapeamento do Fluxo de Valor:** Aplicação do método numa marmoraria. Trabalho de Conclusão de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2019.

## RESUMO

Diante do cenário competitivo é importante que as empresas consigam gerir seus processos de forma a torná-los mais produtivos, uma forma para se alcançar essa produtividade é com a produção enxuta. O presente trabalho tem o objetivo de, através da aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, identificar os desperdícios em uma marmoraria localizada na cidade de Ourolândia-BA. Foi executado estudo de tempos e análise do processo que possibilitaram a elaboração do Mapa de Estado Atual do processo e o Mapa de Estado Futuro. Como resultados além da identificação dos gargalos produtivos, dos sete desperdícios listados na literatura, cinco foram apontados: superprodução, estoques, esperas, transporte e movimentação. Com a proposta do mapa de estado futuro é possível obter uma melhoria de 100% nos estoques do corte e do polimento, e uma melhoria do *lead time* de 54,32% no polimento. Dentre as propostas de melhoria, foi feita uma proposta de rearranjo de *layout* para o setor de polimento, além das sugestões contidas no plano de ação. Espera-se que a empresa possa melhorar seus processos com as considerações feitas e melhorar sua competitividade, conseguindo atender a demanda dos clientes.

**Palavras-chaves:** Mapeamento do Fluxo de Valor, Desperdícios, Marmoraria, Melhorias, Produtividade.



OLIVEIRA, D. S. **VSM - Value Stream Mapping**: Application of the method in a marble producer. Final Project. Juazeiro (BA) Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2019.

### **ABSTRACT**

Given the competitive landscape, it is important for companies to be able to process their own processes more easily. One way to achieve this is lean production. The present work has the objective of identifying the wastes in a marble mill located in the city of Ourolândia -BA, through the application of the Value Stream Mapping tool. A. It was used as method of analysis of the process of evaluation of the current state of the process. As the data of the memory of the productive bottlenecks, the main ones listed in the literature, five were pointed out: overproduction, stocks, waiting, transport and movement. With a proposal of the future is made a 100% improvement of the cutting and polishing stocks, and an improvement of the lead time of 54.32% without polishing. Among the proposals for improvement, a proposal was made to rearrange the layout for the polishing sector, in addition to the suggestions contained in the action plan. It is hoped that a company can improve its processes with the actions done and improve its competitiveness, managing to meet a demand of customers.

**Keywords:** Value Stream Map, Waste, Marble, Improvements, Productivity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Funcionamento do Sistema JIT na Produção .....	20
<b>Figura 2</b> - Tipos de <i>Kanban</i> .....	23
<b>Figura 3</b> - Funcionamento do Sistema <i>Kanban</i> . .....	24
<b>Figura 4</b> - Evolução dos sistemas de produção.....	25
<b>Figura 5</b> - Benefícios da diminuição dos desperdícios .....	32
<b>Figura 6</b> - Algumas simbologias utilizadas no MFV .....	33
<b>Figura 7</b> - Fluxos de informações e materiais.....	34
<b>Figura 8</b> - Matriz para seleção da família de produtos.....	35
<b>Figura 9</b> - Mapa de Estado Atual.....	38
<b>Figura 10</b> - Diferença entre processos sem fluxo contínuo e com fluxo contínuo.....	41
<b>Figura 11</b> - <i>Heijunka box</i> .....	43
<b>Figura 12</b> - Atividades para desenho do Mapa de Estado Futuro.....	44
<b>Figura 13</b> - Mapa de Estado Futuro.....	45
<b>Figura 14</b> - Diagrama de Ishikawa.....	50
<b>Figura 15</b> - Etapas da pesquisa.....	57
<b>Figura 16</b> - Setores principais da empresa estudada.....	62
<b>Figura 17</b> - Área de armazenagem de matéria prima.....	63
<b>Figura 18</b> - Preparação do bloco para corte.....	64
<b>Figura 19</b> - Tear de corte de mármore.....	65
<b>Figura 20</b> - Placas de mármore se formando durante o corte.....	66
<b>Figura 21</b> - Solução para prevenção de envergamento de placas durante o corte...67	
<b>Figura 22</b> - Pedra natural após corte.....	68
<b>Figura 23</b> - <i>Layout</i> do setor de polimento.....	69
<b>Figura 24</b> - Mesas retráteis para realização do estucamento.....	70
<b>Figura 25</b> - Aspecto da placa após estucamento.....	71
<b>Figura 26</b> - Abrasivos utilizados.....	72
<b>Figura 27</b> - Aspecto da placa após levigamento.....	73
<b>Figura 28</b> - Mesas de resinação.....	74
<b>Figura 29</b> - Acabamento após esmerilhamento.....	75
<b>Figura 30</b> - Mapa de estado atual parte superior.....	84

<b>Figura 31</b> - Mapa de estado atual parte inferior.....	85
<b>Figura 32</b> - <i>Takt time</i> do corte.....	88
<b>Figura 33</b> - <i>Takt time</i> do polimento.....	88
<b>Figura 34</b> - Causa e efeito dos altos níveis de estoque no setor de polimento.....	91
<b>Figura 35</b> - Mapa de estado futuro.....	94
<b>Figura 36</b> - Fluxograma do processo produtivo.....	106
<b>Figura 37</b> - <i>Layout</i> proposto.....	112
<b>Figura 38</b> - Ícones utilizados no MFV.....	115
<b>Figura 39</b> - Ícones utilizados no MFV.....	116
<b>Figura 40</b> - Ícones utilizados no MFV.....	117
<b>Figura 41</b> - Tabela de tolerância devido à natureza da atividade (T1).....	119
<b>Figura 42</b> - Tabela de tolerância devido a temperatura e umidade (T4).....	120

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Métricas <i>lean</i> .....	26
<b>Quadro 2</b> - Nomenclatura por autores para o sistema desenvolvido pela Toyota ....	28
<b>Quadro 3</b> - Tipos de desperdícios, caracterização e ações de eliminação.....	28
<b>Quadro 4</b> - Diretrizes de ações para o mapa de Estado Futuro .....	39
<b>Quadro 5</b> - Critérios básicos de uma pesquisa.....	53
<b>Quadro 6</b> - Itens disponíveis no setor de polimento.....	69
<b>Quadro 7</b> - Plano de ação 5H1W.....	95
<b>Quadro 8</b> - Melhorias quantitativas do MFV para setor de corte.....	96
<b>Quadro 9</b> - Melhorias quantitativas do MFV para setor de polimento.....	97

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Coeficiente de distribuição normal .....	46
<b>Tabela 2</b> - Coeficiente d2 para número de cronometragens iniciais .....	47
<b>Tabela 3</b> - Tempos coletados em segundos.....	77
<b>Tabela 4</b> - Dados da Equação 4.....	78
<b>Tabela 5</b> - Tempo normal dos subprocessos de corte e polimento.....	80
<b>Tabela 6</b> - Tempo padrão dos subprocessos do corte e polimento.....	81
<b>Tabela 7</b> - Capacidade produtiva dos subprocessos.....	82
<b>Tabela 8</b> - Tempos coletados para o processo de corte.....	108
<b>Tabela 9</b> - Tempos coletados para o processo de polimento.....	109
<b>Tabela 10</b> - Dados coletados de <i>se-tup</i> .....	110
<b>Tabela 11</b> - Tabela de tolerância devido a duração do ciclo (T2).....	119
<b>Tabela 12</b> - Tabela de tolerância devido ao ambiente (T3).....	120
<b>Tabela 13</b> - Tabela para estabelecer o ritmo do operador.....	122

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1 - <i>Takt Time</i></b> .....	41
<b>Equação 2 - Número de ciclos</b> .....	46
<b>Equação 3 - Tempo Normal</b> .....	47
<b>Equação 4 - Fator de Tolerância</b> .....	48
<b>Equação 5 - Tempo Padrão</b> .....	48
<b>Equação 6 - Capacidade Produtiva</b> .....	49
<b>Equação 7 - Postos de Trabalho</b> .....	49
<b>Equação 8 - Eficiência</b> .....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
EPEX	<i>Every Product Every Interval</i>
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT	<i>Just in time</i>
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PCE	<i>Process Cycle Efficiency</i>
TAV	Tempo de Agregação de Valor
TC	Tempo de Ciclo
TN	Tempo Normal
TNAV	Tempo de Não Agregação de Valor
TP	Tempo Padrão
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	Sistema Toyota de Produção
TR	Tempo de Troca
WIP	<i>Work in Process</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 Contextualização do Problema .....	16
1.2 Justificativa .....	16
1.3 Objetivo Geral .....	17
1.4 Objetivos Específicos .....	17
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
2.1 Sistema Toyota de Produção .....	18
2.1.1 <i>Jidoka</i> .....	19
2.1.2 <i>Just-in-time (JIT)</i> .....	20
2.1.2.1 Kanban .....	22
2.1.2.3 <i>Lean Manufacturing</i> .....	24
2.1.2.4 Tipos de Desperdícios.....	28
2.2 Mapeamento do Fluxo de Valor .....	32
2.2.1 Histórico do MFV .....	32
2.2.2 Fluxo de Materiais e Informações.....	34
2.3 Etapas do MFV.....	35
2.3.1 Seleção da Família de Produtos .....	35
2.3.2 Gerente do Fluxo de Valor e Equipe de Trabalho.....	36
2.3.3 O Mapa do Estado Atual .....	36
2.3.4 Mapa de Estado Futuro.....	39
2.3.4.6 Como Desenhar o Mapa de Estado Futuro .....	43
2.4 Estudo de Tempos .....	46
2.4.1 Tempo Normal (TN) .....	47
2.4.2 Tempo Padrão (TP).....	47
2.4.3 Capacidade Produtiva.....	48
2.4.4 Balanceamento de Linha .....	49



2.5 Ferramentas de Qualidade.....	50
2.5.1 Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa).....	50
2.5.2 Histograma.....	51
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>52</b>
3.1 Revisão sobre metodologia científica.....	52
3.1.1 Tipo e natureza da pesquisa.....	53
3.1.1.1 Quanto aos fins.....	54
3.1.1.2 Quanto aos meios.....	54
3.1.2 Abordagem da pesquisa.....	55
3.1.4 Quanto aos objetivos.....	56
3.1.5 Quanto aos procedimentos.....	56
3.2 Etapas da pesquisa.....	56
3.2.1 Etapa de delimitação do estudo.....	57
3.2.2 Etapa de coleta de dados.....	58
3.2.2.1 Seleção de equipe de atuação no MFV.....	58
3.2.2.2 Cronoanálise.....	58
3.2.3 Etapa de análise dos dados.....	59
3.2.3.1 Desenho do Mapa Atual.....	59
3.2.3.2 Revisão do Mapa Atual.....	59
3.2.3.3 Identificar os problemas.....	59
3.2.3.4 Desenho do Mapa de Estado Futuro.....	59
3.2.3.5 Propor melhorias.....	60
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>61</b>
4.1 Empresa Estudada.....	61
4.2 O Processo Produtivo.....	62
4.2.1 O corte.....	63
4.2.2 O polimento.....	67

4.2.2.1 Estucamento .....	70
4.2.2.2 Levigamento .....	71
4.2.2.3 Resinamento .....	73
4.2.2.4 Esmerilhamento.....	75
4.3 Execução do MFV .....	76
4.3.1 Cronometragem das atividades e desenho do Mapa de Estado Atual .....	76
4.3.1.1 Estudo de tempos, cronoanálise e medida de capacidade .....	76
4.3.1.2 Determinando o tempo normal (TN) e o tempo padrão (TP).....	79
4.4 Mapa do estado atual .....	83
4.5 Revisão do MFV .....	86
4.6 Identificação de problemas.....	86
4.7 Desenho do mapa de estado futuro .....	87
4.7.1 Produzindo de acordo com o <i>takt time</i> .....	87
4.7.2 Desenvolvendo um fluxo contínuo com supermercados .....	89
4.7.3 Enviando a programação para o processo puxador .....	89
4.7.4 Balanceamento do processo.....	90
4.7.5 Diagrama de causa e efeito .....	90
4.7.6 Mapa de estado futuro .....	91
4.8 Proposta de melhorias.....	95
4.9 Comparação entre o estado atual e o futuro .....	96
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>98</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE A - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO .....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE B – TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS.....</b>	<b>108</b>

<b>APÊNDICE C – PROPOSTA DE REARANJO DE <i>LAYOUT</i> .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO A – ÍCONES UTILIZADOS NO MFV .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO B – TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE TOLERÂNCIA.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO C – TABELA DE RITMO .....</b>	<b>122</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, um dos principais desafios das pequenas e médias empresas é realizar seus processos com maior eficiência de modo a alcançarem maior produtividade. Para alcançar essa produtividade uma opção é a produção enxuta, porém ainda é um desafio para as empresas devido as dificuldades de implementação (SCHWENGBER et al., 2017).

A produção enxuta visa o atendimento da demanda, com qualidade perfeita e sem desperdícios. Sendo uma filosofia de como dirigir operações eliminando os desperdícios em cada etapa do processo de um produto ou serviço (SLACK et al., 2018).

Independente da área de atuação as empresas necessitam conhecer seu processo produtivo para melhor gerenciá-lo, principalmente as que estão em mercados competitivos e que querem se destacar.

O comércio de rochas ornamentais, designação usada para pedras naturais, sobretudo mármore e granitos, é uma das mais promissoras áreas do setor mineral. Esse crescimento pode ser atribuído por gerar uma grande diversificação de produtos, conhecidos pela sua funcionalidade e atributos (ROSATO, 2013).

O processo de beneficiamento de rochas ornamentais do mármore, na cidade de Ourolândia-BA, localizada a aproximadamente 500km de Salvador-BA, se destaca na produção do mármore travertino, denominado comercialmente de mármore Bege Bahia (ROSATO, 2013). Produto que correspondeu ao quarto maior faturamento do Brasil no que se refere a exportação de rochas ornamentais e de revestimento, equivalendo a 3,36% do faturamento brasileiro nesse setor (CASTRO, 2017).

Devido à grande importância comercial na região diversas empresas se instalaram buscando aproveitar a capacidade produtiva local, já que o município de Ourolândia detém 90% das reservas do mármore bege. A chegada de muitas empresas trouxe muitos impactos para a região, sociais e ambientais. Apresentando também um déficit técnico na região, no que se refere ao campo das engenharias, onde até o momento não há estudos que apliquem métodos e técnicas que visam alcançar uma produção enxuta nas empresas da região (LIMA, 2014).

## 1.1 Contextualização do Problema

Na busca por se tornar mais competitivas, as empresas precisam que seus sistemas produtos sejam eficientes onde a transformação de insumos em produtos seja pensada e planejada, para que as informações e recursos sejam aproveitados ao máximo chegando até o cliente um produto final ideal (TUBINO, 2017).

Para tanto, Slack et al. (2018) afirmam que para melhor aproveitamento dos recursos deve se buscar uma produção enxuta, que vise reduzir os desperdícios, ou seja, tudo que não agrega valor ao processo de transformação de insumos.

Nesse sentido empresas do setor de rochas, que tem suas projeções otimistas do mercado mundial, devem se estruturar estrategicamente para aumentar a sua competitividade e conseguir maior *market share* (CASTRO, 2017).

Para se alcançar a manufatura enxuta em uma empresa é necessário primeiramente a identificação dos desperdícios na linha de produção, e aplicar uma ferramenta que vise a redução dos desperdícios, diminuição dos custos e aumento da capacidade produtiva (SANTOS et al., 2017).

Dessa forma fica o questionamento: como identificar os desperdícios do processo de beneficiamento de mármore do tipo Bege Bahia e contribuir com a melhoria dos processos da empresa?

## 1.2 Justificativa

A literatura apresenta muitas aplicações do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta para diminuir os desperdícios envolvidos nos processos produtivos em diversas áreas, comprovando como o estudo é relevante e traz resultados, como em Santos et al. (2017).

A aplicação da ferramenta MFV possibilita a aplicação de técnicas e ferramentas da produção enxuta, contribuindo para eliminação desses

desperdícios e, conseqüentemente, diminuindo os custos que estes trazem (REAES et al., 2017). O MFV pode ser responsável por transpassar as informações entre os níveis estratégico, tático e operacional melhorando o fluxo das informações e auxiliando na tomada de decisão nesses níveis, contribuindo com uma melhor comunicação e gestão dos recursos (WERKEMA, 2012 E TUBINO, 2017).

Outro relevante argumento é que MFV está inserido em uma das subáreas da ABEPRO, o Planejamento e Controle da Produção, reforçando que a aplicação desta ferramenta é importante em estudos da Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008).

Aplicar uma ferramenta de gestão que gera resultados é, de fato, uma oportunidade de tornar mais próxima à realidade das empresas a importância de uma boa gestão dos seus processos, principalmente na região que esse estudo delimita, a cidade Ouro-lândia-BA, que ainda não conhece os benefícios de tais abordagens da Engenharia de Produção. Dessa forma, também, há uma motivação pessoal por poder ser a precursora e poder contribuir com a empresa de uma forma geral com o uso de uma ferramenta que atrela a análise e comparação de resultados quantitativos com uma aplicação prática (REAES et al., 2017).

### 1.3 Objetivo Geral

Identificar os desperdícios do processo produtivo do beneficiamento de mármore Bege em uma marmoraria localizada na cidade de Ouro-lândia-BA utilizando a ferramenta MFV.

### 1.4 Objetivos Específicos

- Conhecer o cenário produtivo atual;
- Construir o MFV do processo produtivo;
- Destacar os gargalos do processo produtivo;
- Propor melhorias que agreguem valor ao fluxo produtivo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse tópico será apresentado Sistema Toyota de Produção que originou a produção enxuta, que possibilita a aplicação de ferramentas como o Mapeamento do Fluxo de Valor. Por conseguinte, será apresentada os conceitos da ferramenta MFV na qual fundamenta esse trabalho. Finalmente, levantando informações sobre estudo de tempos e algumas ferramentas de qualidade.

### 2.1 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção ou TPS, teve origem na *Toyota Motor Company* a pioneira em utilizar uma abordagem enxuta de suas operações e processos, para atingir uma alta qualidade, tempos mais rápidos e uma excepcional produtividade, se tornando a líder da abordagem enxuta. Abordagem essa que ganharia o nome de Produção Enxuta em 1990 por meio do livro *A Máquina*, resultado de um estudo detalhado das indústrias automobilísticas ao redor do mundo (WERKEMA, 2012; SLACK et al., 2018).

Em 1892 Sakichi Toyoda, inventor e funileiro, construiu o primeiro tear automático do Japão, um tear à prova de erros, que posteriormente possibilitou a inauguração da *Toyoda Automatic Loom Works* em 1926, que apenas em 1937 viria a se tornar *Toyota Motor Company*, indústria de veículos motorizados, o que geraria uma nova forma de enxergar a fabricação de produtos (LIKER, 2005; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011; WOMANK; JONES, 2004 apud NEGRÃO, 2016).

A Toyota desenvolveu um conjunto de práticas que moldam o que denominamos hoje como “Operações Enxutas”, que tem como objetivo a aplicação de seus dois pilares fundamentais e eliminar perdas e desperdícios, o *Jidoka* e o *Just-in-time* (CORRÊA E CORRÊA 2016; SLACK et al., 2018).

### 2.1.1 *Jidoka*

O primeiro pilar é o *Jidoka* (OHNO, 1997). O pai desse pilar é o Sakichi Toyoda, pois foi através da construção dos teares à prova de erros, que identificava os desvios e erros e desligava automaticamente, que se foi possível humanizar a interface entre máquina e operador (OHNO 1997 apud NEGRÃO, 2016; RODRIGUES, 2016).

Esse pilar é também conhecido como automação, pois corrobora à inferência de problemas que interferem na produção para que sejam feitas paradas imediatamente que identificados esses desvios (PAIVA E BERGIANTE, 2016).

A concepção desse pilar não é fácil, mas existem técnicas e mecanismos que podem contribuir efetivamente com mudanças no processo produtivo. Por ser baseado na harmonização do sistema homem-máquina, deve-se considerar e mensurar as mudanças de flutuação de demanda para a produção, bem como as questões intrínsecas às máquinas e sua degradação devido à grande utilização, prezando pela comunicação e eficiência durante essas mudanças de volumes produzidos (ITO et al., 2017).

Assim Ito et al. (2017) pontua alguns pontos muito importantes a se considerar sobre esse pilar:

- Versatilidade: Simplificar o tempo de preparação das máquinas (*setup*) envolvidas nas operações de fabricação de produtos;
- Grau de liberdade: Maior grau de liberdade na divisão de trabalho entre humanos e máquinas; e
- Planos de trabalho: Considerando os volumes que serão produzidos com a disponibilidade de máquinas e pessoas capacitadas.

Esse pilar busca identificar e prevenir problemas nas operações através dos dispositivos à prova de falhas ou *Poka yoke*, que demonstram um *status* visual dos processos de produção e seus padrões (SLACK et al., 2018).

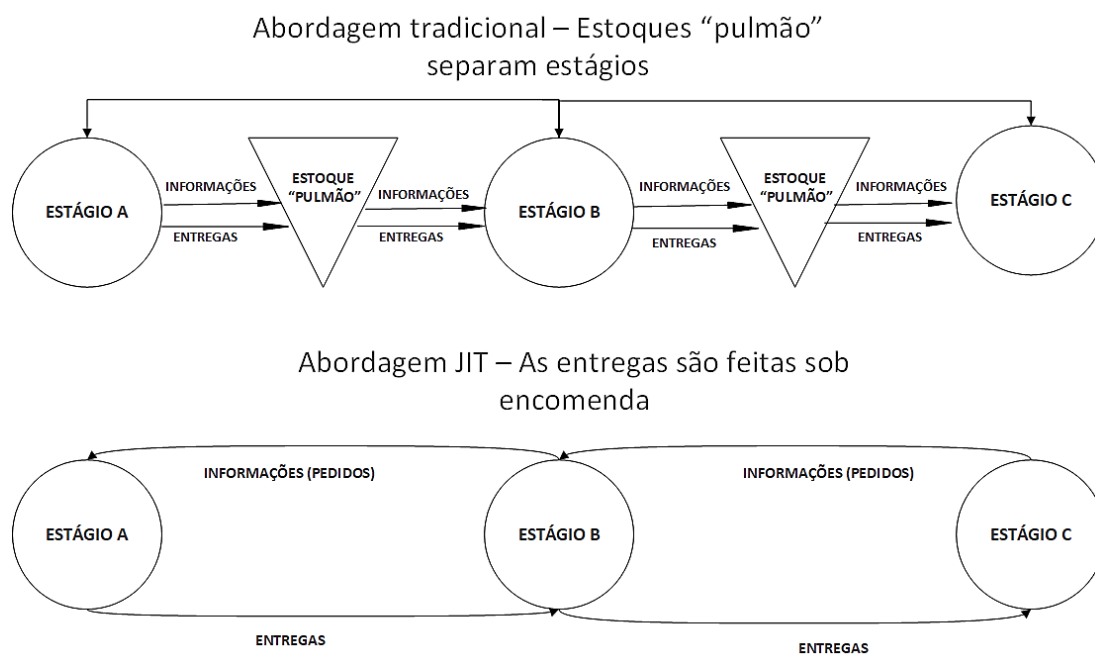


### 2.1.2 Just-in-time (JIT)

De acordo com Ohno (1997) o segundo pilar é o JIT, conhecido também como “no momento certo”, onde o fluxo de materiais no processo produtivo evita o acúmulo de produtos entre os processos. O JIT seria introduzido de acordo com Hopp e Spearman (2004) e Shimokawa e Fujimoto (2011) apud Negrão (2016) pelo filho de Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, alguns anos depois, e que tinha como objetivo designar quantidades essenciais na hora exata nas estações de trabalho de modo a eliminação dos desperdícios e redução dos custos. Desde sua introdução o JIT foi relativamente radical, até mesmo para as empresas mais sofisticadas (SLACK et al., 2018).

A eliminação dos desperdícios vem através do momento em que se produz apenas o necessário, isso compreende atender somente a demanda, e qualquer produção além dessa é considerado desperdício (PAIVA E BERGIANTE, 2016). Para tal requer trabalhar o sistema produtivo puxado de forma contínua, o sistema JIT deve estar inserido entre as atividades de manufatura do produto, de modo a eliminar ou reduzir ao máximo os estoques intermediários e de bens acabados, como mostra a Figura 1 (REBELATO et al., 2012).

**Figura 1 - Funcionamento do Sistema JIT na Produção**



Fonte: Adaptado de Slack et al. (2018).

A Figura 1 exemplifica que na abordagem tradicional as empresas adotavam um isolamento dos estágios envolvidos no processo produtivo, o que gerava os estoques “pulmão”, caso ocorresse um problema em um desses estágios esse poderia se propagar para todo o sistema, pois sua identificação era difícil. Na abordagem JIT são processados e transferidos diretamente para a próxima etapa de modo sincronizado, para que sejam novamente processados no momento de sua chegada, sendo possível identificar problemas imediatamente e não fazer com que ele percorra por todo processo, diminuindo os estoques os desperdícios (SLACK et al., 2018).

Importante frisar que a implementação do JIT requer um alto grau de sincronização, comunicação e, principalmente, disciplina entre os parceiros e colaboradores e para tal é necessário um nível de maturidade das organizações, pois para alcançar os resultados de redução de custos e melhoria de qualidade é necessário a correta implementação do JIT, logo o JIT é uma filosofia de excelência que envolve toda a cadeia de suprimentos (JADHAV et al., 2014).

Além do que, a implementação do JIT envolve também investimentos em diversos recursos para converter a infraestrutura existente em uma infraestrutura compacta, a nível JIT, no entanto, os benefícios serão recebidos com sua correta implementação (JADHAV et al., 2015).

De acordo com Slack et al. (2018) o JIT é operacionalizado através do:

- *Heijunka*: nivelamento e suavização do fluxo de itens;
- *Kanban*: Sinalização de processos anteriores de que mais componentes são necessários; e
- *Nagare*: Posicionamento de processos para alcançar um melhor fluxo no processo produtivo.

Jadhav et al. (2014) enfatizam que é através do uso do *Kanban*, operacionalizando o JIT, que se consegue as melhores práticas para reduzir os custos.

### 2.1.2.1 Kanban

O *Kanban* de acordo com Ohno (1997) é o que operacionaliza o JIT. A ferramenta é o dispositivo que sinaliza e dá instruções para a produção de retirada de itens controlando assim um sistema puxado (WERKEMA, 2012). Como a produção deve ser igual ao número de pedidos, desse modo os processos iniciais se baseiam nos pedidos feitos com antecedência, que são sinalizados pela ferramenta *Kanban* (MOLINA, 2014).

De acordo com Werkema (2012) existem três tipos de *Kanban*, como pode ser visto na Figura 2, é conhecido como sistema *Kanban* o método em que se baseia o uso dos cartões *Kanban*. A mesma autora ainda enfatiza que os cartões *Kanban* são simples cartões de papelão e devem conter as seguintes informações:

- O que, quanto, quando e como produzir;
- Como transportar o que foi produzido; e
- Onde armazenar o que foi transportado.

Além de cartões, o *Kanban* pode ser sinais eletrônicos, placas coloridas, etc. e as informações são importantes para que qualquer pessoa consiga identificar as informações e fazer entradas corretas no sistema (WERKEMA, 2012).

O sistema *Kanban* introduz o conceito de supermercados, esse conceito pressupõe que tudo que foi “comprado” será disposto ao processo anterior e a retirada do que foi “comprado” só é feita quando necessário para utilização (WERKEMA 2012; MOLINA, 2014).

**Figura 2** - Tipos de *Kanban*

Tipo de <i>Kanban</i>	Descrição
<i>Kanban</i> de produção	Informa ao processo anterior (processo fornecedor) o tipo e a quantidade de produto a ser fabricado para repor o que foi consumido pelo processo posterior (processo cliente).
<i>Kanban</i> de sinalização	Autoriza que o processo anterior fabrique um novo lote quando uma quantidade mínima do produto (ponto de reposição) é atingida. É usado quando é obrigatório que o processo anterior produza em lotes devido a, por exemplo, necessidade de trocas.
<i>Kanban</i> de retirada	Indica o tipo e a quantidade de produto a ser movimentado e transferido para o processo posterior.

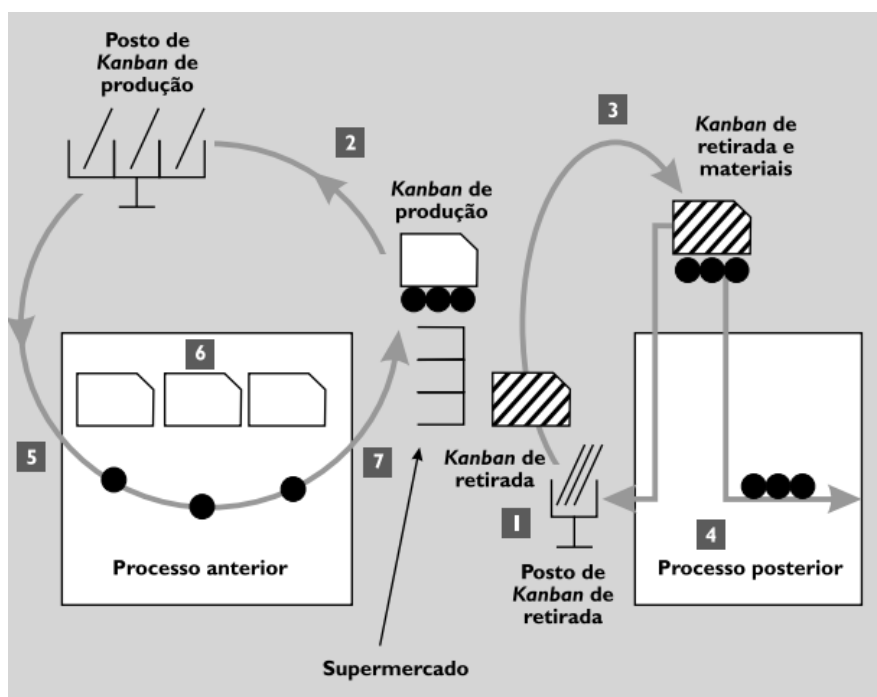
**Fonte:** Adaptado de Werkema (2012).

O sistema funciona nas seguintes etapas, de acordo com Werkema (2012) e está bem exemplificado na Figura 3:

- Um operador do processo anterior leva os *Kanban* de retirada ao supermercado do processo anterior. No supermercado, cada palete onde os itens ficam dispostos possuem um cartão de *Kanban* de produção anexado a eles;
- Quando o operador do processo posterior retira os itens requisitados do supermercado, o *Kanban* de produção é retirado do palete e é trocado por um *Kanban* de produção;
- Após comparar as informações entre os dois *Kanbans* (para evitar erros na produção), o *Kanban* de retirada é anexado palete, substituindo o *Kanban* de produção que acabou de ser destacado;
- No processo posterior, quando o palete de material é utilizado, o *Kanban* de retirada é desanexado e colocado no posto de *Kanban* de retirada;
- No processo anterior, os materiais são fabricados na mesma ordem de chegada dos *Kanbans* de produção ao posto de *Kanban*;

- Os materiais produzidos e seus respectivos *Kanbans* de produção são movimentados juntos durante todo o processamento; e
- Na última etapa, os materiais acabados e seus respectivos *Kanbans* de produção são colocados no supermercado, onde um operador do processo posterior pode retirá-los e reiniciar o ciclo.

**Figura 3** – Funcionamento do Sistema *Kanban*.



Fonte: Werkema (2012).

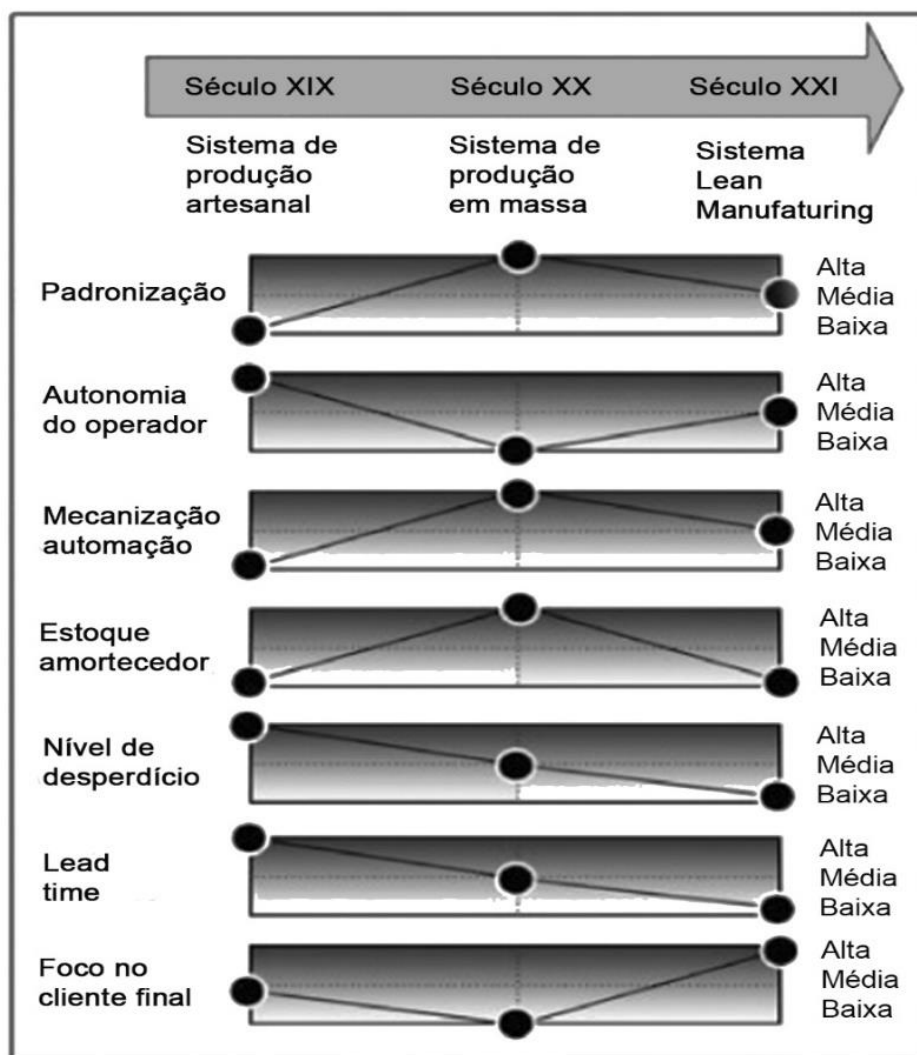
### 2.1.2.3 *Lean Manufacturing*

Os ganhos sempre crescentes das empresas do Ocidente começaram a parar, com a crise do petróleo em 1973, os defeitos crônicos que estavam sendo acobertados por sua extensa produção em massa vieram à tona. Porém as organizações japonesas continuaram crescendo e apresentando excelentes resultados devido à introdução e execução do TPS e de ferramentas de qualidade que visam atender a demanda instantaneamente com qualidade perfeita (RODRIGUES, 2016; SLACK et al., 2018).

Nesse momento houve um despertar dos estudiosos em entender as peculiaridades do sistema produtivo japonês, em especial do TPS (SLACK et

al., 2018). Então logo perceberam que o grande diferencial do sucesso do modelo japonês estava ligado ao conceito de eliminação de desperdícios. Então começou-se a tratar o Sistema de Produção Enxuta por *Lean Manufacturing*, que tem o pilar JIT como filosofia para eliminação dos desperdícios (RODRIGUES, 2016). A evolução desses sistemas de produção pode ser observada na Figura 4.

**Figura 4** – Evolução dos sistemas de produção



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2016).

O termo *Lean* foi utilizado inicialmente por John Krafcik pesquisador do *International Motor Vehicle Program (IMVP)*, que realizou um estudo criterioso nas empresas do setor automobilístico localizados no Japão, Coreia do Sul, Estados Unidos e Europa, com resultados publicados no livro *The Machine that*

*Changed the World*, que identificaram que a Toyota dominava as técnicas e modelos de gestão de produção mais eficazes, no que se tratava de técnicas, sistemas e métodos que integravam o ciclo da produção e do consumo de um produto que formalizavam o *Lean Manufacturing* (RODRIGUES, 2016).

O *lean manufacturing* foca em quatro aspectos principais, de acordo com Slack et al. (2018): (1) Inicialmente a filosofia *lean* tem foco no cliente; (2) O ciclo de produção e consumo de materiais é direcionado com a ideia *downstream* (a jusante), o cliente é quem “puxa” os itens ao longo do processo de forma sincronizada, ou seja, os materiais não formam estoques; (3) É a o fluxo sincronizado e suave que diminuiu os desperdícios; e (4) O comportamento das pessoas envolvidas no processo, a real inserção dessa cultura de melhoria que encoraja na eliminação dos desperdícios.

Para conseguir alcançar esse fluxo sincronizado e suave é necessário eliminar os desperdícios, excluindo o que não tem valor para o cliente e gerar mais velocidade à empresa, para tal há algumas métricas que visam quantificar resultados da organização, no que diz respeito a essa eficiência e velocidade (WERKEMA, 2012). No Quadro 1 é possível ver algumas dessas métricas e duas definições.

**Quadro 1 – Métricas *lean***

<b>MÉTRICA</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
Tempo de Ciclo ( <i>Cycle Time</i> )	Frequência com que um produto é finalizado em um processo.
<i>Lead Time</i>	Tempo necessário para um produto percorrer todas as etapas de um processo ou fluxo de valor, do início ao fim.
Tempo de Agregação de Valor (TAV)	Tempo dos elementos de trabalho que realmente transformam o produto de maneira que o cliente se disponha a pagar.
Tempo de Não Agregação de Valor (TNAV)	Tempo gasto em atividades que adicionem custos, mas não agregam valor do ponto de vista do cliente.
Eficiência do Ciclo do Processo ( <i>Process Cycle Efficiency – PCE</i> )	Indicador que mede a relação entre o tempo de agregação de valor e o <i>lead time</i> .

Continua...

Continuação do Quadro 1 – Métricas *lean*

Taxa de Saída ( <i>Throughput</i> )	Resultado de um processo ao longo de um período de tempo definido, expresso em unidade/tempo.
Trabalho em Processo ( <i>Work in Process – WIP</i> )	Itens que estão dentro dos limites do processo, isto é, que foram admitidos no processo, mas ainda não foram liberados.
Tempo de <i>Setup</i> ou Tempo de Troca (TR) ( <i>Changeover Time</i> )	Tempo gasto para alterar a produção de um tipo de produto para outro.
Tempo <i>Takt</i> ( <i>Takt Time</i> )	Tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente.
Eficiência Total do Equipamento ( <i>Overall Equipment Effectiveness – OEE</i> )	Indicador de Manutenção Produtiva Total (TPM) que mede o grau de eficácia no uso de um equipamento.

Fonte: Adaptado de Werkema (2012).

Os autores Jadhav et al. (2014) trazem uma perspectiva muito interessante acerca da adoção de um sistema *lean* nas organizações quanto a inserção da cultura *lean*. Os autores destacam que a implementação requer mudança cultural e de atitude, onde o capital humano deve ser considerado e treinado. Muitas organizações falharam na implementação das “práticas *lean*” no seu cotidiano, visto que inúmeras vezes no passado se desconsideraram aspectos humanos que desencadeou em condições de trabalho indesejadas.

Colaboradores treinados e motivados aderem melhor a cultura *lean*, e conseguem introduzir a filosofia JIT de forma mais natural e dinâmica como mecanismo de eliminação de desperdícios e melhoria de qualidade no chão de fábrica. Nesse aspecto é importante trabalhar a melhoria da comunicação, realizar investimentos em capacitações e tecnologias (JADHAV et al., 2015).

O ponto chave do sistema *lean* é que ele não deve ser usado só como uma ferramenta, mas como parte que integra um sistema sócio técnico mais amplo, que desafia os colaboradores a utilizar a sua habilidade, criatividade e experiência constantemente identificando os pontos de defeitos e trabalhando um *Kaisen* (melhoria contínua) de modo a remover o que impede um trabalho bem feito (JADHAV et al., 2015).

A nomenclatura muda de acordo com o autor, mas todas se referem ao sistema desenvolvido pela Toyota, e reforçam muito o pilar *just-in-time*, o Quadro 2 demonstra a mudança de nomenclatura de acordo com os autores.



**Quadro 2** – Nomenclatura por autores para o sistema desenvolvido pela Toyota

<b>AUTOR</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015)	“Sincronização Enxuta”
Corrêa e Corrêa (2016)	“Filosofia JIT” ou “Operações Enxutas”
Hopp e Spearman (2013)	“Produção Enxuta”

Fonte: Própria autora (2019).

Mesmo com a variação de nomenclatura todos se remetem ao mesmo sistema, as técnicas e ferramentas utilizadas pelo TPS, nesse trabalho será utilizado o termo “Operações Enxutas”.

#### 2.1.2.4 Tipos de Desperdícios

Taiichi Ohno, ex- vice-presidente da Toyota, identificou sete tipos de desperdícios que devem ser eliminados de todos os processos e operações (WERKEMA, 2012).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2016) os sete desperdícios também precisam ser eliminados, e para tal de acordo como Quadro 3, o autor caracteriza os desperdícios e sugere algumas ações que podem eliminá-los.

**Quadro 3** – Tipos de desperdícios, caracterização e ações de eliminação

<b>DESPERDÍCIO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>AÇÕES DE ELIMINAÇÃO</b>
Superprodução	Esse desperdício ocorre quando se produz antecipadamente à demanda, produzindo além do necessário. Pode ser proveniente de problemas anteriores como: incerteza de qualidade e confiabilidade de equipamento; grandes distâncias para percorrer com o material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenar à demanda com a produção;</li> <li>• Redução do <i>setup</i>;</li> <li>• Melhorias no <i>layout</i> da fábrica.</li> </ul>

Continua...

**Continuação do quadro 4 – Tipos de desperdícios, caracterização e ações de eliminação**

Espera	Refere-se ao material que espera para ser processado, formando filas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceamento de linhas;</li> <li>• Sincronizar fluxo de trabalho.</li> </ul>
Transporte	Considerado um desperdício de tempo e recurso, ocorre quando há movimentação do material ao longo do processamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudanças no arranjo físico;</li> </ul>
Processamento	Produção de itens e componentes que não tem, no fim das contas, uma utilidade ao produto final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de valor que visem em diminuir componentes.</li> </ul>
Movimento	Toda movimentação durante as operações que aumentam o tempo das mesmas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de tempos.</li> </ul>
Produtos Defeituosos	Gerado por problemas de qualidade, produzindo produtos defeituosos, desperdiça-se materiais, mão de obra, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Poka yokes</i></li> </ul>
Estoques	Está atrelado a superprodução e espera, e pode significar desperdício em investimento de espaço.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversas ações supracitadas podem eliminar esse defeito, em especial a redução da flutuação da demanda.</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria com base em Corrêa e Corrêa (2016)

Pode-se perceber que o uso da operação enxuta não é um procedimento fácil ou técnica simples, mas sim uma estratégia de administração que quando bem aplicada leva ao fim dos desperdícios e alcança a melhoria contínua, mesmo quando fora da área da automotiva tradicional, onde a mesma surgiu (HOPP E SPEARMAN, 2013; CORRÊA E CORRÊA 2015; SLACK et al., 2018).

O objetivo da operação enxuta e aplicação do *just-in-time* de acordo com Corrêa e Corrêa (2016) são:

- Zero defeito;
- Tempo zero de preparação (*setup*);
- Estoques zero;
- Movimentação zero;
- Quebras zero;
- *Lead time* zero; e
- Lote unitário.

Adotar uma estratégia *lean* é observar o processo onde ocorra a transformação de algo (seja um produto ou serviço), focando em eliminar os desperdícios de tudo aquilo que não agrega valor para o consumidor final (WERMEKA, 2012; TORRE JUNIOR, 2017), alcançando os benefícios demonstrados na Figura 5.

Para ter sucesso em uma estratégia *lean* é necessário antes de tudo um pensamento enxuto (*lean thinking*), e o foco deve recair sobre o fluxo das operações e a cadeia de valor (HOPP E SPEARMAN, 2013). Dessa forma Womack e Jones (2004) apud Torre Junior (2017) afirmam que o pensamento enxuto pode ser classificado em cinco princípios:

- Especifique o valor: Ele deve ser definido pelo cliente e não pela empresa, e esse é o primeiro passo para o pensamento enxuto;
- Identifique o Fluxo de Valor: Deve-se analisar a cadeia produtiva identificando o fluxo de valor para cada produto, ou seja, deve-se identificar três tipos de processos: (1) os que agregam valor; (2) os que não criam valor; (3) os que não geram valor e devem ser eliminados;
- Crie fluxos contínuos: Nessa etapa deve-se dar fluidez aos processos para que se tenha um fluxo contínuo, o que necessita de uma mudança na cultura da organização;
- Produção puxada: O fluxo contínuo faz com que o cliente puxe o produto da empresa, e não mais a empresa empurra os produtos, ou seja, permite que haja uma inversão do fluxo produtivo, para um fluxo mais efetivo; e

- Busca pela perfeição: Deve ser o objetivo de todos envolvidos no processo produtivo a busca pela perfeição e esse deve ser o que norteia todos os esforços da empresa.

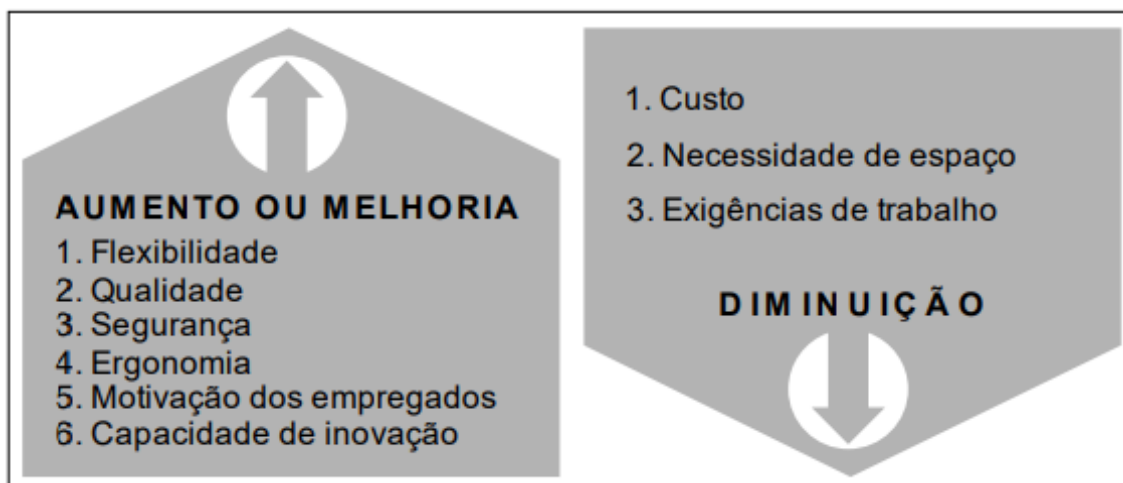
A perfeição que os autores tratam é também caracterizada como a utilização do *Kaizen*, palavra japonesa que significa melhoramento contínuo, através de atividades que analisam, sugere e propõe o envolvimento orientado para o melhoramento de forma contínua em aspectos como: processos; fluxos de trabalho; arranjo físico; entre outros (CORRÊA E CORRÊA, 2016).

Wermeka (2012) afirma que as ferramentas que são capazes de colocar em prática conceitos de um pensamento enxuto são:

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

O enfoque da próxima etapa será sobre a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor, que norteia essa pesquisa. De acordo com Corrêa (2016) o MFV é uma ferramenta que auxilia no mapeamento e análise dos processos, permitindo o desenvolvimento da filosofia *lean*.

**Figura 5** - Benefícios da diminuição dos desperdícios



Fonte: Werkema (2012).

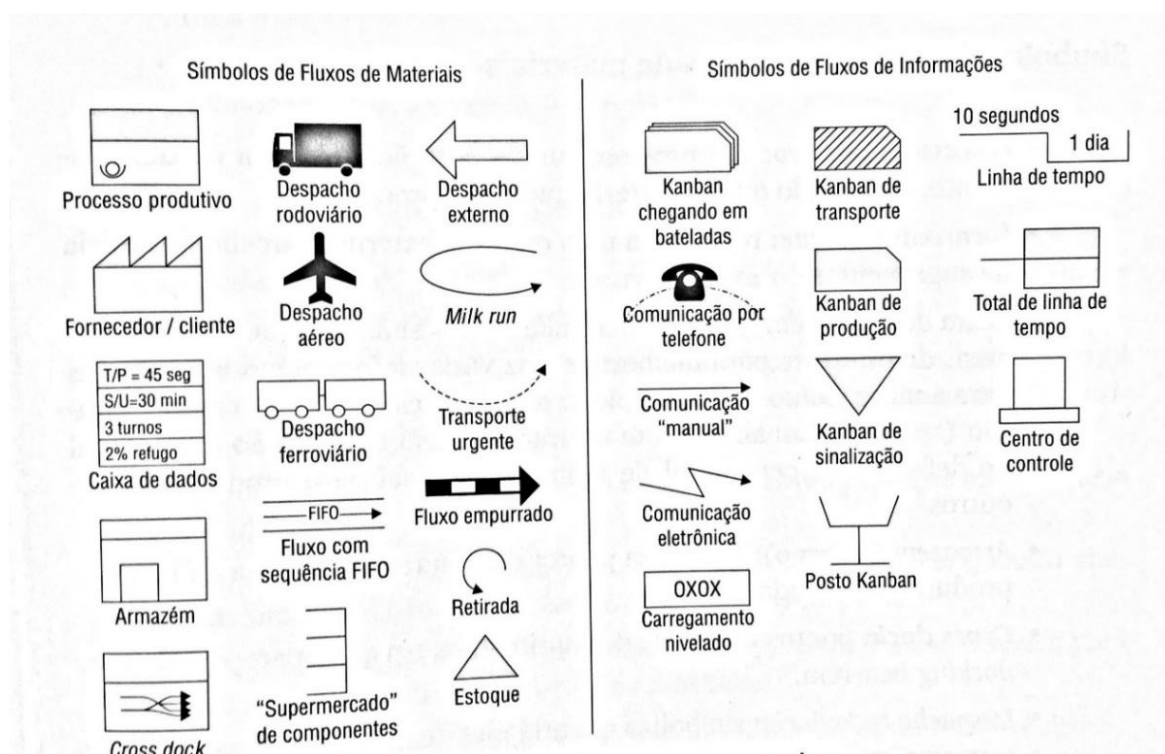
## 2.2 Mapeamento do Fluxo de Valor

### 2.2.1 Histórico do MFV

Segundo Rother e Shook (2003) a técnica objetivo desse trabalho, surgiu para preencher os objetivos *lean*, focando todo o fluxo de produção de um produto ou uma família de produtos, visando a implementação de uma operação enxuta em todo o fluxo.

O MFV é uma ferramenta de mapeamento de processos que permite uma análise mais cuidadosa e ver as redundâncias e desperdícios (CORRÊA, 2016). De uma forma mais clara o método utiliza símbolos gráficos que expõe os fluxos que compõem o processo produtivo (WERKEMA, 2012), como demonstra a Figura 6 e o ANEXO A.

**Figura 6 - Algumas simbologias utilizadas no MFV**



Fonte: Corrêa (2016).

John Shook e Mike Rother são os autores que articularam os conceitos sobre o MFV às técnicas *lean*. Mike Rother percebeu, em seus estudos sobre as práticas de implementação *lean* da Toyota, a grande capacidade da ferramenta, além daquela que era empregada, então ele formalizou a ferramenta e desenvolveu um procedimento de treinamento com base no grande sucesso obtido (ROTHER E SHOOK, 2003).

John Shook, já tinha o conhecimento da ferramenta, mas não havia se atentado ao seu potencial superior. Enquanto ele trabalhou na Toyota a ferramenta era utilizada apenas como mecanismo de comunicação que visava ensinar o trabalho por meio das suas próprias experiências (ROTHER E SHOOK, 2003).

Os autores Rother e Shook (2003) ainda destacam a importância de se delimitar o "fluxo de valor", a Toyota não utiliza esse termo, apensar de entenderem que é imprescindível estabelecer um fluxo, então com base nos mapas de fluxo de material e informação usados pela Toyota, os autores elaboraram o método de mapeamento de fluxo de valor de suas obras, o mesmo que será utilizado nesse trabalho.

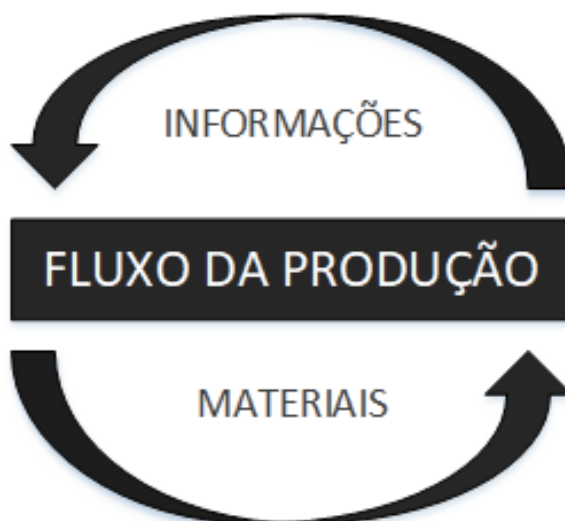
Dessa forma Mike Rother e John Shook, têm tentando encontrar maneiras de ensinar as empresas a terem uma visão do fluxo como um todo, através de seus estudos e livros publicados.

### 2.2.2 Fluxo de Materiais e Informações

Dentro de um processo produtivo, o movimento do material dentro da fábrica é o que, mais facilmente sem vem à mente. Mas um fluxo muito importante para a produção enxuta é o fluxo de informações, que remete aos processos e fabricação que virão numa próxima etapa ainda não realizada (ROTHER E SHOOK, 2003).

Ambos fluxos são dependentes, o fluxo de materiais é fundamental para a que, efetivamente, ocorra a transformação do produto e o fluxo de informações comunica com fluidez como o processo seguinte deve ocorrer (ROTHER E SHOOK, 2003). Na Figura 7 é possível ver como se orientam esses fluxos no processo produtivo.

**Figura 7** - Fluxos de informações e materiais



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

A simbologia utilizada no MFV para expor visualmente esses fluxos são expostos na Figura 3. Como o objetivo é gerir um fluxo que acresça valor e identificar, através do mapeamento, o que realmente gera valor no processo

produtivo, podendo assim formular um estado futuro ideal (TORRE JUNIOR, 2017).

## 2.3 Etapas do MFV

### 2.3.1 Seleção da Família de Produtos

De acordo com Werkema (2012) selecionar a família de produtos – bens ou serviços – que será mapeada é o primeiro passo para conduzir a execução do MFV. Uma família de produto é aqueles produtos que possuem etapas iguais durante o processamento e equipamentos (TORRE JUNIOR, 2017).

Para facilitar essa seleção é muito utilizada uma representação gráfica, como a demonstrada na Figura 8, nessa reprodução gráfica podem haver surpresas ao identificar que alguns produtos possuem tais características por atender diferentes clientes, visto que se analisa as etapas do processo até a chegada ao cliente (WERKEMA, 2012).

É importante que durante a decisão da família de produtos que será trabalhada a escolha seja pela aquela que tenha maior representatividade econômica para a empresa (CORRÊA, 2014).

**Figura 8** - Matriz para seleção da família de produtos

		Etapas do processo e equipamentos usados até o envio para o cliente							
		1	2	3	4	5	6	7	8
P r o d u t o s	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 I**



**Família II**



**Família III**

**Fonte:** Adaptado de Werkema (2012).



### 2.3.2 Gerente do Fluxo de Valor e Equipe de Trabalho

A equipe envolta no trabalho deve ser composta por pessoas que tenham alto conhecimento de todo o fluxo de valor e da família de produtos selecionada, o gerente será aquele que se responsabilizará pela compreensão do fluxo de valor e identificará as melhorias, esse será chamado de “gerente do fluxo de valor” (ROTHER E SHOOK, 2003; WERKEMA, 2012).

Quanto a equipe envolvida, além das atribuições já citadas, é importante que sejam distribuídas tarefas para pessoas de diferentes áreas, para que haja a interdisciplinaridade e diferentes olhares que contribuam em sua totalidade, e um adendo muito importante é que não deve ser mapeada a empresa e sim o fluxo de valor da família de produtos selecionada (ROTHER E SHOOK, 2003; TORRE JUNIOR, 2017;).

É muito importante a construção conjunta com a equipe, todos devem desenhar, literalmente, o mapa junto com o gerente do fluxo de valor, para que compreendam o fluxo dos materiais, distribuir papel e lápis para a equipe faz total diferença para que essa construção seja realmente efetiva (WERKEMA, 2012).

É muito importante que o gerente do fluxo de valor também acompanhe *in loco* como o fluxo acontece, presenciando desde o recebimento dos materiais comprados até a entrega do produto final ao cliente (WERKEMA, 2012).

### 2.3.3 O Mapa do Estado Atual

As atividades citadas desde o tópico 2.3.1 são a base para o desenvolvimento do mapa de estado atual. Segundo Werkema (2012) o desenho do mapa atual deve começar identificando o cliente e suas necessidades, e estes devem estar localizados na parte superior direita do mapa. Logo após os processos básicos são desenhados da esquerda para direita contendo informações básicas, como tempo de ciclo, tempo de *setup*, número de operadores, etc., e entre os processos a representação dos

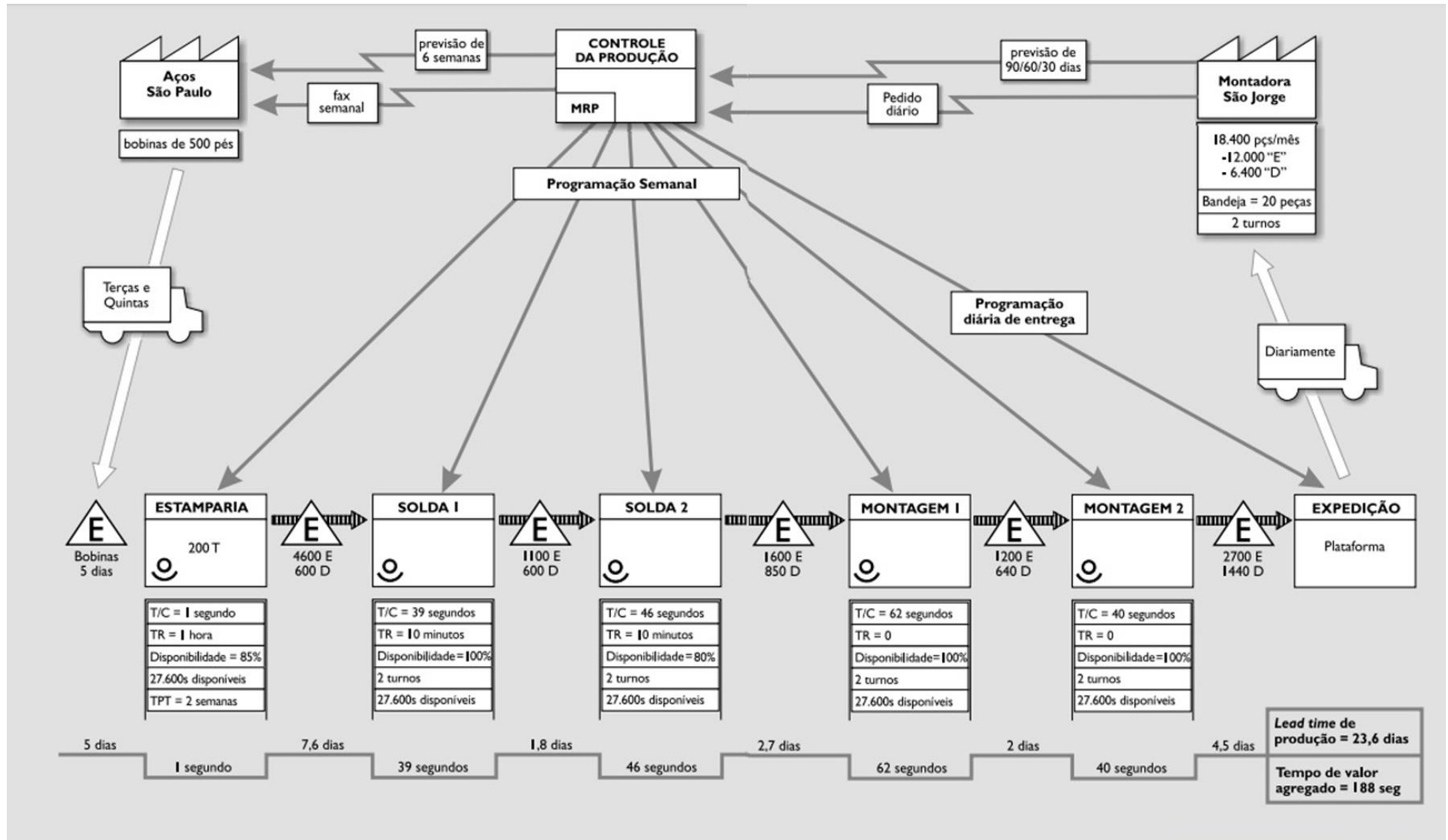
estoques. O próximo passo é desenhar o movimento de entrega dos produtos acabados, este é feito com o ícone de transporte adequado.

Em seguida deve ser desenhado os fornecedores principais de matéria-prima, com auxílio do ícone “fontes externas”, contido no ANEXO A. Deve ser dado continuidade ao mapa, ainda segundo Werkema (2012), adicionando no mapa o fluxo de informações, representados por setas que podem ser de fluxo de informação manual, eletrônica e de informação, e estas devem ser desenhadas na parte superior da direita para esquerda. Também é necessário identificar se o movimento dos materiais é “empurrado” ou “puxado” pelos clientes e desenhar com seu ícone específico. Para finalizar é necessário desenhar a linha do tempo abaixo de todos os ícones de processos e estoques para que fique visível o *lead time* da produção.

Werkema (2012) ainda destaca que deve ser feita a revisão do mapa de Estado Atual desenhado, com o objetivo de verificar se todas as atividades e fluxos foram bem representadas e se está de fácil entendimento.

É possível ver na Figura 9 um exemplo de mapa do estado atual de uma empresa.

Figura 9 - Mapa de Estado Atual



Fonte: Werkema (2012).

### 2.3.4 Mapa de Estado Futuro

O objetivo do mapa de Estado Atual é ser o ponto de partida para gerar discussões e planejamento das ações de melhorias que podem ser necessárias com a identificação de gargalos e a construção do Estado Futuro, exemplificado na Figura 7 (WERKEMA, 2012).

Nesse momento se faz necessário a utilização de algumas diretrizes que Werkema (2012) cita sete diretrizes de ações que devem ser consideradas do Mapa de Estado Atual para a construção do Mapa de Estado Futuro, estas contidas no Quadro 4.

**Quadro 5** - Diretrizes de ações para o mapa de Estado Futuro

<b>DIRETRIZ</b>	<b>COMENTÁRIO</b>
Produzir de acordo com o tempo <i>takt</i> .	O tempo <i>takt</i> é definido como o tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente.
Desenvolver um fluxo contínuo onde possível.	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.
Enviar a programação do cliente para somente um processo de produção	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
Usar um sistema puxado baseado em supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não é possível.	Um supermercado é o local onde é mantido um estoque padrão predeterminado para o fornecer 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.

Continua...

**Continuação Quadro 4 - Diretrizes de ações para o mapa de Estado Futuro**

<p>Nivelar o mix de produção</p>	<p>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>.</p>
<p>Nivelar o volume de produção</p>	<p>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 container ou em um múltiplo ou fração dessa quantidade.</p>
<p>Desenvolver a habilidade de fazer "toda peça todo dia" nos processos de produção anteriores ao processo puxador.</p>	<p>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 EPEX é de três dias</p>

**Fonte:** Adaptado de Torre Junior (2017).

#### 2.3.4.1 Produzir de Acordo com o Takt time

O tempo *takt* é definido como a frequência com que se deve ser produzido um produto, de acordo com o ritmo de vendas, para que se possa atender os consumidores (ROTHER E SHOOK, 2003). Esse tempo é calculado dividindo o tempo disponível de trabalho por turno (em segundos) pela demanda dos clientes por turno (em unidades), de acordo com a Equação 1.

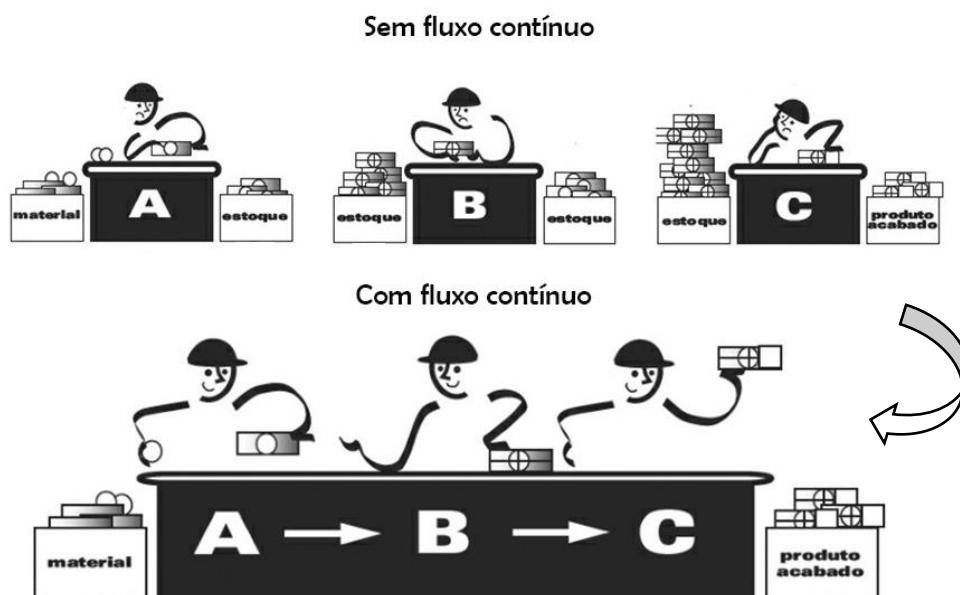
$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo disponível de trabalho por turno}}{\text{Demanda do cliente por turno}} \quad (1)$$

Sendo, portanto, o tempo *takt* responsável por sincronizar o ritmo da produção com o ritmo de vendas, servindo como referência para saber com qual ritmo os processos devem ocorrer (ROTHER E SHOOK, 2003).

#### 2.3.4.2 Desenvolver um Fluxo Contínuo

Um fluxo contínuo é aquele que corresponde a fabricação unitária (um a um), dessa forma os estoques entre os processos são eliminados e os itens transpassam sob eles sem interrupções, para tanto só é possível alcançar um fluxo contínuo se toda a produção está sincronizada com o *takt time* (DILL E PASQUALINI, 2017). Pode-se exemplificar com a Figura 10.

**Figura 10** - Diferença entre processos sem fluxo contínuo e com fluxo contínuo



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

#### 2.3.4.3 Utilização de Supermercados para Controlar o Fluxo Contínuo

O sistema puxado é usado para controlar a produção onde o fluxo contínuo não é possível, geralmente isso ocorre quando alguns processos possuem tempos de ciclo muito rápidos ou lentos, quando a distância entre os processos é muito grande a movimentação de uma peça por vez não é realista ou quando alguns processos têm *lead time* muito elevado e não são confiáveis para ligar-se a outros processos em um fluxo contínuo. Porém pode-se solucionar esse problema com a utilização dos supermercados *Kanban*, como na Figura 3, e como foi exposto no tópico 2.1.2.1 (ROTHER; SHOOK, 2003; DILL E PASQUALINI, 2017).

#### 2.3.4.4 Envio da Programação do Cliente

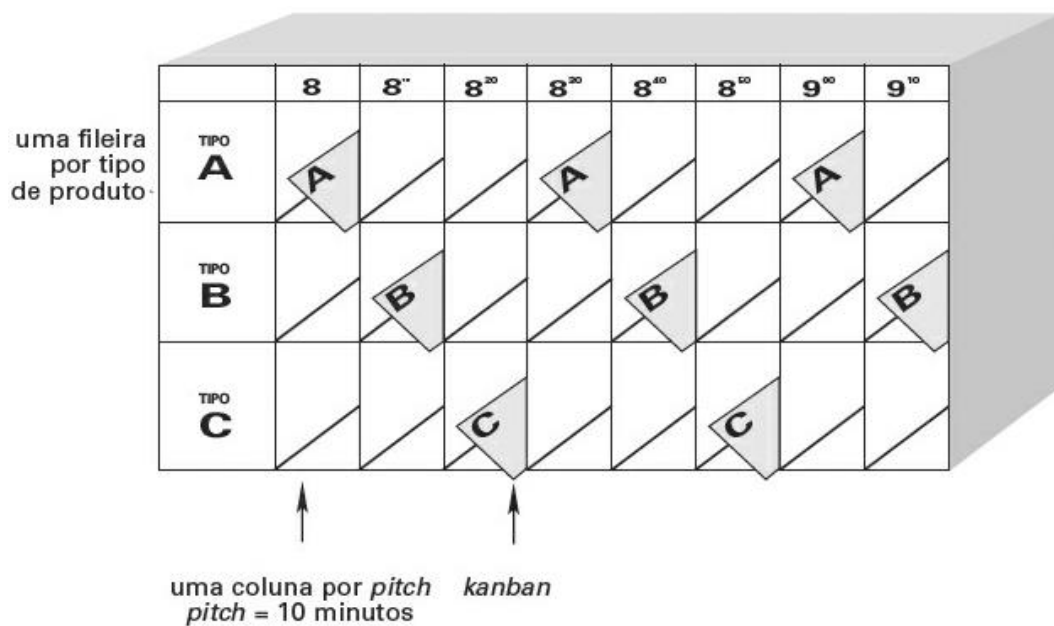
A partir do momento que se utiliza os supermercados para operacionalizar o sistema puxado se faz necessário programar o envio das atividades para apenas um processo de produção que virá a ditar toda a produção, deve-se encontrar esse ponto no fluxo de valor, que é denominado de *pacemaker* (processo puxador), e ele determinará o ritmo de todos os processos anteriores (ROTHER E SHOOK, 2003).

#### 2.3.4.5 Nivelamento do Mix de Produção

Para se alcançar o nivelamento (*Heijunka*) da produção é necessário um padrão repetitivo e uniforme dos produtos para a produção, fazendo possível assim produzir de forma nivelada os produtos do mix diariamente, de acordo com os pedidos dos clientes (DILL E PASQUALINI, 2017).

Rother e Shook (2003) citam dentre as tantas formas de nivelar a produção do mix, a ferramenta “caixa de nivelamento de carga” ou “*heijunka box*”, um quadro que utiliza cartões *Kanban* com intervalos fixos que conteriam as ordens para cada produto, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Heijunka box



Fonte: Rother e Shook (2003).

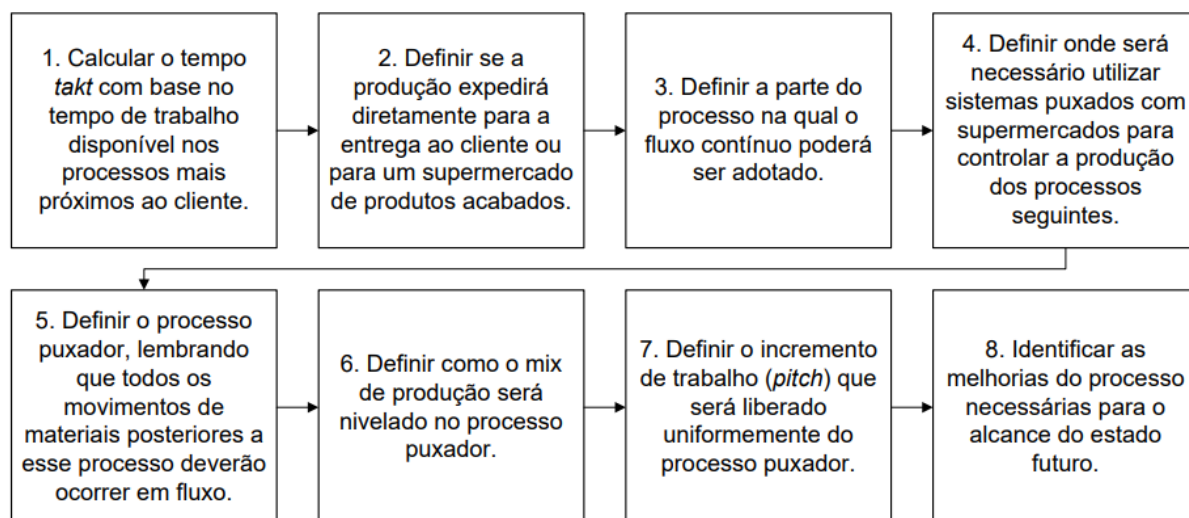
#### 2.3.4.6 Como Desenhar o Mapa de Estado Futuro

Após consideradas as diretrizes citadas anteriormente, que funcionam como um guia para que na construção do Estado Futuro os processos que sejam contidos sejam os mais otimizados possíveis (WERKEMA, 2012).

Para tanto Werkema (2012) descreve as atividades para desenhar o estado futuro as contidas na Figura 12.



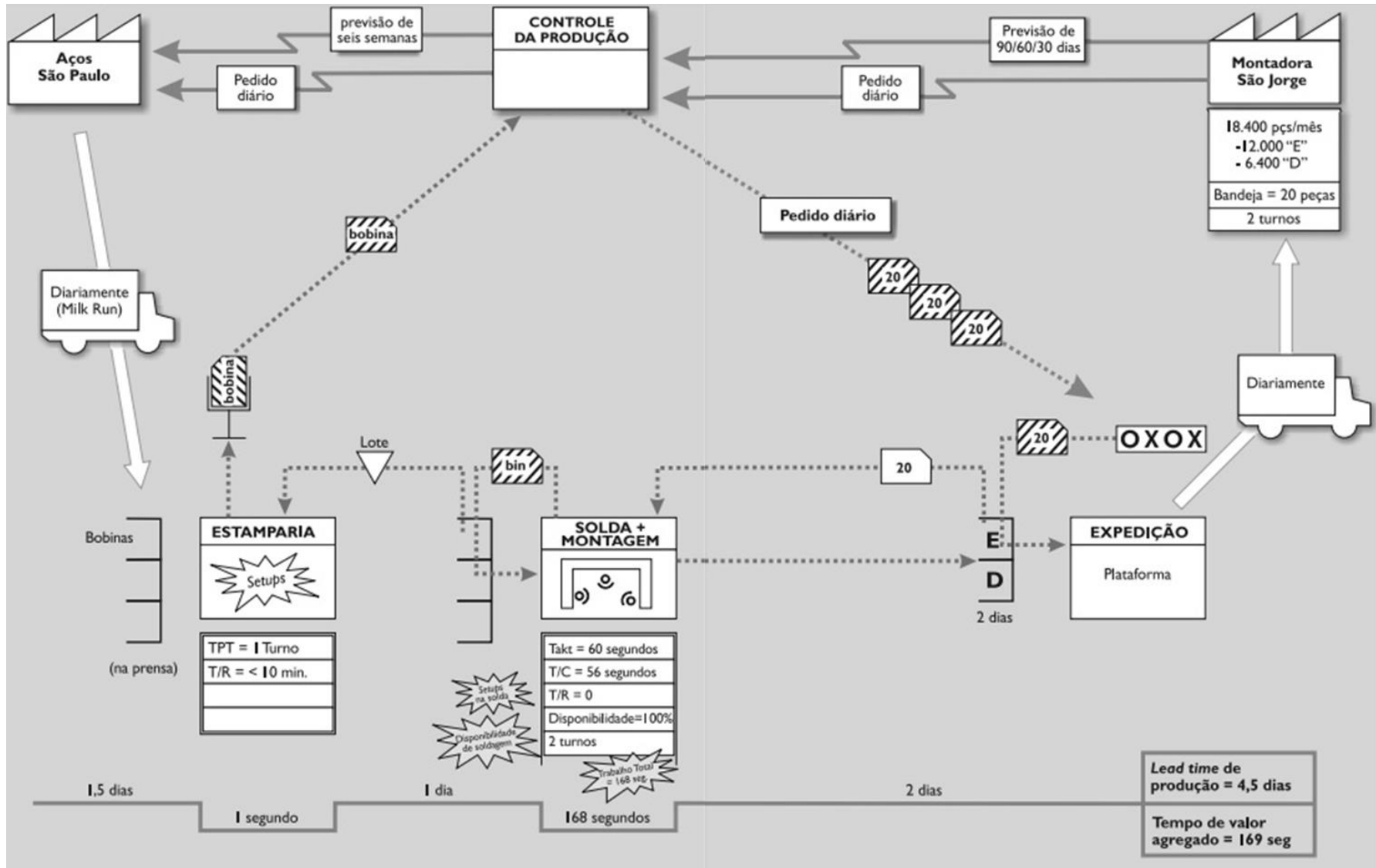
**Figura 12** - Atividades para desenho do Mapa de Estado Futuro



**Fonte:** Torre Junior (2017).

A autora ainda afirma a importância do passo 8, que muitas das melhorias se fazem possíveis graças as ferramentas de Produção Enxuta citadas nesse trabalho anteriormente, e que muitas melhorias deverão ser imediatas para que possa introduzir um fluxo contínuo e que o MFV se faz realmente efetivo a partir do momento que as melhorias deixam de ser locais para englobar o sistema como um todo, construindo um fluxo de valor real.

Figura 13 - Mapa de Estado Futuro



Fonte: Werkema (2012).

## 2.4 Estudo de Tempos

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos e movimentos são técnicas para de forma detalhada analisar operações e eliminar qualquer elemento desnecessários e tornar os processos mais eficientes em sua execução. Os mesmos autores definem que a melhor maneira para determinar o número de cronometragem ou ciclos ( $n$ ) a serem cronometrados como mostra a Equação 2.

$$n = \left( \frac{z \cdot R}{Er \cdot d2 \cdot \bar{X}} \right)^2 \quad (2)$$

Onde:

$n$  - Número de ciclos a serem cronometrados;

$z$  - Coeficiente de distribuição normal de uma probabilidade determinada;

$R$  - Amplitude da amostra;

$Er$  - Erro relativo da medida;

$d2$  - Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente.

$\bar{X}$  - Média dos valores das observações.

De acordo com Martins e Laugeni (2015) deve ser feita uma cronometragem prévia de 5 a 7 vezes, para que possam ser extraídos os resultados da amplitude  $R$  e que se possa fixar os valores da probabilidade  $z$ , que fica usualmente entre 90% e 95% para o erro relativo e para o erro relativo uma média entre 5% a 10%.

Nas Tabela 1 e Tabela 2 estão contidos os valores de  $z$  a serem utilizados para cálculo no número de ciclos.

**Tabela 1** - Coeficiente de distribuição normal

Probabilidade (%)	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
$z$	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

**Tabela 2** - Coeficiente d2 para número de cronometragens iniciais

<b>N</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>d2</b>	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,874	2,970	3,078

**Fonte:** Peinado e Graeml (2007).

#### 2.4.1 Tempo Normal (TN)

Slack et al. (2009) afirma que o ritmo dos tempos observados deve avaliar a velocidade com que um trabalhador realiza uma operação e se essa velocidade se adequa ao desempenho padrão. Estabelecer essa velocidade é a mais difícil, e o analista encarregado pela cronometragem que deve se responsabilizar por essa análise através da cronometragem.

Todavia diversos fatores podem influenciar em um desempenho melhor do trabalhador ou menor, maquiando a realidade, como a própria presença do analista para a análise dessa velocidade, portanto se usa como referência a velocidade com um valor de 100 (ou 100%) (PEINADO E GRAEML, 2007; MARTINS E LAUGENI, 2015).

Para definir o TN de acordo com Oribe et al. (2008) é necessário a utilização da tabela de ritmo, contida no ANEXO C, e utilizando a Equação 3.

$$TN = TM \cdot (1 + H + E) \quad (3)$$

Onde:

*TM*- Tempo médio cronometrado;

*H*- Habilidade encontrada;

*E*- Esforço encontrado.

#### 2.4.2 Tempo Padrão (TP)

Alguns limites de tolerância devem ser adotados, visto que a jornada de trabalho não é ininterrupta, há necessidades pessoais que necessitam ser supridas, como descanso devido a fadiga (MARTINS E LAUGENI, 2015).

De acordo com Martins e Laugeni (2015) essas tolerâncias são:

- Atendimento das necessidades pessoais: Cerca de 5% da jornada diária de trabalho é considerada razoável, o que corresponde a um tempo entre 10min a e 25min.
- Alívio da fadiga: A fadiga está associada a diversos fatores, em trabalhos tidos como leve e em um ambiente agradável é tolerável 10% da jornada diária, para trabalhos tidos como pesados em condições inadequadas é tolerável até 50% do tempo.

De acordo com Oribe et al. (2008) esse fator de tolerância pode ser calculado de acordo com a Equação 4.

$$FT = 1 + (T1 + T2 + T3) \cdot T4 \quad (4)$$

Onde:

*FT*- Fator de tolerância;

*T1*- Tolerância devido à natureza da atividade;

*T2*- Tolerância devido a duração do ciclo;

*T3*- Tolerância devido ao ambiente;

*T4*- Tolerância devido a temperatura e umidade.

Esses fatores *T1*, *T2*, *T3* e *T4* encontram-se tabelados e disponíveis no ANEXO B. Os mesmos autores concluem então que o TP é calculado de acordo com a Equação 5.

$$TP = TN \cdot FT \quad (5)$$

#### 2.4.3 Capacidade Produtiva

Oribe et al. (2008) também salienta que com o TP definido é possível calcular a capacidade produtiva por hora de um processo, como mostra a

Equação 6. Conhecer a capacidade produtiva é muito importante, visto que é através dela que se pode dizer se os processos são realmente eficazes (MOTTA E GOMES, 2016).

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

#### 2.4.4 Balanceamento de Linha

De acordo com Tubino (2017) o balanceamento de linhas tem o objetivo de fazer com que centros de trabalhos diferentes num mesmo processo trabalhem no mesmo ritmo, e esse ritmo é ditado pelo mercado.

Por sua vez Moreira (2014) diz que uma linha balanceada é aquela utiliza o *TC* como o tempo disponível para cada posto de trabalho, para tanto é necessário calcular o número de postos de trabalho por unidade de produto e tempo de ciclo. Dessa forma o autor Moreira (2014) mostra na Equação 7 como se calcular o número de postos de trabalho.

$$N = \frac{\text{soma dos tempos do conteúdo do trabalho}}{TC} \quad (7)$$

Conforme Moreira (2014) a eficiência é uma grandeza tida como básica para o balanceamento de linha, haja vista que uma linha bem balanceada tem uma alta eficiência. O mesmo autor explana que é possível encontra-la através do quociente entre o tempo de trabalho efetivo e o tempo total disponível, como na Equação 8.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Tempo de trabalho efetivo}}{\text{Tempo total disponível}} \quad (8)$$

## 2.5 Ferramentas de Qualidade

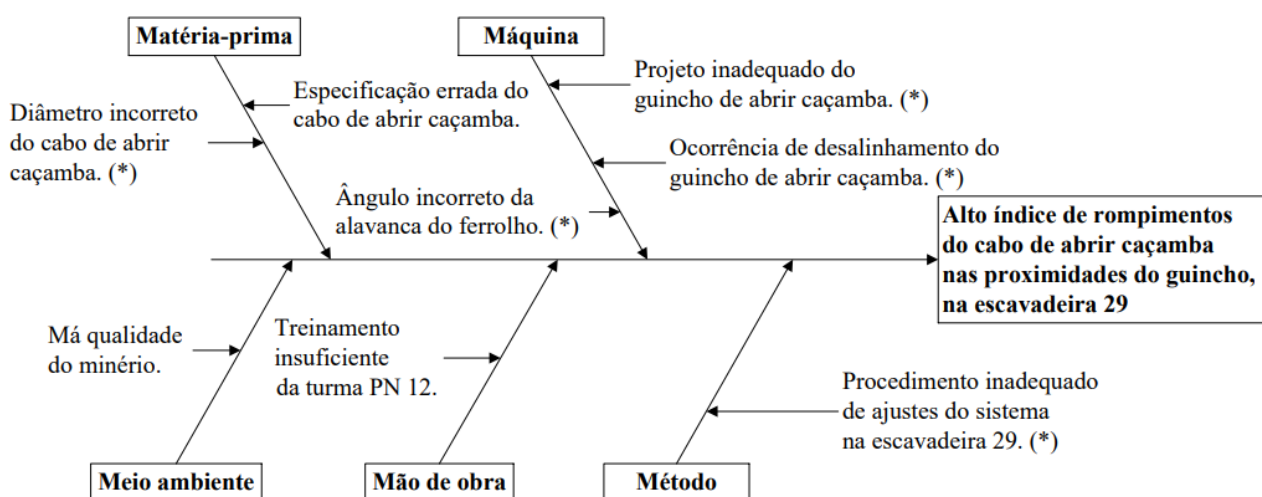
As ferramentas de qualidade são aplicadas de forma a gerenciar e controlar, os resultados ou os problemas identificados, buscando atuar sobre estes problemas de modo a melhorar e eliminar estes problemas (VALLE et al. 2017).

### 2.5.1 Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)

De acordo com Martins e Laugeni (2015) o diagrama de causa e efeito é uma ferramenta de representação de uma série de possíveis causas que levam a um determinado problema. Agrupado em seis itens, estes são analisados e verificados com objetivo de compreender qual fator gera o problema, ou se mais de um fator gera o problema.

Werkema (2012) destaca as seis causas como: insumos, equipamentos, medidas, condições ambientais, pessoas e métodos, como mostra a Figura 14.

**Figura 14** - Diagrama de Ishikawa



**Fonte:** Torre Junior (2017) adaptado de Werkema (2012).

### 2.5.2 Histograma

É uma ferramenta estatística em forma de gráfico de barras que apresenta uma distribuição de um conjunto de dados, localizando a dispersão de valores e frequência de determinado valor, auxiliando na identificação de tendências e dispersões (APCER, 2015).



### 3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos da pesquisa se faz necessário a utilização de uma metodologia científica. A seguir será apresentada uma breve revisão sobre a metodologias científicas, métodos de pesquisa, planejamento e projeto de pesquisa.

#### 3.1 Revisão sobre metodologia científica

De acordo com Lakatos e Marconi (2017) todas as ciências se caracterizam pela utilização de métodos científicos. Segundo os mesmos autores um método é um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que permitem alcançar o objetivo, traçando o caminho, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Severino (2017) afirma que, no entanto, não basta seguir um método e aplicar técnicas para se completar o entendimento do procedimento geral da ciência, o mesmo precisa referir-se a um fundamento epistemológico, e essa fundamentação epistemológica se faz necessária pois toda teoria vem entrelaçada com ideais empíricos que trazem um registro da realidade.

Esses fundamentos epistemológicos se fazem muito úteis em pesquisas da área da Engenharia de Produção pois Silva e Menezes (2005) caracterizam a Engenharia de Produção e suas fontes de informação em pesquisas da seguinte forma:

A Engenharia de Produção caracteriza-se como uma engenharia de métodos e de procedimentos. Seu objetivo é o estudo, o projeto e a gerência de sistemas integrados de pessoas, materiais, equipamentos e ambientes [...]

Nesse sentido está envolvida com diversas Ciências Humanas, em particular com a Economia e as ciências da organização (que envolvem temas ligados à Administração, à Sociologia, às Ciências Ambientais, à Psicologia e à Matemática Aplicada).

Visto que a Engenharia de Produção é uma área interdisciplinar, as fontes de informação para pesquisa podem ser de outras áreas do conhecimento (SILVA E MENEZES, 2005, p. 45).

Dessa forma se faz necessária a utilização dos fundamentos epistemológicos durante a pesquisa de modo a alcançar os objetivos da

mesma e compor um melhor cenário da utilização de métodos científicos na área da Engenharia de Produção.

### 3.1.1 Tipo e natureza da pesquisa

O tipo de pesquisa, seu conceito e sua justificativa devem estar conformes com os objetivos que a mesma se dispõe, dessa forma alguns critérios básicos para determinar uma pesquisa são quanto aos fins e quanto aos meios (VERGARA, 2016).

Quanto aos critérios básicos Vergara (2016) define que as pesquisas podem ser como está exposto no Quadro 5.

**Quadro 6** - Critérios básicos de uma pesquisa

<b>QUANTO AOS FINS</b>	<b>QUANTO AOS MEIOS</b>
Exploratória	Pesquisa de Campo
Descritiva	Pesquisa de Laboratório
Explicativa	Bibliográfica
Metodológica	Experimental
Aplicada	<i>Ex post facto</i>
Intervencionista	Participante
	Pesquisa ação
	Estudo de Caso

**Fonte:** Adaptado de Vergara (2016)

Considerando que o objetivo desse presente estudo é identificar os desperdícios do processo produtivo de beneficiamento de mármore através da utilização da ferramenta de MFV em uma marmoraria, esse estudo se caracteriza como exploratória e aplicada com relação aos fins (ou seu tipo) e quanto aos meios (ou sua natureza) como sendo pesquisa de campo, bibliográfica e estudo de caso, que será justificado a seguir.

### 3.1.1.1 Quanto aos fins

Partindo disso a pesquisa do tipo exploratória é, de acordo com Gil (2017) aquela que tem as seguintes características:

- Aquelas que proporcionam maior familiaridade com o problema tendo em vista a torná-lo explícito ou a construir hipóteses;
- Envolve levantamento bibliográfico;
- Realiza entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado;
- Faz análises que estimulem a compreensão dos problemas; e
- Assumem, em geral, a forma de Estudo de Caso.

Vergara (2016) também afirma que a pesquisas do tipo exploratória se aplica numa área que há pouco conhecimento acumulado. E se caracteriza como aplicada, pois, seu interesse é primordialmente prático e que se alcancem resultados, após o desenvolvimento e aplicação, voltados a soluções de problemas que ocorrem na realidade (TURRIONI E MELLO, 2012 E GIL, 2017).

### 3.1.1.2 Quanto aos meios

Quanto aos meios tem-se uma pesquisa de campo, que é àquela em que o objeto/fonte é abordado em seu meio ambiente próprio e a coleta de dados é feita onde os fenômenos ocorrem sob condições naturais sem a intervenção do pesquisador (SEVERINO, 2017).

Vergara (2016) caracteriza uma pesquisa de campo também como aquela em que o estudioso tem contato direto com quem está envolvido com o processo produtivo, para que seja possível coletar as informações necessárias.

Uma pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na internet (GIL, 2017). Os materiais servem como instrumento analítico para a pesquisa, fornecendo informações e auxiliando na tomada de decisão durante a construção e realização da pesquisa (VERGARA, 2016).

Para tanto, essa pesquisa buscou realizar um estudo de caso em uma marmoraria localizada na cidade de Ourolândia-BA. De acordo com Severino (2017) o estudo de caso se concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos equivalentes. Por sua vez Silva e Menezes (2005) caracteriza esse tipo de estudo como profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de modo que se possa aprofundar os conhecimentos sobre tal.

Considerando o fato de que um uma investigação empírica ser baseada em evidências, qualitativas ou quantitativas, que analisam um comportamento real de um determinado fenômeno, faz-se necessário uso de métodos para fomentar essa análise (GANGA, 2012).

### 3.1.2 Abordagem da pesquisa

A abordagem da pesquisa pode ser de acordo com Severino (2017) quantitativa e qualitativa, sendo elas:

- Pesquisa quantitativa: àquela que expressa matematicamente o conhecimento de fenômenos expressando uma relação de causa e efeito; e
- Pesquisa qualitativa: a que se apropria de fundamentos epistemológicos para compreender aspectos relacionados com a condição específica do sujeito.

A pesquisa quantitativa é aquela que traduz em números informações e opiniões e requer utilização de técnicas estatísticas (SILVA E MENEZES, 2005). Nas pesquisas qualitativas considera-se a relação dinâmica entre sujeito e mundo real e o pesquisador tende a analisar os dados intuitivamente (SILVA E MENEZES, 2005).

Dessa forma, de acordo com Turrioni e Mello (2012) essa pesquisa se caracteriza como combinada, pois permitiu que o pesquisador combinasse aspectos de abordagem quantitativa e qualitativa.

### 3.1.4 Quanto aos objetivos

Nesse contexto tange aos objetivos dessa pesquisa de aplicar o método MFV num processo de beneficiamento de mármore, que ainda tem poucas aplicações de tal ferramenta.

### 3.1.5 Quanto aos procedimentos

Como já se havia citado anteriormente Lakatos e Marconi (2017) definem procedimentos técnicos como atividades sistemáticas e racionais que permitem alcançar o objetivo do estudo.

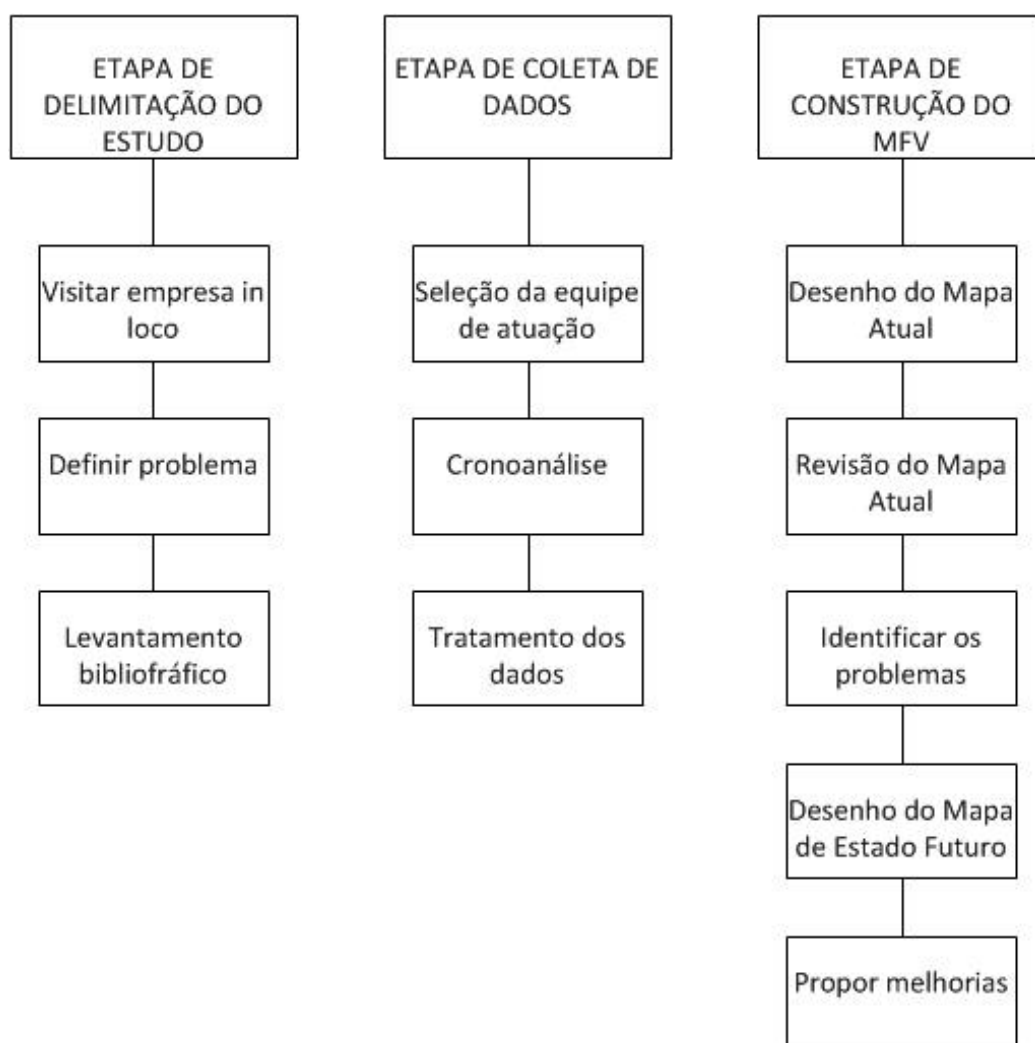
O estudo de caso também é um meio de método de procedimento que conduzem, na fase de coleta de dados, a realizar levantamentos importantes para a realização da pesquisa, tem a forma de questão da pesquisa que busca entender o “Como” e o “Por que”, e foca em acontecimentos contemporâneos (YIN, 2010).

Pode-se definir o problema por meio de dados coletados que fazem levantamentos qualitativos e quantitativos. Para pesquisas qualitativas os questionários (*surveys*) fazem esse levantamento de informações da população, já para pesquisas qualitativas deve-se levantar evidências observando e coletando dados para obter informações sobre o objeto de estudo e os levantamentos quantitativos serão feitos com o auxílio do tópico 2.3 desse estudo (GANGA, 2012; TURRIONI E MELLO 2012). De essa forma a seguir é possível ver quais foram às etapas dessa pesquisa.

## 3.2 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi realizada em três etapas principais, inicialmente com a delimitação do estudo, posteriormente com a coleta de dados e, finalmente, a construção do MFV. As diretrizes dessa pesquisa seguirão presentes na Figura 15.

Figura 15 - Etapas da pesquisa



Fonte: Própria autora (2019).

### 3.2.1 Etapa de delimitação do estudo

Inicialmente foi realizada uma visita *in loco* na marmoraria, que teve como objetivo fazer o contato inicial com a empresa conhecendo seu processo produtivo e identificar as expectativas e necessidades da empresa e dessa forma identificar o problema principal. O problema identificado na marmoraria foi o elevado índice de desperdício. Portanto o objetivo desse estudo é identificar quais são, entre os desperdícios expostos no tópico 2.1.2.3, os que estão contidos no processo de beneficiamento de mármore.

Para tal é necessário o aprofundamento, que corresponde a fase posterior de pesquisa bibliográfica, com o propósito de aprimorar os conhecimentos. Esse embasamento foi sobre a Operação Enxuta, com foco na

aplicação da ferramenta MFV para identificar os desperdícios do processo produtivo.

### 3.2.2 Etapa de coleta de dados

#### 3.2.2.1 Seleção de equipe de atuação no MFV

A equipe que atuou no MFV foi formada por colaboradores que detinham o maior conhecimento e experiência acerca do fluxo de valor da produção do mármore bege. A equipe era responsável por repassar informações úteis ao mapeamento, através do gerente do fluxo de valor, que lideraria a equipe e transpassaria as informações. Por conveniência, o próprio pesquisador foi selecionado como gerente de fluxo, para maior efetividade no transpasse de informações.

#### 3.2.2.2 Cronoanálise

Após definida a equipe, foi feito o levantamento dos dados, através da cronometragem das atividades. Com os tempos cronometrados as informações foram coletadas foram: tempo de ciclo, tempo de *setup*, disponibilidade, número de operadores, *takt time* e *lead time* do processo. Também foi feito o registro dos tempos e quantidades que se acumulavam no estoque.

Com a Equação 2 foi possível calcular o tamanho da amostra utilizada para obter os dados necessário para criação do mapeamento.

#### 3.2.2.3 Tratamento dos dados

Foi necessário um tratamento dos dados devido à grande variabilidade presente no processo, além da obtenção de todas as variáveis necessárias para a construção do mapeamento.

### 3.2.3 Etapa de análise dos dados

#### 3.2.3.1 Desenho do Mapa Atual

Foi desenvolvido, após as coletas de dados, o mapeamento de acordo com Werkema (2012), utilizando os ícones padrões e organizando as informações como a autora sugere. O *software* usado para montar o MFV foi o Microsoft® Office Visio®, que dispõe da simbologia utilizada pela literatura.

#### 3.2.3.2 Revisão do Mapa Atual

Essa etapa teve o intuito de realizar uma verificação minuciosa de todo o fluxo mapeado, atividades e processos. Foi feita a conferência de todos os dados para evitar erros e seguir para a próxima etapa.

#### 3.2.3.3 Identificar os problemas

Com o auxílio do Mapa Atual foi possível identificar os problemas que estavam afetando a produção. Nessa identificação foi possível ver as atividades que não agregam valor e os desperdícios presentes. Simultaneamente foi possível já pensar, em conjunto com a equipe, quais as possíveis melhorias poderiam ser consideradas, com base nas informações, buscando sanar os problemas existentes no processo.

#### 3.2.3.4 Desenho do Mapa de Estado Futuro

Após a identificação em conjunto com a equipe, foi construído o Mapa de Estado Futuro, representando as melhorias possíveis ao processo, novamente, com o auxílio do *software* Microsoft® Office Visio®.



### 3.2.3.5 Propor melhorias

Finalmente, com as informações levantadas por meio do MFV, foi possível sugerir a administração algumas melhorias que pudessem ser aplicadas ao processo de beneficiamento do mármore. Foi realizada a discussão das causas e dos efeitos, com auxílio do Diagrama de Ishikawa e um plano de ação por meio da ferramenta de qualidade 5W1H.

O conceito do plano de ação 5W1H visa identificar e segmentar ações de uma atividade ou projeto de acordo com que se responde seis questionamentos: *why* (por que), *what* (o que), *where* (onde), *when* (quando), *who* (quem) e *how* (como). A ferramenta permite organizar as tarefas para implementação das melhorias sugeridas, podendo também conter a análise econômica, acrescentando mais um questionamento: *how much* (quanto), tradicionalmente conhecido como 5W2H (TIBURCIO E GASQUES, 2017).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

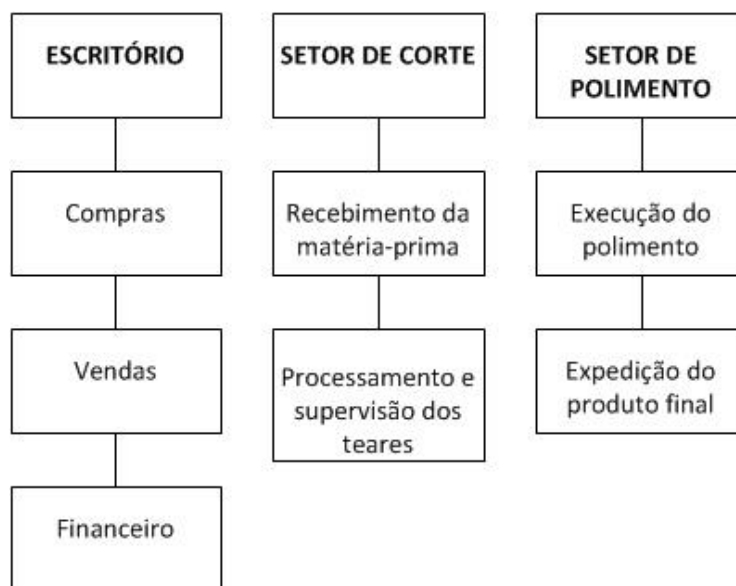
### 4.1 Empresa Estudada

Localizada na cidade de Ourolândia-BA, a empresa estudada teve suas atividades iniciadas em 2008 apenas polindo e comercializando blocos de mármore de terceiros, com o passar do tempo começou a desenvolver todas as atividades do beneficiamento do mármore, que é subdivido em duas etapas principais (corte e polimento), e têm crescido cada vez mais na comercialização atendendo, principalmente, os mercados de outras regiões do país, como o Sudeste.

A empresa conta com uma administração familiar e 15 funcionários entre contratados e terceirizados, operando com turnos diferentes para cada uma das etapas principais do seu processo produtivo de beneficiamento de mármore. Para o polimento há o funcionamento em horário comercial de 9 horas e meia e para o corte além do horário comercial há também um turno noturno para supervisão do corte que, por ventura se prolongue pela noite, funcionando durante cinco dias na semana.

A empresa ainda não conta com uma estruturação da sua gestão, não apresentando uma estrutura organizacional ou um planejamento estratégico que guie suas operações. Na Figura 16 é possível ver a divisão de setores da empresa.

**Figura 16** – Setores principais da empresa estudada



**Fonte:** Própria autora (2019).

Por conveniência do processo produtivo a mesma se dividiu em três setores macros: escritório, setor de corte e setor de polimento. Todavia esses três setores tem uma conexão imprescindível para que ocorra o processo de entrega do produto final ao cliente.

#### 4.2 O Processo Produtivo

Para melhor compreensão do Mapa do Estado Atual, nessa seção encontra-se a explicação de todas as etapas do processo produtivo do beneficiamento do mármore executado na empresa estudada. Atualmente a organização conta com a venda de apenas um produto, as chapas de mármore bege beneficiados, sendo essa a família de produtos que será estudada.

O tipo de produção pode se caracteriza como contínua para os dois processos macros: corte e polimento, devido a padronização dos seus produtos e o alto nível de automação dos processos, como será visto nessa seção com o detalhamento do processo produtivo.

#### 4.2.1 O corte

Essa etapa é a primeira do processo produtivo, o setor conta com 3 funcionários fixos, além de um técnico de manutenção terceirizado, que apenas realiza o planejamento de manutenção, visitando a empresa trimestralmente. O processo se inicia com a aquisição da matéria prima principal, os blocos de pedra bruto, tendo como seus principais fornecedores as pedreiras locais, a aquisição é semanal. Os blocos têm volume médio de 15 metros cúbicos e pesam cerca 40 toneladas, a partir deles serão obtidas as chapas que posteriormente recebem o acabamento final no setor de polimento.

A matéria prima é recebida e armazenada numa área de aproximadamente 552 metros quadrados e é movimentada com auxílio de um pórtico rolante, de acordo com a Figura 17.

**Figura 17** – Área de armazenagem de matéria prima



**Fonte:** Própria autora (2019).

Pelo fato de a região já ser muito conhecida no comércio do mármore bege os clientes verificam, por telefone ou *in loco*, a disponibilidade de placas beneficiadas que atendam suas exigências de qualidade e fazem o pedido, assim o escritório realiza a ordem de corte para o setor.

É necessário preparar o bloco para que entre na máquina que realiza o corte, o bloco é fixado com gesso a estrutura de metal, chamada carro porta bloco. Para melhor exemplificação, a Figura 18 ilustra a preparação.

**Figura 18** – Preparação do bloco para corte



**Fonte:** Própria autora (2019).

As máquinas que realizam o corte são denominadas como teares, a empresa conta com três teares, na Figura 19 é possível ver a visão lateral de um exemplo similar de tear que há disponível na empresa.

**Figura 19** – Tear de corte de mármore

**Fonte:** Grupo Metalgran (2018).

O corte é feito com peças de diamantado que são soldadas à lâmina do tear, que por movimento constante transpassam verticalmente pelo bloco e necessitam de água constante para resfriar a lâmina. O corte é lento, cerca de 16 horas, e pode variar entre os três teares, já que foram adquiridos em períodos distintos, mas o fator que mais influência no tempo é o tamanho do bloco. Resultam do corte placas que medem em média 2,90x1,85 metros e tem cerca de 3 centímetros de espessura.

Com o desgaste natural das peças de diamantado existe um *setup* rotineiro após os cortes onde há a verificação se é necessário soldar novamente alguma peça que, por ventura venha a cair, ou substituição de alguma que esteja muito desgastada. É possível ver na Figura 20 a visão frontal de um tear e como se formam as placas de mármore durante o corte.

**Figura 20** – Placas de mármore se formando durante o corte



**Fonte:** Própria autora (2019).

Após a finalização há a retirada das placas do tear. Nesse momento de retirada das placas é necessário um cuidado especial, para não haver quebras o que impossibilita que a placa passe para a próxima etapa do processo.

Outro problema que pode ocorrer durante o corte é que as placas enverguem, uma solução utilizada é a fixação de cunhas de madeira entre as placas cortadas. Essas cunhas de madeiras são colocadas na parte superior da pedra durante o corte numa parada programada que acontece quando o corte chega a aproximadamente 1 metro de profundidade do bloco, ou seja, após 10h em média.

O subprocesso de emadeiramento dura em média meia hora e impede que durante o corte as placas se movimentem uma em direção a outra como a Figura 21 mostra.

**Figura 21** – Solução para prevenção de envergamento de placas durante o corte



**Fonte:** Própria autora (2019).

Após sair do tear as placas são retiradas do carro porta bloco, com auxílio do pórtico rolante, uma a uma, as placas retornam ao estoque dispostas sobre cavaletes, aguardando serem transportados para a próxima etapa do processo produtivo.

#### 4.2.2 O polimento

O setor de polimento fica a cerca de 93 metros do setor de corte, as placas obtidas posteriormente ao corte, devido a formação rochosa ficam com fissuras e vãos expostos, como no exemplo demonstrado na Figura 22, deixando a pedra com um aspecto muito grosseiro, necessitando de alguns subprocessos que trarão um acabamento atrativo ao cliente, agregando valor às placas.



**Figura 22** – Pedra natural após corte



**Fonte:** Engenharia do mármore (2019).

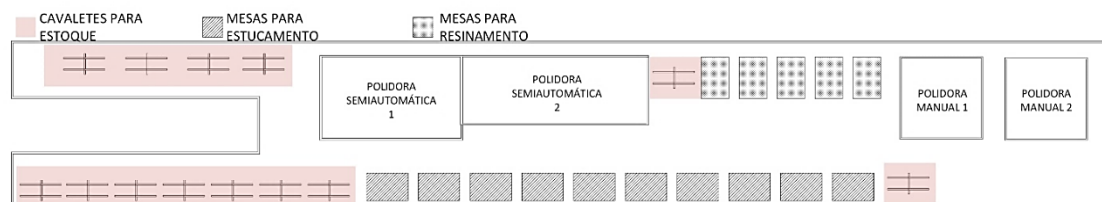
De acordo com Sousa (2007), os subprocessos do polimento nas chapas mais utilizadas, são:

- Estucamento: Preenchimento de pequenas fissuras com cola e resíduos de pedra;
- Levigamento: Retirada da cola, além de uniformização com uso de abrasivos da superfície áspera; e
- Esmerilhamento: Utiliza diversos abrasivos e água para que se lustre a pedra, obtendo a superfície lisa e espelhada.

A empresa executa os três subprocessos supracitados e realiza também um processo chamado de resinamento, que é a aplicação de resinas químicas que tem como objetivo agregar brilho e destacar a coloração do mármore bege.

As atividades de polimento nas placas acontecem em um galpão de 960 metros quadrados, de acordo com o *layout* demonstrado na Figura 23.

**Figura 23** – *Layout* do setor de polimento



**Fonte:** Própria autora (2019).

Todos os itens dispostos no galpão são para a execução do estucamento, levigamento e esmerilhamento, de acordo com o Quadro 6. Para facilitar a movimentação das placas dentro do galpão há duas pontes rolantes no setor.

**Quadro 6** – Itens disponíveis no setor de polimento

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>CAPACIDADE</b>	<b>FUNÇÃO</b>
Cavaletes	13	60 placas	Armazenamento
Mesas retráteis	10	1 placa por vez	Realizar a etapa de estucamento
Mesas	5	10 placas por vez	Realizar a etapa de resinação
Polidora manual	2	4 placas por vez	Nelas são realizadas as etapas de polimento, levigamento e esmerilhamento.
Polidora semiautomática 1	1	6 placas por vez	Realiza a etapa de polimento, levigamento e esmerilhamento.
Polidora semiautomática 2	1	8 placas por vez	Realiza a etapa de polimento, levigamento e esmerilhamento.

**Fonte:** Própria autora (2019).

Nos tópicos a seguir todas as especificações dos subprocessos supracitados estarão mais esclarecidas.

#### 4.2.2.1 Estucamento

Ao chegar ao setor de polimento, a placa fica estocada em cavaletes, seguindo de acordo com a disponibilidade é movimentado com auxílio da ponte rolante para as mesas retráteis, como mostra a Figura 24. O estucamento se inicia com a ordem de pedidos que é emitida pelo escritório, o subprocesso é realizado nas placas de forma manual, onde uma mistura de cola e resíduos de pedra em flocos é depositada nos buracos que se encontram na superfície da pedra.

**Figura 24** – Mesas retráteis para realização do estucamento



**Fonte:** Própria autora (2019).

A placa fica na mesa na posição vertical aguardando a secagem da cola, aguardando em média 2 horas para que passe para a próxima etapa do polimento, posteriormente a mesa é colocada na posição horizontal para mostrar que está disponível para receber outra placa para estucar. Nas Figura 25 pode-se notar que após o estucamento há um acúmulo de cola sobre os buracos que foram tapados, necessitando então de uniformizar a placa, o que é feito na etapa posterior.

**Figura 25** – Aspecto da placa após estucamento.



**Fonte:** Própria autora (2019).

#### 4.2.2.2 Levigamento

Nesse momento a placa que foi estucada será transportada para algumas das polidoras, seja ela manual ou semiautomática. Os funcionários por sua vez indicaram que essa etapa deveria ser preferencialmente executada

nas polidoras semiautomáticas, devido ao grande esforço aplicado no equipamento manual, levando a grande exaustão.

O levigamento é o primeiro lixamento que será realizado, com objetivo de uniformizar a placa retirando o excesso de cola. O lixamento é feito pelos abrasivos, que são pequenas lixas de rochas que são fixadas aos braços das máquinas polidoras, estes abrasivos têm diferentes graduações que com auxílio de água e movimento constante oscilatório conferem o acabamento desejado à placa.

São usados na etapa de levigamento 6 tipos de abrasivos sempre seguindo a ordem da maior graduação até a menor. Estes estão exemplificados na Figura 26.

**Figura 26** – Abrasivos utilizados



**Fonte:** Própria autora (2019).

No levigamento o acabamento configurado à placa é o que mostra a Figura 27, um aspecto opaco e uniforme, tornando-a apta para a etapa posterior.

**Figura 27** – Aspecto da placa após levigamento



**Fonte:** Própria autora (2019).

#### 4.2.2.3 Resinamento

Para chegar à textura final, a pedra após ser levigada segue para as mesas onde acontece aplicação de uma resina química que age na pedra por 12 horas, as placas ficam estocadas nas mesas durante a ação do produto, como mostra a Figura 28.

**Figura 28** – Mesas de resinamento

**Fonte:** Própria autora (2019).

Nas mesas são estocadas até 5 placas sobrepostas, que ficam separadas uma das outras por uma pequena barra de plástico impedindo que elas se unam. Após a ação do produto, as placas estão aptas a retornar as polidoras, de acordo com a disponibilidade, onde acontecerá a o acabamento final do polimento, conhecido como esmerilhamento.

#### 4.2.2.4 Esmerilhamento

Esse é o subprocesso final do polimento, ele é executado quando o escritório emite a ordem de entrega, esse subprocesso irá ressaltar as características atrativas aos clientes. Nessa etapa a pedra é lixada novamente pelos abrasivos nas máquinas polidoras, são utilizados os mesmos abrasivos do levigamento, a diferença é que devido a ação da resina química a pedra irá ter o aspecto que mostra a Figura 29.

**Figura 29** – Acabamento após esmerilhamento



**Fonte:** Própria autora (2019).

É possível ver como a placa passa a ter um acabamento e coloração mais refinada. Novamente, as polidoras vão sendo usadas de acordo com a disponibilidade, mas são nas polidoras manuais que os funcionários relatam um resultado melhor, devido ao fato de que o operador manualmente consegue



através da sua sensibilidade notar pontos onde a pedra necessita de mais atenção, dando um resultado final melhor. Assim, a etapa de polimento é concluída e às placas retornam para os cavaletes de estocagem aguardando serem expedidas para os clientes.

Para uma total compreensão do fluxo dos processos de corte e polimento no APENDICE A é apresentado o fluxograma do processo produtivo. O processo acontece em linha e vai de acordo com a disponibilidade das máquinas no momento, não seguindo nenhuma ordem padrão.

### 4.3 Execução do MFV

#### 4.3.1 Cronometragem das atividades e desenho do Mapa de Estado Atual

##### 4.3.1.1 Estudo de tempos, cronoanálise e medida de capacidade

Inicialmente os dados foram cronometrados no período de 08/01/2018 a 22/01/2018, utilizados para delimitar os tempos iniciais necessários e número de ciclos a serem utilizados. Após determinado a quantidade de ciclos foi realizada as coletas necessárias para elaboração do mapeamento no período de 14/08/2018 a 24/08/2018.

Com auxílio de um cronômetro digital e um tablet para o preenchimento dos dados, foram feitas 10 coletas de medição de cada um dos 12 subprocessos que compõem o corte e polimento, sendo esses 6 para o corte e 6 para o polimento. A Tabela 3 mostra a relação dos tempos coletados e os subprocessos.

Tabela 3 – Tempos coletados em segundos

		<b>Tempos Coletados (s)</b>										
<b>Subprocessos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
<b>Corte</b>	Preparação	912	900	900	918	900	900	930	900	900	900	
	Teares	1	64.800	64.800	64.800	62.820	64.800	63.180	65.160	63.000	64.800	65.160
		2	58.680	57.600	58.680	57.600	58.860	58.320	57.600	58.680	57.600	58.680
		3	57.960	58.680	58.320	57.600	57.600	59.400	59.580	57.960	58.500	58.680
	Emadeiramento	1.800	1.920	2.100	1.800	1.740	1.800	1.800	2.100	2.100	1.800	
	Descarregamento	2.400	2.700	2.400	2.700	3.000	2.700	2.700	3.000	2.700	3.000	
<b>Polimento</b>	Estucamento	7.700	7.754	7.682	7.704	7.745	7.738	7.720	7.732	7.726	7.743	
	Levigamento	Manual	6.480	7.200	6.300	5.130	7.200	6.300	5.400	6.300	6.120	5.310
		Semiautomático	5.040	4.590	4.320	5.400	5.040	4.680	5.400	5.310	4.500	5.130
	Resinamento	43.488	43.454	43.476	43.470	43.468	43.480	43.486	43.492	43.462	43.490	
	Esmerilhamento	Manual	8.460	8.280	7.740	8.460	9.000	8.280	8.550	8.100	8.100	8.100
		Semiautomático	7.380	7.380	7.740	8.100	7.452	7.920	7.380	7.830	7.920	7.380

Fonte: Própria autora (2019).

Após as coletas iniciais, foi determinado com auxílio de cálculos, as variáveis necessárias para a Equação 4. Com um grau de confiança de 95%, fornecido na Tabela 1, o coeficiente de número correspondente ao número de cronometragens da Tabela 2 e erro relativo de 5%, obtendo assim os dados da Tabela 4.

**Tabela 4 – Dados da Equação 4**

<b>Variáveis da Equação 4</b>								
	<b>Subprocessos</b>	$\bar{x}$	<i>R</i>	<i>z</i> (95%)	<i>E<sub>r</sub></i>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>n</i>	
<b>Corte</b>	Preparação	907	30	1,96	0,05	3,078	0,18	
	Teares	1	64.260	2.340	1,96	0,05	3,078	0,22
		2	58.240	1.260	1,96	0,05	3,078	0,08
		3	58.410	1.980	1,96	0,05	3,078	0,19
	Emadeiramento	1.873	360	1,96	0,05	3,078	5,99	
	Descarregamento	2.750	600	1,96	0,05	3,078	7,72	
<b>Polimento</b>	Estucamento	7.725	72	1,96	0,05	3,078	0,01	
	Levigamento	Manual	6.205	2.070	1,96	0,05	3,078	<b>18,05</b>
		Semiautomático	4.925	1.080	1,96	0,05	3,078	7,80
	Esmerilhamento	Resinamento	43.475	38	1,96	0,05	3,078	0,00
		Manual	8.810	1.620	1,96	0,05	3,078	6,16
		Semiautomático	7.678	720	1,96	0,05	3,078	1,43

**Fonte:** Própria autora (2019).

Visto o maior valor de *n* encontrado foram feitas mais 18 coletas de tempos para cada subprocesso. Os novos dados coletados encontram-se no APÊNDICE B.

#### 4.3.1.2 Determinando o tempo normal (TN) e o tempo padrão (TP)

Com o auxílio da coleta de dados determinada anteriormente, foi possível determinar o tempo de ciclo de cada uma das atividades. Com o auxílio do ANEXO C foi possível definir a habilidade e esforço empregados nas atividades por cada operador e calculando os tempos normais (TN) de cada atividade, utilizando a Equação 4. Na Tabela 5 estão demonstrados os cálculos obtidos.

Devido a especificidade que cada placa de mármore tem, o processo de polimento tem um alto nível de personalização, assim optou-se por utilizar os tempos normais médios para que se considerasse os processos mais próximo do real.

Tabela 5 – Tempo normal dos subprocessos de corte e polimento

<b>Cálculo do tempo normal (TN)</b>							
	<b>Subprocessos</b>	<b>Operador</b>	<b>TC</b>	<b>Habilidade</b>	<b>Esforço</b>	<b>TN</b>	
			<b>Médio (s)</b>			<b>Médio (s)</b>	
<b>Corte</b>	Preparação	OP 1	907	-0,16	-0,04	<b>702,20</b>	
		OP 2	907	-0,16	-0,04		
	Teares	1	-	64.260	-	-	<b>64.260</b>
		2	-	58.240	-	-	<b>58.240</b>
		3	-	58.410	-	-	<b>58.410</b>
	Emadeiramento	OP 3	1.873	0	0	<b>1.873,3</b>	
	Descarregamento	OP 1	2.750	-0,16	-0,04	<b>2.145,0</b>	
		OP 2	2.750	-0,16	-0,08	<b>0</b>	
	<b>Polimento</b>	Estucamento	OP 4	7.673	0,15	0,15	<b>9.261,4</b>
			OP 5	7.665	0,13	0,12	
OP 6			7.835	0,03	0,02		
Manual		OP 7	5.740	0,13	0,12	<b>7.622,8</b>	
		OP 8	6.670	0,11	0,10	<b>5</b>	
Semiautomático		OP 9	5.020	-0,05	-0,17	<b>3.962,2</b>	
		OP 10	4.830	0	-0,17	<b>5</b>	
Resinamento		OP 4	43.469	0,08	0	<b>45.503,91</b>	
		OP 5	43.475	0,06	0		
		OP 6	43.481	0	0		
Esmerilhamento	Manual	OP 7	7.740	0,13	0,11	<b>10.215,60</b>	
		OP 8	8.880	0,12	0,10	<b>60</b>	
	Semiautomático	OP 9	7.676	0,03	0	<b>8.023,5</b>	
		OP 10	7.680	0,06	0	<b>4</b>	
<b>Total</b>		-	-	-	-	<b>89.315,09</b>	

Fonte: Própria autora (2019).

Assim, com os tempos normais determinados para cada subprocesso e os fatores de tolerância obtidos com a Equação 5, calculou-se o tempo padrão de cada atividade envolvida no corte e no polimento. Na Tabela 6 encontram-se os tempos padrões de cada subprocesso.

**Tabela 6** – Tempo padrão dos subprocessos do corte e polimento

<b>Cálculo do tempo padrão (TP)</b>					
	<b>Subprocessos</b>	<b>TN Médio (s)</b>	<b>Fator de Tolerância Médio</b>	<b>TP Médio (s)</b>	
<b>Corte</b>	Preparação	702,2	1,47	1.039,52	
	Teares	64260	64.260	1	<b>64.260</b>
		58240	58.240	1	58.240
		58410	58.410	1	58.410
	Emadeiramento	1.873,33	1,18	2.209,95	
	Descarregamento	2145	1,38	2.970,76	
<b>Polimento</b>	Estucamento	9.261,41	1,37	12.723,36	
	Levigamento	Manual	7.622,85	1,49	11.408,74
		Semiautomático	3.962,25	1,28	5.080,20
	Resinamento	45.503,91	1,30	<b>59.274,41</b>	
	Esmerilhamento	Manual	10.215,60	1,46	14.952,07
		Semiautomático	8.023,54	1,28	10.287,38
<b>Total</b>		-	-	<b>119.946,38</b>	

**Fonte:** Própria autora (2019).

Após determinado os tempos padrões de cada subprocesso pode-se ver que o processo que é o gargalo da operação, ou seja, aquela que tem maior tempo padrão. Para o corte o gargalo é o tear 1, com TP de 64.260 segundos e

para o polimento o subprocesso gargalo é o resinamento, com duração de 59.274,41 segundos.

#### 4.3.1.2 Medida da capacidade

Com auxílio do TN e TP calculado anteriormente é fácil obter a capacidade produtiva (CP) por hora de cada subprocesso, assim como determinar a capacidade produtiva total. Para tanto se utilizou da Equação 6 e da Tabela 6 e encontrou-se a capacidade produtiva por horas de trabalho disponíveis por dia, como mostra a Tabela 7.

Para o setor de corte observou-se que a capacidade é determinada pela quantidade de teares, logo o setor opera com uma capacidade de máxima de cortar 3 blocos por dia.

**Tabela 7** – Capacidade produtiva dos subprocessos

<i>Cálculo da capacidade produtiva</i>							
	<i>Subprocessos</i>	<i>TP médio (s)</i>	<i>Quantidade de Operadores</i>	<i>CP Média /Hora</i>	<i>CP Média /Dia</i>	<i>Capacidade Total Média /Dia</i>	
<b>Polimento</b>	Estucamento	12.723,36	3	0,86	8,12	6,50	
	Levigamento	Manual	11.408,74	2	0,63		6,02
		Semiautomático	5.080,20	2	1,42		13,47
	Resinamento	59.274,41	3	0,18	1,73		
	Esmerilhamento	Manual	14.952,07	2	0,48		4,59
		Semiautomático	10.287,38	2	0,70		6,65

**Fonte:** Própria autora (2019).

Dos subprocessos do corte e do polimento o que apresenta menos capacidade produtiva para o polimento é o resinamento, tornando-o o gargalo produtivo e o que restringe o processo produtivo total.

Porém uma ressalva deve ser feita, a capacidade calculada é representativa apenas numericamente, pois devido à utilização das polidoras de acordo com a disponibilidade e aos altos níveis de estoque de produto em processamento da empresa, não foi possível acompanhar uma placa em processamento do início ao fim.

Mesmo com as capacidades das polidoras individuais, muitas placas passavam por um subprocesso e voltava para os estoques. A empresa no momento das visitas para coleta de tempos não estava conseguindo atender sua demanda semanal de 120 placas, o que equivale a 24 placas polidas por dia.

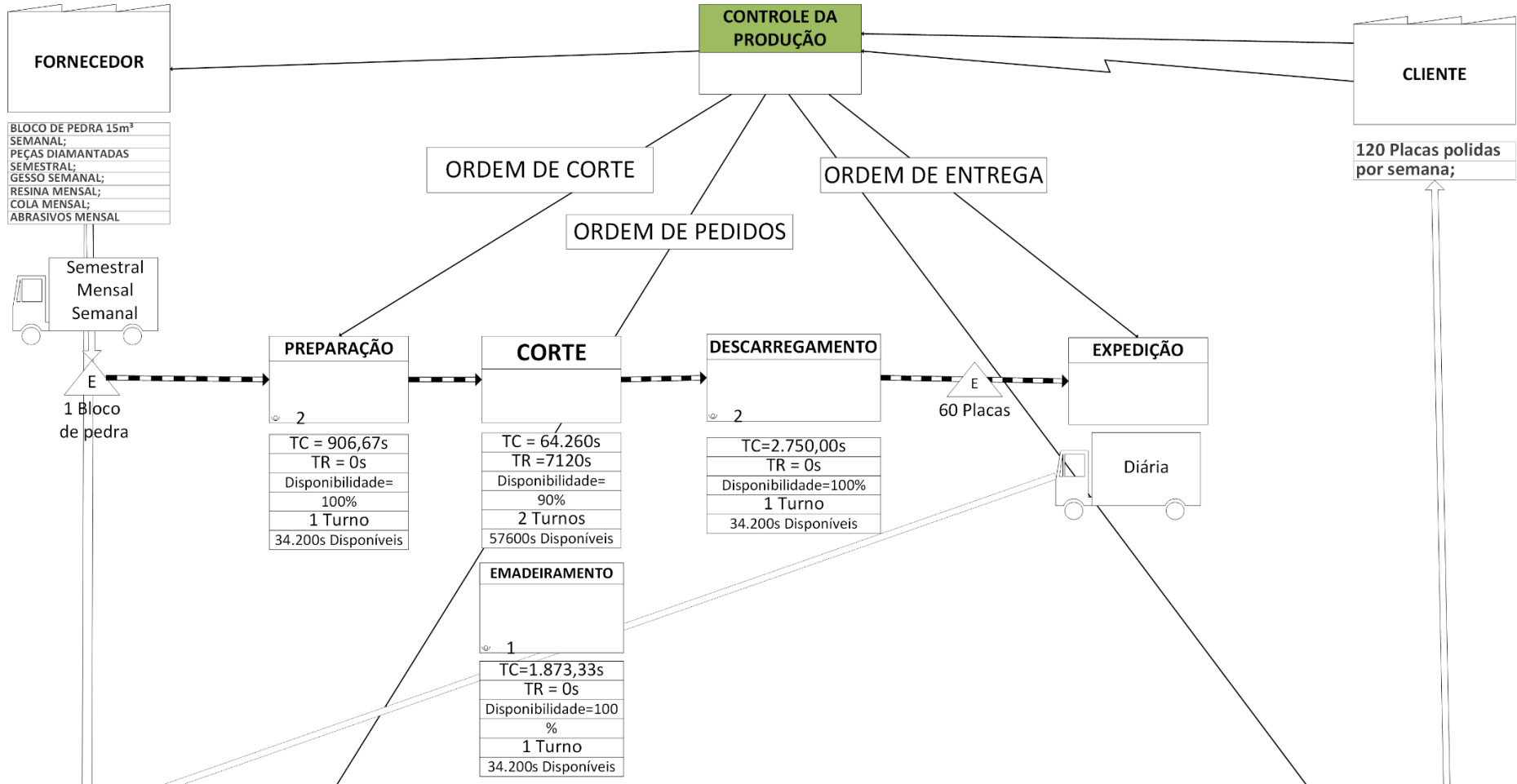
#### 4.4 Mapa do estado atual

Para criação do mapa do estado atual de acordo com a literatura de Werkema (2012) os dados foram coletados pela pesquisadora e estão disponíveis no APÊNDICE B, e o mapa gerado encontra-se na Figura 30 e 31.

Para melhor representar o fluxo de entrega de valor ao cliente, pelo fato de ambos processos macros acontecerem de forma simultânea, para o setor de corte optou-se por utilizar apenas o tear que é o gargalo do setor para representar o corte. Dessa forma pode-se, além de melhorar a representação gráfica, também utilizar o subprocesso restritivo como o que dita o ritmo da produção.

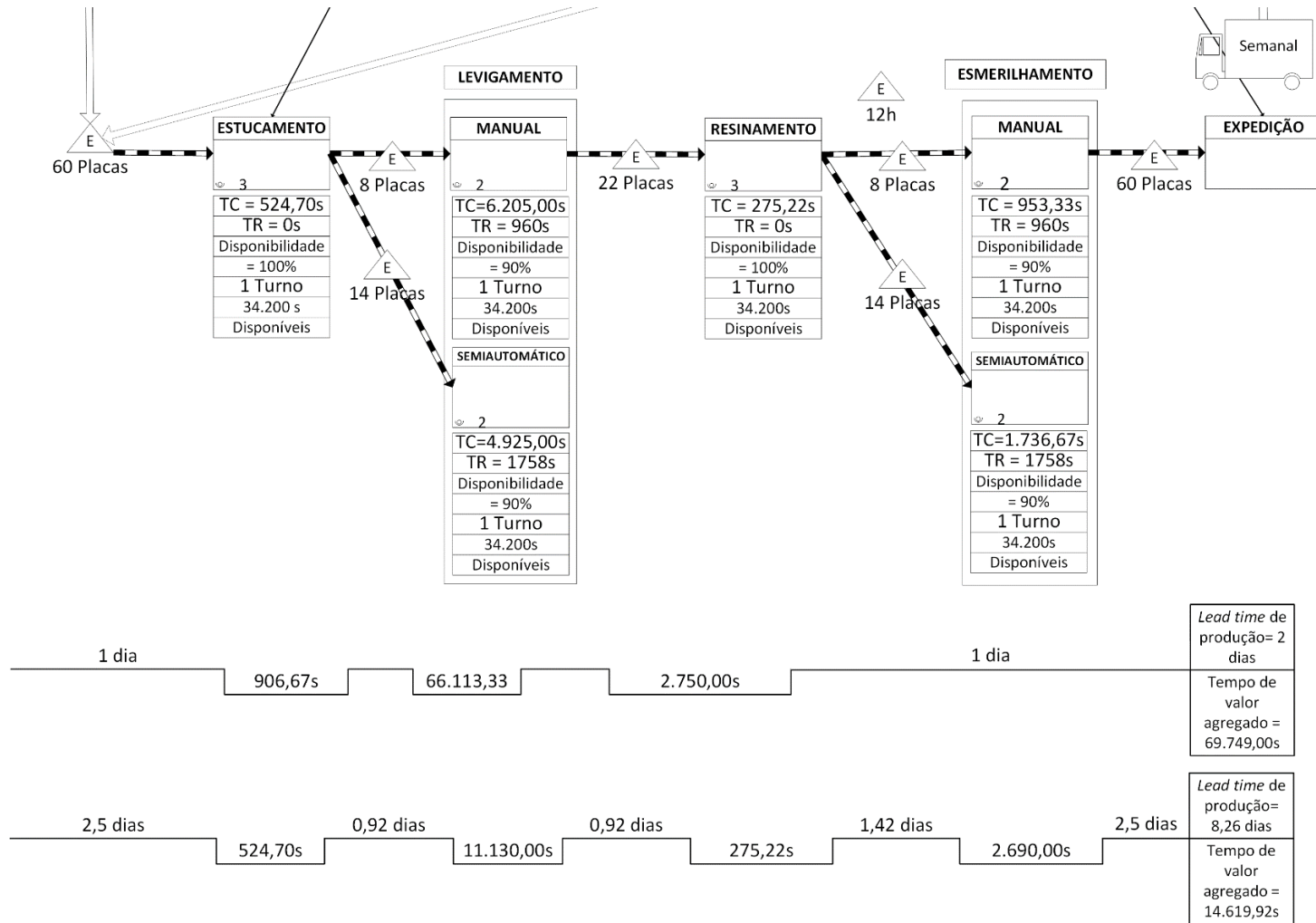


Figura 30 – Mapa de estado atual parte superior



Fonte: Própria autora (2019).

Figura 31 – Mapa de estado atual parte inferior



Fonte: Própria autora (2019).

#### 4.5 Revisão do MFV

A revisão do mapa de estado atual tem objetivo de identificar se há algum erro na elaboração ou nos dados que comprometessem os resultados do trabalho. Com a revisão executada não foram encontrados erros.

#### 4.6 Identificação de problemas

Durante as visitas a empresa e com apoio do mapa de estado atual, foi possível identificar os principais desperdícios inerentes ao processo produtivo do beneficiamento do mármore. Como foi introduzido no referencial teórico desse estudo, os principais desperdícios foram:

- Superprodução: Não há padronização das atividades no setor de polimento com a utilização das polidoras de acordo com a disponibilidade, além da falta de programação diária, fazendo com que os funcionários do setor não consigam controlar o fluxo dos subprocessos que precisam de um tempo maior de ação de produto, o levigamento e o resinamento, que em contrapartida são processos executados muito rapidamente, fazendo com que as placas de ambos sejam produzidas em excesso.
- Estoques e Espera: As placas no setor de polimento, influenciadas pela superprodução, são armazenadas nos cavaletes entre os subprocessos do polimento, criando altos níveis de estoques intermediários e muito tempo de espera. A disponibilidade de muitos cavaletes de estoques e falta de alguma sinalização faz com que algumas placas fiquem estocadas por muitos dias nos cavaletes.
- Transporte e Movimento: A forma com que a empresa foi crescendo, sem executar planejamentos no seu *layout*, faz com que haja muita movimentação de placas. Desde o setor de corte até o polimento, como dentro do setor de polimento até os equipamentos.

## 4.7 Desenho do mapa de estado futuro

### 4.7.1 Produzindo de acordo com o *takt time*

O tempo *takt* é aquele que corresponde ao atendimento da demanda dos clientes, por ambos processos ocorrerem simultaneamente e com tempos disponíveis diferentes há necessidade do cálculo do *takt time* para o corte e para o polimento.

Para o setor de corte tem-se o bloco transformado em placas, o ritmo do setor é determinado pelos teares, utilizando o tempo disponível de funcionamento dos teares de 2 turnos, que equivale a 68.400 segundos e a demanda de clientes que é de 120 placas semanalmente, o que equivale a 1 bloco cortado por dia, já que o bloco corresponde a, necessariamente, 60 placas e não pode ser cortado menos que isso. Sendo assim, com auxílio da Equação 1, tem-se que:

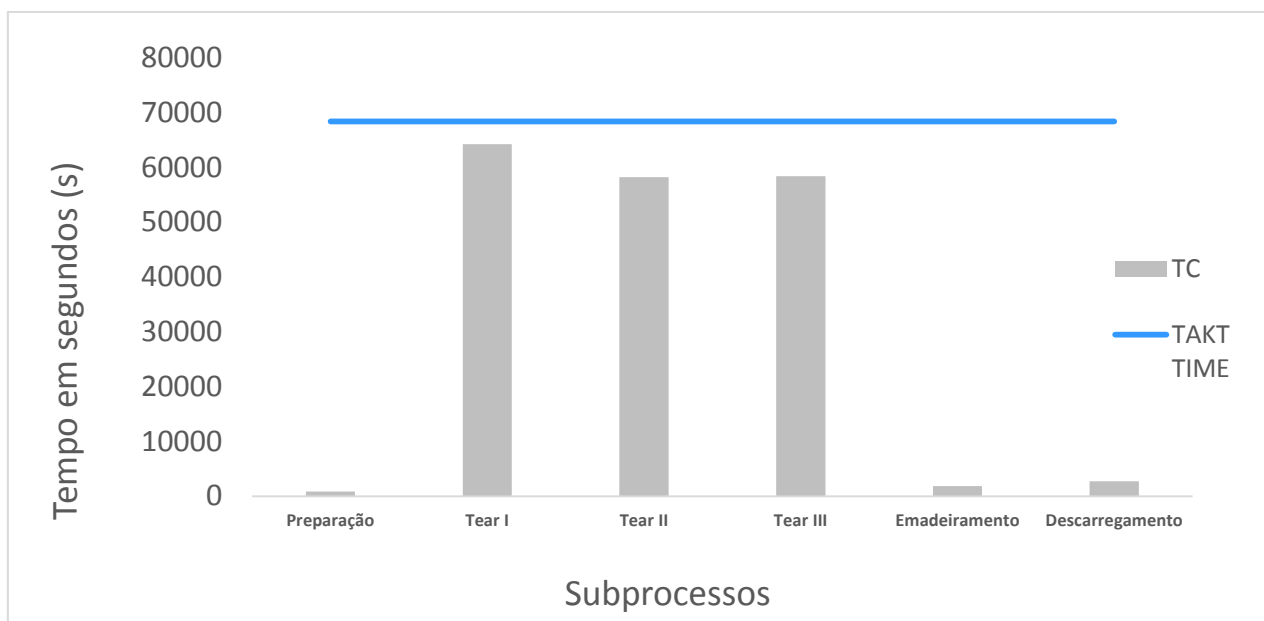
$$Takt\ Time_{corte} = \frac{68.400\ s}{1\ bloco} \therefore 68.400\ s/bloco$$

Para o setor de polimento o tempo disponível por turno de trabalho de 30.387 segundos e a demanda semanal é de 120 placas, equivalendo 24 placas diárias, assim com a Equação 1:

$$Takt\ Time_{polimento} = \frac{34.200\ s}{24\ placas} \therefore 1.425\ s/bloco$$

Os valores encontrados correspondem ao ritmo ideal que a produção deveria estar operando para suprir a demanda dos clientes em ambos os processos que compõem o beneficiamento do mármore. Para melhor compreensão a Figura 32 apresenta o gráfico do tempo de ciclo dos subprocessos do corte em comparação ao *takt time*.

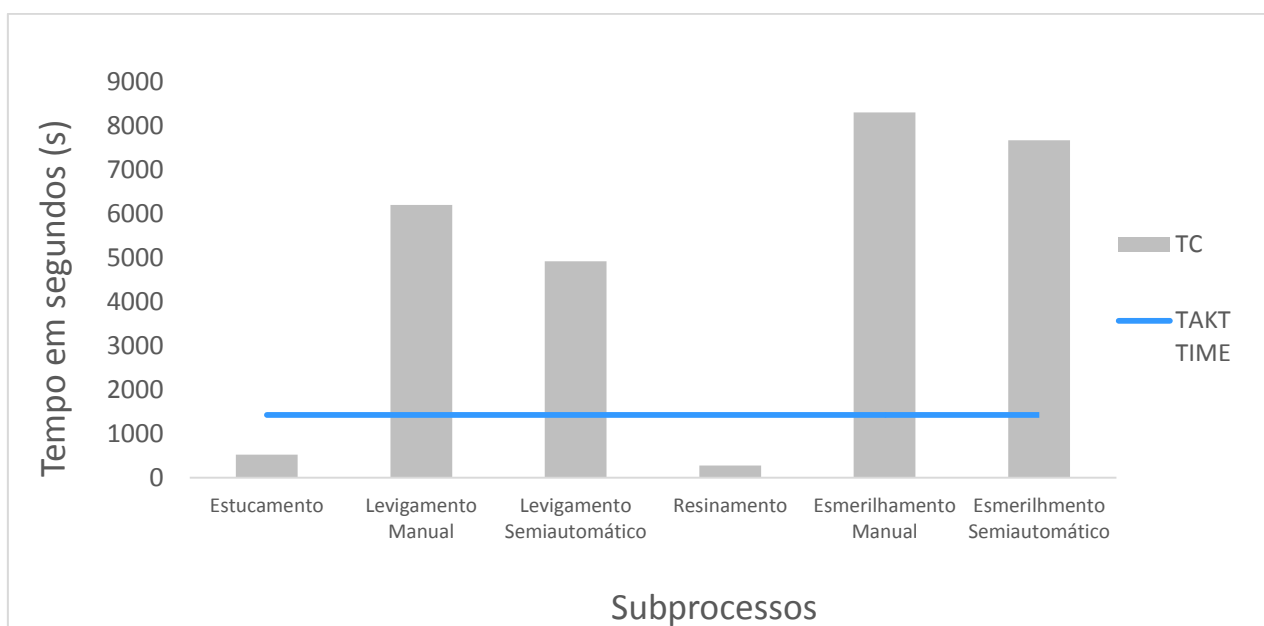
**Figura 32 – Takt time do corte**



**Fonte:** Própria autora (2019).

Ao analisar o gráfico, percebe-se que os subprocessos estão abaixo do *takt time*, porém mesmo que consiga atender a demanda, alguns subprocessos sendo muito subutilizados: preparação, emadeiramento e o descarregamento. A Figura 33 faz o mesmo comparativo para o setor de polimento.

**Figura 33 - Takt time do polimento**



**Fonte:** Própria autora (2019).

Por sua vez o gráfico do comparativo do tempo de ciclo dos subprocessos do polimento em comparação ao *takt time* quase todos os subprocessos o ultrapassam, o que representa uma desvantagem competitiva para a empresa, visto que a demanda dos clientes não está conseguindo ser atendida.

Ainda é possível ver que o subprocesso de estucamento e resinamento também estão sendo subutilizados.

#### 4.7.2 Desenvolvendo um fluxo contínuo com supermercados

Contraopondo os estoques sem programação que existem no processo de polimento além de muita movimentação de placas, os supermercados entre os subprocessos tornam-se muito viável para compor um fluxo contínuo.

No setor de corte o mesmo se aplica, porém do ponto de vista do custo de movimentação entre um setor e outro, as placas seriam movimentadas apenas de acordo com a necessidade de suprir a demanda.

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

Atualmente a empresa não conta com uma programação da sua produção, é sempre utilizada a capacidade total do corte, os três teares, e as placas são enviadas para o setor de polimento ficando estocadas.

O processo puxador geralmente é o mais próximo do cliente final. Porém, no setor de corte devido aos altos tempos de ciclo dos teares a programação deve ser enviada para o subprocesso inicial, a preparação, assim como já vem sendo feito pela empresa.

Por sua vez, para o processo de polimento o subprocesso puxador é o esmerilhamento, o primeiro subprocesso, logo a diretriz não está sendo seguida. Para tal deverá haver mudança da programação para o subprocesso de esmerilhamento.

#### 4.7.4 Balanceamento do processo

Como há subutilização de subprocessos de corte e do polimento, se faz necessário balancear a linha de produção de ambos processos. Com auxílio da Equação 7 foi calculado o que seria o número de postos de trabalho que deveriam compor o processo de corte e de polimento.

$$N_{\text{mín}_{\text{corte}}} = \frac{\sum t}{\text{Takt Time}} \therefore \frac{186.440}{68.400} \therefore 2,73 \cong 3 \text{ postos}$$

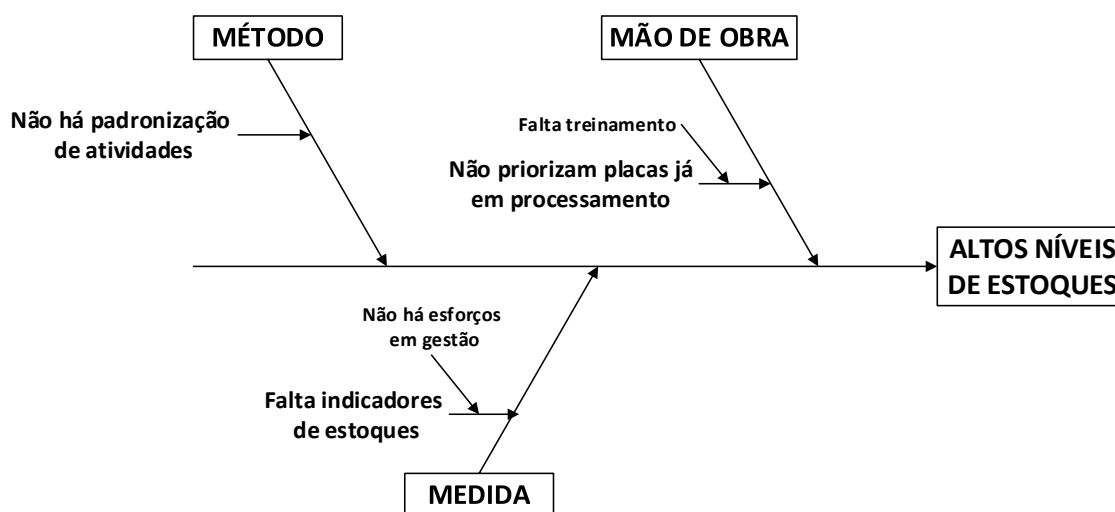
$$N_{\text{mín}_{\text{polimento}}} = \frac{\sum t}{\text{Takt Time}} \therefore \frac{27.918}{1.425} \therefore 19,59 \cong 20 \text{ postos}$$

Porém, devido a interdependência dos subprocessos que ocorrem tanto no corte como no polimento, é inoperável esses balanceamentos na vida real. Portanto, as melhorias propostas no mapa de estado futuro estarão ligadas ao melhor aproveitamento dos postos existentes.

#### 4.7.5 Diagrama de causa e efeito

Com o objetivo de identificar a causa principal dos altos níveis de estoques do setor de polimento foi elaborado um diagrama de Ishikawa. A Figura 34 apresenta o diagrama realizado.

**Figura 34** – Causa e efeito dos altos níveis de estoque no setor de polimento



**Fonte:** Própria autora (2019).

De acordo com o diagrama é possível ver que os altos níveis de estoques advêm da falta de padronização de atividades no setor. Cada subprocesso que compõe o polimento tem uma interdependência entre eles, mas os operadores realizam sem um padrão estabelecido, sempre utilizam os equipamentos de acordo com a disponibilidade, ou seja, aleatoriamente.

Como há poucos esforços em gestão dentro da empresa, não tem nenhuma preocupação com indicadores, como os de estoque, que poderiam estar direcionando com medidas de redução.

E como consequência de tudo isso, os funcionários acabam não priorizando as placas que já estão estocadas em processamento, pois sempre chegam diariamente novas placas do setor de corte, que consegue atender a demanda com facilidade.

#### 4.7.6 Mapa de estado futuro

Com o Mapa de Estado Atual e os dados levantados foi possível perceber que o *lead time* dos processos de corte e polimento. Para o corte o *lead time* é alto devido ao tempo de ciclo dos teares, que devido à complexidade do processo de corte demanda muito tempo.



Para o estoque inicial no setor de corte foram adicionado um supermercado *Kanban* com um *Kanban* sinalizador para o controle da produção, informando sempre a utilização de um bloco. Para a expedição interna das placas também foi adicionado um supermercado *Kanban* para que as quantidades sejam enviadas na quantidade devida e no tempo devido.

Para o processo de polimento o que ocasionou um alto *lead time* do processo foram os altos níveis de estoques iniciais e intermediários. Isso se deve devido ao fato de o setor de corte emitir, necessariamente, no mínimo 60 placas para o setor de polimento, e que mesmo com os tempos de processamento dos subprocessos do polimento serem baixos como do estucamento e o resinamento, ambos têm um tempo de ação dos produtos aplicados altos, que ocasionam em um alto tempo de estoque intermediário.

Para diminuição desses estoques foram inserido novamente supermercados *Kanban* e *Kanban* interno de retirada para as placas em processamento, enviando o *Kanban* sempre para o processo anterior. Além do fato da padronização dos equipamentos utilizados nos subprocessos, de acordo as considerações feitas no detalhamento do processo produtivo desse trabalho, as polidoras eram utilizadas aleatoriamente, agora estão designadas de acordo com a etapa do polimento, como medida para a superprodução que ocorria em algumas etapas.

Ainda no setor de polimento, para o subprocesso identificado como o gargalo produtivo, o esmerilhamento, devido ao tempo de ação do produto, foi adicionado uma 'Bola para puxada sequenciada', fazendo com que se produza de acordo com os pedidos dos clientes e que o gargalo vire o processo puxador, como recomenda a literatura.

No que se refere às programações diárias, fica a sugestão para trabalhos futuros, com estudo de previsão de demanda, implementação de um setor de programação e controle da produção para melhor atender às necessidades estratégicas de gestão da empresa.

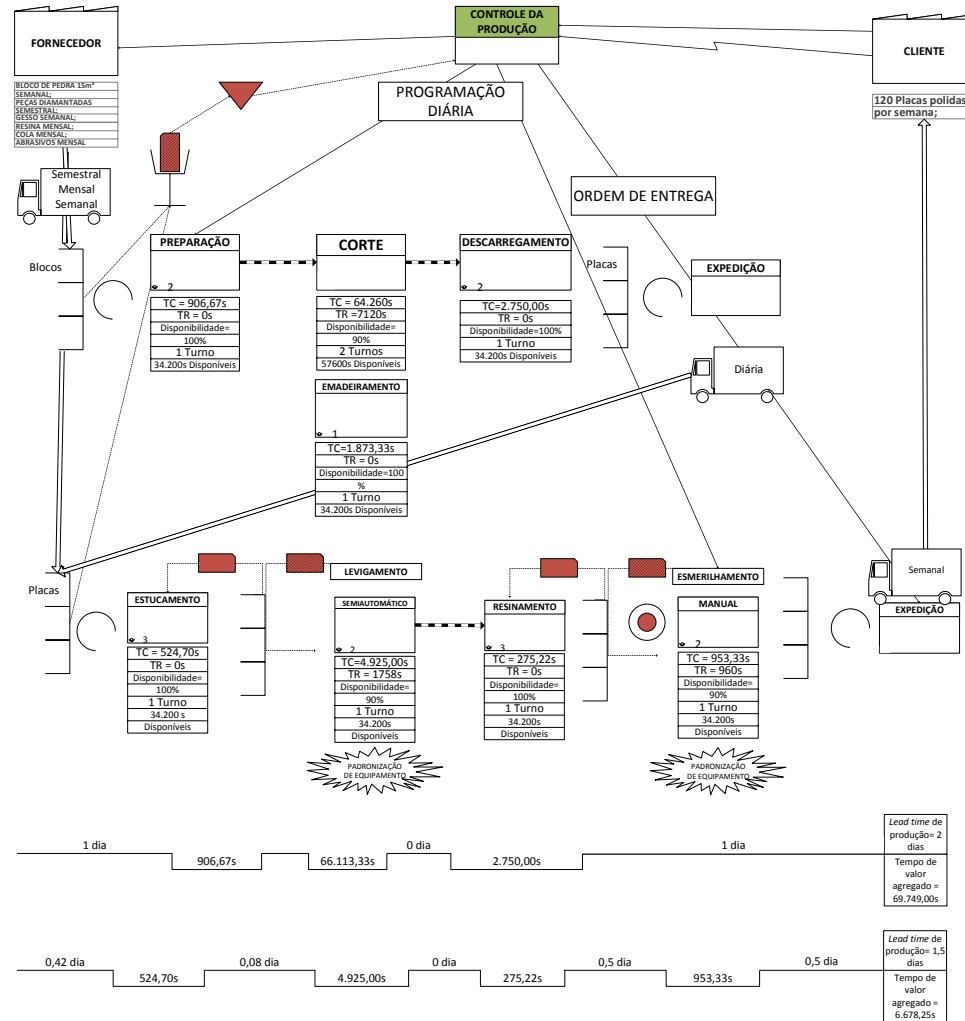
Para os problemas de movimentação foi proposto um rearranjo do *layout*, disponível no APÊNDICE C. O rearranjo propõe um arranjo físico funcional, que de acordo com Slack et al. (2018) dispõe as atividades por semelhança. A proposta busca a organização dos equipamentos usados no

setor de polimento de acordo com as modificações de utilização das polidoras para diminuir a movimentação de placas no galpão e os níveis de estoque. A proposta é uma alternativa de implementação de curto prazo, por não dispor de investimentos muito altos, apenas uma programação de parada para movimentar os equipamentos em um período de baixa demanda dos clientes.

Porém, para maior efetividade fica como sugestão para trabalhos futuros executar a viabilidade da proposta de construção de uma nova doca de expedição no setor, que irá necessitar um estudo da viabilidade econômica.

O mapa de estado futuro está disponível na Figura 35.

Figura 35 – Mapa de estado futuro



Fonte: Própria autora (2019).

#### 4.8 Proposta de melhorias

Com as causas dos estoques identificadas e os desperdícios encontrados nos mapeamentos executados, com auxílio da ferramenta 5H1H um plano de ação foi feito com sugestões para sanar os problemas e auxiliar nas melhorias propostas no mapa de estado futuro. As sugestões são passíveis de alteração, de acordo com a prioridade da empresa. O plano de ação se encontra no Quadro 7.

**Quadro 7 – Plano de ação 5H1W**

<i>WHAT</i>	<i>WHY</i>	<i>WHERE</i>	<i>WHO</i>	<i>WHEN</i>	<i>HOW</i>
Utilização de supermercado e <i>Kanban</i>	Redução dos estoques	Produção do corte e do polimento	A definir	30 dias	A consultoria contratada fica encarregada pela implementação e treinamentos
Padronização das polidoras para etapas do polimento	Evitar superprodução	Produção do polimento	Empresa estudada	1 dias	Utilizando as polidoras semiautomáticas para o levigamento e as manuais para o esmerilhamento
Implementação do Planejamento e Controle da Produção	Melhorar os esforços em gestão da produção e programação da produção diária	Escritório/ Gestão da Empresa	A definir	6 meses	A consultoria contratada realizaria os estudos necessários e as diretrizes para implementar um setor de PCP na empresa, além dos treinamentos necessários
Implementação do rearranjo de <i>layout</i>	Diminuir a movimentação	Produção do polimento	Empresa estudada	7 dias	Movimentando as mesas e cavaletes dentro do galpão que ocorre o polimento
Planejamento de uma nova doca	Melhoria no fluxo do setor polimento	Produção do polimento	A definir	30 dias	A consultoria contratada realizará estudos sobre a viabilidade e projeto da construção de uma nova doca no galpão do polimento

**Fonte:** Própria autora (2019).

Algumas das sugestões de melhoria podem ser executadas, preferencialmente, com a contratação de consultorias especializadas. Devido à complexidade e necessidade de aplicação de conhecimentos técnicos específicos e treinamentos.

#### 4.9 Comparação entre o estado atual e o futuro

Para fim de comparação entre os mapas elaborados, mesmo que balanceamento não tenha sido possível de ser elaborado comprometendo o cálculo da eficiência dos mapas, ainda assim houve melhorias significativas no *lead time*, tempo de ciclo e número de estoques. No Quadro 8 é possível ver o comparativo das melhorias ocorridas no setor de corte, já no Quadro 9 tem-se o comparativo do setor de polimento.

**Quadro 8** – Melhorias quantitativas do MFV para setor de corte

<b>PARÂMETROS</b>	<b>ESTADO ATUAL</b>	<b>ESTADO FUTURO</b>	<b>MELHORIA (%)</b>
<i>Lead Time</i> corte	2 dias	2 dias	0%
Tempo de agregação de valor corte	69.749,00 segundos	69.749,00 segundos	0%
Número de estoques corte	2	0	100%

**Fonte:** Própria autora (2019).

Obteve-se uma melhoria de 100% no número de estoques no Mapa de Estado Futuro que representa o corte. Mesmo não havendo melhorias significativas no *lead time* e no tempo de agregação de valor devido aos altos tempos de funcionamento dos teares.

**Quadro 9** – Melhorias quantitativas do MFV para setor de polimento

<b>PARÂMETROS</b>	<b>ESTADO ATUAL</b>	<b>ESTADO FUTURO</b>	<b>MELHORIA (%)</b>
<i>Lead Time</i> polimento	8,26 dias	1,5 dias	81,84%
Tempo de agregação de valor polimento	14.619,92 segundos	6.678,25 segundos	54,32%
Número de estoques polimento	9	0	100%

**Fonte:** Própria autora (2019).

Para o setor de polimento foi possível ter melhorias muito significativas no mapa de estado atual, com 81,84% de melhoria no *lead time* do processo, e melhoria de diminuição de 54,32% no tempo de agregação de valor, o que representa um melhor atendimento da demanda. Nos números de estoques foi possível eliminar os estoques intermediários com uma melhoria de 100%.

De forma qualitativa tem-se melhorias do tipo:

- Redução dos estoques intermediários: Através da proposta de padronização dos equipamentos do polimento (as polidoras) e a inclusão dos supermercados Kanbans que proporcionaram criar um fluxo mais contínuo entre os subprocessos, além da sugestão de *layout* para melhor operacionalização das mudanças no setor de polimento.
- Melhoria de processos com eliminação de desperdícios: Eliminando os desperdícios foi possível diminuir o *lead time*; e
- Melhor atendimento da demanda.

## 5. CONCLUSÃO

Esse estudo possibilitou a identificação dos desperdícios do beneficiamento do mármore de uma marmoraria localizada em Ourolândia-BA. Com a ferramenta MFV pode-se compreender o fluxo de materiais e de informações que percorre pelas etapas principais do processo de beneficiamento, o corte e o polimento, desde o fornecedor até o consumidor final. Com o auxílio da ferramenta no Mapa de Estado Atual foi possível identificar as etapas que não agregavam valor ao processo produtivo corroborando para elaboração de um estado futuro.

Dos oito desperdícios citados na literatura foi possível identificar cinco: superprodução, estoques, esperas, transporte e movimentação. Os desperdícios estavam ligados, principalmente, ao setor de polimento.

O desperdício de superprodução está atrelado ao fato das placas no setor de polimento serem processadas muito rapidamente pelos operadores e mesmo com altos tempos de espera de ação dos produtos, muitas placas são processadas, principalmente nas etapas de estucamento e resinamento. Também se deve à falta de padronização dos equipamentos e falta de planejamento diário da produção, que faz com que os operários realizem as atividades aleatoriamente. E como consequência da superprodução no polimento surgiam os altos níveis de estoques intermediários.

No setor de corte também influenciava nos altos níveis de estoque pelo fato da matéria-prima processada (blocos) se transformarem em muitas placas de mármore, que ao chegar no setor de polimento já se deparava com os estoques intermediários do próprio setor de polimento, acarretando em mais estoques e esperas.

Os desperdícios de transporte e movimentação também eram correntes devido ao *layout* do processo produtivo como um todo, o setor de corte se distância do setor de polimento em 93 metros, o que requer a movimentação das placas cortadas de caminhão durante esse percurso. Já no setor de polimento a grande movimentação é decorrente ao *layout* do processo produtivo, as máquinas polidoras são fixadas no chão e só existem uma doca

no galpão, fazendo com que as placas tivessem que se movimentar durante todo o galpão para passar por todas as etapas e serem expedidas.

No estudo necessário para elaboração do Mapa de Estado Atual foi possível notar que o gargalo produtivo estava no setor de polimento, e estava nos processos que utilizavam as polidoras, em especial o esmerilhamento. Outro aspecto que foi observado é que no subprocesso anterior ao esmerilhamento, o resinamento, o tempo de ação do produto de 12 horas também o tornava um gargalo produtivo do setor, podendo ser usado como pulmão do processo produtivo, puxando as operações do polimento.

Para sanar o problema, na elaboração do Mapa de Estado Futuro, estratégias como utilizar um padrão de utilização das polidoras e utilizar o resinamento como processo puxador, fez com que houvesse uma redução de 54,32% do tempo.

Após elaborado o Mapa de Estado Futuro, as sugestões de melhoria foram feitas por meio do 5W1H, para auxiliar a empresa em mais melhorias do processo produtivo.

Além disso, foi elaborado uma sugestão de *layout* do setor de polimento, que operacionaliza melhor as sugestões feitas no mapa de estado futuro. As mudanças sugeridas podem ser executadas imediatamente, mas já que a empresa ainda conta com uma administração familiar e não tem muitos esforços em gestão, pode sofrer resistência da gerência e dos operadores.

Todavia, mesmo com as dificuldades encontradas na execução do balanceamento de linha, o mapa de estado futuro pode ser elaborado graças ao estudo minucioso do processo produtivo, nas visitas para coletas de tempo, e nas conversas com os operadores. Compreender o processo produtivo foi determinante para poder propor melhorias que tivessem impacto quantitativo no fim.

Esse estudo conseguiu atingir seus objetivos de identificação dos desperdícios no processo de beneficiamento do mármore do tipo bege com a utilização da ferramenta MFV. Também pode-se concluir que o conhecimento dos operadores e a análise do processo possibilitou lidar com as dificuldades encontradas no percurso do trabalho, podendo utilizá-las como base para elaboração de melhorias. Espera-se que esse estudo possa auxiliar na



implementação de melhorias na empresa estudada bem como em empresas do mesmo ramo.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se complementar ainda mais o estudo feito, com a execução de um estudo de implementação do setor de Planejamento e Controle da Produção em empresas como a estudada. Um estudo de *layout* mais aprofundado com a sugestão ideal de um *layout* para o setor de polimento, considerando modificações nas máquinas e construção de uma nova doca, com sua viabilidade financeira.

## REFERÊNCIAS

- ABEPRO. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<https://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>> Acesso em: 20 fev. 2018.
- APCER, **Guia do utilizador ISO:2015**, 2015, 223p.
- CASTRO, L. F.A. **Análise competitiva das exportações brasileiras de rochas ornamentais e de revestimento, de 2004 a 2015**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Contabilidade e Administração, 2017.
- CORRÊA, H. L. **Administração de Cadeiras de Suprimentos: O essencial**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- DILL, A. O.; PASQUALINI, F. **Lean Manufacturing: Um estudo de caso na empresa Kepler Weber Industrial S.A**. Monografia – Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional do Nordeste do Rio Grande do Sul – UNIJUI, 2017.
- ENGENHARIA DO MÁRMORE. **Travertino Romano em Produção**. Disponível em: < [http://www.engenhariadomarmore.com.br/travertino-romano-em-promocao/tipos-de-marmore-fonte\\_blog\\_assimeugosto/](http://www.engenhariadomarmore.com.br/travertino-romano-em-promocao/tipos-de-marmore-fonte_blog_assimeugosto/)>. Acesso em: 02 fev. 2019.
- 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.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GRUPO METALGRAN. **Tear Diamantado LC – 80/800**. Disponível em: <<http://metalgran.com.br/teares/tear-diamantado-lc-80-800/>>. Acesso em : 02 fev. 2019.
- HOP, W. J.; SPEARMAN, M.L. **A ciência da fábrica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- HOPP, W.J.; SPEARMAN, M.L. “To pull or not to pull: what is the question?”. **Manufacturing and Service Operations Management**, v 6, n 2, 2004.
- ITO, A.; TAKIZAWA, K.; MIYAZAWA, A. **Fujitsu’s Monozukuri Strategy**. **Fujitsu Scientific & Technical Journal**, v. 53, n. 44, p.10-21, 2017.

JADHAV, J. R.; MANTHA, S. S.; RANE, S. B. **Roadmap for Lean implementation in Indian automotive componente manufacturing industry: comparative study of UNIDO Model and ISM Model.** J Industrial Eng Int. 11(2):179-198, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIKER, J. **The Toyota way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.** New York: McGraw-Hill, 2005.

LIMA, G. **Indústria do Mármore em Ourolândia: Da pujança à insegurança.** Disponível em: <<http://www.noticialivre.com.br/index.php/destaques/33820-industria-do-marmore-em-ourolandia-da-pujanca-a-inseguranca>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da produção.** 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 555 p.

MOLINA, R. M. **Aplicação de técnicas e princípios da manufatura enxuta em uma empresa do vestuário: um estudo de caso.** Monografia – Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

MOTTA, M. P. O.; GOMES, J. P. H. Capacidade produtiva e eficiência de processo: um estudo de caso em uma confecção de moda fitness. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico.** ISSN: 2446 6778, v. 2, n. 14, jul/dez, 2016.

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

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

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

PAIVA, N. T.; BERGIANTE, N. C. R. Aplicação de conceitos enxutos na manufatura: a realidade brasileira. Xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção: **Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil,** João Pessoa Paraíba, p.01-16, 03 out. 2016.

- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.
- REAES, P. A; FERREIRA, J. C. E.; SOUZA, M. Estudo e levantamento estatístico do mapeamento do fluxo de valor (MFV) através da análise de seus efeitos em trinta e três estudos de caso. **9º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação**, Joinville, Santa Catarina, 2017.
- REBELATO, M.G.; MADALENO, L. L.; RODRIGUES, A. M. Um estudo sobre a aplicabilidade do just-in-time na fabricação do etanol. **Produção Online Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**, ISSN 1676-1901, v. 12, n. 3, p. 703-728, jul./set. 2012.
- RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo, Sistemas de Produção Lean Manufacturing**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2016.
- ROSATO, C. S. O. **Marmorarias de Salvador**: Um estudo quantitativo e estratégico sobre reaproveitamento e reciclagem de resíduos de rochas ornamentais. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Geologia - Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 2013.
- 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. S.; OLIVEIRA, T. O.; COTRIM, S. L.; LEAL, G. C. L.; GALDAMEZ, E. V. C. Análise dos desperdícios no processo produtivo de uma metalúrgica através do Mapeamento do Fluxo de Valor. **Qualitas Revista Eletrônica**, ISSN 1677 4280, v.18, n.2, mai/ago 2017.
- SCHWENGBER, H.; KIPPER, L. M.; SILVA, A. L. E.; KESSLER, G. Z.; OLIVEIRA M. P.; KOCH, T. A. Princípios da manufatura enxuta e ferramenta de mapeamento de fluxo de valor: Caminhos para a redução de desperdícios em uma indústria do ramo de entretenimento e informação. **Revista ESPACIOS**, ISSN 0798 1015, v. 38, n. 28, 2017.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2017.
- SHIMOKAWA, K.; FUJIMOTO, T. **O nascimento do lean**: conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- SILVA, E.L.; MENEZES. E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, 4. ed. Ver. Atual. Florianópolis. 2005.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

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

TIBURCIO, J. S.; GASQUES, A. C.F. **Mapeamento de processos e proposta e melhoria em uma indústria de confecções localizada na cidade de Maringá – Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2017.

TORRE JUNIOR, G. F. **Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa gráfica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, 2017.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

VALLE, F. L. Z. D.; BRINGHENTI, F.; ANSCHAU, C. T.; SCHNEIDER, A.; BUENO, S. A. ABORDAGEM TEORICA DE GESTÃO DA QUALIDADE DIRECIONADA A METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA. **Anais de Engenharia de Produção / ISSN 2594-4657**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1 - 19, aug. 2017. ISSN 2594-4657. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/86>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. - São Paulo: Atlas, 2016.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Seis Sigmas**. Série Seis Sigmas, Volume 1, Elsevier, 2012.


























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

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

## APÊNDICES

**APÊNDICE A - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO**

**Figura 36 – Fluxograma do processo produtivo**

Corte			Polimento		
Distância (m)	Símbolo	Descrição	Distância (m)	Símbolo	Descrição
		Armazenagem de blocos			Armazenagem
40		Transporte	37		Transporte
		Corte			Estucamento
40		Transporte			Espera ação do produto
		Armazenagem de blocos	37		Transporte
93		Transporte			Estoque
			49		Transporte
					Polimento Inicial
			49		Transporte
					Estoque
			39		Transporte
					Resinamento
					Espera ação do produto
			14		Transporte
					Estoque
			29		Transporte
					Polimento
			14		Transporte
					Armazenagem

Fonte: Própria autora (2019).



**APÊNDICE B – TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS**

Tabela 8 – Tempos coletados para o processo de corte

<b>Tempos Coletados (s)</b>						
<b>Corte</b>						
<b>n</b>	<b>Preparação</b>	<b>I</b>	<b>Teares II</b>	<b>III</b>	<b>Emadeiramento</b>	<b>Descarregamento</b>
1	912	64.800	58.680	57.960	1.800	2.400
2	900	64.800	57.600	58.680	1.920	2.700
3	900	64.800	58.680	58.320	2.100	2.400
4	918	62.820	57.600	57.600	1.800	2.700
5	900	64.800	58.860	57.600	1.740	3.000
6	900	63.180	58.320	59.400	1.800	2.700
7	930	65.160	57.600	59.580	1.800	2.700
8	900	63.000	58.680	57.960	2.100	3.000
9	900	64.800	57.600	58.500	2.100	2.700
10	900	65.160	58.680	58.680	1.800	3.000
11	912	64.800	58.680	57.960	1.800	2.400
12	900	64.800	57.600	58.680	1.800	2.700
13	900	64.800	58.680	58.320	1.920	3.000
14	918	62.820	57.600	57.600	1.800	2.700
15	900	64.800	58.860	57.600	1.800	3.000
16	900	63.180	58.320	59.400	1.800	2.700
17	930	65.160	57.600	59.580	1.920	3.000
18	900	63.000	58.680	57.960	1.920	2.700
<b>Média</b>	<b>906,67</b>	<b>64.260,00</b>	<b>58.240,00</b>	<b>58.410,00</b>	<b>1.873,33</b>	<b>2.750,00</b>

Fonte: Própria autora (2019).

**Tabela 9** - Tempos coletados para o processo de polimento

<b>Tempos Coletados (s)</b>						
<b>Polimento</b>						
n	Estucamento	Levigamento		Resinamento	Esmerilhamento	
		Manual	Semiautomático		Manual	Semiautomático
1	500	6.480	5.040	288	900	1.800
2	554	7.200	4.590	254	900	1.680
3	482	6.300	4.320	276	900	1.500
4	504	5.130	5.400	270	960	1.920
5	545	7.200	5.040	268	1.020	1.800
6	538	6.300	4.680	280	1.020	1.800
7	520	5.400	5.400	286	900	1.680
8	532	6.300	5.310	292	1.080	1.800
9	526	6.120	4.500	262	1.020	1.800
10	543	5.310	5.130	290	900	1.800
11	554	7.200	4.590	254	900	1.680
12	482	6.300	4.320	276	960	1.500
13	504	5.130	5.400	270	900	1.920
14	545	7.200	5.040	268	900	1.800
15	538	6.300	4.680	280	900	1.800
16	520	5.400	5.400	286	960	1.800
17	532	6.300	5.310	292	1.020	1.680
18	526	6.120	4.500	262	1.020	1.500
<b>Média</b>	<b>524,70</b>	<b>6.205,00</b>	<b>4.925,00</b>	<b>275,22</b>	<b>953,33</b>	<b>1.736,67</b>

Fonte: Própria autora (2019).

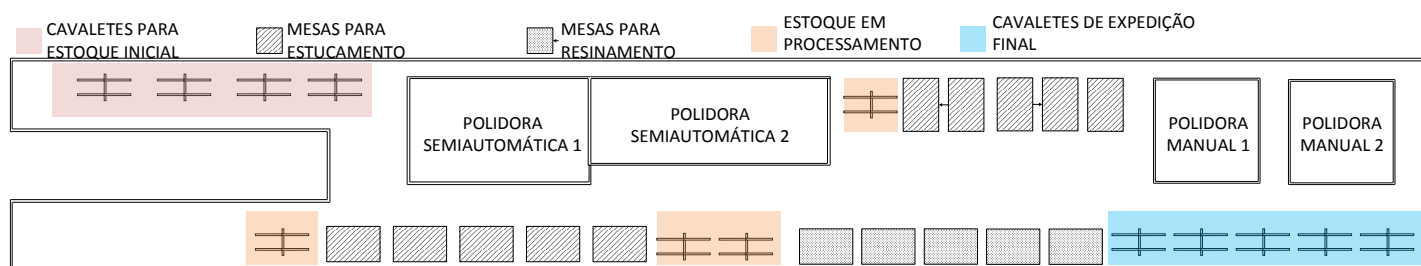
**Tabela 10** – Dados coletados de *setup*

<b>Tempos Coletados (s)</b>			
<b>Setup</b>			
n	<b>Corte</b>	<b>Polimento</b>	
	Teares	Manual	Semiautomático
1	7.200	900	1.800
2	8.280	900	1.680
3	9.000	900	1.500
4	7.200	960	1.920
5	7.200	1.020	1.800
6	5.400	1.020	1.800
7	5.400	900	1.680
8	7.200	1.080	1.800
9	7.200	1.020	1.800
10	7.200	900	1.800
11	7.200	900	1.680
12	8.280	960	1.500
13	9.000	900	1.920
14	7.200	900	1.800
15	7.200	900	1.800
16	5.400	960	1.800
17	5.400	1.020	1.680
18	7.200	1.020	1.500
<b>Média</b>	<b>7.120,00</b>	<b>953,33</b>	<b>1.736,67</b>

**Fonte:** Própria autora (2019).

**APÊNDICE C – PROPOSTA DE REARANJO DE *LAYOUT***

Figura 37 – Layout proposto



Fonte: Própria autora (2019).

**ANEXOS**

**ANEXO A – ÍCONES UTILIZADOS NO MFV**








Figura 38 – Ícones utilizados 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 (first in, first out)	Dispositivo para limitar a quantidade de materiais entre processos e garantir o fluxo first in, first out. A quantidade máxima possível deve ser registrada.

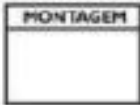

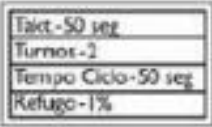

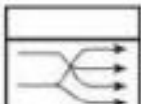
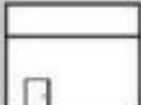

Fonte: Werkema (2012).

Figura 39 - Ícones utilizados no MFV

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 determinado diretamente a partir do pedido do processo cliente.
	Programação "vá ver"	Indica ajustes na programação a partir da verificação dos níveis de estoque.

Fonte: Werkema (2012).

Figura 40 - Ícones utilizados no MFV

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.

Fonte: Werkema (2012).

**ANEXO B – TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE  
TOLERÂNCIA**

Figura 41 – Tabela de tolerância devido à 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 – Tabela de tolerância devido a duração do ciclo (T2)

<b>Duração do Ciclo (minutos)</b>	<b>Descanso (%)</b>
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 16,00	0,1

Fonte: Adaptado de Oribe et al. (2008).

**Tabela 12** – Tabela de 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 (por andar)	2
Alta tensão	2

Fonte: Adaptado de Oribe et al. (2008).

**Figura 42** – Tabela de tolerância devido a temperatura e umidade (T4)

Temperatura Umidade	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
0				1,00	1,04	1,10	1,22	1,33	1,45	1,55	1,65	1,75	1,83	1,95	2,05
10				1,04	1,07	1,19	1,30	1,45	1,60	1,70	1,83	1,98	2,15	2,30	2,32
20			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
30			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
40		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
50		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
60		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	
70	1,00	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,36	2,80	3,35	3,90	4,30	5,40			
80	1,04	1,17	1,37	1,65	1,90	2,20	2,62	3,12	3,66	4,20	4,70	5,40			
90	1,07	1,23	1,45	1,75	2,06	2,47	3,00	3,50	4,00	4,60	5,10				
100	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 C – TABELA DE RITMO**

**Tabela 13** – Tabela para estabelecer o ritmo do operador

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

Fonte: Adaptado de Oribe et al. (2008).