

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GERMANO LUIS DAMIANI**

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA CULTURA ENXUTA EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

**CAXIAS DO SUL**

**2021**

**GERMANO LUIS DAMIANI**

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA CULTURA ENXUTA EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

**CAXIAS DO SUL**

**2021**

**GERMANO LUIS DAMIANI**

**IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA CULTURA ENXUTA EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Aprovado em 18/5/2021**

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Gabriel Vidor  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Ms. Michele Otobelli Bertéli  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Mateus Panizzon  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dedico este trabalho à minha  
família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha família, em especial aos meus pais Fabiana Piucco Damiani e Gilnei Luis Damiani, por me acompanhar e incentivar em todas as etapas da minha vida, por me aconselhar em todas as decisões tomadas e por não medir esforços em me proporcionar o melhor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gabriel Vidor, pela compreensão, competência, confiança e disponibilidade em sanar minhas dúvidas e me aconselhar na solução de obstáculos durante este caminho.

À Metalúrgica Martinazzo, em especial ao gerente industrial, Lucas Martinazzo, por acreditar nos potenciais resultados deste estudo e pelo incentivo na aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Aos meus amigos, e irmãos, dos grupos SVB / LA FAMIGLIA, e aos amigos que fiz em minha caminhada acadêmica, Angelo Zottis Lunardi e Édrian Gilioli Tosin, pela parceria, companheirismo e irmandade.

Muito obrigado a todos, certamente vocês colaboraram muito para este momento.

*“One day you’ll live this world behind, so live  
a life you will remember”*

Michael George Silverman

## RESUMO

Este estudo buscou implementar ferramentas pertencentes à cultura enxuta, em uma empresa fabricante de utensílios domésticos, a partir de estudos de necessidades de melhorias em processos e procedimentos do cenário industrial. A partir deste objetivo, buscou-se a implementação de ferramentas capazes de apresentar resultados visíveis, significantes em curto prazo, mas que oferecessem grande potencial de ganhos à empresa. As implementações das ferramentas selecionadas se deu através da aplicação de pequenos projetos, focados à necessidades específicas e prioritárias, levantadas em conjunto com a gerência industrial da empresa. O método de pesquisa realizada para obtenção dos resultados foi de pesquisa exploratória, de natureza quantitativa. Os resultados obtidos através das implementações sugeridas possibilitaram potenciais reduções de custos de armazenamento e fabricação, bem como, a redução de tempos de *setup*, incremento de capacidade produtiva, composição ótima de *mix* de produção, redução de desperdícios, maior organização do ambiente de trabalho e maior informatização sobre a real situação do ambiente fabril. Além disso, as conclusões dão conta que os objetivos foram atingidos, de forma a evidenciar a eficácia das ferramentas selecionadas, mas que, em contraponto à isso, as aplicações devem ter acompanhamento direto, com foco e objetivos bem estabelecidos para a obtenção de resultados concretos, pois mudanças geram desconforto às rotinas alteradas. Sugeriu-se, como estudos futuros, o aprimoramento dos projetos já implementados, assim como, a ampliação do campo de aplicação para as ferramentas selecionadas.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta. Sistema Toyota de Produção. *Lean Manufacturing*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perdas principais em processos de manufatura.....	25
Figura 2 - A estrutura da produção.....	27
Figura 3 - Simbologia dos elementos de processo .....	35
Figura 4 - Exemplo de <i>kanban</i> .....	37
Figura 5 - Relação dos diversos setores com o processo produtivo .....	39
Figura 6 - Relação entre recursos e o nivelamento básico .....	41
Figura 7 - Custos dos defeitos .....	42
Figura 8 - Linhas de produtos.....	45
Figura 9 - Organograma da empresa em estudo .....	46
Figura 10 - Subsetor de Prensas de Corte.....	47
Figura 11 - Subsetor de Prensas de Conformação.....	48
Figura 12 - Ficha de controle de produção .....	51
Figura 13 - Lógica de implementação das ferramentas da cultura enxuta .....	54
Figura 14 - Lote econômico de produção.....	59
Figura 15 - Custo minuto subsectores de Prensas de Corte e Conformação.....	61
Figura 16 - Tempos médios mensais de <i>setups</i> , referentes ao ano de 2020 .....	62
Figura 17 - Custo médio mensal de <i>setup</i> , referentes ao ano de 2020 .....	62
Figura 18 - Percentual de tempo ocupado por cada ação do <i>setup</i> .....	70
Figura 19 - Carrinhos de colocação e retirada de matrizes.....	72
Figura 20 - ITP no posto operativo do subsetor de Prensas de Conformação.....	75
Figura 21 - Organizador de ferramentas manuais .....	76
Figura 22 - Estante de armazenamento de matrizes de conformação.....	76
Figura 23 - Ata de treinamento de controle e apontamento de produção.....	78
Figura 24 - Quadro de gestão a vista .....	79
Figura 25 - Modelagem matemática da função objetivo da otimização de <i>mix</i> .....	83
Figura 26 - Procedimento de inspeção e controle de qualidade .....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre funções do <i>kanban</i> e suas respectivas regras de utilização .....	37
Quadro 2 - Indicadores de desempenho <i>lean</i> .....	44
Quadro 3 - Consumo médio mensal itens cortados .....	60
Quadro 4 - Consumo médio itens cortados .....	60
Quadro 5 - Custo unitário dos itens cortados .....	63
Quadro 6 - Custo unitário dos itens cortadas.....	63
Quadro 7 - Resultados cálculo LEP para o subsetor de Prensas de Corte.....	66
Quadro 8 - Resultados cálculo LEP para o subsetor de Prensas de Conformação.....	67
Quadro 9 - Ações e classificações do modelo de <i>setup</i> atual .....	69
Quadro 10 - Análise de tempos de <i>setup</i> do modelo atual .....	69
Quadro 11 - Comparação quanto a classificação de <i>setups</i> antes e depois da criação do procedimento interno de troca de ferramentas .....	71
Quadro 12 - Análise de tempos de <i>setup</i> do modelo proposto .....	73
Quadro 13 - Comparativo de eficiência média diária e disponibilidade dos equipamentos antes e após a criação da função de operador regulador.....	74
Quadro 14 - Relação de máquinas e tempo disponível mensal de produção .....	82
Quadro 15 - Resultados da simulação com 100% da capacidade.....	83
Quadro 16 - Resultados da simulação considerando a média do IROG.....	84
Quadro 17 - Indicadores <i>lean</i> do setor produção.....	91
Quadro 18 - Indicadores <i>lean</i> do subsetor de Prensas de Corte .....	93
Quadro 19 - Indicadores <i>lean</i> do subsetor de Prensas de Conformação .....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Controle Estatístico de Processo
CCR	Recursos de Capacidade Restrita
CQZD	Controle de Qualidade Zero Defeitos
CTM	Custo total por minuto
GGF	Gastos Gerais de Fabricação
GPT	Gestão do Posto de Trabalho
IROG	Índice de Rendimento Operacional Global
ITP	Instrução de Trabalho Padrão
JIT	Just in Time
LEP	Lote Econômico de Produção
ME	Manufatura Enxuta
MFP	Mecanismo da Função Produção
MP	Matéria-prima
PFP	Programação Fina da Produção
RMeQ	Restrição de menor quantidade em minutos
RMaQ	Restrição de maior quantidade em minutos
SMED	<i>Single-minute Exchange of die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TOC	Teoria das Restrições ( <i>Theory of constraints</i> )
TPM	Manutenção Produtiva Total
TRF	Troca Rápida de Ferramenta

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	17
1.2	OBJETIVOS .....	19
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>19</b>
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	19
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>22</b>
2.1	PRODUÇÃO ENXUTA .....	22
<b>2.1.1</b>	<b>Perdas da função processo .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Perdas da função operação .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Outras perdas.....</b>	<b>25</b>
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	25
2.3	OS 14 PRINCÍPIOS DO SISTEMA ENXUTO .....	29
<b>2.3.1</b>	<b>Filosofia de longo prazo.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Processos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Parceiros e pessoas.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Solução de problemas .....</b>	<b>33</b>
2.4	FERRAMENTAS DA CULTURA ENXUTA .....	34
<b>2.4.1</b>	<b>Mapeamento de processos.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Sistema <i>kanban</i>.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Troca Rápida de Ferramenta (TRF).....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Gestão do Posto de Trabalho (GPT) .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4.5</b>	<b>Nivelamento da Produção (<i>Heijunka</i>) .....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.6</b>	<b>Controle de qualidade zero defeitos (CQZD) e o <i>Poka-yoke</i>.....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.7</b>	<b>Indicadores <i>lean</i> .....</b>	<b>43</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE TRABALHO .....</b>	<b>45</b>
3.1	CENÁRIO ATUAL .....	45
<b>3.1.1</b>	<b>Mapeamento de processos no cenário atual .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Sistema <i>kanban</i> no cenário atual .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Troca Rápida de Ferramenta (TRF) no cenário atual .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Gestão do Posto de Trabalho (GPT) no cenário atual.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Nivelamento da produção (<i>Heijunka</i>) no cenário atual.....</b>	<b>52</b>

3.1.6	Controle de qualidade zero defeitos (CQZD) e o <i>Poka-yoke</i> no cenário atual.....	52
3.1.7	Indicadores <i>lean</i> no cenário atual.....	53
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO .....	53
3.2.1	Proposta de trabalho para mapeamento de processos .....	55
3.2.2	Proposta de trabalho para sistema <i>kanban</i> .....	55
3.2.3	Proposta de trabalho para TRF .....	55
3.2.4	Proposta de trabalho para GPT .....	56
3.2.5	Proposta de trabalho para o nivelamento da produção .....	56
3.2.6	Proposta de trabalho para CQZD e <i>Poka-yoke</i> .....	57
3.2.7	Proposta de trabalho para indicadores <i>lean</i> .....	57
3.2.8	Resumo de implantação.....	57
4	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>58</b>
4.1	MAPEAMENTO DE PROCESSOS .....	58
4.2	SISTEMA <i>KANBAN</i> .....	58
4.2.1	<b>Cálculo do LEP</b> .....	<b>59</b>
4.2.1.1	Demanda.....	59
4.2.1.2	Custo de <i>setup</i> .....	61
4.2.1.3	Custo de fabricação.....	62
4.2.1.4	Taxa de armazenamento .....	64
4.2.1.4.1	<i>Retorno de capital – Ia</i> .....	64
4.2.1.4.2	<i>Taxa de armazenamento físico – Ib</i> .....	64
4.2.1.4.3	<i>Taxa de seguro - Ic</i> .....	65
4.2.1.4.4	<i>Taxas diversas – Id</i> .....	65
4.2.1.4.5	<i>Cálculo da taxa de armazenagem – i</i> .....	66
4.2.1.5	Cálculo do LEP.....	66
4.2.2	<b>Identificação visual de estoques intermediários.....</b>	<b>68</b>
4.3	TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF).....	68
4.3.1	Análise e documentação da situação atual do <i>setup</i> e distinção entre <i>setups</i> .....	68
4.3.2	Transformação de <i>setups</i> internos em <i>setups</i> externos e preparação de equipamentos para implementação de mudanças de cultura.....	71
4.3.3	Implementação do modelo proposto .....	72

4.4	GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO (GPT).....	74
<b>4.4.1</b>	<b>Instrução de trabalho padrão .....</b>	<b>74</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Organização de ferramentas manuais e matrizes de conformação.....</b>	<b>75</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Reativação da planilha de IROG.....</b>	<b>77</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Implementação de planos de ação .....</b>	<b>78</b>
<b>4.4.5</b>	<b>Quadros de gestão a vista.....</b>	<b>78</b>
4.5	NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO ( <i>HEIJUNKA</i> ).....	79
<b>4.5.1</b>	<b>Variáveis principais .....</b>	<b>80</b>
4.5.1.1	Menor e maior consumo mensal.....	80
4.5.1.2	Custo unitário de fabricação e capacidade produtiva .....	80
<b>4.5.2</b>	<b>Variáveis complementares .....</b>	<b>81</b>
4.5.2.1	Restrições de menor e maior quantidade em minutos .....	81
4.5.2.2	Custo total por minuto .....	81
<b>4.5.3</b>	<b>Cálculo do nivelamento de produção.....</b>	<b>81</b>
4.6	CONTROLE DE QUALIDADE .....	86
<b>4.6.1</b>	<b>Sistemática de controle qualitativo .....</b>	<b>87</b>
4.7	INDICADORES <i>LEAN</i> .....	89
<b>4.7.1</b>	<b>Indicadores aplicados ao setor produção.....</b>	<b>90</b>
4.7.1.1	Tempo médio de entrega, atraso médio e entregas no prazo .....	90
4.7.1.2	Lucro e compensação do proprietário.....	90
4.7.1.3	Resultados dos indicadores do setor produção .....	91
<b>4.7.2</b>	<b>Indicadores aplicados aos subsetores de corte e conformação .....</b>	<b>91</b>
4.7.2.1	Produtividade.....	92
4.7.2.2	Estoques e giros dos estoques.....	92
4.7.2.3	Defeitos.....	92
4.7.2.4	Custo do trabalho.....	93
4.7.2.5	Resultados dos indicadores dos subsetores de corte e conformação .....	93
4.8	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	95
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO .....</b>	<b>102</b>

<b>APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE PROCESSOS.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE C – CÁLCULO DA TAXA DE ARMAZENAGEM.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE D – RESULTADOS CÁLCULO LEP SUBSETOR PRENSAS DE CORTE .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE E – RESULTADOS CÁLCULO LEP SUBSETOR PRENSAS DE CONFORMAÇÃO .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE F – PERCENTUAL DE REDUÇÃO OBTIDO ATRAVÉS DA COMPARAÇÃO DO CUSTO DE GUARDA E CUSTO DE FABRICAÇÃO DO LEP E LOTES MÍNIMOS CADASTRADOS PARA SUBSETOR DE PRENSAS DE CORTE .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE G – PERCENTUAL DE REDUÇÃO OBTIDO ATRAVÉS DA COMPARAÇÃO DO CUSTO DE GUARDA E CUSTO DE FABRICAÇÃO DO LEP E LOTES MÍNIMOS CADASTRADOS PARA SUBSETOR DE PRENSAS DE CONFORMAÇÃO .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE H – PROCEDIMENTO DE TROCA DE FERRAMENTA .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE I – INSTRUÇÃO DE TRABALHO PADRÃO .....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE J – PLANILHA DE CÁLCULO DO IROG .....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE K – INDICADORES DO IROG .....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE L – PLANO DE AÇÃO MARTINAZZO .....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE M – GRÁFICOS DO QUADRO DE GESTÃO A VISTA .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE N – VARIÁVEIS PRINCIPAIS NECESSÁRIAS PARA O CÁLCULO DO NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE O – VARIÁVEIS COMPLEMENTARES NECESSÁRIAS PARA O CÁLCULO DO NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE P – FICHA DE CONTROLE DE QUALIDADE.....</b>	<b>120</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A contínua, crescente, tecnológica e informacional eliminação de perdas e otimização de recursos, remete questionamentos constantes aos gestores de empresas. Independentemente do nível ou tamanho de uma organização, o foco dos gestores é entregar resultados efetivos para os objetivos traçados. Dentro desse contexto, como alternativa para melhoramento de processos, controle e cultura organizacional, surgem os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) e da manufatura enxuta, que, de acordo com Liker e Meier (2007, p. 25), “é amplamente considerado como o próximo grande passo na evolução da manufatura além da produção em massa de Ford”.

Seguindo um fluxo contrário às inovações e soluções tecnológicas que são apresentadas cotidianamente, o conceito de Produção Enxuta, ou como definido por Womack, Jones e Ross (1990) *Lean Manufacturing*, se faz presente na vida das indústrias, sem necessidade de altos níveis de tecnologia. De fato, Moreira (2013) destaca que o real significado da expressão *lean manufacturing*, que muito é confundida com STP, refere-se à produção com foco na produção e serviços feitos de forma correta, na quantidade certa, no tempo e lugar certo, com o nível de qualidade esperado e com a maior produtividade, de forma a proporcionar menor desperdício de tempo e recursos, através da eliminação de atividades que não acrescentam valor. Ainda, Moreira (2013), destaca que o conceito em questão abrange toda organização, desde operações industriais, como rede de consumidores e fornecedores. Dessa forma, não apenas o chão de fábrica é afetado diretamente pelas ferramentas e seus resultados, mas a organização de ponta a ponta.

O Sistema Toyota de Produção, por sua vez, foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial pela renomada indústria da área automobilística Toyota. De acordo com Shingo (1996), o objetivo principal do STP é a eliminação total das perdas, através do combate contínuo aos desperdícios. O autor entende que o sistema pode ser dividido e classificado como 80% eliminação de perdas, 15% um sistema de produção e 5% como *Kanban*. Além disso, de acordo com Liker (2007), o STP conta com dois pilares fundamentais, o *Just-in-time* (JIT) e a Automação, além de ser regido por 14 princípios praticados nas plantas da Toyota em todo mundo, os quais podem ser divididos em quatro categorias, Filosofia (*Phhilosophy*), Processos (*Process*), Pessoas e Parceiros (*People and Partners*) e Solução de Problemas (*Problem Solving*), ou resumindo em uma única nomenclatura, os 4 P's.

Conforme citado anteriormente, as ideias e aplicações dos conceitos e ferramentas da Produção Enxuta e do Sistema Toyota de Produção, são confundidos como sinônimos. Como

forma de melhor identificar as distinções entre os dois conceitos, sobre a Produção Enxuta pode-se afirmar que:

O ponto chave é sua estruturação por meio de um conjunto de princípios, métodos e práticas, como qualidade perfeita logo na primeira vez, minimização de desperdício pela eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor, melhoria contínua, flexibilidade e desenvolvimento de relacionamentos de longo prazo com clientes e fornecedores. (MOREIRA, 2013, p. 60).

De acordo com as ideias apresentadas anteriormente, pode-se concluir que o *Lean Manufacturing* trabalha na definição de padrões, combatendo a variabilidade dos processos e da sistemática, de forma a garantir melhores resultados. Diferentemente disso, o STP, de acordo com Hopp e Spearman (2013), busca a maior produtividade e a redução de custos através da eliminação de desperdícios, sendo destacadas 7 perdas principais, ou sete zeros, que não agregam valor, os quais são: zero defeitos, tamanhos de lote zero, zero setups, zero paradas, zero deslocamentos, *Lead time* zero e zero variações.

Mesmo após evidenciadas as diferenças entre os dois conceitos, é importante ressaltar que o STP, de acordo com Liker (2007, p. 29), “é a base para grande parte do movimento de “produção enxuta” que domina as tendências industriais (juntamente com o Seis *Sigma*) há aproximadamente 10 anos”. Dessa forma, conclui-se que, mesmo com focos e abrangências diferentes, existem muitas semelhanças entre os dois conceitos, no que diz respeito aos seus fundamentos básicos.

O Sistema Toyota de Produção, como explanado anteriormente segundo as ideias de Liker (2007), conta com alicerces que regem e resumem o sistema como um todo. Estas sustentações são divididas em quatro categorias principais, que foram estabelecidas para melhor resumir os 14 princípios do STP. Com o objetivo de proporcionar melhor desempenho e emprego de cultura organizacional adequada desde a raiz da organização, os líderes da Toyota, conforme explicam Liker e Meier (2007), descrevem a Filosofia (*Philosophy*) como uma forma de agregar valor, não só aos produtos, mas aos clientes, sociedade e funcionários, de forma a deixar presente a forma de pensamento e estimular de forma fundamental o emprego de outros princípios. Na mesma linha de raciocínio para os Processos (*Process*), os líderes da Toyota aprendem, tanto através de instruções, como através da experiência, que os resultados esperados virão através de processos feitos de forma correta. Sendo assim, torna-se necessário o olhar sobre o todo da organização, desde processos que gerarão retorno imediato, como processos que darão retorno a longo prazo, de forma a não ignorar os passos estabelecidos.

Quanto às Pessoas e Parceiros (*People and Partners*), Liker e Meier (2007) apresentam que o modo de pensamento dos líderes da Toyota, para agregar valor à organização, é através

do estímulo de crescimento aos funcionários e parceiros, não exclusivamente por meio da criação de um ambiente confortável aos funcionários, mas sim trazendo problemas à tona e criando cenários desafiadores e que estimulam o pensamento, ação a qual rendeu a denominação ao STP de Sistema de “Respeito à humanidade”. A última categoria, Solução de Problemas (*Problem Solving*), fala na solução de problemas nas suas causas raízes, de forma que a reincidência dos mesmos seja de baixa probabilidade e seu aprendizado seja absorvido e compartilhado com toda organização, fazendo com que as lições sejam entendidas por todos os níveis e auxiliem na solução de problemas semelhantes.

Do ponto de vista da empresa estudada, há de se ressaltar que o cenário atual diverge dos cenários os quais os conceitos acima induzem, quando aplicados. Na prática, não é observável a incessante busca por eliminação de perdas, variabilidades, otimização de recursos (humanos ou não). Além disso, alia-se uma cultura ineficaz no quesito crítico e desafiador aos funcionários e parceiros. Dessa forma, vislumbra-se um campo de atuação eminente, com ações de caráter básico e sem necessidade de investimentos que podem impactar em um desenvolvimento inicial da cultura enxuta.

Para tanto, o presente trabalho traz como proposta a conciliação e aplicação dos conceitos e ferramentas do sistema enxuto, de modo que possibilite a implementação e o desempenho de uma nova forma de trabalho e de ferramentas de controle e combate às perdas e variações de processos produtivos. Efetivamente é esperado ganho simples e pequeno em relação ao potencial da organização, mas que fomente a vontade de melhorar continuamente em sócios-proprietários, funcionários, fornecedores e clientes da empresa.

O trabalho está dividido em cinco capítulos. No primeiro é apresentada uma breve introdução e contextualização do tema proposto, a justificativa, objetivos e delimitações do estudo e das aplicações. No capítulo dois é realizada a fundamentação teórica, com a revisão bibliográfica, abordando a temática do sistema enxuto, de forma a proporcionar maior detalhamento e entendimento dos conceitos aplicados. No terceiro capítulo é detalhada a metodologia e a forma de aplicação do trabalho. Dessa forma, apresenta-se a descrição detalhada do caso de análise, as etapas de aplicação do estudo e os resultados esperados.

No capítulo quarto são analisados os dados obtidos com a aplicação do método proposto e realizadas análises comparativas dos resultados quanto aos indicadores de perdas. No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, bem como, apresentadas as delimitações e perspectivas futuras de trabalho.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A Manufatura Enxuta (ME), conforme abordagem de Shinohara (1988), é caracterizada como modelo produtivo que busca a menor quantidade de recursos possíveis, inclusive o tempo, de forma a proporcionar a fabricação de produtos sem defeitos, com o mínimo de unidades intermediárias, conseqüentemente eliminando desperdícios, através da identificação e retirada de processos que não contribuam para o valor do produto. Sendo assim, evidencia-se a importância do emprego da cultura enxuta, de forma a auxiliar o atingimento de metas e objetivos traçados de uma organização.

Como forma de apresentar a aplicabilidade e o funcionamento de conceitos da ME, Antunes *et al.* (2008) trazem como exemplo um estudo de caso sobre a implementação de ferramentas e conceitos da produção enxuta em uma indústria de utensílios domésticos termoplásticos. Nesse caso, a implementação das ferramentas ocorreu em três fases principais, em que se destaca a implementação do conceito de Gestão do Posto de Trabalho (GPT), implementação do conceito de Programação Fina da Produção (PFP) e a melhoria no leiaute.

Na primeira fase, adotou-se o método da identificação das restrições do processo produtivo quanto ao aumento da capacidade de produção e o respectivo combate às restrições. Dessa forma, realizaram-se treinamentos específicos para operadores de processos gargalo, bem como adotou-se a metodologia de diário de bordo, com objetivo de controlar os principais motivos de parada de máquina. Sendo assim, através dos dados levantados, melhorou-se ações de manutenção, assim como foram desenvolvidas ações preventivas aos processos deficitário, de forma que, ao final do trabalho, notou-se aumentos consideráveis no Índice de Rendimento Operacional Global (IROG). Além disso, notou-se mudanças significativas na cultura dos operadores e funções de apoio em buscar soluções e melhorias aos problemas identificados em todos os processos e não apenas os que são gargalo.

A segunda fase focou na substituição da programação da produção, antes feita através do MRP, para o PFP. Dessa forma, a programação da produção passou a contar com maior necessidade de dados, como tempos de *setup*, por exemplo. Contudo, a fase em questão trouxe à tona problemas importantes que estavam, anteriormente, escondidos. No modo de programação vigente, de forma a aproveitar os *setups*, quando algum produto específico está em processo, as quantidades necessárias para todo o mês eram produzidas, gerando altos estoques intermediários e contrariando os conceitos JIT de zero estoques. Sendo assim, levando em consideração que o sistema PFP programaria quantidades menores, o que resultaria em maior número de *setups*, o setor de ferramentaria passou a não cumprir todas as demandas

programadas pelo setor de PCP, ocasionando dificuldades no acerto da programação da empresa.

A terceira fase teve como foco de atuação a mudança do leiaute funcional da organização, com objetivo de possibilitar a maior visualização de gargalos, de forma a facilitar alternativas de crescimento e mudanças necessárias, buscar ganhos econômico-financeiros de curto prazo através da eliminação de perdas como redução de estoques intermediários e produtos finais, redução de tempos de atravessamento, aumento do índice de multifuncionalidade de funcionários, redução de refugos e retrabalhos. Sendo assim, necessitou-se a avaliação de fluxos produtivos, bem como levantar dados sobre distâncias percorridas, *lead time*, tempos de operação, *takt-time*, análise da capacidade instalada, avaliações físicas e análise de investimentos, como forma de possibilitar um estudo completo sobre o cenário. Dessa forma, concluiu-se que a alteração para leiaute celular possibilitaria melhor atendimento das demandas da empresa, de forma a facilitar a programação da produção, principalmente através da dedicação em tempo integral de máquinas para itens de maior demanda e faturamento e melhoria no fluxo através da redução de distâncias.

Com base nos conceitos de produção enxuta e STP vistos anteriormente, aliados ao estudo de caso apresentado, conclui-se o potencial da aplicabilidade das ferramentas da cultura enxuta na organização em estudo, tendo em vista a necessidade de mudanças ao cenário vigente. A utilização de ferramentas da ME possibilita a melhoria no cenário produtivo da organização, de forma a solucionar diversos problemas quanto à sistemática da produção, bem como, trazer ganhos visíveis, de curto e longo prazo, à empresa. As ferramentas pertencentes ao *lean manufacturing*, como a TRF, Nivelamento e Balanceamento da Produção, de acordo com Shingo (1996), Tubino (1999) e Rocha (2005), permitem maior flexibilidade da produção, tornando possível a redução de estoques intermediários, redução das quantidades de lote de produção, otimização de recursos, ajuste às necessidades específicas das demandas de clientes (internos e externos) e maior sincronia da produção de uma forma geral.

Além disso, conforme citado no estudo de caso apresentado por Antunes *et al.* (2008), a adoção das práticas da produção enxuta resultou em uma mudança de cultura por parte dos funcionários da organização estudada. Com isso, aliado à necessidade de mudança na cultura de funcionários no cenário vigente da empresa em estudo, espera-se o mesmo resultado após a aplicação das ferramentas propostas. Dessa forma, a conscientização por parte dos funcionários em buscar melhorias contínuas aos processos produtivos e organização física, possibilitarão um melhor cenário de trabalho, de maneira a buscar incessantemente maior qualidade nas operações e nos produtos fabricados.

## 1.2 OBJETIVOS

Na sequência vem apresentados os objetivos gerais e específicos do estudo.

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é implementar ferramentas da cultura enxuta em uma empresa fabricante de utensílios domésticos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) mapear as necessidades do ambiente em estudo;
- b) planejar a implementação das ações de melhoria;
- c) validar com a gestão da organização das ações de melhoria;
- d) mensurar o impacto das implementações das ferramentas e mudanças realizadas.

## 1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Para o desenvolvimento de uma pesquisa clara e de qualidade, de acordo com Gil (2017), é importante classificar o trabalho conforme sua finalidade. Além disso, uma vez classificada, o autor passa a dispor de mais elementos para decidir a aplicabilidade, bem como, torna-se capaz de apresentar maior racionalidade às etapas de execução.

No que diz respeito ao presente trabalho, pode-se classificá-lo como, ainda de acordo com Gil (2017), “Pesquisa Exploratória”. Isso se deve ao fato de a pesquisa exploratória, além de ser classificada como aquela que procura apresentar maior familiaridade com o problema, de forma a torná-lo mais explícito, ter um corpo de desenvolvimento e coleta de dados baseados no levantamento bibliográfico, entrevistas a pessoas com experiência no assunto e análises de eventos.

As pesquisas podem ser caracterizadas como quantitativas ou qualitativas, sendo que “...nas pesquisas quantitativas os resultados são apresentados em termos numéricos, e nas qualitativas, mediante soluções verbais.” (GIL, 2017, p. 40). Dessa forma, pode-se caracterizar o presente estudo como pesquisa quantitativa em virtude da análise de resultados obtidos através da exploração dos cenários, sem a presença de ferramentas e simulações matemáticas.

Além das classificações do tipo e natureza da pesquisa, faz-se necessária a classificação quanto ao método de pesquisa escolhido. Para isso, em virtude da participação e condução efetiva do autor do trabalho nos estudos desenvolvidos e aplicados, escolheu-se o método de Pesquisa Ação, o qual Thiollent (1985) descreve como um método de pesquisa baseado na experiência e na observação, metódica ou não, e com estreita associação à uma ação, de forma a caracterizar a participação efetiva dos pesquisadores e participantes na condução e aplicação do estudo.

Este trabalho está organizado em quatro macro etapas, citadas no item 1.2.2, de forma a caracterizar estudo e aplicação completa de conceitos e ferramentas da cultura enxuta em uma empresa de utensílios domésticos. A primeira, mapear as necessidades do ambiente em estudo, consiste no estudo das necessidades de melhorias, bem como, no mapeamento do fluxo de valor, de forma a identificar onde estão localizadas as maiores perdas do sistema em vigor e entender as maiores restrições do processo produtivo.

A segunda macro etapa, planejar a implementação das ações de melhoria, consiste na identificação das possíveis ferramentas da produção enxuta, após levantadas as perdas e restrições do sistema produtivo atual. Em outras palavras, é a etapa que visa o planejamento da aplicação das mudanças julgadas como necessárias, de forma a garantir a implementação de forma correta e que garanta o entendimento, por conta dos colaboradores da empresa, da necessidade de aplicação e das vantagens que serão obtidas.

A etapa de validar com a gestão da organização as ações de melhoria, tem como objetivo mostrar e embasar as mudanças propostas ao cenário de estudo, assim como, obter o aval dos gestores para a aplicação das alterações apresentadas. Sendo assim, abre-se a oportunidade para sugestão de alterações, melhorias, oportunidades e prospecções futuras quanto às ferramentas e métodos de aplicação.

De forma a concluir as etapas propostas, a mensuração do impacto da implementação das ferramentas e das mudanças realizadas objetiva a demonstração dos resultados alcançados, através da comparação entre o cenário inicial e o cenário final. Dessa forma, é possível analisar e avaliar os impactos gerados pelas modificações e prospecções futuras quanto à extensão do projeto ou suspensão do projeto a outros setores da organização.

Por fim, é importante salientar que a aplicação proposta no presente estudo, resume-se aos subsetores de corte, conformação da empresa escolhida. Os subsetores contam, respectivamente, com três e oito funcionários, totalizando onze colaboradores que estarão envolvidos diretamente nas alterações propostas. Vale ressaltar que o sistema de produção vigente é o de produção intermitente que, de acordo com Moreira (2013), é a produção feita em

lotes, sem frequência definida, que varia de poucas a dezenas de milhares de unidades, de forma a suprir uma demanda planejada, independentemente do processo seguinte.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta etapa do trabalho tem por objetivo apresentar de forma mais detalhada os conceitos de Produção Enxuta e Sistema Toyota de Produção, bem como apresentar as respectivas ferramentas da cultura enxuta, de forma a especificar definições, princípios e características que sustentam a aplicabilidade e justificam as alterações propostas.

### 2.1 PRODUÇÃO ENXUTA

O termo produção enxuta, ou *lean manufacturing*, foi primeiramente usado por Womack, Jones e Ross (1990) como forma de caracterização do sistema de produção desenvolvido por Taiichi Ohno, engenheiro da *Toyota Motor Company*. A ME, conforme Shah e Ward (2002) e Liker (2007), tem suas raízes embasadas do STP, de forma a se caracterizar como um modelo de produção que integra todos os níveis da organização, em função da sua influência na minimização de estoques intermediários e produtos prontos, consequentemente proporcionando otimização de recursos e reduções de lotes de produção, dessa forma, contribui para a manutenção do fluxo contínuo de produção, agregando valor em todos os processos e operações, tudo isso através do combate às variabilidades da sistemática produtiva e da definição de padrões.

Em virtude do combate contínuo à exclusão de desperdícios do processo produtivo, Shingo (1996, p. 110) definiu perda como “qualquer atividade que não contribui para as operações”. Dessa forma, a Toyota, segundo Antunes *et al.* (2008), identificou as sete perdas principais, ligadas às funções produção e operação, que não agregam valor aos processos empresariais e de manufatura, e que têm aplicabilidade em diversas outras áreas da organização, além da produção. Nas perdas da função produção, que incidem diretamente sobre os ganhos e investimentos, são classificadas as perdas por superprodução, por transporte/transferência, por processamento incorreto, por defeitos e por estoques excessivos. Já nas perdas da função operação, que influenciam diretamente as despesas operacionais, são classificadas as perdas por movimentos desnecessários e por esperas.

#### 2.1.1 Perdas da função processo

As perdas relacionadas à função processo, serão explicadas conforme as ideias de Shingo (1996), Liker e Meier (2007) e Antunes *et al.* (2008). As perdas por superprodução,

considerada a pior das perdas por esconder as perdas subsequentes, podem ser classificadas por duas lógicas, no sentido de superprodução quantitativa, que faz referência à produção em quantidades excessivas, e superprodução por antecipação, no sentido de produção antecipada em relação às demandas dos estágios subsequentes. Dessa forma, seja por qualquer das duas classificações, acaba-se gerando outras perdas, como custos excessivos com pessoal, com armazenamento e transporte, devido ao estoque excessivo. Tendo em vista que as perdas por superprodução são causadas por diversos fenômenos, como quebra de máquinas, falta de confiança de fornecedores e refugos, a principal forma de combate para a minimização, ou eliminação, é o ataque sistemático a todos fenômenos que causam a superprodução.

As perdas relacionadas às movimentações internas, também conhecidas como perdas por transporte/transferência, têm relação a todas as atividades de movimentação de trabalho em processo, de um local para outro, de forma que geram custos e não adicionam valor. Podem ser classificadas como perdas no grande transporte, relacionadas aos fluxos de produção, movimentação de carga e ao leiaute da empresa, e pequeno transporte, relacionadas à situação de alimentação de um processo. A forma de combate a essas perdas está relacionada com melhorias ao macro e micro leiaute da empresa, de forma a eliminar gradativamente a eliminação da necessidade de transportes.

Outra classificação de perdas da função processo, são as perdas por superprocessamento, ou processamento incorreto, que fazem referência a realização de tarefas desnecessárias para que o produto, ou serviço, adquira seus padrões básicos de qualidade. Também pode-se considerar o fato de que a perda é gerada quando há trabalho extra, agregando maior qualidade do que o necessário. Dessa forma, para atacar as causas do problema em questão, deve-se atentar e analisar que tipo de produto deve ser manufaturado, do ponto de vista da engenharia de valor, e quais métodos devem ser utilizados na fabricação de tal produto.

A fabricação de peças, subcomponentes e produtos acabados que não atendam aos padrões de qualidade previamente definidos caracterizam as perdas por fabricação de produtos defeituosos. Além disso, a produção para substituição, correção de peças defeituosas, retrabalhos e descartes também podem ser classificados como desperdício de tempo de manuseio e esforços. Com objetivo de encontrar problemas e solucioná-los, indica-se a inspeção para prevenção de produtos defeituosos, que por sua vez está baseada no princípio de detectar rapidamente os defeitos e prevenir o alastramento no sistema produtivo. Uma vez descoberto o problema, os processos anteriores serão imediatamente avisados, passo conhecido como *feedback* da função inspeção, que está relacionado diretamente com a velocidade de solução do defeito e o percentual de defeitos gerados.

Por fim, as perdas por estoques excessivos são causadas por excessos de MP, estoques intermediários ou produtos acabados, de forma a ocasionar em *lead times* mais longos, produtos danificados, custos elevados de armazenamento e transporte. Além disso, os problemas anteriormente citados, ocultam o desequilíbrio da produção, defeitos, *setups* longos, paralização de equipamentos, entre outros desperdícios de recursos. Como forma de combate às perdas por estoques em excesso, indica-se a política de melhorias contínuas, que busquem o nivelamento entre capacidade x demanda, a sincronização da produção, a produção em pequenos lotes e a busca por um fluxo unitário de peças.

### **2.1.2 Perdas da função operação**

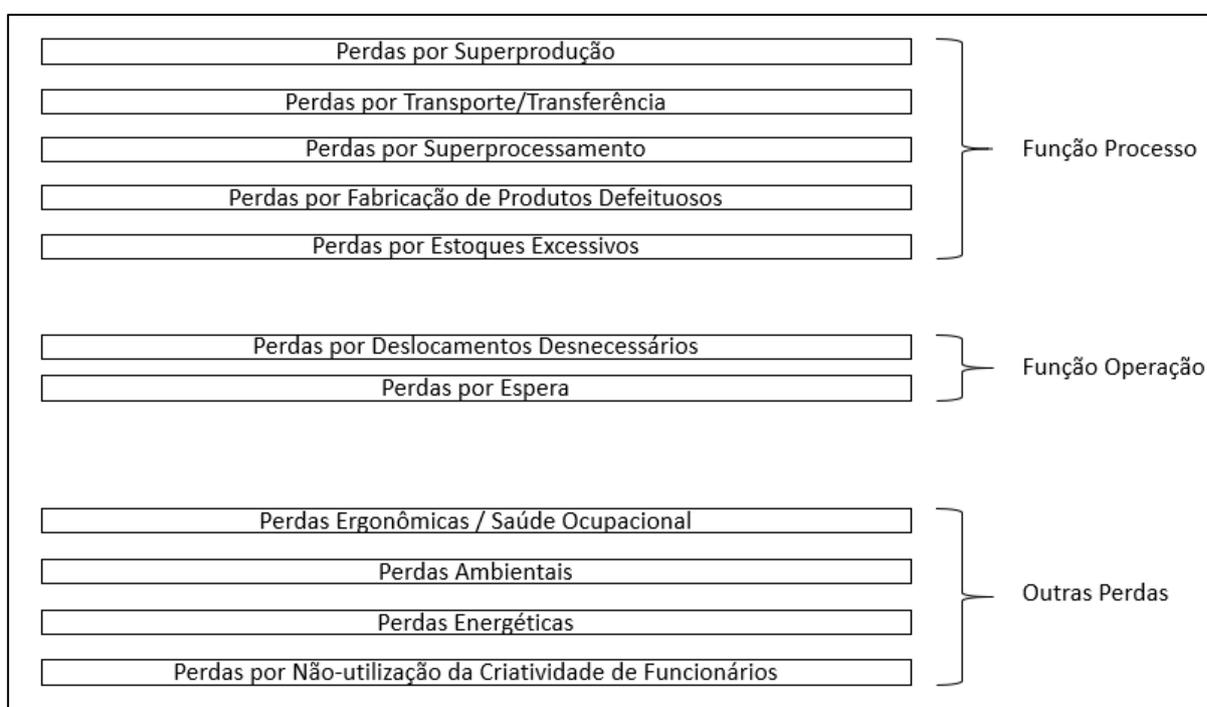
Assim como as perdas da função processo, as perdas da função operação, que são as perdas por movimento e perdas por espera, também serão explicadas conforme as ideias de Shingo (1996), Liker e Meier (2007) e Antunes *et al.* (2008). Sendo assim, caracteriza-se como perdas por movimento, ou deslocamento desnecessário, qualquer movimento que os funcionários façam e que não agregam valor ao produto em fabricação, como procurar ferramentas, ou empilhar peças, por exemplo. Como forma de propor melhorias às perdas por movimentos desnecessários, indica-se uma análise elaboradas através da aplicação de ferramentas como estudo do movimento, estudo de tempos, estudo do tempo alocado, medida de movimento/tempo e o método do fator trabalho. Dessa forma, independentemente do método escolhido, o objetivo principal está em estabelecer continuamente padrões operacionais, de forma mais efetiva possível, para execução correta e eficaz das operações, que resultem na redução de tempos de ciclo de peças.

As perdas por espera são caracterizadas aos períodos de tempo em que os trabalhadores não estão sendo utilizados produtivamente, de forma que não contribuam para agregação de valor aos produtos, seja pela espera pelo próximo processamento, próxima ferramenta, por gargalos de capacidade ou pela falta de estoque. Esse tipo de perda, do ponto de vista de equipamentos, implica na baixa utilização dos ativos fixos, conseqüentemente baixos índices de IROG. Como forma de solucionar este tipo de perda e tornar a utilização de pessoas cada vez mais eficaz dentro da organização, sugere-se a utilização de ferramentas como GPT e TPM.

### 2.1.3 Outras perdas

Com objetivo de abranger maiores áreas da organização, Antunes *et al.* (2008) classificam o conceito de perdas como aberto, de forma a abranger outros “custos doentes” ligados à organização e que não geram valor. Sendo assim, incluiu às sete perdas originais, as perdas ergonômicas/saúde ocupacional, perdas ambientais e perdas energéticas. Além disso, Liker e Meier (2007) apresentam a perda peça não-utilização da criatividade dos funcionários, de forma a fazer referência às perdas de ideias, habilidades e oportunidades por não envolver/escutar colaboradores. Dessa forma, a Figura 1 apresenta o resumo de todas as perdas e suas respectivas classificações.

Figura 1 - Perdas principais em processos de manufatura



Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007) e Antunes *et al.* (2008).

## 2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Conforme explanam Womack, Jones e Ross (1990), as indústrias automobilísticas japonesas viram, ao final da Segunda Guerra Mundial, um cenário de atuação problemático e pessimista, em virtude do baixo poderio de investimentos quando comparadas às organizações estrangeiras. Porém, as restrições do governo à investimentos externos no setor em questão foram vitais para a manutenção das empresas do ramo. Sendo assim, Eiji Toyoda, estudioso do sistema de produção em massa, juntamente com Taiichi Ohno, logo trataram de desenvolver

um sistema de produção adaptado à realidade da indústria automobilística japonesa, com política de menores investimentos possíveis, de forma que pudesse fazer frente ao modelo produtivo dominante do mercado, a produção em massa.

Como explica Shingo (1996, p. 101), de maneira simples e direta, o STP “é um sistema que visa eliminação total das perdas”. Dessa forma, o STP não se resume de forma única e exclusiva à implementação da ferramenta *kanban*, mas sim em uma ideia central e majoritária com foco em combate contínuo à eliminação das perdas através da aplicação e auxílio de inúmeros conceitos e ferramentas. Monden (2015) descreve o STP como uma ferramenta eficiente na busca por um objetivo final específico, o lucro. Para tanto, o lucro será obtido através da redução de custos e aumento da produtividade, sendo que os custos não abrangem exclusivamente os de fabricação, mas também os custos administrativos, de vendas e de capital. Além disso, o autor ainda ressalta a existência de três submetas do STP, sendo uma delas o controle de qualidade, de forma que permita que o sistema se adapte às flutuações de demanda, a garantia de qualidade, que faz referência à necessidade de uma produção segura, sem falhas e na hora certa, para não prejudicar o processo em sequência. Por último, o cultivo do respeito à condição humana enquanto essa for utilizada para alcançar os objetivos propostos.

Entretanto, anteriormente aos conceitos, princípios e ferramentas do Sistema Toyota, faz-se necessário o entendimento da diferença entres processos e operações. Consoante ideias de Shingo (1996), o termo processo faz referência à transformação da MP em componentes semiacabados e, posteriormente, em produto acabado. Dessa forma, a função processo faz o acompanhamento do material ao longo do tempo e do espaço. Como exemplo, pode-se dizer que uma peça é conformada, conformada e acabada, sendo essa série de transformações classificada como processo. Já o termo operação faz referência ao trabalho realizado para a efetivar as transformações, ou seja, faz referência ao acompanhamento dos responsáveis pelas transformações, como máquinas, humanos e equipamentos. Sendo assim, novamente faz-se referência a uma peça conformada, conformada e acabada, de forma que cada ação de corte, conformação e acabamento, pode ser classificada com uma operação.

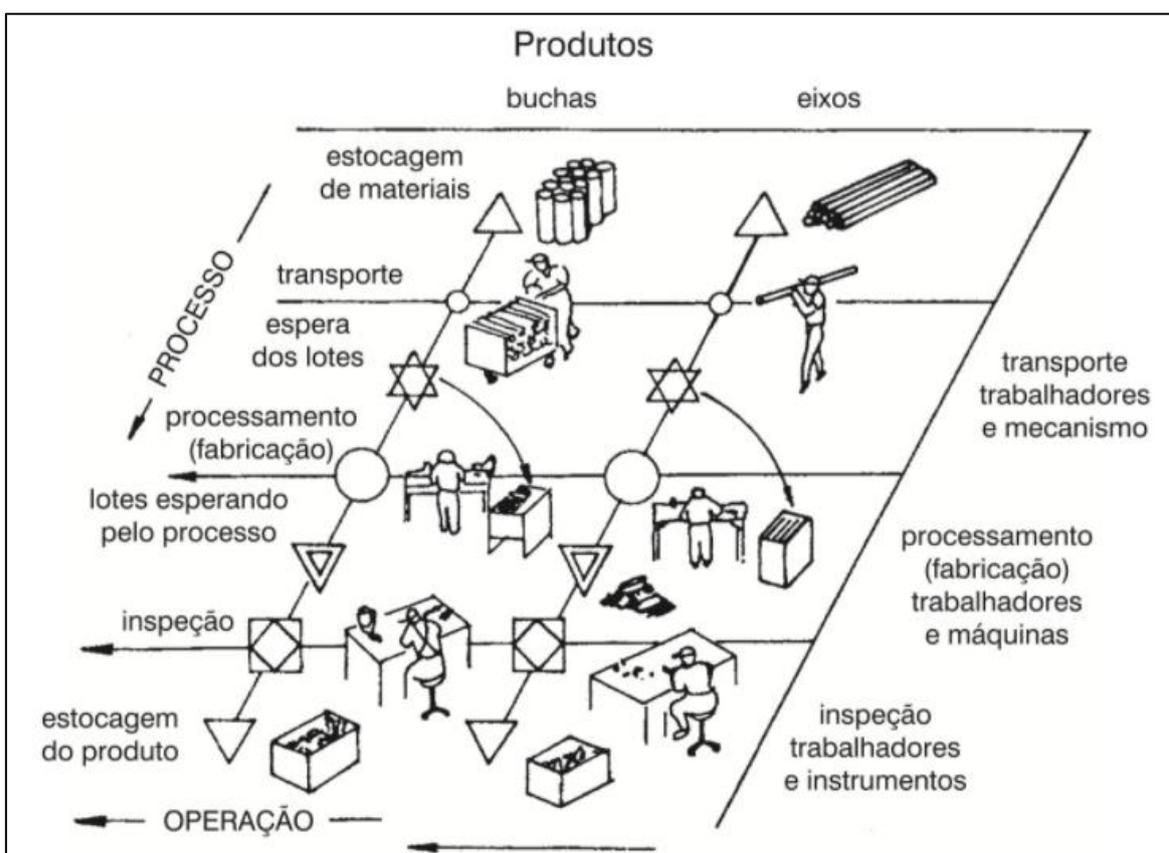
O Sistema Toyota de Produção, por sua vez, está enraizado no que é conhecido como mecanismo da função produção, ou apenas MFP. Posto isso, conhecidas as distinções entre processos e operações, vale ressaltar que:

A abordagem proposta pelo mecanismo da função produção, descoberta e proposta originalmente no ano de 1945 por Shigeo Shingo, consiste em visualizar os sistemas produtivos a partir da noção de uma rede que envolve no eixo X os processos e no eixo Y as operações, ou seja, os sistemas produtivos são visualizados a partir de uma combinação do acompanhamento dos fluxos de materiais, no tempo e no espaço, e do

acompanhamento do fluxo de pessoas e equipamentos, dispositivos, etc., no tempo e no espaço (ANTUNES *et al.*, 2008, p. 82).

Sendo assim, como enfatiza Ghinato (1996), o MFP pode ser caracterizado como uma rede de relações entre processos e operações, de forma a abranger todo fluxo de materiais de um posto a outro, bem como, as ações que realizam as transformações no material. A Figura 2 demonstra, pela visão de Shingo, as relações entre a função processo e a função operações.

Figura 2 - A estrutura da produção



Fonte: Shingo (1996).

De forma a melhor caracterizar o MFP, com base na Figura 2, a função processo pode ser entendida, de acordo com Antunes *et al.* (2008), como a junção de quatro categorias:

- fabricação – faz referência às transformações sofridas pelos materiais no tempo e espaço;
- inspeção – faz referência à comparação entre o material em processamento e um padrão previamente definido;
- movimentação interna – consiste na mudança de posição ou localização dentro do espaço;

- d) espera – consiste nos períodos onde não há nenhum dos pontos anteriores sobre o objeto de trabalho.

No que diz respeito à função operação, ainda de acordo com Antunes *et al.* (2008), fundamenta-se em caracterizar o fluxo de homens e máquinas no tempo e no espaço. Dessa forma, pode-se caracterizar como:

- a) preparação ou *setup* – refere-se à mudança e preparação de ferramentas ou máquinas entre a última peça boa do lote, até a primeira peça boa do lote seguinte;
- b) operação principal – pode ser subdividida em essencial ou auxiliar, significando, respectivamente, nas ações de fabricação em si e na execução de atividades imediatamente antes ou após a realização das operações essenciais;
- c) folgas não ligadas ao pessoal – são folgas onde não há processamento, inspeção ou movimentação por parte dos operadores, de forma que são causadas inesperadamente, ou seja, não ligadas diretamente às ações dos operadores;
- d) folgas ligadas ao pessoal – são caracterizadas, em contraponto à explicação anterior, por folgas causadas por trabalhos irregulares ligados às ações dos operadores.

Em consequências das definições das funções processo e operação, Ghinato (1996) afirma que, ao considerar um sistema de produção que não admite estoques, como é o caso do STP, as melhorias dos sistemas produtivos devem ter foco prioritário nos fatores pertencentes à função processo, uma vez que são através destes aspectos que os objetivos da produção são alcançados.

Com as crises do petróleo na década de 70, conforme aponta Ghinato (1996), as organizações passaram a enxergar como modelo principal de manutenção e sobrevivência da empresa ao cenário vigente, em virtude da contribuição na gestão da produção, a redução de custos através da eliminação das perdas, ou de forma simplificada, a adoção dos conceitos propostos pelo STP. “A base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício. Os dois pilares necessários à sustentação do sistema são: *Just-in-time* (JIT) e Autonomia, ou automação com toque humano.” (OHNO, 1997, p. 25). Muito da notoriedade e aceitação do STP diz respeito ao método JIT, porém, interpretá-lo como sendo essencialmente o JIT, representa limitação da abrangência e potencialidade do sistema. Monden (2015) ressalta que, para um fluxo contínuo de produção através da cadeia de suprimentos e melhor adaptação às quantidades e variedades exigidas pelo mercado, existem dois conceitos-chave que essenciais aos resultados: o JIT e a Autonomia.

De acordo com Shingo (1996, p. 103), no que diz respeito à técnica JIT, “equivale dizer que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário, sem geração de estoque.” Já Motta (1996) relata que o JIT não é uma Ciência, mas sim uma técnica que utiliza normas e regras para modificar o ambiente produtivo, de forma a influenciar as técnicas de gerenciamento, tanto da área produtiva, como em outros setores da empresa. Portanto, torna-se essencial o entendimento que o JIT representa um meio de alcançar os objetivos do STP, de forma a atuar na redução de estoques e aumento dos lucros, através da busca pela eliminação total de perdas.

No que diz respeito ao outro pilar do STP, a automação, de acordo com Ghinato (1996), surgiu através do questionamento de aplicação de conceitos de teares automatizados, criados por Sakichi Toyoda, no ambiente produtivo de automóveis, com objetivo de aumentar eficiência através da diminuição de trabalhadores, ocasionando a necessidade de uma pessoa ser responsável pela operação de mais de uma máquina. Em consequência disso, ainda de acordo com Ghinato (1996), Ohno desenvolveu o conceito de *Ninben no aru jidoka*, que significa automação com toque humano.

De forma simplificada e direta, a automação pode ser definida como a necessidade de facultar ao operador ou a máquina, a autonomia de parar o processamento sempre que detectada uma anormalidade, ou seja, cabe ao operador o controle de anormalidades em uma máquina caracterizada como mecanizada, ou à máquina, em equipamentos caracterizados como plenamente automatizados. A diferença do conceito de automação em relação ao conceito de mecanização pode ser entendida como a capacidade de detecção de anormalidades por dispositivos acoplados ao equipamento. Em virtude disso, o significado de automação faz mais referência à ideia de autonomia, do que à ideia de automação.

### 2.3 OS 14 PRINCÍPIOS DO SISTEMA ENXUTO

Acima do entendimento sobre conceitos e ferramentas que estão inseridas no contexto do STP, cabe o entendimento por parte dos colaboradores, de todos os níveis hierárquicos da empresa, sobre as mudanças culturais que deverão ser empregadas na empresa. Esse fator faz com que Liker (2007) considere o STP muito mais uma cultura, do que propriamente um conjunto de ferramentas e técnicas. Tomando isso como justificativa, ainda segundo o autor, elaboraram-se 14 princípios, organizados em 4 categorias amplas (chamados de 4P's), que caracterizam o SE, de forma a auxiliar na implementação e manutenção das melhorias

propostas. Vale ressaltar que os conceitos e descrições abordados nas seções apresentadas no texto que segue são decorrentes das ideias de Liker (2007).

### **2.3.1 Filosofia de longo prazo**

O primeiro dos princípios da Toyota tem como objetivo principal basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo. A descrição acima já remete diretamente à ideia de que o primeiro princípio é essencial para a construção dos 13 restantes, uma vez que deixa clara a ideia de que, acima de qualquer interesse monetário por parte dos colaboradores, todos estão lá por um propósito maior, de forma a priorizar e destacar o que é considerado como certo, não só para a empresa, mas também para colaboradores, clientes e sociedade como um todo.

Além da construção de uma filosofia diferenciada quando comparada às indústrias de outras partes do mundo, o foco está na construção da confiança dos funcionários, no auxílio à construção de uma sociedade melhor e na construção de autoconfiança, responsabilidades e conhecimento por conta própria, de forma a estimular o próprio desenvolvimento através da implementação da sua filosofia e cultura em novos projetos e desafios, decidindo o próprio destino.

### **2.3.2 Processos**

O segundo princípio consiste na criação de um fluxo de processo contínuo, de forma a trazer os problemas à tona. Para tanto, deve haver harmonia na produção, eliminar tempos ociosos e recriar processos de trabalho, de forma a atingir alta agregação de valor e fluxo contínuo. Além disso, há necessidade de encadeamento de processos e pessoas, uma vez que, se houver disparidade entre um processo e seu subsequente, haverá consequente criação de estoques intermediários, se este for mais rápido, ou ociosidade, se for mais lento. Este princípio faz utilização do conceito de *takt-time*, com objetivo de determinar o compasso da produção, tomando como base a demanda do cliente. A implementação do fluxo contínuo de peças acarretará, por exemplo, no acréscimo de qualidade, maior produtividade, maior segurança, maior flexibilidade e redução de custos de estoques.

O terceiro princípio do STP reitera a importância da utilização de sistemas puxados para evitar uma das onze principais perdas, citadas anteriormente, a superprodução. Dessa forma, a produção é “puxada” por uma demanda real do cliente, e não através de uma projeção,

como em casos de um sistema “empurrado”. Para isso, a filosofia *just-in-time* é aplicada fortemente, de forma a disponibilizar ao cliente o que ele quer, na quantidade e no momento em que deseja. Como acontece de forma recorrente no ambiente industrial, os clientes podem alterar sua demanda, o que ocasionaria problemas para uma indústria com filosofia JIT. Como forma de resolver estes problemas, criaram-se armazéns de peças entre operações, admitindo-se a criação de pequenas reservas, com objetivo de controlar as variações das demandas. Dessa forma, somente ao consumir um determinado item, o mesmo será repostado, ou seja, exclusivamente quando necessário, eliminando um cenário de produção de um item sem necessidade.

O quarto princípio aborda o assunto de nivelamento da carga de trabalho, ou simplesmente resumido pelo termo japonês *Heijunka*, que tem por objetivo nivelar o plano de produção da empresa, de forma que a programação não exceda a capacidade e nem subutilize os equipamentos e pessoas. Uma fabricação “puxada” poderá causar estoques intermediários e de MP, problemas de qualidade e até aumento de *lead time*, caso não gerenciada de forma correta. Além do foco no combate às perdas, o Modelo Toyota busca também a eliminação de outros dois pontos importantes, como a sobrecarga de pessoas e equipamentos, evitando problemas com segurança e qualidade e diminuindo custos causados por interrupções e defeitos, e o desnivelamento, que é o resultado de um programa de produção irregular. O nivelamento da produção, portanto, tem como objetivo principal programar a produção em volume e combinação, desconsiderando a fabricação de acordo com o fluxo real de pedidos, com foco no acúmulo da demanda para o equilíbrio da produção.

O quinto princípio aborda a ideia de construção de uma cultura de parar e resolver os problemas, de forma a obter a qualidade logo na primeira tentativa. O STP aborda a qualidade, tanto nos serviços, como nos processos, como um impulsionador para sua proposta de valor, o que induz à utilização de todos os métodos e recursos disponíveis para assegurar os padrões pré-estabelecidos. Tendo isso como ponto de partida, justifica-se a criação da cultura e filosofia de sistemas de apoio para soluções de problemas e a desaceleração para obter a qualidade já na primeira tentativa, uma vez que a solução de problemas em suas causas raízes possibilita o aumento da produtividade em longo prazo e eliminação de novas ocorrências em detrimento do mesmo problema.

O sexto princípio avalia que a padronização das tarefas são a base para a melhoria contínua e capacitação dos colaboradores da empresa. Sendo assim, deve-se estabilizar e padronizar um processo produtivo antes do seu aperfeiçoamento contínuo, de forma que evite variações ao implementar mudanças. A padronização de tarefas também influencia no

acréscimo de qualidade aos produtos, sendo que sem procedimentos padrões torna-se praticamente impossível garantir qualidade em qualquer processo produtivo. Vale ressaltar que para atingir os objetivos, qualitativa e quantitativamente, os padrões deverão ser específicos suficientes para que guiar operadores durante operações, mas também gerais a ponto de ser flexível e permitir o ajuste por parte dos trabalhadores.

O sétimo princípio evidencia a importância do controle visual para que os problemas não se tornem ocultos, tanto no chão de fábrica, como nos escritórios, através da utilização de indicadores visuais simples e diretos, que auxiliam os colaboradores a identificar uma situação padrão ou um problema. O controle visual pode ser entendido como qualquer meio de comunicação que expresse de forma rápida se há algum desvio de padrão, com isso, torna-se possível a identificação de categorias de itens, identificação de qual procedimento padrão para determinada tarefa, *status* dos estoques intermediários, entre outros fatores que influenciam direta e positivamente no fluxo de agregação de valor. Sendo assim, torna-se necessária a implementação de ferramentas que visam estabelecer e promover um ambiente de trabalho mais organizado, limpo, padronizado e disciplinado, com intuito de não ocultar problemas no processo produtivo.

Por fim, o oitavo princípio aborda a utilização de somente tecnologias confiáveis e completamente testadas que atendam aos funcionários e processos. Enfatiza-se o fato de que, anteriormente à implementação, uma nova tecnologia é amplamente questionada, testada e avaliada em experimentos com envolvimento de diversas pessoas, de forma que garanta a agregação de valor, auxilie no fluxo contínuo e não interfira na filosofia e nos princípios da empresa. Entende-se que a tecnologia deverá auxiliar os trabalhadores e não os substituir.

### **2.3.3 Parceiros e pessoas**

O princípio de número nove visa desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a compartilhem com os outros, de modo que mantenham sempre ativa a filosofia e princípios do Modelo Toyota. Os principais líderes da Toyota, mesmo que com distinções de estilo pessoal, foram formados dentro da empresa e não desviaram das ideias centrais da cultura do STP. De acordo com os pensamentos do Modelo Toyota, não vivenciar e entender os contextos que rodeiam a fábrica no dia a dia, causará uma impressão superficial e, conseqüentemente, levará a decisões e lideranças ineficientes. Os líderes deverão entender detalhadamente a forma de trabalho e o modo de fazer negócios, de

modo que se apresentem como os maiores exemplos e propagadores das ideias, filosofias e pensamentos do Modelo Toyota.

Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa é o objetivo do décimo princípio do STP. De modo complementar a outros princípios, este em questão destaca a importância do trabalho em equipe, no que diz respeito à motivação, coordenação e aprendizado, sem deixar de lado a perspectiva de que são os indivíduos os principais responsáveis pela agregação de valor nos processos dentro da empresa. Existe um equilíbrio entre trabalho individual e em equipe, visando alcançar resultados excepcionais, seja no quesito qualidade, produtividade ou na solução de problemas. A Toyota opta por investir nos seus colaboradores, em troca de pontualidade, comprometimento e empenho no aperfeiçoamento contínuo de operações.

O princípio de número onze enfatiza o respeito pela rede de parceiros e fornecedores, de forma a desafiá-los e ajudá-los a melhorar rotineiramente. Os fornecedores e parceiros são vistos como uma extensão da empresa, de forma que os princípios e a filosofia também se fazem presente no modo de agir nestas situações, uma vez que a Toyota necessita que seus fornecedores sejam tão capazes quanto ela, no que diz respeito à produção de componentes de alta qualidade, na quantidade correta e no momento certo. O desafio pelo constante aperfeiçoamento e crescimento de parceiros externos, através de grandes metas e alvos, demonstra a valorização e a importância do mesmo para que a empresa atinja seus objetivos finais.

#### **2.3.4 Solução de problemas**

O décimo segundo princípio pode ser resumido em *genchi genbutsu*, expressão japonesa que significa ir ao local para ver a verdadeira situação e compreendê-la. Este princípio trata da obtenção, em primeira mão, da real situação das coisas, ou seja, o passo mais importante para qualquer solução de problema ou análise de desempenho, requer a completa compreensão da real situação ao qual o problema, ou funcionário, está inserido. O Modelo Toyota exige que seus funcionários tenham a habilidade de analisar e avaliar criticamente a situação, além de compreender os processos de fluxo, padrões de trabalho, entre outros fatores. De forma geral, tudo o que for pensado, falado, avaliado ou analisado, deve ter dados pessoalmente certificados como base.

O décimo terceiro princípio remete que a tomada de decisão, ao contrário da respectiva implementação, deve ser lenta e cuidadosa, de forma que considere completamente todas as

opções. Neste processo, deve-se visualizar o atual cenário, compreender as causas que o explicam, considerar alternativas de solução através de um raciocínio detalhado, construir um consenso na equipe e utilizar meios de comunicação eficientes. Isso tudo com objetivo de garantir a visualização de todos os possíveis caminhos a serem seguidos, de forma que, ao tomar uma decisão, esta possa ser convicta e permita uma implementação rápida e sem interrupções.

O décimo quarto, e último, princípio do STP fala em tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável, conhecida como *Hansei*, e pela melhoria contínua, ou *Kaizen*. A Toyota não investe em programas com resultados financeiros de curto prazo, mas sim em sistemas de pessoas, processos e tecnologias que, a longo prazo, podem alcançar alto valor para o cliente. O princípio consiste na aplicação de ferramentas da melhoria contínua em processos estabilizados e padronizados, de forma a evidenciar e possibilitar a eliminação de perdas. Além disso, foca em identificar e reconhecer pontos fracos, através de uma reflexão, com objetivo de identificar as causas raízes dos problemas que estão acontecendo e solucioná-los por meio da aplicação de ferramentas de melhoria contínua e, principalmente, construir conhecimento por meio das experiências vivenciadas.

## 2.4 FERRAMENTAS DA CULTURA ENXUTA

Nessa seção são apresentadas as ferramentas que são aplicadas na realização desse trabalho. De forma alguma espera-se cobrir todos os tipos de ferramentas associadas à cultura enxuta nessa seção.

### 2.4.1 Mapeamento de processos

Antes de combater as perdas por meio da aplicação das ferramentas da cultura enxuta, necessita-se conhecer e evidenciar as perdas dos processos produtivos. O conceito de mapeamento de processos, de acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), consiste em descrever os processos através da forma em que as atividades se relacionam entre si, independentemente da técnica utilizada, de forma a apresentar o fluxo de materiais, pessoas e informações. Rother e Shook (2003) enfatizam a importância trazida pelo mapeamento do fluxo de produção, no que diz respeito à visualização do todo e não somente processos individuais, com objetivo de identificar as fontes dos desperdícios, apresentar a relação entre fluxo de informações e fluxo de material, fornecer uma linguagem comum para tratar dos processos e auxiliar na construção de uma cadeia de agregação de valor de acordo com princípios enxutos.

Como forma de facilitar a identificação e o entendimento dos mapas fluxo de produção, Shingo (1996) propõe a utilização de cinco elementos de produção distintos, representados pelos símbolos mostrados na Figura 3, que são identificados em meio ao fluxo de transformação de matéria-prima em produtos prontos. São eles:

- a) processamento: faz referência à mudança física no material, ou na sua qualidade;
- b) inspeção: consiste na comparação da peça em elaboração com um padrão estabelecido previamente;
- c) transporte: representa a movimentação, ou troca de posição, de materiais ou produtos;
- d) espera do processo: consiste na espera de um lote enquanto o lote precedente está em processamento, inspeção ou transporte;
- e) espera do lote: representa a espera das peças para serem processadas, durante a operação do lote a que pertence, ou a espera pelo processamento do restante do lote.

Figura 3 - Simbologia dos elementos de processo



Fonte: Adaptado de Ghinato (1996).

A construção do mapa do fluxo de valor subdivide-se em três etapas principais, de acordo com Rother e Shook (2003), sendo a primeira etapa, o desenho do estado atual, responsável pelo levantamento de dados do chão de fábrica, com objetivo de enxergar o fluxo completo da empresa. A segunda etapa, o desenho do estado futuro, objetiva eliminar as fontes de perda através da construção de uma cadeia de produção que proporcione o fluxo contínuo, de forma a se aproximar ao máximo de produzir apenas o que e quando os clientes precisam.

Por fim, os autores ainda indicam a preparação de um plano de implementação, o qual deverá descrever a forma de transição entre o estado atual e o estado futuro.

#### 2.4.2 Sistema *kanban*

Como comentado nos tópicos anteriores, o *kanban*, por vezes, é confundido como a única implementação do STP, porém, nas palavras de Shingo (1996), Ohno (1997) e Moreira (2013), o *kanban* consiste em uma ferramenta utilizada na operação do Sistema Toyota de Produção, baseado na dinâmica por volta das operações dos supermercados americanos, caracterizada principalmente pelo fato de utilizar uma forma de reabastecimento baseado no consumo dos itens, ao invés de reabastecer baseando-se em uma estimativa.

Ainda segundo os autores, o *kanban* consiste em um cartão com informações de quantidades utilizadas/retiradas pelos clientes, de forma a avisar o fornecedor do material que os itens foram consumidos e, portanto, deverão ser reabastecidos. O *kanban* pode ser classificado, de acordo com Moreira (2013) em *kanban* de produção e de retirada, sendo o de produção responsável por autorizar o operador a processar uma determinada quantidade de peças e o *kanban* de retirada responsável por autorizar a movimentação dos contêineres cheios ao processo subsequente.

Com intuito de detalhar ao máximo as informações ao fornecedor, o cartão conta com informações cruciais para sistematização dos movimentos da fábrica, como quantidade de produção, método, tempo, local de estocagem, hora de transferência, destino e assim por diante.

De acordo Shingo (1996), *kanban* e sistema *kanban* são frequentemente confundidos no que diz respeito às funções desempenhadas. O *kanban* tem suas principais funções englobadas em três rótulos, sendo a etiqueta de identificação a responsável por indicar o que é o produto, a etiqueta de instrução de tarefa a responsável por indicar o que deve ser feito, em qual quantidade e em quanto tempo, e a etiqueta de transferência a responsável por indicar de onde e para onde o item deve ser transportado.

No que diz respeito ao sistema *kanban*, “ajuda na sintonia fina das flutuações diárias na carga.” (SHINGO, 1996, p. 221). Dessa forma, o sistema *kanban* caracteriza-se por possibilitar maior facilidade, organização e rapidez na transmissão de informações, além de simplificar o trabalho administrativo e dar maior autonomia ao chão-de-fábrica. A Figura 4 detalha uma amostra de *kanban* utilizada pela Toyota Motors, onde enfatizam-se as informações necessárias para um cartão, como hora de entrega, área de estocagem, número do item, prateleira, capacidade da caixa, entre outros.

Figura 4 - Exemplo de *kanban*

Hora da Entrega <b>10:30</b>  Fundação Ohashi Prateleira nº <b>1 – Embaixo</b>	Área de Estocagem <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: 24px;"><b>A</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: 24px;"><b>1 - 1</b></div> </div>		Fábrica Central da Toyota Motors <hr/> Montagem nº <b>2</b> <hr/> <div style="font-size: 48px; text-align: center;"><b>50</b></div>
	Número do Item <b>53018-60011</b>	Identificação	
	Nome do item <b>Linha de pressão do radiador</b>	Usado em FJ Carro tipo (I)	
	<b>21</b>	Tipo de caixa <b>Especial</b> <hr/> Capacidade da caixa <b>30</b>	
Kanban de pedido de peças			

Fonte: Ohno (1997).

O *kanban*, consoante ideias de Ohno (1997), é o controlador do fluxo de mercadorias na Toyota, com objetivo de eliminar desperdícios, reduzir mão de obra, evitar a superprodução, eliminar produtos defeituosos e impedir a recorrência de panes. Assim como qualquer outra ferramenta com potenciais resultados, deve-se ter cuidado quanto à utilização inadequada, de forma a justificar a criação de regras para conduzir a uma melhor aplicação. A relação entre as funções e respectivas regras de utilização são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Relação entre funções do *kanban* e suas respectivas regras de utilização

Funções	Regras
<b>Fornecer informação sobre apanhar ou transportar</b>	O processo seguinte apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.
<b>Fornecer informação sobre a produção</b>	O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo <i>kanban</i> .
<b>Impedir a superprodução ou transporte excessivo</b>	Nenhum item é produzido ou movimentado sem um <i>kanban</i> .
<b>Servir como ordem de fabricação firmada às mercadorias</b>	Serve para firmar um <i>kanban aos produtos</i> .
<b>Impedir produtos defeituosos através da identificação do processo que os produz</b>	Produtos defeituosos são identificados e retidos no processo atual, resultando em mercadorias sem defeitos nos processos subsequentes.
<b>Mostrar problemas existentes e manter o controle de estoques</b>	Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas.

Fonte: Ohno (1997).

### 2.4.3 Troca Rápida de Ferramenta (TRF)

Como forma de atingir resultados visíveis e efetivos, a TRF, ou *Single-minute Exchange of Die* (SMED), é considerada, entre as técnicas englobadas pela ME, uma das principais ferramentas capazes de proporcionar melhorias quanto à eficiência e produtividade

da área aplicada. Conforme as ideias de Fogliatto e Fagundes (2003, p. 163), “a troca rápida de ferramenta (TRF) pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica de pequenos lotes.” Além disso, ainda de acordo com Fogliatto e Fagundes (2003), a TRF tem como objetivo reduzir e simplificar o *setup*, de forma a alcançar menos de dez minutos de duração, através da eliminação das perdas relacionadas à preparação dos equipamentos.

Os conceitos de TRF surgiram em meados de 1950, conforme explica Shingo (2000), em função de uma cronoanálise realizada no setor de prensas de uma indústria do ramo automobilístico. A partir desse levantamento, apresentaram-se dois conceitos fundamentais para o entendimento e aplicação da ferramenta, os *setups* internos e externos. O *setup* interno, ou Tempo de Preparação Interno (TPI), são constituídos por ações que são realizadas obrigatoriamente quando a máquina estiver parada, enquanto o *setup* externo, ou Tempo de Preparação Externo (TPE), podem ser realizados com a máquina em operação, sem interrupção na produção.

Os autores Corrêa e Gianesi (1993) listam oito práticas fundamentais, baseadas nos conceitos de Shingo, que auxiliam na redução dos tempos de preparação do equipamento, apresentadas na sequência:

- a) analisar e documentar a real situação em que a fábrica se encontra, analisando todos os passos do *setup* individualmente, de forma a eliminar etapas desnecessárias e otimizar as etapas essenciais;
- b) separação de *setups*: distinguir as etapas de preparação que podem ser feitas com a máquina em funcionamento das etapas que necessitam que o equipamento esteja parado;
- c) converter os *setups* internos em externos: dentre as condições possíveis, buscar transformar ações de preparação demandam a máquina parada, em ações que podem ser realizadas com o equipamento em operação;
- d) preparar o próximo *setup* a ser realizado, de forma cuidadosa e antecipada;
- e) modificar o equipamento para que os ajustes sejam feitos de forma simples e rápida;
- f) preparar o equipamento para que a maior parte do *setup* seja feita por apenas uma pessoa;
- g) programar os *setups* do equipamento, de forma que a sequência seja pensada de uma forma que simplifique os ajustes na máquina;

- h) praticar o processo de preparação do equipamento, de forma a treinar e melhor desenvolver as habilidades de preparo e auxiliar na redução de tempos.

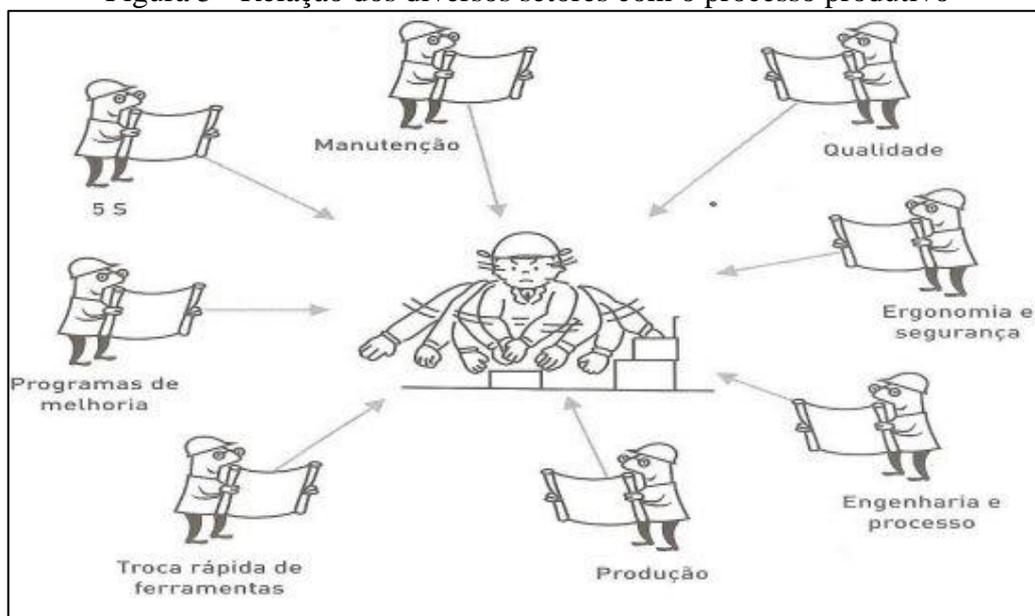
Outra forma de otimizar o tempo de *setup* é através da aplicação do conceito de Padronização de Funções, que nas palavras de Shingo (2000, p. 60), “procura padronizar somente as partes cujas funções são necessárias do ponto de vista da operação *setup*”. Sendo assim, torna-se possível a padronização de medidas de altura de ferramentas, por exemplo, de forma que possibilite a eliminação de trocas de parafusos, calços e componentes de fixação das mesmas.

Vale ressaltar que a aplicação dos conceitos de TRF, juntamente com as experiências adquiridas no chão de fábrica, auxilia no atingimento dos objetivos e resultados esperados, como redução de tempo de *setup*, aumento do tempo de operação, maior flexibilidade, redução de estoques, entre outros.

#### 2.4.4 Gestão do Posto de Trabalho (GPT)

Tendo como base a melhoria dos sistemas produtivos de uma forma geral, Antunes *et al.* (2008) classificam como relevante a análise da eficiência dos mesmos, desde que sejam levados em consideração nessa análise, os princípios do STP, como o mecanismo da função produção e o IROG, e os conceitos de recursos como capacidade restrita (CCRs) e os de gargalos produtivos, englobados pela TOC, ou Teoria das Restrições. A Figura 5 ilustra a relação das diversas áreas com o processo produtivo.

Figura 5 - Relação dos diversos setores com o processo produtivo



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

Ainda segundo os autores, a GPT objetiva a otimização dos ativos, de forma que aumente a capacidade, flexibilidade e eficiência global, com o mínimo de investimentos. De forma mais específica, a GPT visa utilizar os conceitos de IROG para estimular a integração entre áreas, focalizar as ações de melhorias em pontos críticos do sistema (gargalos e CCRs) e identificar as principais causas de ineficiência dos equipamentos.

Cotidianamente, de acordo com Antunes *et al.* (2008), empresas realizam diversas ações relacionadas à GPT, as quais envolvem tanto os operadores, como os equipamentos. São elas:

- a) gestão da produtividade dos postos de trabalho (peças/hora ou peças/hora.homem);
- b) gestão da eficiência dos equipamentos;
- c) implementação do 5S no posto de trabalho;
- d) melhorias e redução de tempos de preparação de máquinas;
- e) redução de geração de retrabalhos e refugos nos postos de trabalho;
- f) redução dos tempos de processamento/ciclo dos equipamentos;
- g) ações associadas a ergonomia e segurança do trabalho.

Entretanto, a aplicação e os resultados dessas diversas ações simultâneas, tende a produzir efeitos negativos sobre os profissionais, uma vez que causam dúvidas e questionamentos sobre o modo de condução do trabalho, desviando o foco em sua atividade fim.

Por fim, ainda segundo Antunes *et al.* (2008), ressaltam os benefícios proporcionados pela implantação do método GPT, tais como:

- a) melhorias no TEEP, com baixa necessidade de investimentos;
- b) controle de desempenho da rotina dos equipamentos;
- c) gestão global do sistema produtivo, focando na melhoria dos postos de trabalho críticos;
- d) definição da capacidade real da fábrica;
- e) clareza de prioridades na rotina de melhorias para os trabalhadores.

#### **2.4.5 Nivelamento da Produção (*Heijunka*)**

O nivelamento da produção, também conhecido como *heijunka*, surgiu, conforme explica Ohno (1997), a partir da necessidade de redução de lotes em um momento onde a produção em grandes quantidades remetia a ideia de redução de custos. Além disso, como grande limitador ao modelo de nivelamento de produção, apresentava-se o aumento da

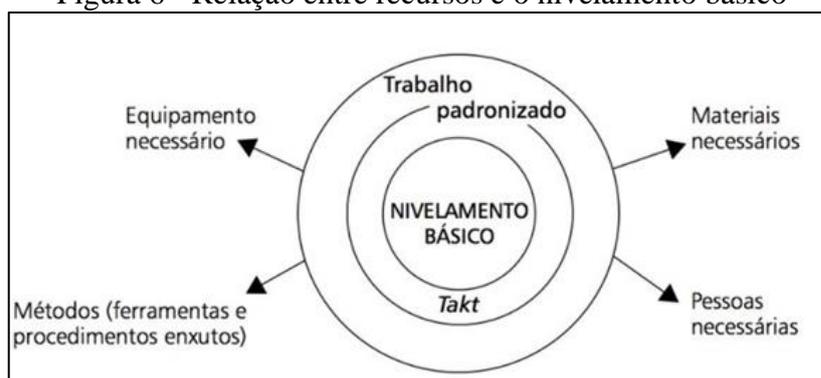
necessidade de *setups*, necessários para suprir as pequenas demandas programadas. Contudo, o autor ainda enfatiza que a adoção das técnicas propostas pelo STP é capaz de garantir maior flexibilidade ao sistema produtivo, auxiliando na eliminação dos pontos limitadores ao modelo proposto.

Liker e Meier (2007) definem que o objetivo do *heijunka* se resume em nivelar o plano de produção de uma empresa, de forma que sejam adotados lotes de produção menores, com intuito de evitar estoques gerados pela superprodução, e que não excedam, ou subutilizem, os equipamentos e as pessoas. Similarmente às ideias citadas, Tubino (2015) aponta a necessidade de que os pequenos lotes estejam em sincronia com as demandas dos clientes, com objetivo de garantir maior agilidade na resposta às variações das necessidades dos clientes. Tubino (2015) também expõe os ganhos obtidos através da adoção do nivelamento da produção, que são:

- a) atendimento rápido dos clientes internos ou externos, sem ter a necessidade de recorrer aos estoques formados em períodos anteriores;
- b) redução de estoques de produtos prontos e estoques intermediários, bem como redução de desperdícios atrelados a eles;
- c) maior facilidade de desenvolver e atualizar padrões de trabalho, com reflexo direto na qualidade do trabalho, no *layout* e na logística de abastecimento interno;
- d) estímulo à implantação da programação enxuta, a qual irá garantir melhores tempos de atendimento e simplificar o fluxo de abastecimento.

Entretanto, vale ressaltar a necessidade de análise criteriosa antes da adoção das ideias de nivelamento, pois “se o processo de troca não for padronizado e preciso, o grande número de mudanças de ferramenta levará a uma perda de produção e a programação será afetada.” (LIKER; MEIER, 2007, p. 148). Além disso, ainda consoante as ideias de Liker e Meier (2007), o nivelamento cria um centro padrão onde há necessidade de todos os recursos estarem ligados e alinhados. A Figura 6 ilustra a relação entre todos os recursos ao nivelamento da produção.

Figura 6 - Relação entre recursos e o nivelamento básico



Fonte: Liker e Meier (2007)

## 2.4.6 Controle de qualidade zero defeitos (CQZD) e o Poka-yoke

Como forma de combater a fabricação de produtos defeituosos, uma das principais perdas anteriormente esclarecidas, surge o Controle de Qualidade Zero Defeitos (ou apenas CQZD) que, conforme define Ghinato (1996, p. 91), “não é um programa, mas um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas.” Em outras palavras, o método foca na identificação das causas dos erros, antes mesmo de se tornarem defeitos, e na aplicação de mecanismos capazes de detectar anormalidades na operação. Além disso, o autor enfatiza que a meta do CQZD não se restringe a fabricação de um produto sem defeitos, mas também em garantir que um sistema seja capaz de produzir produtos livres de defeitos de forma consistente.

Shingo (1996) descreve a importância de inspecionar 100% dos produtos e não apenas localizar onde os defeitos ocorrem, mas também os prevenir. Para isso, o autor apresenta três estratégias de inspeções que objetivam a prevenção de defeitos, como a inspeção na fonte, que visa controlar as condições que influenciam na qualidade diretamente na origem, a inspeção sucessiva, que faz referência à inspeção, pelos trabalhadores, dos produtos que passaram por uma operação anterior e a auto-inspeção, que consiste na inspeção feita pelo operador ao produto que ele mesmo processa. A Figura 7 ressalta a importância da detecção dos defeitos o quanto antes, com objetivo de evitar custos maiores.

Figura 7 - Custos dos defeitos



Fonte: Lynch (apud Ghinato, 1996).

Além dos pontos descritos por Shingo, Ghinato (1996) enfatiza outros dois pilares fundamentais para a sustentação do CQZD, que são a redução do tempo decorrido entre a detecção e a aplicação da ação corretiva e o reconhecimento de que os funcionários estão propensos à falha, o que justifica a utilização de dispositivos à prova de falhas, os *Poka-yokes*.

Conforme apresentado anteriormente, a utilização dos dispositivos *poka-yoke* são caracterizados como pilares para o CQZD. Sobre a definição destes dispositivos, pode-se afirmar que:

O dispositivo “*poka-yoke*” é um mecanismo de detecção de anormalidades que, acoplado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade. Na verdade, o “*poka-yoke*” é mais do que apenas um mecanismo de detecção de erros ou defeitos, é um recurso utilizado com o principal objetivo de apontar ao operador (ou à máquina) a maneira adequada de realizar uma determinada operação. É uma forma de bloquear as principais interferências na execução da operação. (GHINATO, 1996, p. 113).

Para tanto, deve-se atentar à diferença existente entre dispositivos *poka-yoke* e sistemas *poka-yoke*. Conforme explica Ghinato (1996), os dispositivos são caracterizados pela capacidade de utilização em regime de inspeção 100%, dispensam a constante atenção do operador e geralmente demandam baixos investimentos. Já os sistemas *poka-yoke* são caracterizados por eliminar os defeitos através de *feedbacks* e ações corretivas imediatas. Além disso, são capazes de interromper o processamento quando uma anormalidade é detectada, possibilitando correção imediata do problema.

Os sistemas *poka-yoke* podem ser divididos em duas funções principais, segundo Shingo (1996), para correção de erros, a função de regulação e a função de detecção. A função de regulação pode ser dividida em dois métodos, o método de controle e o método de advertência. O método de controle é responsável por parar a máquina na ocorrência de uma anormalidade, possibilitando a correção do problema. Já o método de advertência se caracteriza por alertar o operador através um alarme ou luz sinalizadora.

A função de detecção pode ser dividida em três métodos, de contato, de conjunto e das etapas. O método de contato identifica os defeitos em virtude da existência ou não de contato entre o dispositivo e alguma característica ligada à forma ou dimensão do produto. O método de conjunto controla a execução de um dado número de atividades previstas. Por fim, o método das etapas determina se as operações estabelecidas por um procedimento são seguidas ou não.

#### **2.4.7 Indicadores *lean***

Juntamente ao avanço das mudanças tecnológicas e as forças do mercado de trabalho, segundo Cardoza e Carpinetti (2005), percebeu-se, também, a pressão sob os modelos de

avaliação de desempenho tradicionais, uma vez que são baseados unicamente em indicadores financeiros, no sentido de que se tornaram limitados no âmbito de gerenciamento de negócios, frente à uma mudança de cultura no sistema produtivo como um todo.

Ainda segundo os autores, tendo como base as tendências e desafios das empresas no século XXI, como redução de estoques, flutuações nas demandas, menor ciclo de vida dos produtos e produtos customizados, nota-se a necessidade de desenvolver métricas de desempenho flexíveis e dinâmicas, que se adaptem às mudanças do sistema. Efetivamente os autores indicam que as métricas devem ser associadas as pessoas.

Através de um estudo de caso em uma empresa de vitrais, Lander e Liker (2007) apresentam uma série de métricas, baseadas nos resultados da implementação das ferramentas da cultura enxuta. Ainda segundo os autores, a abordagem de tais métricas foi escolhida em virtude da importância da visão sobre as tendências, como também o auxílio destas tendências na suavização da volatilidade do desempenho, que provém da alta variabilidade da demanda dos produtos produzidos pela empresa estudada.

Esse caso tem características similares ao ambiente em estudo nesse trabalho e, dessa forma, essas métricas são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Indicadores de desempenho *lean*

<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Lucro e compensação do proprietário	Percentual
Custo do trabalho (salário / consumo)	\$ Salário / \$ consumo
Produtividade (consumo / horas trabalhadas)	\$ Consumo / Horas trabalhadas
Tempo médio de entrega ao cliente	Dias
Entregas no prazo	Percentual do total de pedidos
Atraso médio	Dias
Estoque	Meses
Giros de estoque	Anos
Defeitos	Unidade de medida defeituosa / Unidade consumida

Fonte: Adaptado de Liker (2007).

### 3 PROPOSTA DE TRABALHO

O objetivo deste capítulo consiste em apresentar, analisar e detalhar o cenário de aplicação do trabalho proposto, bem como explicitar método de trabalho que visa a solução dos problemas identificados.

#### 3.1 CENÁRIO ATUAL

A empresa de realização do estudo e aplicação das ferramentas da cultura enxuta está inserida no ramo de utensílios domésticos desde 1987, ano da fundação, onde iniciou suas atividades com foco exclusivo em talheres, como garfos, facas e colheres, sem tanta diversificação entre produtos. Com o passar dos anos, apresentou-se, no mercado, a necessidade de ampliação dos horizontes abrangidos pelo portfólio de produtos oferecidos, gerando assim, uma busca por acréscimo de qualidade e diversificação dos itens já existentes, bem como pelo desenvolvimento de novos produtos. Dessa forma, a empresa atualmente trabalha com mais de 3.500 itens em catálogo, mas com atenção constante às novas tendências do mercado, com intuito de melhor atender e satisfazer o consumidor final.

No portfólio da empresa, são oferecidas dezoito linhas de produtos, compostas por talheres, utensílios de cozinha, utensílios para churrasco, utensílios para restaurantes, lixeiras, panelas, entre outros itens. Atualmente, a cutelaria representa maior a maior demanda por parte dos clientes, ultrapassando 80% do volume total de vendas da empresa. Isto posto, a cutelaria é composta por dez linhas de produtos, abrangendo itens monoblocos, totalmente em aço inoxidável, itens montados em cabos coloridos de polipropileno e itens montados em cabos de madeira, de forma a atender os mais variados gostos e modelos demandados pelos diversos níveis de mercado do país. Entre todas, quatro linhas ganham destaque em função da demanda, composição e processos envolvidos, sendo elas a linha Primavera, linha Verão, linha Piemonte e linha urbano, a Figura 8 traz a ilustração das linhas de produtos.



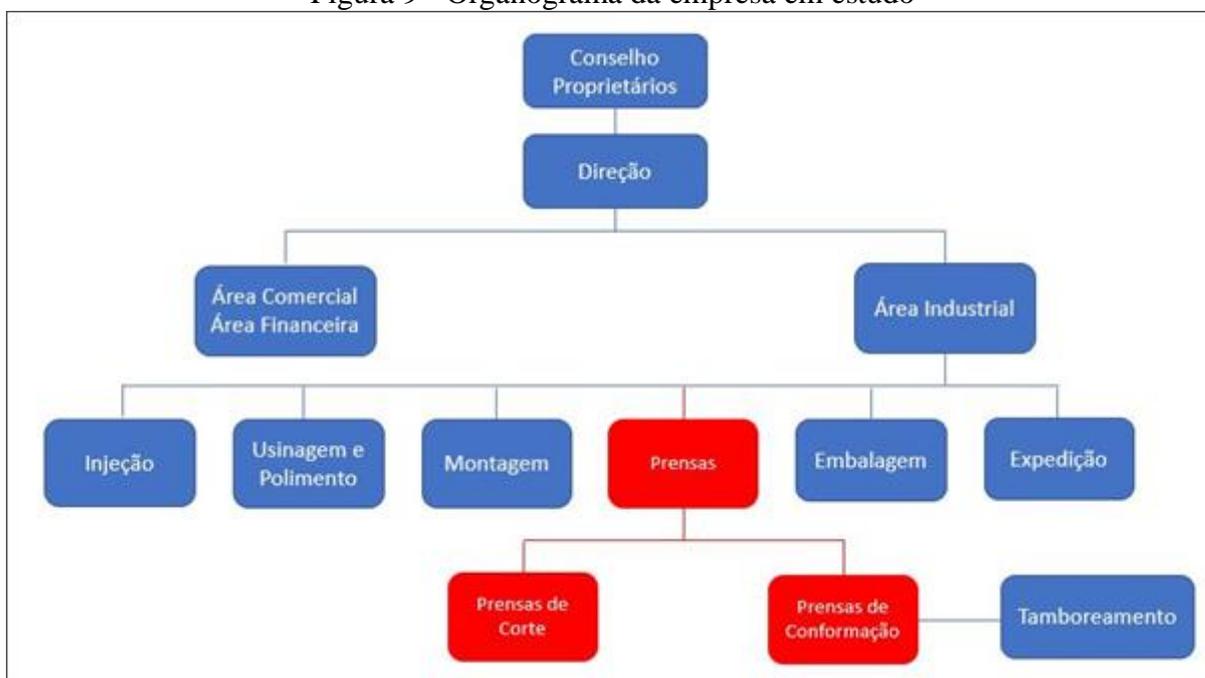
Fonte: Martinazzo (2020).

No tocante ao cenário produtivo, conforme divisões internas, a empresa conta com seis setores principais, com posteriores subdivisões, que são responsáveis pelas operações de transformação da matéria-prima em produtos prontos para a distribuição. Estes setores são:

- a) prensas;
- b) usinagem e polimento;
- c) injeção;
- d) montagem;
- e) embalagem;
- f) expedição.

A Figura 9 apresenta o organograma da empresa. Observa-se, com destaque em vermelho, o setor onde os estudos e aplicações de conceitos e ferramentas são desenvolvidos. Sendo assim, o trabalho atual é um piloto para posterior generalização para as demais áreas, não abrangidas neste trabalho. De fato, acredita-se que os resultados obtidos com o presente trabalho, podem ser a base para aprendizagem e posterior aplicação em todo o ambiente de manufatura.

Figura 9 - Organograma da empresa em estudo



Fonte: Autor (2020).

O setor de prensas é considerado uma das operações de cabeceira do sistema produtivo em estudo. Este setor é responsável pela transformação do aço, inicialmente em bobinas, em peças cortadas e conformadas. Posteriormente a essa etapa, as peças são destinadas ao acabamento superficial na operação de tamboreamento, posteriormente ao setor de embalagem,

em caso de peças monoblocos, ou ao setor de montagem, em caso de lâminas como componentes às peças montadas em cabos plásticos. Com objetivo de obter maior controle sobre as operações, o setor de Prensas pode ser dividido em dois subsetores, os quais podem ser denominados como Prensas de Corte e Prensas de Conformação.

O subsetor Prensas de Corte é composto por duas prensas excêntricas de 100 e 120 toneladas, as quais são responsáveis pela operação de corte das chapas de aço, resultando em mais de 60 itens diferentes e que irão compor todo o catálogo de produtos da empresa. Sendo assim, em virtude da grande concentração de itens em poucos equipamentos, o setor trabalha em dois turnos de 8,8 horas, com dois operadores entre 7:10 e 17:18 e apenas um operador entre 17:18 e 2:40, o qual operará a máquina que apresente maior necessidade. A Figura 10 apresenta os equipamentos que compõem o subsetor de Prensas de Corte.

Figura 10 - Subsetor de Prensas de Corte



Fonte: Martinazzo (2020).

Vale ressaltar que, em virtude da alta necessidade de materiais, concentrada em apenas dois equipamentos, o número de trocas de ferramenta, envolvendo os equipamentos do subsetor, pode variar de duas à quatro vezes em um mesmo dia, onde a duração de cada *setup* leva, em média, 90 minutos. Dessa forma, há restrição quanto a possibilidade de dedicação de máquina à algum item específico de maior demanda.

O subsetor Prensas de Conformação é composto por dez prensas destinadas à operação de conformação de lâminas, as quais cinco são prensas hidráulicas de 40 toneladas, quatro são prensas excêntricas de 40 toneladas e uma prensa excêntrica de 180 toneladas. Diferentemente do subsetor de operação de corte, três dos dez equipamentos de conformação são exclusivamente destinados à três itens com maiores demandas, como consequência disso, as sete máquinas restantes são responsáveis pela produção de diversos itens com demandas variáveis e, quando necessário, destinadas à incremento da capacidade produtiva dos itens com maior necessidade. A Figura 11 apresenta os equipamentos que compõem o subsetor de Prensas de Conformação.

Figura 11 - Subsetor de Prensas de Conformação



Fonte: Martinazzo (2020).

Portanto, a necessidade de *setups* também se faz presente no subsetor em questão, porém, com menor frequência quando comparado à operação de corte. Assim como no subsetor anteriormente citado, os equipamentos de conformação operam em dois turnos, com seis operadores entre 7:10 e 17:18 e dois operadores entre 17:18 e 2:40, os quais operarão as

máquinas que tiverem maior necessidade. Vale salientar que, devido ao leiaute dos equipamentos, atrelado aos tempos de ciclo da operação e a forma de abastecimento das peças, um operador é capaz de operar até duas máquinas simultaneamente.

### **3.1.1 Mapeamento de processos no cenário atual**

No contexto atual, os conceitos de mapeamento de processos não são utilizados pela empresa, ou seja, não há descrição formal e padronizada sobre os processos, fluxo de materiais, informações e pessoas, bem como sobre a forma como as operações se relacionam umas com as outras. No modelo em vigência, há o conhecimento por parte dos operadores, líderes e gestores sobre a forma como as operações funcionam e onde influenciam, mas com base na experiência vivenciada durante o tempo de trabalho.

Consequentemente, em um cenário de análise de perdas e avaliação do fluxo de valor, o modelo atual dificulta a tomada de decisões e análise de indicadores. Dessa forma, a descrição padronizada das operações, bem como as influências de cada uma nas pessoas, materiais e informações, faz-se necessária do ponto de vista de identificação de falhas e perdas, uma vez que se deseja a visualização do processo como um todo, e não de cada operação individualmente.

### **3.1.2 Sistema *kanban* no cenário atual**

Atualmente a lógica por trás da definição e gerenciamento dos estoques se dá através da utilização de estoques de segurança, baseados no consumo médio de itens no período de um ano, juntamente com a definição de lotes mínimos de produção, os quais foram previamente definidos, sem cientificidade nos cálculos, utilizando-se como base a experiência do responsável pela parametrização dos mesmos. Dessa forma, a lógica do sistema *kanban* não se faz presente no contexto atual da empresa.

O modelo vigente não conta com um sistema facilitador de informações, como o *kanban*, o que dificulta o gerenciamento das necessidades atuais. Além disso, a chance de desperdícios em função da superprodução, consequentes perdas por estoques excessivos e da falta de abastecimento de peças em processos seguintes, também se fazem presentes, tendo em vista que os lotes de produção são dimensionados com base exclusiva no conhecimento do planejador, que por sua vez leva em consideração a economia de *setups* e o acúmulo de demandas, acarretando em lotes superdimensionados e no atraso de entregas aos setores

subsequentes. Portanto, justifica-se a aplicação do sistema *kanban* com objetivo de facilitar o fluxo de informações, bem como auxiliar na regulação das flutuações na carga, além de reduzir a mão de obra, eliminar desperdícios, evitar a superprodução e evitar ociosidade de máquinas em processos subsequentes.

### **3.1.3 Troca Rápida de Ferramenta (TRF) no cenário atual**

A TRF está enraizada na ideia de atingir tempos de *setup* inferiores a dois dígitos de minutos, o que está bem distante da realidade enfrentada pela empresa atualmente. No contexto atual, não há distinção entre *setups* internos e externos, o que implica em ressaltar que toda preparação e regulação de ferramentas, tanto no subsetor de Prensas de Corte, como no de Prensas de Conformação, são feitas com o equipamento parado. Sendo assim, o tempo em que a máquina não está produzindo aumenta, o que leva a desperdícios importantes do ponto de vista produtivo, como a superprodução, em função da baixa flexibilidade e da dificuldade de acompanhamento das flutuações das demandas, excesso de estoques, entre outros.

Outros pontos importantes são a falta de padronização e descrição das ações dos operadores durante os *setups*, das dimensões das matrizes e dos componentes necessários para o ajuste das mesmas, de forma que as etapas que devem ser seguidas durante o *setup*, bem como os componentes necessários para a regulação da matriz, são conhecidos com base na experiência adquirida por parte dos operadores.

Além disso, destaca-se a influência causada pela não definição de lugares fixos para armazenamento de parafusos de fixação e ferramentas de regulação, uma vez que, em ambos os subsetores, os operadores desperdiçam parte do tempo de *setup* procurando a ferramenta de regulação correta e/ou os parafusos corretos para fixação da matriz ao equipamento. Dessa forma, justifica-se a implementação dos conceitos de TRF com objetivo de reduzir o desperdício de tempo em virtude da não padronização da operação e possibilitar maior agilidade às ações de *setup*, maior disponibilidade dos equipamentos e maior flexibilidade ao sistema produtivo.

### **3.1.4 Gestão do Posto de Trabalho (GPT) no cenário atual**

No que diz respeito aos conceitos abrangidos pela GPT, a empresa utiliza somente a ferramenta IROG, para análise e gestão da eficiência dos equipamentos, gargalos ou não. As informações são obtidas através de apontamentos feitos pelos operadores, em uma ficha de



### 3.1.5 Nivelamento da produção (*Heijunka*) no cenário atual

Conforme citado na apresentação da ferramenta, no item 2.4.5, para que o *Heijunka* funcione de acordo como planejado, há necessidade de os *setups* serem ágeis e possibilitarem uma mudança rápida entre a produção de itens diferentes. Sendo assim, levando em consideração o cenário atual da empresa nos subsetores avaliados, a programação é feita de forma contrária às ideias do nivelamento de produção apresentadas, uma vez que os lotes de produção variam de 150.000 à 300.000 unidades, com objetivo de “aproveitar” a ferramenta que está em processo e evitar a ocorrência frequente de *setups*, comparado à consumos médios mensais que variam de 10 a 50% do tamanho do lote. Dessa forma, conforme abordado anteriormente, cresce a ocorrência de perdas por superprodução e excesso de estoques, em virtude da alta quantidade dos lotes de produção programados, além de não possibilitar uma sincronia direta entre as necessidades dos clientes (internos e externos) e a produção. Além disso, o abastecimento de processos subsequentes também é afetado pelos grandes lotes, uma vez que pode haver perdas por espera de processamento, ocasionando em paradas de máquina desnecessárias e atrasos na produção.

### 3.1.6 Controle de qualidade zero defeitos (CQZD) e o *Poka-yoke* no cenário atual

O CQZD é claro ao ressaltar a importância de controle de qualidade 100%, o que não acontece no contexto atual dos subsetores estudados. De modo informal, as inspeções sucessivas são feitas pelos funcionários das operações subsequentes, porém, de forma amostral não-determinada, podendo ser caracterizada como uma inspeção meramente visual, sem padrões estabelecidos de forma prévia.

Pode-se caracterizar da mesma forma a auto-inspeção realizada pelos operadores da própria operação, que sem frequência previamente estabelecidas, inspecionam, de forma amostral, as peças produzidas na operação. Vale ressaltar que ambas as formas de inspeção são informais, ou seja, sem controle via apontamentos, planilhas ou fichas, unicamente visuais, e sem definições prévias sobre o modo de condução e realização das inspeções. São realizadas, atualmente, unicamente como forma de detecção de problemas de qualidade e falhas nas operações realizadas.

Quanto aos sistemas *Poka-yoke*, no subsetor de Prensas de Corte, apenas um dos equipamentos conta com sistemas de controle e prevenção de falhas e produtos defeituosos durante a operação. Consiste em um sistema de detecção de variação na pressão realizada pelo

equipamento durante a operação de corte, onde, caso detectada diferença à pressão parametrizada, a operação é interrompida imediatamente, possibilitando correção imediata.

No subsetor de Prensas de Conformação, apenas quatro equipamentos excêntricos possuem sistemas de detecção de anomalias durante o processamento. Consiste, de forma semelhante ao sistema citado na operação de corte, na detecção de variação na pressão realizada pelo equipamento durante a operação de conformação, onde, em casos de variações entre um ciclo e outro, a operação é interrompida imediatamente para correção.

Com exceção dos casos citados, o restante dos equipamentos não conta com dispositivos ou sistemas de prevenção de falhas de operação e/ou falhas humanas, o que possibilita a ocorrência de perdas por fabricação de produtos defeituosos, posteriores problemas de qualidade, aumento de refugos e aumento de retrabalhos, em casos onde a falha não seja identificada imediatamente.

### **3.1.7 Indicadores *lean* no cenário atual**

O cenário atual vivenciado pela empresa estudada carece de indicadores enraizados na área produtiva, tanto tradicionais, como os indicadores *lean*. Dessa forma, com exceção aos indicadores obtidos através da ferramenta IROG, que analisam individualmente os equipamentos, não há outros indicadores calculados que estejam disponíveis para análise e que auxiliem na tomada de decisões futuras. Sendo assim, torna-se necessária, juntamente às ferramentas abrangidas pela cultura enxuta, a implementação de indicadores que auxiliem a análise da situação atual da área industrial, bem como as medidas adotadas para correções de falhas e possíveis melhorias ao sistema produtivo como um todo, de forma que seja possível a busca constante por melhores resultados em todos os setores.

## **3.2 PROPOSTA DE TRABALHO**

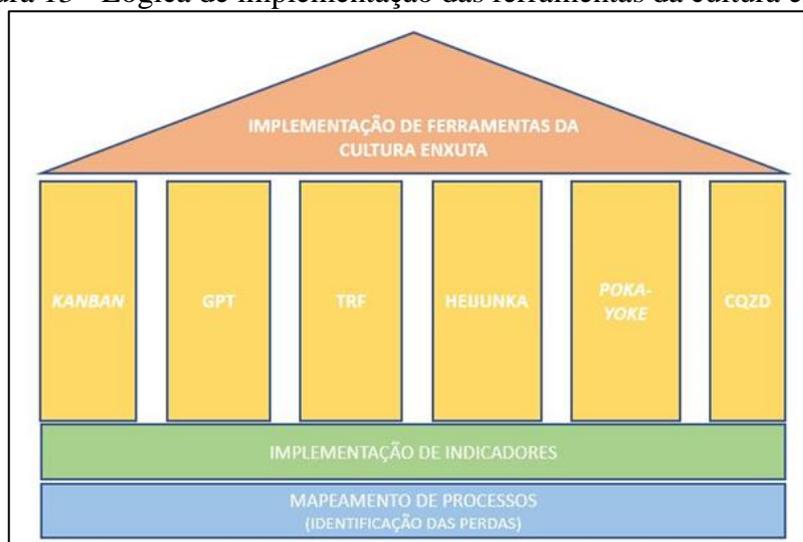
O presente estudo tem como objetivo sedimentar o uso da cultura enxuta através de projetos pilotos de implementação de ferramentas relacionadas ao *lean manufacturing*. Estes projetos pilotos foram desenvolvidos no setor de Prensas da empresa escolhida, de forma mais específica subsectores de Prensas de Corte e Prensas de Conformação, anteriormente citados. Vale ressaltar que as ferramentas foram escolhidas com base nos maiores potenciais de resultados, ou seja, baseadas nas maiores necessidades, de forma que os resultados fossem mais explícitos.

A metodologia de aplicação da proposta de trabalho embasou-se na implementação das ferramentas da cultura enxuta, por meio de projetos pilotos, mas que se fundamentam, além dos conceitos de cada ferramenta, nos 4P's que resumem a filosofia do STP, de modo que a melhoria fosse feita não apenas em operações, mas também no ambiente cultural da empresa, abrangendo colaboradores, líderes, gestores e parceiros da empresa em estudo.

Tendo essa filosofia de trabalho como base, desenvolveu-se um trabalho que visasse o enraizamento das novas ideias, por parte dos colaboradores de todos os níveis hierárquicos, de forma que estes assimilassem que o propósito das melhorias está muito além de ser única e exclusivamente com objetivos monetários e direcionadas às operações, mas também com foco na criação de confiança e responsabilidade de cada um, dentro do respectivo papel desenvolvido e no trabalho coletivo, na busca por um propósito maior de resultados e desenvolvimento pessoal. Além disso, buscou-se o desenvolvimento e entendimento por parte dos líderes, com intuito de que compreendessem a filosofia por trás das melhorias e tenham uma gestão mais eficiente.

Por meio da aplicação prévia do mapeamento de processos é possível identificar as perdas existentes no processo produtivo do modelo vigente da empresa em estudo e que, em conjunto com uma seleção de indicadores, foram responsáveis por determinar quais as necessidades de melhoria em cada ponto mensurado. Como consequência disso, foram avaliadas quais as ferramentas da ME que melhor responderiam às necessidades de cada operação, em cada um dos subsetores estudados, e que trariam resultados mais explícitos em uma aplicação de curto prazo. A Figura 13 apresenta de maneira esquemática a lógica do novo sistema de produção.

Figura 13 - Lógica de implementação das ferramentas da cultura enxuta



Fonte: Autor (2020)

### 3.2.1 Proposta de trabalho para mapeamento de processos

Quanto à proposta de trabalho de mapeamento de processos, o formato proposto por Shingo, apresentado na seção 2.4.1 e ilustrado na Figura 3, é utilizado como base da proposta de implementação da ferramenta nos subsetores de prensas de corte e prensas de conformação. A ferramenta tem o objetivo de apresentar a descrição dos processos, bem como a forma que os mesmos se relacionam, além de proporcionar a visualização do sistema como um todo, de forma que possibilite a identificação das perdas e desperdícios. Sendo assim, são utilizados os elementos de processamento, de inspeção, de transporte, de espera do processo e de espera do lote para maior detalhamento e entendimento do sistema produtivo da empresa em estudo.

### 3.2.2 Proposta de trabalho para sistema *kanban*

No que diz respeito à implementação do sistema *kanban*, a aplicação tem foco para os itens que compõem a curva A, em relação à quantidade consumida, seguindo a dinâmica de supermercados. Os itens têm sua reposição atrelada ao respectivo consumo. Dessa forma, são aproveitados os estoques em processo atuais, cujos são dimensionados, organizados e endereçados de forma padrão. Os lotes são dimensionados com base no cálculo de lote econômico, com objetivo de apresentar a quantidade economicamente viável de produção dos itens analisados.

### 3.2.3 Proposta de trabalho para TRF

Com objetivo de melhorar os tempos de *setup* nos subsetores de prensas de corte e prensas de conformação, além de obter maior flexibilidade no sistema produtivo e aumento no tempo de operação, a aplicação da TRF se dá por meio da implementação de cinco etapas principais relacionadas à ferramenta, anteriormente citadas na seção 2.4.3.

A primeira etapa consiste na filmagem e cronoanálise da operação, de forma a identificar movimentos e ações desnecessárias e possibilitar melhorias em ações essenciais. Além disso, a filmagem permite a visualização de toda operação por parte dos operadores, de forma que possibilita a sugestão de alterações da operação. A segunda etapa aborda a classificação dos elementos que compõem a operação em cinco categorias, sendo elas:

- a) elementos de troca;
- b) elementos de ajuste;

- c) elementos de qualidade;
- d) elementos de manutenção;
- e) outros.

A terceira etapa fundamenta a separação dos *setups*, de forma a identificar e classificar os *setups* internos e externos de toda a operação. Posteriormente a isso, a quarta etapa consiste em transformar as atividades identificadas como *setups* internos, em *setups* externos, de modo que permita a respectiva realização com a máquina ainda em operação, reduzindo o tempo de máquina parada. Por fim, a quinta etapa caracteriza a implementação dos mecanismos descritos à operação de troca de ferramenta das áreas em estudo.

### **3.2.4 Proposta de trabalho para GPT**

As ações voltadas a GPT tem foco na gestão e melhoria dos postos, os quais são responsáveis pela produção dos itens com maiores demandas, bem como, nos resultados e indicadores apresentados pelos equipamentos. Dessa forma, são implementadas a gestão visual, organização do posto operativo e instruções de trabalho padrão, com objetivo de proporcionar um ambiente de trabalho padronizado, com mais informações úteis aos funcionários e reduzir a presença de ferramentas e objetos que não agregam valor ao processo produtivo. Além disso, são desenvolvidos planos de melhorias baseados nos resultados apresentados pelos índices do IROG, já implementado na empresa atualmente, com objetivo de reduzir a ocorrência de problemas como refugos e tempos de parada de máquinas, em conjunto com a gerência industrial, possibilitando a otimização dos ativos em função do aumento no tempo de operação e melhor qualidade nas peças produzidas.

### **3.2.5 Proposta de trabalho para o nivelamento da produção**

Para as ações envolvendo o nivelamento da produção, são realizadas pesquisas das demandas envolvendo os itens pertencentes à curva A, em relação à quantidade consumida. De fato, além de dimensionar a capacidade alvo e capacidade de projeto, são detalhados os conceitos de utilização, refugos e retrabalhos, de forma que possibilite mensurar a capacidade disponível para uso. A demanda dos itens selecionados, juntamente com a capacidade disponível mensurada, possibilita análise e composição de mix que proporcione a melhor utilização dos equipamentos, com objetivo de gerar ganhos nos índices de eficiência das áreas em estudo.

### **3.2.6 Proposta de trabalho para CQZD e Poka-yoke**

Com a finalidade de proporcionar maior qualidade aos produtos e, conseqüentemente, reduzir a ocorrência de defeitos e variações nas operações, são desenvolvidos dispositivos *poka-yoke* focados no combate às variações em operações do subsetor de prensas de corte, as quais ocasionam inconstâncias no quesito qualidade dos produtos. As ações são concentradas, de forma mais específica, em uma matriz responsável pelo corte de facas para uso industrial, que corresponde a um produto de valor agregado mais alto, quando comparado a outros itens de cutelaria como garfos e colheres, e uma matriz de corte em dois estágios, responsável pela produção de garfos de mesa da linha Urbano e Piemonte, que correspondem à linhas de nível médio e alto, respectivamente, tanto no quesito valor, como no quesito demanda. Dessa forma, os dispositivos *poka-yoke*, associados à implementação da auto-inspeção e inspeção sucessiva, auxiliarão a empresa na busca por produtos de maior qualidade, com menor variação, além de menores índices de refugos e retrabalhos e, conseqüentemente, melhores resultados.

### **3.2.7 Proposta de trabalho para indicadores *lean***

Quanto aos indicadores *lean*, são implementados indicadores de processo e operações, tanto no subsetor de prensas de corte, como no subsetor de prensas de conformação, seguindo os indicadores apresentados no Quadro 2 da seção 2.4.7. Vale ressaltar que todos os indicadores são replicados igualmente nas duas áreas estudadas no trabalho.

### **3.2.8 Resumo de implantação**

O Apêndice A apresenta o plano de ação para cada pequeno projeto que é proposto na realização desse trabalho.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas, detalhadas e analisadas as aplicações, bem como os respectivos resultados obtidos, das ferramentas da cultura enxuta selecionadas como possíveis soluções aos problemas previamente identificados nos subsetores Prensas de Corte e Prensas de Conformação da Metalúrgica Martinazzo.

### 4.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Conforme explicitado anteriormente, propõe-se através de cinco elementos de produção distinto, como processamento, inspeção, transporte, espera do processo e espera do lote, um melhor entendimento dos fluxos produtivos, com objetivo de facilitar a identificação de perdas e desperdícios, além de auxiliar na visualização do processo produtivo como um todo, através do maior entendimento de como o fluxo de processos, pessoas, materiais e informações se relacionam entre si.

Em virtude da lacuna identificada quanto a descrição formal e padronizada de processos, bem como o fluxo de materiais, pessoas e informações que os envolvem, elaborou-se o mapeamento dos processos produtivos, o qual é apresentado no Apêndice B, utilizando os elementos de Shingo, onde foram identificados os estoques de matéria-prima, movimentações internas realizadas entre processos, processamentos e inspeções previamente definidas pela empresa, após processamento.

Sendo assim, o mapeamento de processos do estado atual possibilitou a identificação de pontos de melhorias importantes, uma vez que evidenciou a grande quantidade de estoques intermediários entre processos, decorrentes da baixa flexibilidade dos setores da empresa, o que possibilitou a implantação de conceitos da ferramenta TRF e a aplicação das ferramentas *heijunka* e *kanban*, com objetivo de proporcionar uma maior eficiência na gestão e controle dos estoques. Além disso, notou-se a ausência de inspeções formais, padronizadas e documentadas pela empresa, ao final dos processos, o que viabilizou a implementação de inspeções sucessivas e autoinspeções.

### 4.2 SISTEMA KANBAN

A aplicação do sistema *kanban* foi submetida aos principais itens processados nos subsetores de Prensas de Corte e Conformação, os quais representam, respectivamente 96,61%

e 93,85% do total de peças processadas mensalmente, além de ter sido subdividida em duas etapas principais, sendo a primeira etapa a de dimensionamento dos lotes, através da utilização do cálculo do lote econômico de produção, ou apenas LEP, enquanto a segunda consistiu na projeção quanto à identificação visual dos estoques intermediários, com as cores verde, amarelo e vermelho, de forma que possibilite organização e rapidez na identificação de necessidades.

#### 4.2.1 Cálculo do LEP

O cálculo do LEP abrange quatro variáveis fundamentais em sua equação, conforme ilustra a Figura 14, as quais representam o custo de *setup* (*cs*), o custo de fabricação (*cf*), demanda (*D*) e a taxa de armazenamento (*i*). Todas as variáveis utilizadas, bem como o modo como foram encontradas, são explicadas abaixo.

Figura 14 - Lote econômico de produção

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot cs}{cf \cdot i}}$$

$Q^*$  = Lote Econômico de Produção  
 $D$  = Demanda  
 $cs$  = Custo de *Setup*  
 $cf$  = Custo de Fabricação  
 $i$  = Taxa de armazenamento

Fonte: Adaptado de Hopp e Spearman (2013).

##### 4.2.1.1 Demanda

No que diz respeito às demandas dos itens selecionados para análise, os valores foram encontrados através de um relatório do sistema ERP da empresa Martinazzo, o qual forneceu os valores dos consumos médios de cada item, considerando o ano de 2020. Os Quadros 3 e 4 apresentam, respectivamente, a relação dos itens do subsetor de Prensas de Corte, identificados como itens cortadas, e do subsetor de Prensas de Conformação, identificados como itens em elaboração, com as respectivas referências, descrições e consumos médios mensais, referente ao ano de 2020.

Quadro 3 - Consumo médio mensal itens cortados

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	CONSUMO MÉDIO MENSAL (peças)
020010.1	Lâmina garfo Piemonte 20010 cortada	73.354
020020.1	Lâmina colher Piemonte 20020 cortada	82.627
050010.1	Lâmina garfo mesa Verão cortada	109.773
050020.1	Lâmina colher mesa Verão cortada	439.315
050030	Lâmina colher sobremesa Verão cortada	17.803
050034/35	Lâmina faca Verão cortada	56.850
050040	Lâmina colher café Verão cortada	8.016
050045.1	Lâmina colher chá Verão cortada	79.812
050046.3	Lâmina garfo salada Verão cortada	4.430
050050	Lâmina garfo sobremesa Verão cortada	7.959
050055	Lâmina colher suco Verão cortada	9.944
050060	Lâmina pegador de massa Verão cortada	1.391
050070	Lâmina colher arroz Verão cortada	27.507
060010.1	Lâmina garfo mesa Primavera 60010 cortada	508.045
060020.1	Lâmina colher mesa Primavera 60020 cortada	516.738
060035	Lâmina faca Primavera 60035	503.954
060040.1	Lâmina colher de café Primavera 60040 cortada	237.387
080010.1	Lâmina garfo mesa Elegance 80010 cortada	89.035
080020.1	Lâmina colher mesa Elegance 80020 cortada	242.425
400072	Lâmina colher sobremesa Primavera cortada	2.574
400170	Lâmina garfo sobremesa Primavera cortada	42.198
400169	Lâmina colher de chá Primavera cortada	109.067
410010.1	Lâmina garfo mesa Una cortada	124.915

Fonte: Autor (2021).

Quadro 4 - Consumo médio mensal itens cortados

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	CONSUMO MÉDIO MENSAL (peças)
020010	Lâmina garfo Piemonte 20010 conformada	68.254
020020	Lâmina colher Piemonte 20020 conformada	72.555
050010.2	Lâmina garfo mesa Verão conformada	101.533
050020	Lâmina colher mesa Verão conformada	444.135
050030.2	Lâmina colher sobremesa Verão conformada	17.415
050040.2	Lâmina colher café Verão conformada	7.932
050045.2	Lâmina colher chá Verão conformada	85.506
050046.2	Lâmina garfo salada Verão conformada	3.300
050050.2	Lâmina garfo sobremesa Verão conformada	2.300
050055.2	Lâmina colher suco Verão conformada	7.920
050060.2	Lâmina pegador de massa Verão conformada	1.367
050070.2	Lâmina colher arroz Verão conformada	27.089
060010	Lâmina garfo mesa Primavera 60010 conformada	480.603
060020	Lâmina colher mesa Primavera 60020 conformada	505.092
060040	Lâmina colher de café Primavera 60040 conformada	226.260
080010	Lâmina garfo mesa Elegance 80010 conformada	96.606
080020	Lâmina colher mesa Elegance 80020 conformada	235.539
400333	Lâmina colher sobremesa Primavera conformada	14.537
400416	Lâmina garfo sobremesa Primavera conformada	37.788
400883	Lâmina colher de chá Primavera conformada	105.411
410010.2	Lâmina garfo mesa Una conformada	101.327

Fonte: Autor (2021).

Os valores de consumo médio mensal apresentados nos quadros acima, foram utilizados de maneira direta à fórmula do LEP, como correspondentes da variável demanda (D).

#### 4.2.1.2 Custo de *setup*

Para o cálculo do custo de *setup*, foram exigidas informações como o custo minuto dos subsetores de Prensas de Corte e Conformação, bem como do tempo médio mensal de *setups*, de ambos os setores, referentes ao ano de 2020. O custo minuto dos subsetores de Prensas de Corte e Conformação foram levantados em conjunto com o setor de Custos, obtidos através das fichas de custo dos itens, onde foram levados em consideração os custos de mão de obra e gastos gerais de fabricação, ou GGF, calculados em R\$/minuto, que por sua vez, quando somados, dão origem ao custo minuto do subsetor em questão. A Figura 15 apresenta os valores referentes aos custos de mão de obra e GGF dos subsetores de Prensas de Corte e Conformação, respectivamente.

Figura 15 - Custo minuto subsetores de Prensas de Corte e Conformação

<b>CUSTO MINUTO SUBSETOR PRENSAS DE CORTE</b>	
Mão de Obra R\$/min	R\$ 0,51
GGF R\$/min	R\$ 1,13
<b>TOTAL R\$/min</b>	<b>R\$ 1,64</b>
<b>CUSTO MINUTO SUBSETOR PRENSAS DE CONFORMAÇÃO</b>	
Mão de Obra R\$/min	R\$ 0,43
GGF R\$/min	R\$ 0,49
<b>TOTAL R\$/min</b>	<b>R\$ 0,92</b>

Fonte: Autor (2021)

Após levantados os valores do custo minuto, necessitou-se encontrar a variável de tempo médio de *setup* de ambos os subsetores, ainda considerando o ano de 2020. Sendo assim, através das planilhas de controle de produção, onde são apontados os tempos destinados aos *setups* dos equipamentos, foram analisados e somados os tempos referentes à *setups* de todos os equipamentos de corte e conformação, resultando nos tempos médios mensais de *setups* apresentados na Figura 16.

Por fim, para calcular o valor custo médio de *setup* mensal, o qual será utilizado na fórmula do LEP, uma vez calculados o custo minuto e os tempos médios mensais destinados aos *setups* destinados aos subsetores em estudo, basta uma multiplicação simples entre os valores do custo minuto e a média de minutos mensais destinados aos *setups* dos equipamentos de corte e conformação. A Figura 17 apresenta o resultado do custo médio mensal de *setups* dos subsetores em estudo. Vale ressaltar que, para o cálculo do LEP, considerou-se fixo o valor

de custo médio mensal de *setups*, em virtude de não haver padronização nos tempos de *setups*, visto que podem ocorrer manutenções não programadas ou falhas no decorrer do procedimento, impossibilitando tempos padronizados.

Figura 16 - Tempos médios mensais de *setups*, referentes ao ano de 2020

<b>TEMPO MÉDIO MENSAL DE SETUPS PRENSAS DE CORTE</b>	
Tempo médio por <i>setup</i> (min)	103,20
Quantidade média mensal de <i>setups</i>	37
<b>Tempo médio mensal de <i>setups</i> (min)</b>	<b>3766,8</b>
<b>TEMPO MÉDIO MENSAL DE SETUPS PRENSAS DE CONFORMAÇÃO</b>	
Tempo médio por <i>setup</i> (min)	73,20
Quantidade média mensal de <i>setups</i>	9
<b>Tempo médio mensal de <i>setups</i> (min)</b>	<b>658,8</b>

Fonte: Autor (2021).

Figura 17 - Custo médio mensal de *setup*, referentes ao ano de 2020

<b>CUSTO MÉDIO MENSAL DE SETUP PRENSAS DE CORTE</b>	
Custo Minuto (R\$/min)	R\$ 1,64
Tempo médio mensal de <i>setups</i> (min)	3766,8
<b>Custo médio mensal de <i>setup</i> (R\$)</b>	<b>R\$ 6.169,23</b>
<b>CUSTO MÉDIO MENSAL DE SETUP PRENSAS DE CONFORMAÇÃO</b>	
Custo Minuto (R\$/min)	R\$ 0,92
Tempo médio mensal de <i>setups</i> (min)	658,8
<b>Custo médio mensal de <i>setup</i> (R\$)</b>	<b>R\$ 602,80</b>

Fonte: Autor (2021).

#### 4.2.1.3 Custo de fabricação

No que se refere aos custos de fabricação dos itens selecionados para análise, os valores foram obtidos através de um relatório gerado no ERP da empresa em estudo. O relatório ofereceu informações como referência, descrição dos itens e o custo unitário dos produtos, sendo este custo unitário o mesmo presente nas fichas de custo dos produtos, de forma a considerar o valor de matéria prima, GGF e valor do processamento. Os Quadros 5 e 6 apresentam os custos unitários dos itens de corte e conformação, respectivamente, selecionados para análise do LEP. Vale ressaltar que, assim como os valores da demanda e, diferentemente do custo de *setup*, o custo de fabricação varia de item para item, uma vez que o consumo de matéria prima varia entre um item e outro, além disso, os valores do custo de fabricação obtidos são utilizados de forma direta na fórmula do LEP, sem necessidade de adição de informações complementares.

Quadro 5 - Custo unitário dos itens cortados

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO
020010.1	Lâmina garfo Piemonte 20010 cortada	R\$ 0,21
020020.1	Lâmina colher Piemonte 20020 cortada	R\$ 0,29
050010.1	Lâmina garfo mesa Verão cortada	R\$ 0,31
050020.1	Lâmina colher mesa Verão cortada	R\$ 0,33
050030	Lâmina colher sobremesa Verão cortada	R\$ 0,29
050034/35	Lâmina faca Verão cortada	R\$ 0,41
050040	Lâmina colher café Verão cortada	R\$ 0,08
050045.1	Lâmina colher chá Verão cortada	R\$ 0,12
050046.3	Lâmina garfo salada Verão cortada	R\$ 0,54
050050	Lâmina garfo sobremesa Verão cortada	R\$ 0,24
050055	Lâmina colher suco Verão cortada	R\$ 0,24
050060	Lâmina pegador de massa Verão cortada	R\$ 1,68
050070	Lâmina colher arroz Verão cortada	R\$ 0,54
060010.1	Lâmina garfo mesa Primavera 60010 cortada	R\$ 0,11
060020.1	Lâmina colher mesa Primavera 60020 cortada	R\$ 0,12
060035	Lâmina faca Primavera 60035	R\$ 0,15
060040.1	Lâmina colher de café Primavera 60040 cortada	R\$ 0,07
080010.1	Lâmina garfo mesa Elegance 80010 cortada	R\$ 0,17
080020.1	Lâmina colher mesa Elegance 80020 cortada	R\$ 0,22
400072	Lâmina colher sobremesa Primavera cortada	R\$ 0,13
400170	Lâmina garfo sobremesa Primavera cortada	R\$ 0,13
400169	Lâmina colher de chá Primavera cortada	R\$ 0,10
410010.1	Lâmina garfo mesa Una cortada	R\$ 0,20

Fonte: Autor (2021).

Quadro 6 - Custo unitário dos itens cortadas

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO
020010	Lâmina garfo Piemonte 20010 conformada	R\$ 0,257
020020	Lâmina colher Piemonte 20020 conformada	R\$ 0,33
050010.2	Lâmina garfo mesa Verão conformada	R\$ 0,42
050020	Lâmina colher mesa Verão conformada	R\$ 0,37
050030.2	Lâmina colher sobremesa Verão conformada	R\$ 0,37
050040.2	Lâmina colher café Verão conformada	R\$ 0,16
050045.2	Lâmina colher chá Verão conformada	R\$ 0,19
050046.2	Lâmina garfo salada Verão conformada	R\$ 0,68
050050.2	Lâmina garfo sobremesa Verão conformada	R\$ 0,32
050055.2	Lâmina colher suco Verão conformada	R\$ 0,31
050060.2	Lâmina pegador de massa Verão conformada	R\$ 2,03
050070.2	Lâmina colher arroz Verão conformada	R\$ 0,67
060010	Lâmina garfo mesa Primavera 60010 conformada	R\$ 0,14
060020	Lâmina colher mesa Primavera 60020 conformada	R\$ 0,16
060040	Lâmina colher de café Primavera 60040 conformada	R\$ 0,13
080010	Lâmina garfo mesa Elegance 80010 conformada	R\$ 0,22
080020	Lâmina colher mesa Elegance 80020 conformada	R\$ 0,26
400333	Lâmina colher sobremesa Primavera conformada	R\$ 0,19
400416	Lâmina garfo sobremesa Primavera conformada	R\$ 0,21
400883	Lâmina colher de chá Primavera conformada	R\$ 0,16
410010.2	Lâmina garfo mesa Una conformada	R\$ 0,24

Fonte: Autor (2021).

#### 4.2.1.4 Taxa de armazenamento

O cálculo da taxa de armazenamento, diferentemente das outras variáveis da fórmula do LEP, é calculado com base em quatro sub variáveis que, quando somadas, dão origem ao valor da taxa de armazenamento. Estas sub variáveis são identificadas como Ia, Ib, Ic e Id, as quais representam, respectivamente, as taxas de retorno de capital, armazenamento físico, seguro e diversas.

##### 4.2.1.4.1 Retorno de capital – Ia

A taxa de retorno de capital, Ia, é calculada através da divisão entre lucro médio mensal de cada um dos itens e o valor médio mensal do fechamento do estoque ao qual o referido item pertence. A Equação 1 ilustra o cálculo do retorno de capital.

$$Ia = \frac{\text{Lucro médio mensal}}{\text{Valor médio mensal do estoque}} \quad (1)$$

Para tanto, o valor do lucro médio mensal foi obtido através da aplicação do valor do *Markup* sobre o custo unitário do item, uma vez que os itens correspondem a itens intermediários, e não itens de venda, portanto, não apresentam lucro real. Além disso, os valores médios dos estoques aos quais os itens pertencem, foram obtidos através de um relatório do ERP da empresa em estudo.

##### 4.2.1.4.2 Taxa de armazenamento físico – Ib

A taxa de armazenamento físico, Ib, é calculada através de uma relação entre área ocupada por cada item no estoque, o valor mensal do m<sup>2</sup> de armazenamento, o consumo médio mensal e o preço unitário dos itens de análise.

Para calcular a área ocupada para cada item nos estoques intermediários, foi realizada a relação entre a quantidade de *pallets* necessária para armazenar a quantidade correspondente ao lote mínimo dos itens analisados. Sendo assim, após realizados os cálculos e, levando em consideração as dimensões padrões dos *pallets* utilizados pela empresa, obteve-se a área necessária para armazenamento de cada item no estoque intermediário.

O valor mensal do m<sup>2</sup> de armazenamento foi calculado com base no valor médio de quatro despesas da empresa, sendo elas depreciação total, IPTU, despesas com manutenções de

máquinas e despesas com manutenções de prédio. Sendo assim, o somatório destes valores divididos pela metragem total da empresa, dão origem ao valor médio do m<sup>2</sup>.

Para os valores de consumo médio mensal e preço unitário, ambos foram obtidos através de relatórios do ERP da empresa. Equação 2 ilustra o cálculo da taxa de armazenamento físico. Vale ressaltar que, assim como a taxa Ia, a taxa Ib varia de item para item, em virtude da variação de item para item da área ocupada pelo item, consumo médio mensal e preço unitário.

$$Ib = \frac{\text{Área ocupada pelo item no estoque} \times \text{valor médio anual do m}^2}{\text{Consumo médio mensal do item} \times \text{preço unitário do item}} \quad (2)$$

#### 4.2.1.4.3 Taxa de seguro - Ic

O valor da taxa de seguro, Ic, diferentemente dos valores de Ia e Ib, é um valor fixo para os itens pertencentes do mesmo estoque de armazenamento. Isso deve-se ao fato de que, para o cálculo desta taxa, levou-se em consideração apenas o valor médio mensal gasto com o seguro do pavilhão, estoques e equipamentos, obtidos em conjunto com o setor de Contabilidade da empresa, além do valor médio mensal de fechamento de cada um dos depósitos, peças cortadas e peças conformadas, obtidos através de relatórios do ERP. A Equação 3 ilustra o cálculo da taxa Ic.

$$Ic = \frac{\text{Valor do seguro do pavilhão, estoques e equipamentos}}{\text{Valor médio mensal do estoque}} \quad (3)$$

#### 4.2.1.4.4 Taxas diversas – Id

As taxas diversas, Id, faz alusão aos gastos gerais mensais como telefone, água, viagens, correios e materiais auxiliares, todos levantados em conjunto com o setor de Contabilidade da empresa. Estes gastos mensais somados, divididos pelo valor médio mensal dos respectivos estoques de peças cortadas e conformadas, levantados através de relatórios do ERP, dão origem ao valor das taxas diversas, Id. A Equação 4 ilustra o cálculo da taxa Id. Vale ressaltar que, assim como a taxa Ic, a taxa Id também é uma taxa fixa entre os itens pertencentes ao mesmo estoque de armazenamento.

$$Id = \frac{\text{Gastos diversos (água, telefone, viagens...)}}{\text{Valor médio mensal do estoque}} \quad (4)$$

#### 4.2.1.4.5 Cálculo da taxa de armazenagem – *i*

Uma vez calculadas as variáveis *Ia*, *Ib*, *Ic* e *Id*, agrupou-se todos os valores em uma mesma planilha, a qual está disponibilizada no Apêndice C, somou-se todos os valores e, assim, encontrou-se o valor da taxa de armazenamento, ou taxa *i*, a qual foi utilizada no cálculo do LEP. A Equação 5 ilustra o cálculo da taxa de armazenagem *i*.

$$i = Ia + Ib + Ic + Id \quad (5)$$

#### 4.2.1.5 Cálculo do LEP

Após serem calculadas todas as variáveis necessárias para o cálculo do LEP, os valores foram agrupados em uma planilha do Excel, onde a fórmula do LEP foi aplicada. Os resultados do LEP, em quantidade mensais, para os itens do subsetor de Prensas de Corte e Conformação são apresentados, respectivamente, nos Quadros 7 e 8, bem como, de forma detalhada, nos Apêndices D e E.

Quadro 7 - Resultados cálculo LEP para o subsetor de Prensas de Corte

ITEM	DESCRIÇÃO	LEP (peças)
020010.1	Lâmina garfo Piemonte 20010 cortada	291.461
020020.1	Lâmina colher Piemonte 20020 cortada	240.179
050010.1	Lâmina garfo mesa Verão cortada	239.946
050020.1	Lâmina colher mesa Verão cortada	265.422
050030	Lâmina colher sobremesa Verão cortada	147.504
050034/35	Lâmina faca Verão cortada	167.411
050040	Lâmina colher café Verão cortada	187.797
050045.1	Lâmina colher chá Verão cortada	437.746
050046.3	Lâmina garfo salada Verão cortada	55.096
050050	Lâmina garfo sobremesa Verão cortada	113.464
050055	Lâmina colher suco Verão cortada	128.893
050060	Lâmina pegador de massa Verão cortada	18.053
050070	Lâmina colher arroz Verão cortada	114.391
060010.1	Lâmina garfo mesa Primavera 60010 cortada	740.284
060020.1	Lâmina colher mesa Primavera 60020 cortada	656.182
060035	Lâmina faca Primavera 60035	550.091
060040.1	Lâmina colher de café Primavera 60040 cortada	907.320
080010.1	Lâmina garfo mesa Elegance 80010 cortada	361.853
080020.1	Lâmina colher mesa Elegance 80020 cortada	362.283
400072	Lâmina colher sobremesa Primavera cortada	78.759
400170	Lâmina garfo sobremesa Primavera cortada	332.523
400169	Lâmina colher de chá Primavera cortada	550.776
410010.1	Lâmina garfo mesa Una cortada	355.986

Fonte: Autor (2021).

Quadro 8 - Resultados cálculo LEP para o subsetor de Prensas de Conformação

ITEM	DESCRIÇÃO	LEP (peças)
020010	Lâmina garfo Piemonte 20010 conformada	66.255
020020	Lâmina colher Piemonte 20020 conformada	55.580
050010.2	Lâmina garfo mesa Verão conformada	49.065
050020	Lâmina colher mesa Verão conformada	62.949
050030.2	Lâmina colher sobremesa Verão conformada	33.765
050040.2	Lâmina colher café Verão conformada	38.368
050045.2	Lâmina colher chá Verão conformada	86.473
050046.2	Lâmina garfo salada Verão conformada	11.761
050050.2	Lâmina garfo sobremesa Verão conformada	14.642
050055.2	Lâmina colher suco Verão conformada	26.965
050060.2	Lâmina pegador de massa Verão conformada	4.317
050070.2	Lâmina colher arroz Verão conformada	25.634
060010	Lâmina garfo mesa Primavera 60010 conformada	149.905
060020	Lâmina colher mesa Primavera 60020 conformada	136.522
060040	Lâmina colher de café Primavera 60040 conformada	148.368
080010	Lâmina garfo mesa Elegance 80010 conformada	82.425
080020	Lâmina colher mesa Elegance 80020 conformada	81.894
400333	Lâmina colher sobremesa Primavera conformada	45.757
400416	Lâmina garfo sobremesa Primavera conformada	63.655
400883	Lâmina colher de chá Primavera conformada	106.162
410010.2	Lâmina garfo mesa Una conformada	76.760

Fonte: Autor (2021).

Como forma de validar dos resultados obtidos com o cálculo do LEP, calculou-se os custos de guarda e custo de fabricação, representados nas Equações 6 e 7, os quais devem ser iguais ou muito parecidos, e foi o que aconteceu. Além disso, comparou-se os custos de guarda e fabricação do lote econômico, com os custos correspondentes do lote mínimo parametrizado no sistema no cenário atual, tornando possível a visualização do percentual de redução caso o LEP seja adotado como substituto do lote mínimo. Os resultados dos custos calculados, tanto do LEP, quanto do lote mínimo, bem como a comparação entre eles e o percentual de redução projetado com a utilização do LEP, são apresentados nos Apêndices F e G.

Pode-se analisar que, através da utilização dos LEP como parâmetro regulador dos lotes de produção, quando comparado ao lote mínimo dos itens cadastrados no cenário atual, pode-se observar, para os itens do subsetor de Prensas de Corte, um percentual de redução média de custo total de 49,19%, podendo chegar, em alguns itens, a reduções acima de 79%. Já para os itens do subsetor de Prensas de Conformação, o percentual médio de redução de custo total foi de 72,51%, sendo possível encontrar valores de até 96,60% de redução de custos. Sendo assim, valida-se a proposta de redução de custos para ambos os subsetores.

$$\text{Custo de Guarda} = \text{taxa de armazenamento} \times \text{custo unitário} \times \left(\frac{LEP}{2}\right) \quad (6)$$

$$\text{Custo de Fabricação} = \frac{\text{Custo de setup} \times \text{demanda}}{\text{LEP}} \quad (7)$$

#### 4.2.2 Identificação visual de estoques intermediários

Para a fase de implementação da identificação visual do sistema *kanban*, definiu-se, em conjunto com a gerência industrial, a utilização dos resultados do LEP como parâmetro dimensionador dos estoques intermediários. Sendo assim, o *status* de coloração verde será considerado quando estiver disponível a quantidade correspondente a dois lotes econômicos. Além disso, para o *status* de coloração amarela, será considerado quando a quantidade de estoques for correspondente a um lote econômico e, por fim, para a coloração vermelha, será considerado a quantidade abaixo de um lote econômico, indicando reposição. A aplicação efetiva da identificação será uma proposta futura para empresa, apesar de já estar pré-definida.

#### 4.3 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF)

No que diz respeito à implementação dos conceitos de Troca Rápida de Ferramenta, ou apenas TRF, levou-se em consideração as práticas consideradas fundamentais para uma aplicação de sucesso da ferramenta, as quais contemplam análise e documentação da situação atual do *setup*, distinção entre *setups* internos e externos, conversão de *setups* internos em externos, preparação dos equipamentos para a mudança nas ações realizadas e a prática do novo modelo adotado.

##### 4.3.1 Análise e documentação da situação atual do *setup* e distinção entre *setups*

Na primeira etapa, foram observados, analisados, cronometrados e documentados dez *setups* aleatórios, com objetivo de melhor conhecer a rotina de troca realizada pelos operadores, de forma a buscar pontos de melhoria, bem como cronometrou-se cada ação realizada durante o *setup*. O procedimento de troca de ferramenta foi dividido em treze etapas principais, as quais englobam o tempo desde a última peça boa produzida do lote atual, até a primeira peça boa do lote subsequente, além disso, cada ação foi classificada como *setup* interno ou *setup* externo, bem como distinguidas entre elementos de troca, ajuste, manutenção, movimentação ou outros. O Quadro 9 apresenta as treze etapas do *setup*, classificadas conforme procedimento prático de troca de ferramenta, bem como a respectiva classificação e a distinção entre elementos. O Quadro 10 apresenta o tempo de cada um dos *setups* analisados, bem como a média dos tempos

cronometrados. Além disso, a Figura 18 apresenta o percentual correspondente de tempo ocupado por de cada ação abrangida pelo modelo de *setup* atual.

Quadro 9 - Ações e classificações do modelo de *setup* atual

<b>AÇÃO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>ELEMENTO</b>
1 - Retirada da fixação da matriz atual	<i>Setup</i> Interno	Troca
2 - Limpeza superficial da matriz	<i>Setup</i> Interno	Manutenção
3 - Retirada da matriz do equipamento	<i>Setup</i> Interno	Movimentação
4 - Limpeza da mesa do equipamento	<i>Setup</i> Interno	Manutenção
5 - Preparação da nova matriz	<i>Setup</i> Interno	Manutenção
6 - Condução da nova matriz ao equipamento	<i>Setup</i> Interno	Movimentação
7 - Centralização da matriz à mesa do equipamento	<i>Setup</i> Interno	Ajuste
8 - Fixação da matriz ao equipamento	<i>Setup</i> Interno	Troca
9 - Tempo de espera por empilhadeira	<i>Setup</i> Interno	Outros
10 - Abastecimento da MP	<i>Setup</i> Interno	Troca
11 - Regulagem do passo	<i>Setup</i> Interno	Ajuste
12 - Regulagem do curso de operação	<i>Setup</i> Interno	Ajuste
13 – Regulagens finais para operação	<i>Setup</i> Interno	Ajuste

Fonte: Autor (2021).

Através informações apresentadas no Quadro 9, é importante ressaltar que, no modelo de *setup* atual, todas as ações de troca de ferramenta foram realizadas com o equipamento parado. Isso deve-se ao fato de que era o operador o responsável por todos os passos abrangidos pelo *setup*, sendo assim, é inviável que o mesmo realize ações do *setup* ao mesmo tempo em que opera o equipamento, visto que o operador deve ter atenção total à máquina para prevenção de peças defeituosas ou problemas com a ferramentaria.

Quadro 10 - Análise de tempos de *setup* do modelo atual

<b>Setup</b>	<b>Tempo Cronometrado (minutos)</b>
1	110,58
2	68,96
3	90,74
4	115,51
5	86,33
6	94,36
7	129,7
8	81,42
9	140,22
10	57,97
<b>Tempo Médio</b>	<b>97,579 (1h e 37 minutos)</b>

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar o Quadro 10 nota-se, que o modelo atual dos *setups* leva, em média, 97 minutos para ser concluído, ou seja, levando em consideração que o tempo minuto do subsetor de Prensas de Corte é de R\$ 1,64, portanto, são gastos, em média, R\$160,029 em um intervalo de tempo em que a máquina não está produzindo. Além disso, deve-se considerar que, pelo fato de haver alguém filmando e cronometrando o procedimento de troca de ferramenta, a tendência é de que os operadores realizem o procedimento de maneira mais rápida.

Figura 18 - Percentual de tempo ocupado por cada ação do *setup*



Fonte: Autor (2021).

Observa-se, através da Figura 18, que ações de número 5, 7 e 9 representam, respectivamente, 7,35%, 19,76% e 29,36% do tempo total do *setup*, totalizando 56,47%. Deste modo, buscou-se atacar os pontos que representam maior percentual de tempo ocupado para analisar e propor melhorias ao modo de realização do procedimento.

Com objetivo de auxiliar nas demandas levantadas através das análises do procedimento de troca de ferramenta, juntamente com demandas exigidas de organização e limpeza, escolheu-se o operador com mais tempo de serviço no setor, além de maior experiência com máquinas e matrizes de corte, para desempenhar o papel de operador regulador e ser responsável pelo *preset* de ferramentas de corte, ou seja, realizar a preparação e organização das ferramentas de maneira externa ao trabalho do equipamento, de forma que, com base no sequenciamento de produção, deixe as matrizes subsequentes aptas à operação, além de ser responsável por realizar o primeiro atendimento em caso de paradas de máquina, até mesmo em necessidades de pequenas manutenções, e por realizar a limpeza e organização do setor, quando disponível. Todavia, com a efetivação do operador regulador na nova função, foi

realizada a contratação e capacitação de um novo operador de prensas de corte, para ser responsável pela operação do equipamento.

#### 4.3.2 Transformação de *setups* internos em *setups* externos e preparação de equipamentos para implementação de mudanças de cultura

A partir da designação de um responsável pelo *preset* de matrizes, tornou-se possível as transformações de *setups* internos para *setups* externos. Sendo assim, foi desenvolvido, em conjunto com a gerência industrial, um procedimento interno para a realização dos *setups* do subsetor de Prensas de Corte, o qual determina e esclarece quais as ações do operador do equipamento e do operador regulador no procedimento de troca de ferramenta. O procedimento interno é apresentado no Apêndice H. Além disso, com a consolidação e treinamento dos operadores, tornou-se possível a transformações de *setups* internos para *setups* externos. O Quadro 11 apresenta uma comparação entre as ações abrangidas pelo procedimento de *setup*, quanto à classificação entre interna e externa, antes e depois da criação do procedimento de troca de ferramenta.

Quadro 11 - Comparação quanto a classificação de *setups* antes e depois da criação do procedimento interno de troca de ferramentas

AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO ANTES	CLASSIFICAÇÃO DEPOIS
1 - Retirada da fixação da matriz atual	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
2 - Limpeza superficial da matriz	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
3 - Retirada da matriz do equipamento	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
4 - Limpeza da mesa do equipamento	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
5 - Preparação da nova matriz	<i>Setup</i> Interno	<b><i>Setup Externo</i></b>
6 - Condução da nova matriz ao equipamento	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
7 - Centralização da matriz à mesa do equipamento	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
8 - Fixação da matriz ao equipamento	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
9 - Tempo de espera por empilhadeira	<i>Setup</i> Interno	<b><i>Setup Externo</i></b>
10 - Abastecimento da MP	<i>Setup</i> Interno	<b><i>Setup Externo</i></b>
11 - Regulagem do passo	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
12 - Regulagem do curso de operação	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno
13 – Regulagens finais para operação	<i>Setup</i> Interno	<i>Setup</i> Interno

Fonte: Autor (2021)

Pode-se observar, quando comparados os Quadros 9 e 11, que as principais alterações que puderam ser realizadas com a presença do *preset* de ferramentas, foram as transformações das ações 5, 9 e 10, respectivamente “Preparação da nova matriz”, “Tempo de espera da empilhadeira” e “Abastecimento da MP”, de *setups* internos para *setups* externos. Isso tornou-se possível em virtude da responsabilização do operador regulador pela preparação prévia das ferramentas e abastecimento prévio da MP do lote subsequente do sequenciamento de produção. Sendo assim, possibilitou, em primeiro momento, a otimização de 42,9% do tempo total de *setup* para ações feitas de forma prévia, sem necessidade de interromper o trabalho do equipamento.

Vale ressaltar que, em conjunto com as demais ações, foram desenvolvidos internamente carrinhos de retirada de ferramentas, que objetivam única e exclusivamente facilitar a retirada da ferramenta do equipamento. Essa ação evitou a necessidade de ter que armazenar a matriz que estava em processo para poder levar a matriz subsequente ao equipamento. Ambos os carrinhos são apresentados na Figura 19.

Figura 19 - Carrinhos de colocação e retirada de matrizes



Fonte: Martinazzo (2021).

### 4.3.3 Implementação do modelo proposto

Tendo como base o procedimento interno de troca de ferramenta, foi colocado em prática o novo modelo de realização do *setup* das ferramentas e, novamente, foram analisados, cronometrados e documentados dez *setups* para verificar o resultado das alterações propostas,

bem como a média final dos tempos cronometrados. O Quadro 12 apresenta a relação dos *setups* com os respectivos tempos de duração e, ao final, a nova média dos dados.

Quadro 12 - Análise de tempos de *setup* do modelo proposto

<i>Setup</i>	Tempo Cronometrado (minutos)
1	14,88
2	23,78
3	25,33
4	27,60
5	39,96
6	19,98
7	25,98
8	31,23
9	24,96
10	37,83
<b>Tempo Médio</b>	<b>27,153 (27 minutos e 9 segundos)</b>

Fonte: Autor (2021).

Levando em consideração os dados apresentados no Quadro 12, fica evidenciada a redução dos tempos de troca de ferramenta no subsetor de Prensas de Corte, uma vez que, no modelo atual, o tempo médio de *setup* é de 97,579 minutos, enquanto no modelo proposto o tempo médio de *setup* é de 27,153 minutos. Desta forma, com as ações realizadas, desde a criação da função de operador regulador e a aplicação de conceitos abrangidos pela ferramenta TRF, conseguiu-se uma redução de 72,17% no tempo de *setup*. Além disso, levando em consideração que no ano de 2020, o tempo médio anual de *setups* foi de 752,34 horas, refletindo em um custo médio anual de R\$ 74.030,25, onde o equipamento não estava produzindo, projeta-se, caso seja mantido o cenário de tempo médio de *setup* do modelo proposto, a redução de 542,96 horas no tempo anual de *setups*, o que resultará, portanto, na otimização de R\$ 53.427,26, que antes eram gastos em tempo não produtivo do equipamento, em um período onde o equipamento estará produzindo os produtos da empresa, o que resultará em um incremento na capacidade produtiva anual, considerando que o setor produz, em média, 478 peças por minuto, de 15.572.093 peças.

É importante destacar que, constatou-se aumento na eficiência diária e na disponibilidade dos equipamentos do subsetor de Prensas de Corte após a criação da função de operador regulador, em função de o mesmo realizar o primeiro atendimento imediato em caso de paradas de máquina para ajustes ou defeitos, de forma a auxiliar o operador do equipamento na solução do problema de maneira mais rápida. O Quadro 13 apresenta o comparativo, tanto da eficiência média diária, quanto da disponibilidade, antes e após a criação da função de operador regulador.

Quadro 13 - Comparativo de eficiência média diária e disponibilidade dos equipamentos antes e após a criação da função de operador regulador

<b>COMPARATIVO</b>	<b>junho 2020 – janeiro 2021</b>	<b>fevereiro – março 2021</b>
<b>Eficiência média diária</b>	65,85%	74,89%
<b>Disponibilidade média dos equipamentos</b>	77,5%	84,4%

Fonte: Autor (2021).

Percebe-se, ao analisar os dados do Quadro 13, um aumento de 9,04% na eficiência média diária do subsetor de Prensas de Corte, enquanto a disponibilidade aumentou 6,90%. Portanto, pode-se afirmar que, após a criação da função de *preset*, além de otimizar dados referentes ao *setup* dos equipamentos, houve ganhos na eficiência média diária e no tempo em que as máquinas estiveram disponíveis para a operação, em virtude dos menores tempos de manutenção e ajustes.

#### 4.4 GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO (GPT)

O trabalho envolvendo a gestão dos postos de trabalho (GPT) foi baseado em cinco pilares principais de aplicação, a implementação de instruções de trabalho padrão, organização das ferramentas manuais e matrizes de conformação, a reativação da planilha de cálculo do IROG, implementação de planos de ação de melhorias baseados nos resultados semanais do IROG e a colocação de quadros de gestão a vista.

##### 4.4.1 Instrução de trabalho padrão

As instruções de trabalho padrão para os equipamentos dos subsetores de Prensas de Corte e Prensas de Conformação foram criadas com intuito de padronizar o modo de trabalho de cada operador ao modo como a empresa, por meio do supervisor do setor e do gerente industrial, pensa ser o mais produtivo e correto para cada equipamento. O padrão estabelecido pela empresa demanda as instruções de retirada e ajustes de instalação de ferramentas de corte e conformação, abastecimento de matéria-prima, comandos de operação, controles de qualidade a serem realizados e o modo de apontamentos de quantidades produzidas, paradas de máquina e refugos gerados.

Para a elaboração das instruções de trabalho padrão, foram escolhidos os equipamentos os quais demandam maior quantidade de ajustes, ou seja, os equipamentos onde são realizadas trocas de ferramentas de forma frequente, sendo assim, foram elaboradas ITP para

prensas de 100 e 120 toneladas do subsetor de Prensas de Corte, e para os dois modelos de prensas hidráulicas, que correspondem à cinco equipamentos do subsetor de prensas de conformação. O Apêndice I demonstra um exemplo de instrução de trabalho elaborada para um dos equipamentos do subsetor de Prensas de Corte. A Figuras 20 ilustra uma instrução de trabalho padrão armazenada junto ao equipamento, de modo que fique disponível aos colaboradores.

Vale ressaltar que, assim que aprovadas, as ITP foram disponibilizadas aos colaboradores do setor e armazenadas junto aos equipamentos, de forma que estejam sempre à disposição dos operadores para quaisquer dúvidas.

Figura 20 - ITP no posto operativo do subsetor de Prensas de Conformação



Fonte: Martinazzo (2021).

#### 4.4.2 Organização de ferramentas manuais e matrizes de conformação

Outros pontos de melhoria importantes identificados em meio às análises diárias dos processos, os quais foram ressaltados pelos colaboradores, foi a grande quantidade de tempo desperdiçado em ajustes dos equipamentos, em função da falta de lugar de armazenagem identificado para ferramentas manuais, o que implicava na necessidade de procurar as ferramentas pelo setor ou deslocamentos ao setor de manutenção para buscar as ferramentas necessárias, e a distância do local de armazenamento de ferramentas de conformação, em relação ao local onde os equipamentos estão instalados, uma vez que as mesmas eram armazenadas juntamente com as ferramentas de corte, no subsetor de Prensas de Corte.

Como forma de solução ao primeiro problema citado, foram desenvolvidos organizadores de ferramentas, em conjunto com os colaboradores do setor. Foram levantadas as ferramentas manuais necessárias para o bom andamento das operações para, posteriormente, dimensionar o organizador de forma que o mesmo conseguisse comportar todas as ferramentas demandadas. A Figura 21 apresenta o organizador de ferramentas do subsetor de Prensas de Corte. Para resolver o segundo problema, a empresa disponibilizou a estrutura de uma prateleira de um armazém ocioso do setor de Expedição, apresentada na Figura 22, o qual tem capacidade de armazenar 700 kg por bancada. Sendo assim, a estante foi montada e fixada em um local pensado pela supervisão e gerência do setor, de maneira que armazene as matrizes de conformação mais próximas ao setor de Conformação, evitando maiores deslocamentos, agilizando o *setup* e proporcionando melhor organização das ferramentas de conformação, as quais se encontravam misturadas às matrizes de corte.

Figura 21 - Organizador de ferramentas manuais



Fonte: Martinazzo (2021).

Figura 22 - Estante de armazenamento de matrizes de conformação



Fonte: Martinazzo (2021).

#### 4.4.3 Reativação da planilha de IROG

A reativação das planilhas do cálculo do IROG passa por três pontos principais, sendo o primeiro a reciclagem dos operadores quanto ao modo como devem proceder os apontamentos de produção, principalmente em uma eventual parada do equipamento, e pela formalização de um funcionário responsável por transferir as informações apontadas nas fichas de controle de produção para as planilhas do cálculo do IROG.

A reciclagem dos operadores quanto aos procedimentos de apontamentos de produção foi de extrema importância, visto que, ao apontar de maneira incorreta, os resultados apresentados pelo cálculo do IROG poderiam ser distorcidos, de forma que interfeririam negativamente nos planos de ação de melhorias dos setores. Sendo assim, elaborou-se, em conjunto com a gerência industrial, um treinamento sobre o controle de produção, onde foram abordados assuntos como o modo como a apresentação dos indicadores que seriam calculados, as variáveis que interferem diretamente nos indicadores, o modo como os cálculos são realizados, os objetivos que a empresa busca com tais controles, a respectiva importância de apontar de forma correta o que acontece no decorrer dos dias em cada equipamento, bem como as metas esperadas para cada equipamento de cada subsetor. Além disso, foi importante ressaltar que a análise dos indicadores não tem o objetivo de achar os culpados para os resultados que não atinjam as metas propostas, mas sim buscar caminhos para que os resultados sejam alcançados. A ata do treinamento realizado com os operadores do subsetor de corte e conformação é apresentada na Figura 23.

Além da reciclagem de operadores, em uma reunião entre supervisores e gerência industrial, foi levantada a necessidade de uma pessoa responsável pelo abastecimento das informações contidas nas fichas de controle de produção, às planilhas do cálculo do IROG, em função da alta demanda dos funcionários do setor de PCP, os quais eram responsáveis pelo preenchimento e que acabavam deixando o abastecimento das planilhas como segundo plano. Relatou-se que, além da falta de preenchimento, existiam erros que poderiam comprometer a análise de resultados de cada setor, causados pelo baixo tempo que era destinado ao preenchimento das planilhas. Sendo assim, foi providenciada a contratação de um funcionário com dedicação exclusiva às planilhas do IROG, de forma que o mesmo garantisse o preenchimento diário, e correto, das respectivas planilhas de cada setor, facilitando a análise por parte dos supervisores de produção. Os Apêndices J e K apresentam, respectivamente, a planilha de cálculo do IROG, bem como os índices de Disponibilidade, *Performance* e Qualidade, que multiplicados fornecem o valor do IROG.

Figura 23 - Ata de treinamento de controle e apontamento de produção

MARTINAZZO		REGISTRO DE TREINAMENTO	
Descrição do Treinamento:		Procedimento de apontamentos e controle de produção	
Carga Horária:	01:00	Local:	Sala de Reuniões
Data:	21/01/2021	Horário:	13:30 - 14:30
Instrutor: Germano Luis Damiani			
Conteúdo do Treinamento			
- Funcionamento das planilhas de controle de produção			
- Modo padrão de apontamentos de produção			
- Consequências de apontamentos incorretos			
- Cálculo da Eficiência Operacional Global			
- Apontamentos de parada de máquina			
- Controle visual de peças			
NOME		ASSINATURA	
1	Adil Ismael dos Santos	<i>Adil Ismael dos Santos</i>	
2	Ana Lúcia Pereira de Andrade	<i>Ana Lúcia P. de Andrade</i>	
3	Carina Trevisol	<i>Carina Trevisol</i>	
4	Ivanete Regina Araldi dos Santos	<i>Ivanete Regina Araldi dos Santos</i>	
5	Ivo Camargo	<i>Ivo Camargo</i>	
6	José Benini	<i>José Benini</i>	
7	Roseli Dessbesell	<i>Roseli Dessbesell</i>	
8	Tainan Pilatti	<i>Tainan Pilatti</i>	
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Fonte: Martinazzo (2021).

#### 4.4.4 Implementação de planos de ação

Após validados os resultados obtidos através das reciclagens dos operadores e da responsabilização, em tempo integral, de um funcionário para o abastecimento das informações das fichas de controle de produção, foi sugerido à gerência industrial a discussão dos resultados semanais, com posterior elaboração de planos de ação para cada um dos setores da fábrica, com intuito de instigar melhorias contínuas de resultados, e não apenas a análise dos mesmos. Sendo assim, estipulou-se uma reunião semanal com os supervisores de cada um dos setores da empresa, onde são discutidos os resultados da semana, justificativas para eventuais paradas ou problemas que tenham acontecido e, por fim, pontos de melhoria, seguidos por um plano de ação, 5W2H, com prazos estipulados para cada ação. O Apêndice L mostra um exemplo de plano de ação.

#### 4.4.5 Quadros de gestão a vista

Por fim, como último pilar da aplicação da gestão dos postos de trabalho, desenvolveu-se um quadro de gestão a vista, localizado no subsetor de Prensas de Corte, o qual contém os

respectivos resultados semanais do respectivo subsetor, como total de peças produzidas, eficiência diária, tempo total de máquina parada, total de peças descartadas, IROG e comparações dos índices em relação ao mês anterior, além de algumas informações gerais da empresa, como índice de absenteísmo semanal, faturamento, percentual da meta de faturamento atingida. Por enquanto, a iniciativa do quadro de gestão a vista foi aplicada somente no subsetor de Prensas de Corte, porém, com a boa aceitação por parte dos colaboradores em saber a real condição do setor e da empresa, a empresa pretende colocar quadros de gestão a vista em todos os setores até o mês de junho. A Figura 24 mostra o quadro de gestão a vista do subsetor de Prensas de Corte. O Apêndice M apresenta o conjunto de gráficos disponibilizados para os colaboradores.

Figura 24 - Quadro de gestão a vista



Fonte: Martinazzo (2021).

#### 4.5 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO (*HEIJUNKA*)

Para a aplicação dos conceitos abordados pelo nivelamento de produção, ou *heijunka*, buscou-se calcular as quantidades necessárias para possibilitar o funcionamento integral da produção puxada, bem como o máximo faturamento possível, além de analisar a carga máquina dos equipamentos de corte e conformação, levando em consideração o indicador de eficiência operacional global média dos três primeiros meses do ano de 2021, como comparativo do que

seria possível fazer com 100% da capacidade e o que é realmente possível fazer, quando consideradas as eficiências reais dos equipamentos.

#### **4.5.1 Variáveis principais**

O cálculo da quantidade ótima de produção, ou seja, a que gera maior aproveitamento do tempo disponível de produção, bem como, a maior possibilidade de faturamento possível, necessita de quatro variáveis principais, as quais correspondem ao menor consumo mensal, maior consumo mensal, custo unitário de fabricação e a capacidade produtiva, em minutos, dos itens que fazem parte do cálculo. Os valores das variáveis necessárias para o cálculo do nivelamento de produção, estão disponíveis no Apêndice N.

É importante ressaltar que o cálculo do nivelamento de produção foi aplicado tanto para os itens produzidos no subsetor de Prensas de Corte, como aos itens produzidos no subsetor de Prensas de Conformação.

##### **4.5.1.1 Menor e maior consumo mensal**

Para chegar às variáveis de menor e maior consumo mensal, buscou-se um relatório no ERP utilizado pela empresa, o qual apresenta os menores consumos mensais dos itens dos subsetores em análise, referentes ao ano de 2020, visto o ano de 2020 possibilita um maior período de análise, quando comparado à 2021.

##### **4.5.1.2 Custo unitário de fabricação e capacidade produtiva**

Assim como para os valores de menor e maior consumo, o valor do custo unitário de fabricação foi encontrado através de um relatório do ERP utilizado pela empresa em estudo, o qual busca, nas fichas de custos, os valores do custo de fabricação dos itens selecionados para análise.

Já para os valores referentes às capacidades produtivas, buscou-se um relatório dos parâmetros de produção cadastrados para cada item de análise, o qual é atualizado constantemente pelo setor de Custos, que corresponde à capacidade produtiva horária de cada item. Sendo assim, após a obtenção do relatório, os valores das capacidades horárias foram divididos por 60, que faz relação à quantidade de minutos disponíveis em uma hora, para a obtenção da capacidade produtiva por minuto dos itens em análise.

## 4.5.2 Variáveis complementares

Além das variáveis principais, algumas variáveis complementares são necessárias para a obtenção dos resultados do nivelamento de produção. As variáveis complementares são originadas com base nas variáveis principais, ou seja, são frutos de relações matemáticas entre as variáveis principais. As variáveis complementares são a restrição de menor quantidade em minutos, restrição de maior quantidade em minutos e custo total por minuto. Os valores das variáveis complementares são apresentados no Apêndice O.

### 4.5.2.1 Restrições de menor e maior quantidade em minutos

As restrições de menor e maior quantidade em minutos, respectivamente RMeQ e RMaQ, fazem referência ao tempo necessário para produzir o menor e o maior consumo mensal do ano de 2020 dos itens em análise, ou seja, a divisão entre as variáveis de menor e maior consumo, e a variável de capacidade produtiva em minutos. As Equações 8 e 9 ilustram a forma de calcular ambas as variáveis.

$$RMeQ = \frac{\text{Menor consumo}}{\text{Capacidade produtiva}} \quad (8)$$

$$RMaQ = \frac{\text{Maior consumo}}{\text{Capacidade produtiva}} \quad (9)$$

### 4.5.2.2 Custo total por minuto

O custo total por minuto, CTM, por sua vez, faz relação ao custo total de produção dos itens, com base no intervalo de um minuto. Ou seja, faz relação entre as variáveis principais correspondentes ao custo unitário de fabricação e a capacidade produtiva por minuto dos itens. A Equação 10 ilustra a forma de calcular a variável.

$$CTM = \text{Custo unitário de fabricação} \times \text{Capacidade produtiva} \quad (10)$$

## 4.5.3 Cálculo do nivelamento de produção

Após encontradas as variáveis principais e complementares para o cálculo do nivelamento de produção, juntou-se todas as informações em uma mesma planilha do Excel

para que o cálculo pudesse ser realizado. Além disso, necessitou-se realizar a divisão dos itens por máquinas, as quais são responsáveis pela produção dos mesmos, como forma de calcular a carga máquina dos equipamentos. O Quadro 14 apresenta as divisões realizadas, bem como o número de máquinas que cada nível engloba e a quantidade de minutos disponíveis para trabalho dentro de um mês.

Quadro 14 - Relação de máquinas e tempo disponível mensal de produção

<b>Máquina</b>	<b>Número de máquinas</b>	<b>Tempo disponível mensal (min)</b>
Prensas de Corte	2	21.120
Prensa de Estampo Ompsa 1	1	10.560
Prensa de Estampo Ompsa 2	1	10.560
Prensa de Estampo Ompsa 3	1	10.560
Prensa de Estampo Ompsa 4	1	10.560
Prensa de Estampo Codenotti	1	10.560
Prensas de Estampo Sold	2	21.120
Prensas de Estampo Hidrodinâmica	3	31.680

Fonte: Autor (2021).

Vale ressaltar que, para os casos em que o número de máquinas é maior do que 1, refere-se ao fato de que as máquinas podem produzir os mesmos itens. Além disso, o tempo disponível considerado foi calculado com base no tempo de trabalho de apenas um turno, ou seja, 10.560 minutos por máquina no mês. Isso deve-se ao fato de que, posteriormente, será analisado o fator de necessidade de aumento de capacidade disponível para os equipamentos que não cumprem com as demandas dentro de um turno de trabalho.

Para a realização do cálculo do *mix* de produção responsável pela maior capacidade de faturamento, utilizou-se a modelagem matemática representada pela Figura 25, aplicada a função Solver do Excel. Nota-se que os valores representados pela variável “C”, correspondem ao custo unitário de cada item analisado. Já os valores representados pela variável “X”, correspondem aos itens analisados. As restrições representadas na imagem correspondem a:

- a) o somatório dos minutos destinados a produção de cada um dos itens terá que ser menor ou igual o total de minutos disponíveis dentro do mês para a respectiva máquina;
- b) os minutos destinados a produção de cada um dos itens deverá ser maior ou igual ao RMeQ do item;

- c) os minutos destinados a produção de cada um dos itens deverá ser menor ou igual ao RMaQ do item.

Figura 25 - Modelagem matemática da função objetivo da otimização de *mix*

$\text{Max } f: C1X1 + C2X2 + \dots + CnXn$ <p>Sujeito a:</p> $X1 \text{ a } Xn \geq RMeq$ $X1 \text{ a } Xn \leq RMaq$ $X1 + X2 + \dots + Xn \leq \text{tempo disponível no mês por equipamento}$
--

Fonte: Autor (2021).

A função objetivo se dá pela maximização do valor de faturamento, a fim de obter o maior valor possível. Os resultados obtidos na primeira simulação consideram a utilização de 100% do tempo disponível, são apresentados no Quadro 15.

Quadro 15 - Resultados da simulação com 100% da capacidade

<b>Máquina</b>	<b>Quantidade de minutos necessários para suprir a maior demanda</b>	<b>Quantidade ótima de minutos trabalhados</b>	<b>Valor de faturamento possível</b>
Prensas de Corte	19.210,35	19.210,38	R\$ 959.526,19
Prensa de Estampo Ompsa 1	13.161,50	10.560,00	R\$ 73.446,91
Prensa de Estampo Ompsa 2	13.832,40	10.560,00	R\$ 80.205,91
Prensa de Estampo Ompsa 3	10.265,70	10.265,70	R\$ 97.397,82
Prensa de Estampo Ompsa 4	8.325,90	8.325,91	R\$ 102.924,36
Prensa de Estampo Codenotti	9.241,20	9.241,20	R\$ 197.190,57
Prensas de Estampo Sold	25.805,4	21.120,00	R\$ 171.115,29
Prensas de Estampo Hidrodinâmica	17.232,65	17.232,65	R\$ 83.198,81
<b>TOTAL</b>	<b>117.075,10</b>	<b>97.274,64</b>	<b>R\$ 1.765.005,86</b>

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar o Quadro 15, nota-se que, para as prensas de estampo, ou conformação, Ompsa 1, Ompsa 2, Sold, foram utilizados 100% dos minutos disponíveis em um mês, porém, conforme a comparação realizada, a quantidade necessária de minutos para suprir a maior demanda mensal excede a quantidade de minutos disponíveis, trabalhando em um apenas um turno no mês. Sendo assim, constata-se que a maior demanda necessita de mais de 100% do

tempo disponível para ser suprida. Já para o restante dos equipamentos, ao analisar a quantidade ótima de minutos disponível sugerida, nota-se que foram necessários menos minutos do que a capacidade máxima do mês, de forma que permite-nos pensar que são máquinas que conseguem suprir a maior demanda mensal em somente um turno de trabalho, considerando 100% da utilização do tempo disponível.

Porém, sabe-se que os equipamentos dificilmente permanecem com 100% do tempo disponível para utilização, sendo assim, utilizou-se o valor médio, referente aos três primeiros meses do ano de 2021, do IROG de cada equipamento e aplicou-o ao tempo disponível total de cada equipamento, de forma a tornar mais próximo à realidade o total de minutos disponíveis para produção. O Quadro 16 apresenta a média do IROG de cada equipamento, bem como os resultados da simulação considerando a média do IROG no tempo disponível de produção de cada equipamento.

Quadro 16 - Resultados da simulação considerando a média do IROG

<b>Máquina</b>	<b>Média IROG</b>	<b>Quantidade ótima de minutos</b>	<b>Valor de faturamento possível</b>	<b>Valor faturado no mês de março de 2021</b>
Prensas de Corte	53,54%	11.307,65	R\$ 716.990,03	R\$ 458.746,98
Prensa de Estampo Ompsa 1	60,94%	6.434,74	R\$ 44.754,88	R\$ 34.341,73
Prensa de Estampo Ompsa 2	63,47%	6.701,90	R\$ 50.902,30	R\$ 41.073,54
Prensa de Estampo Ompsa 3	77,72%	8.207,23	R\$ 79.629,13	R\$ 56.492,88
Prensa de Estampo Ompsa 4	77,34%	8.166,57	R\$ 101.089,67	R\$ 93.968,32
Prensa de Estampo Codenotti	79,25%	8.368,80	R\$ 178.575,13	R\$ 107.104,88
Prensas de Estampo Sold	61,49%	12.985,63	R\$ 114.125,02	R\$ 73.392,28
Prensas de Estampo Hidrodinâmica	81,76%	17.232,65	R\$ 83.198,81	R\$ 76.724,41
<b>TOTAL</b>	-	<b>79.405,17</b>	<b>R\$ 1.369.264,97</b>	<b>R\$ 941.845,02</b>

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar os resultados obtidos no Quadro 16 com o cálculo do nivelamento de produção dos equipamentos, utilizando a média do IROG como parte do cálculo do tempo disponível, para os equipamentos que se referem à “Prensas de Corte”, nota-se que, quando comparada a quantidade ótima de minutos de produção sugerida pelo cálculo, ao RMaQ,

respectivamente 11.307,65 minutos e 19.210,4 minutos, a quantidade máxima de minutos sugeridos corresponde a 58,86% do total necessário para suprir a maior quantidade de demanda. Sendo assim, neste caso, justifica-se a implementação de um segundo turno de produção aos equipamentos, de forma que, mantendo o percentual do IROG relatado, a quantidade demandada seja suprida.

Para o equipamento “Prensa de Estampo Omposa 1”, assim como para os equipamentos citados no parágrafo acima, a quantidade ótima de minutos de produção sugerida pelo cálculo, 6.434,74 minutos, corresponde a 48,89% do tempo necessário para produção da quantidade demandada, 13.161,5 minutos. Neste caso, mesmo que o equipamento opere em dois turnos, mantendo o percentual de IROG, a quantidade de minutos necessárias para a produção da demanda mensal não seria atendida, restando ainda cumprir 5,55% da demanda. Sendo assim, além da necessidade de o equipamento operar em dois turnos de trabalho, ainda seriam necessárias horas extras para o cumprimento da quantidade demandada para o mês. O mesmo aplica-se para o equipamento “Prensa de Estampo Omposa 2”, que possibilita suprir apenas 48,45% da demanda, necessitando, assim, a operação em dois turnos e horas extras.

O equipamento “Prensa de Estampo Omposa 3”, cujo tempo ótimo de produção sugerido corresponde a 8.207,23 minutos e o tempo necessário para suprir a demanda corresponde a 10.265,7 minutos, possibilita suprir 79,94% da necessidade em um turno de trabalho, ainda requisitando o cumprimento de 2.058 minutos de produção para suprir 100% da demanda. Sendo assim, este caso deve ser analisado como possível ampliação para dois turnos de produção, porém, com possibilidade de intercalar o operador com outras necessidades durante um dos turnos de trabalho, uma vez que, em caso de operação integral do equipamento, a produção alcançaria 54,44% a mais do que o necessário para a demanda.

Para o equipamento “Prensa de Estampo Omposa 4”, diferentemente dos outros equipamentos “Omposa”, possibilita o suprimento de 98,08% da demanda em apenas um turno de trabalho, de forma que com 159 minutos, ou 2,65 horas extras, a demanda seja suprida, descartando a necessidade de ampliação de turno de trabalho. Além disso, os três equipamentos “Prensas de Estampo Hidrodinâmica” possibilitam suprir a demanda necessária para o mês em apenas 66,53% do tempo disponível em um turno de trabalho, ou seja, em 17.232,65 minutos, sendo que o tempo disponível para trabalho corresponde a 25.899,98 minutos. Este caso pode ser o complemento necessário ao equipamento “Prensa de Estampo Omposa 3”, o qual possibilita a divisão do tempo entre os dois equipamentos e ainda assim suprir 100% da demanda mensal para ambos os casos.

Os equipamentos “Prensas de Estampo Sold”, cujo tempo ótimo de produção sugerido pelo cálculo corresponde a 12.985,63 minutos e o tempo necessário para suprir a demanda corresponde a 25.805,37 minutos, possibilita suprir 50,32% da quantidade necessária. Sendo assim, com a ampliação de um para dois turnos de trabalho, a demanda será suprida com exatidão, em caso de mantimento dos percentuais de IROG apresentados.

Por fim, o equipamento “Prensa de Estampo Codenotti” possibilita o suprimento de 90,55% da quantidade demandada em apenas um turno de trabalho, de forma que, assim como no caso dos equipamentos “Prensas de Estampo Hidrodinâmica”, possibilita, com a ampliação de mais um turno de trabalho, a divisão do tempo disponível para os equipamentos mais sobrecarregados.

Nota-se que, com a ampliação de um para dois turnos de trabalho em seis dos doze equipamentos disponíveis, além da liberação de aproximadamente três horas extras, em caso previamente conhecido, o valor de faturamento possível aumentaria em R\$ 395.740,89, ou 28,90%, quando comparado ao cenário de apenas um turno de trabalho. Além disso, vale ressaltar que, em virtude do *layout* do subsetor analisado, para a operação dos seis equipamentos necessários no segundo turno de trabalho, seriam necessários apenas quatro trabalhadores, uma vez que é possível que um operador opera os equipamentos “Prensa de Estampo Omposa 1” e “Prensa de Estampo Omposa 2” simultaneamente, assim como os dois equipamentos das “Prensas de Estampo Sold”.

Por fim, nota-se que os valores obtidos no mês de março de 2021 correspondem, na sua totalidade, a 36% do valor de faturamento máximo possível, considerando as médias do IROG. Vale destacar que os valores mais baixos do que o máximo possível para os equipamentos, significam que a quantidade ótima de cada item produzido em cada equipamento não foi atendida, seja por superdimensionamento dos lotes de itens de menor valor, seja por paradas não programadas nos equipamentos, fazendo com que a disponibilidade seja mais baixa do que a média considerada no cálculo. Portanto, através da comparação entre os valores obtidos no mês de março, juntamente com as análises de potenciais melhorias para cada equipamento, evidencia-se a importância da utilização do nivelamento de produção para a obtenção de melhores resultados financeiros à empresa.

#### 4.6 CONTROLE DE QUALIDADE

No que se refere às aplicações dos conceitos de CQZD e *poka-yokes*, em conversa com a gerência industrial da empresa em estudo, chegou-se à conclusão que, em virtude da cultura

organizacional não contemplar análises contínuas de qualidade, bem como indicadores e ferramentas que auxiliam estas análises, a implementação de CQZD e *poka-yokes* seria um dificultador na construção e implementação de uma nova cultura da qualidade, uma vez que são conceitos mais complexos, de atividades de controle proativas, ou seja, que impedem a ocorrência de peças defeituosas ou erros de processo, e que exigem, ao menos, uma cultura de controle de qualidade previamente estabelecida e que possibilite o aperfeiçoamento à controles mais robustos.

Tendo isso como referência, como também o fato de a empresa não contar com controles formais de qualidade, desenvolveu-se um controle de qualidade básico, aplicado ao subsetor de Prensas de Corte, que instigue a preocupação cada vez maior, por parte dos colaboradores, com a qualidade do serviço e das peças que produzem, bem como a importância e consequências de produzir, ou não, da maneira correta, evitando erros e defeitos.

#### **4.6.1 Sistemática de controle qualitativo**

Para a implementação dessa nova cultura de controle ao cenário industrial da empresa em estudo, iniciou-se, em janeiro de 2021, o desenvolvimento do controle de qualidade com base na reunião dos principais problemas que ocorrerem no processamento e nas peças produzidas pelos equipamentos do subsetor escolhido para implementação piloto. Sendo assim, reuniu-se os operadores dos equipamentos, gerente industrial e supervisor do setor para a discussão das maiores ocorrências de defeitos nas peças produzidas. As ocorrências citadas foram:

- a) rebarbas nas peças;
- b) brilho e acabamento superficial não condizentes com o padrão das peças;
- c) peças tortas.

Com isso, após levantados os defeitos com maior ocorrência no processo de corte, desenvolveu-se um padrão de análises as quais os colaboradores deveriam seguir e atentar, bem como um procedimento de inspeção periódica, com requisitos de análise visual, apontamentos e permissões de envio ao processo subsequente, de maneira que as mesmas possibilitassem a diminuição de ocorrências de peças defeituosas e, ao mesmo tempo, trouxessem a sensação de maior responsabilidade aos operadores pela qualidade dos produtos em processamento. A Figura 26 apresenta o procedimento de inspeção e controle de qualidade desenvolvido para o subsetor em análise.

Figura 26 - Procedimento de inspeção e controle de qualidade

martinazzo	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA INSPEÇÃO DE PROCESSO SETOR DE PRENSAS DE CORTE  Aprovação: Lucas Martinazzo	MAR - 024	
		Cópia Controlada	
		Revisão 00	Página 1 de 2
		Estabelecido 11/01/2021	Revisado 11/01/2021

**1. OBJETIVO**  
Esse procedimento tem por objetivo definir a sistemática para inspeção de processo do Setor de Prensas de Corte.

**2. PROCEDIMENTO**

2.1 – Verificações

A – Verificar se as peças cortadas estão de acordo com a peça Padrão

B – Verificar se o acabamento das peças está de acordo com a peça Padrão

C – Verificar se as peças estão isentas de rebarbas nos pontos indicados na imagem 1.

**Imagem 1 – Critérios visuais das peças cortadas**



**3. FREQUENCIA DE INSPEÇÃO**  
A cada 5 minutos retirar uma peça e realizar a inspeção conforme item 2.1

**4. REGISTRO DAS INSPEÇÃO**  
O registro das inspeções deve ser efetuado a cada 30 minutos ou quando forem identificadas Não-Conformidades durante o processo.  
O registro deve ser efetuado no REG-023 – Registro para Inspeção de Processo.

Fonte: Martinazzo (2021)

Ao analisar o procedimento de controle de qualidade desenvolvido, percebe-se que os operadores devem realizar inspeções visuais periódicas, a cada 5 minutos, em que devem analisar de forma detalhada os três aspectos de maior incidência, como acabamento superficial e presença de rebarbas, brilho e riscos na superfície da peça, retilidade da peça produzida e outros defeitos visuais. Após as inspeções visuais periódicas, os operadores devem, a cada 30 minutos, realizar um apontamento na Ficha de Controle de Qualidade, apresentada no Apêndice P, com objetivo de designar responsabilidade às análises visuais realizadas pelos mesmos e criar o compromisso de uma análise adequada e minuciosa às peças em processamento.

Nesta ficha os operadores devem apontar a data de inspeção, a hora da inspeção e o item em processamento que será avaliado. Além disso, devem apontar se os itens estão conformes ou não conformes, com base nos três requisitos de análise previamente citados, bem como, em caso de não conformidades, relatar o motivo desta não conformidade. Relatar o motivo da não conformidade é uma ação de extrema importância para a cultura da qualidade, uma vez que permite a criação de históricos de defeitos e a possibilidade de melhorias contínuas

nas análises de indicadores, ações de melhoria dos procedimentos e processos de produção. Por fim, em casos de não conformidades que podem ser resolvidas em processos subsequentes, há um campo de autorização de seguimento no processo de produção do lote não conforme, o qual deverá ser preenchido pela gerência industrial, em que o gerente se responsabiliza pelo processamento das peças daquele lote. As fichas de apontamentos são recolhidas semanalmente para coleta de dados, os quais são repassados à uma planilha de controle de dados, a qual objetiva a criação de históricos que serão posteriormente utilizados para aprimorar o processo de controle de qualidade, bem como processo produtivo.

É importante salientar que, pela visão da empresa, tem-se o conhecimento de que o método reativo de controle de qualidade implementado está longe de ser o ideal, que contemple todas as necessidades e conceitos proativos abordados pelo CQZD, porém, conforme comentado anteriormente, conceitos mais robustos de controle de qualidade, implementados de maneira direta à uma cultura onde as análises de qualidade de peças e processos não eram rotineiras e frequentes, poderiam causar desgastes e questionamentos quanto a eficiência e importância das ferramentas mais complexas de análise qualitativas. Em virtude disso, a empresa enxerga a aplicação como um passo inicial para a implementação de uma cultura da qualidade ideal, a qual está mostrando resultados positivos, uma vez que a média dos três primeiros meses do ano de 2021 do índice de qualidade do IROG dos subsetores de Corte e Conformação são de, respectivamente, 99,28% e 98,99%, mas que deve ser fomentada e desenvolvida diariamente por todos os colaboradores, sempre tendo como meta as culturas organizacionais das empresas japonesas, já citadas neste trabalho e o ferramentas que possibilitam maior controle, como CEP, inspeções sucessivas e auto-inspeção.

#### 4.7 INDICADORES *LEAN*

Os indicadores *lean* foram implementados a partir de janeiro de 2021, em função da necessidade de maiores análises quanto ao cenário produtivo da empresa, e dos subsetores em estudo, como forma de possibilitar a coleta de informações sobre prioridades de melhorias e pontos de análise para ações futuras. Para isso, foram implementados tanto indicadores correspondentes ao cenário industrial geral, ou seja, que contemplam os resultados do setor produção no geral, como também indicadores implementados exclusivamente nos subsetores de corte e conformação, como forma de salientar resultados e evidenciar futuras necessidades de melhoria.

#### **4.7.1 Indicadores aplicados ao setor produção**

Para o cenário geral da fábrica, foram implementados os indicadores que correspondem ao tempo médio de entrega, atraso médio, entregas no prazo e lucro e compensação do proprietário. A aplicação destes indicadores ao cenário global da empresa justificou-se pela necessidade primária de obter informações quanto às entregas de pedidos de venda ao setor de faturamento, uma vez que não existiam tais informações, bem como se os respectivos prazos foram, ou não, cumpridos de maneira condizente ao que a empresa solicita. Sendo assim, avaliou-se como prioridade a aplicação dos respectivos indicadores ao cenário geral da empresa, para futuramente expandi-los aos setores individualizados.

##### **4.7.1.1 Tempo médio de entrega, atraso médio e entregas no prazo**

Os referidos indicadores foram obtidos através de relatórios comerciais, os quais possuíam informações como data de liberação de pedidos, prazo de entrega estipulado, prazo de entrega confirmado e data de faturamento.

O tempo médio de entrega, em dias, foi calculado por meio da comparação entre as datas de liberação dos pedidos de venda ao setor produção e as respectivas datas de faturamento dos pedidos do mês em análise.

Para o cálculo do atraso médio, em dias, dos pedidos de venda, foram comparadas as datas de prazo de entrega confirmado e datas de faturamento, dos meses de janeiro a março de 2021, com filtro aos pedidos em que a data de faturamento ultrapassou a data de prazo confirmado. Sendo assim, através da análise do respectivo relatório, foi obtida a média de dias em que um pedido permaneceu na empresa após seu prazo de entrega estabelecido.

No indicador de entregas no prazo, utilizou-se o mesmo relatório do indicador de atraso médio, porém, diferentemente do indicador anterior, foi analisada a quantidade de pedidos entregues dentro do prazo, comparada a quantidade total de pedidos de venda de cada mês, referentes ao primeiro trimestre de 2021, gerando uma resposta em percentual de pedidos atendidos no prazo.

##### **4.7.1.2 Lucro e compensação do proprietário**

O indicador de lucro e compensação do proprietário foi calculado como forma de comparar a representatividade do lucro obtido ao final de cada mês, sobre o faturamento total

da empresa durante o mesmo período. Portanto, para a obtenção dos valores, utilizou-se o lucro líquido de cada mês analisado, bem como o valor do faturamento mensal, gerando uma resposta em percentual.

#### 4.7.1.3 Resultados dos indicadores do setor produção

No Quadro 17, são apresentados os resultados referentes aos indicadores *lean* aplicados ao cenário produtivo geral da empresa em estudo.

Quadro 17 - Indicadores *lean* do setor produção

ANO 2021				
Setor Produção				
INDICADOR	META	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
LUCRO E COMPENSAÇÃO (%)	15%	8,39%	7,71%	10,41%
TEMPO MÉDIO DE ENTREGA (dias)	5	8	11	6
ENTREGAS NO PRAZO (%)	85%	2,80%	9,30%	15,40%
ATRASO MÉDIO (dias)	2	20	12	9

Fonte: Autor (2021).

Ao observar os resultados apresentados pelo Quadro 17, nota-se que, o lucro e compensação do proprietário, dentro dos meses analisados, obteve sua maior variação entre os meses de fevereiro e março. Assim, pode-se constatar que se obteve uma constância quanto à relação entre lucro líquido e faturamento, dentro do período analisado. Além disso, a análise dos indicadores de tempo médio de entregas, entregas no prazo e atraso médio, possibilitam a visualização da preocupação da empresa em retomar o compromisso estabelecido com o setor comercial e com os clientes, quanto aos prazos e entregas, uma vez que é importante salientar que a empresa terminou o ano de 2020 com uma grande demanda. Sendo assim, nota-se que a redução de 45% no tempo médio de entregas, entre os meses de fevereiro e março, o aumento de 12,6% nas entregas dentro dos prazos estabelecidos, entre os meses de janeiro e março e a redução de 55% do tempo de entrega dos pedidos atrasados por quaisquer motivos. Para tanto, observa-se que há longo caminho a percorrer para o atingimento das metas estabelecidas, principalmente nos quesitos de entregas no prazo e atraso médio.

#### 4.7.2 Indicadores aplicados aos subsetores de corte e conformação

Para o contexto abrangido pelos subsetores de Prensas de Corte e Conformação, foram selecionados indicadores que possibilitam relação direta com os processos de produção, como

produtividade, estoques, giros dos estoques e defeitos, que por sua vez levam em consideração o fechamento dos estoques, quantidades consumidas no mês, quantidade de horas-homem trabalhadas, quantidades produzidas, entre outras. Além disso, optou-se por analisar de forma específica, ou seja, dentro dos subsetores em análise, o indicador de custo do trabalho, uma vez que o resultado possibilita a visualização da real influência dos colaboradores dos subsetores, ao cenário apresentado.

#### 4.7.2.1 Produtividade

O indicador de produtividade promove a relação direta entre o valor total correspondente ao consumo mensal de peças e a quantidade de horas-homem disponíveis, possibilitando analisar, dessa forma, o valor, em R\$, consumido por hora-homem dentro dos meses analisados. Para tanto, foram necessários relatórios do ERP e do sistema de RH utilizados pela empresa para a obtenção dos valores referentes às quantidades consumidas e horas-homem disponíveis, respectivamente, para ambos os subsetores em análise.

#### 4.7.2.2 Estoques e giros dos estoques

Os indicadores de estoques e giros dos estoques representam relações entre os valores correspondentes aos fechamentos de estoque e os valores correspondentes às quantidades consumidas, dentro dos períodos de análise. Vale ressaltar que, apesar de ambos os indicadores terem as mesmas variáveis de análise, a forma de calcular permite analisar a quantidade de meses de estoque disponível, como é o caso do indicador de estoque, e a velocidade com que estes estoques são repostos, como é o caso do indicador de giros dos estoques. Sendo assim, para a obtenção dos valores utilizados, assim como no indicador de produtividade, foram utilizados relatórios do ERP utilizado pela empresa.

#### 4.7.2.3 Defeitos

Para o cálculo do indicador de defeitos, foram utilizadas informações de quantidades consumidas, obtidas através do relatório do ERP, além das informações de descartes, coletadas através dos apontamentos utilizados também para o cálculo do IROG. Este indicador possibilita visualizar a real situação, em percentual, da representatividade de defeitos dentro do contexto dos subsetores de análise.

#### 4.7.2.4 Custo do trabalho

O cálculo do indicador de custo do trabalho leva em consideração informações obtidas através de, assim como no indicador de produtividade, relatórios do ERP e do sistema de RH utilizados pela empresa, os quais correspondem, respectivamente, a folha salarial dos subsetores em análise e o valor correspondente às quantidades totais consumidas no período. Este indicador possibilita analisar o percentual do valor consumido ocupado pela folha salarial dos colaboradores, grandes responsáveis pelos resultados obtidos pela empresa.

#### 4.7.2.5 Resultados dos indicadores dos subsetores de corte e conformação

Os Quadros 18 e 19 apresentam os resultados obtidos através dos cálculos dos indicadores apresentados na seção 4.7.2, separados em ambos os subsetores de análise.

Quadro 18 - Indicadores *lean* do subsetor de Prensas de Corte

ANO 2021				
CORTE				
INDICADOR	META	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
PRODUTIVIDADE (R\$/hora-homem)	2.000,00	1.588,28	1.335,98	1.383,28
ESTOQUE (meses)	0,5	0,471	0,569	0,614
GIROS DE ESTOQUE	2	2,125	1,758	1,628
DEFEITOS (%)	0,10%	0,94%	0,37%	1,41%
SALÁRIO SOBRE CONSUMO (%)	5%	0,87%	1,08%	0,92%

Fonte: Autor (2021).

Quadro 19 - Indicadores *lean* do subsetor de Prensas de Conformação

ANO 2021				
CONFORMAÇÃO				
INDICADOR	META	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
PRODUTIVIDADE (R\$/hora-homem)	1.000,00	455,752	453,729	494,418
ESTOQUE (meses)	0,5	0,657	0,513	0,323
GIROS DE ESTOQUE	2	1,522	1,948	3,098
DEFEITOS (%)	0,10%	1,08%	2,73%	0,85%
SALÁRIO SOBRE CONSUMO (%)	5%	2,52%	3,25%	2,61%

Fonte: Autor (2021).

Ao observar os resultados apresentados pelos Quadros 18 e 19, nota-se que, para o indicador de produtividade, os valores mantiveram-se na faixa, para ambos os subsetores, dentro do período analisado, obtendo a maior variação no subsetor de Prensas de Corte, de 12,9%, quando comparados os meses de janeiro e março. É importante ressaltar que o mês de janeiro obteve maior valor por hora-homem trabalhada em virtude da menor disponibilidade de

horas-homem, uma vez que havia funcionários cumprindo regime de férias durante a análise. Ressalta-se a diferença entre os valores de produtividade entre ambos os subsetores de análise, a qual acontece devido ao fato de o subsetor de Prensas de Corte produzir maior quantidade de peças com menos funcionários, em virtude da capacidade produtiva dos equipamentos disponíveis.

Para o indicador de estoques, em ambos os subsetores e em todo período de análise, obteve-se valores inferiores a 1, ou seja, os valores correspondentes ao fechamento dos estoques são inferiores aos valores consumidos durante o período de análise. Em conjunto a isso, observa-se o indicador de giros de estoque, de forma que confirma os dados trazidos pelo indicador de estoque, uma vez que evidencia que os estoques têm consumo e reposição de sua totalidade, dentro do mês, chegando a um índice maior de 3, no mês de março para o subsetor de Prensas de Conformação. Estes resultados demonstram a assertividade das quantidades mantidas em estoques, bem como a assertividade e rapidez na reposição dos mesmos, de forma a possibilitar estoques mais enxutos, como mostra o modelo *lean*. Porém, apesar de os indicadores demonstrarem bons resultados, os estoques podem, e devem, ser otimizados quanto às quantidades, bem como o *mix* de produção.

O indicador de defeitos, assim como nos indicadores antes comentados, manteve-se em constância em percentuais baixos, atingindo valores máximos de 1,41% no mês de março e 2,73% no mês de fevereiro, para os subsetores de Corte e Conformação, respectivamente. Ressalta-se, após a análise dos indicadores, o baixo percentual de defeitos e desperdícios nos processos abrangidos pela análise, possibilitando, assim, com que aplicações de conceitos mais robustos de controle de qualidade, conforme comentado 4.6, pudessem ser postergadas, de forma que fossem dadas prioridades às aplicações que trariam maiores resultados à curto prazo. Porém, é importante validar que, em um cenário onde o valor movimentado mensalmente, em média, considerando o custo do item produzido, corresponde a R\$ 980.000,00 e R\$ 805.700,00, respectivamente para Corte e Conformação, índices de 1,41% e 2,73% correspondem a R\$ 13.818,00 e R\$ 21.995,00, os quais devem ser combatidos diariamente para serem reduzidos.

Por fim, o indicador de salário sobre atingiu percentuais máximos de 1,08% e 3,24%, respectivamente para Corte e Conformação, obtendo variações baixas, quando comparados os meses de análise. Esta diferença de valores percentuais entre os subsetores explica-se em função de o subsetor de Prensas de Conformação contar com um quadro de colaboradores de maior quantidade, quando comparado ao subsetor de Prensas de Corte. Este indicador é de extrema importância para ressaltar que os colaboradores, em seu papel cotidiano, devem ser valorizados quanto ao trabalho que exercem e os resultados que proporcionam à empresa por meio deste.

## 4.8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao final das aplicações das ferramentas propostas ao cenário industrial analisado, remeteu-se aos conceitos apresentados pelos 4 P's, e os 14 princípios do STP, como comparativo entre o cenário no qual o estudo foi iniciado e o cenário ao qual o estudo foi concluído. Sendo assim, destacam-se pontos de mudança importantes, mas que, entretanto, obviamente não englobaram o leque total de conhecimentos inseridos nos 4 P's apresentados. Como forma de exemplificar e conectar o cenário resultante aos conceitos teóricos, remete-se ao primeiro "P" do STP, filosofia de longo prazo, o incessante incentivo aos colaboradores dos subsetores analisados, quanto a maturação da confiança nos procedimentos aos quais são submetidos em seu cotidiano fabril, bem como na respectiva responsabilização pelos seus atos durante os mesmos. Fez-se um trabalho extremamente forte quanto a mudança da cultura de dependência dos colaboradores por uma figura superior, tanto através de capacitações, conversas de motivação e confiança dada por parte da supervisão e gerência para as ações executadas nas operações.

Para o segundo "P", processos, pode-se citar as diversas melhorias propostas no decorrer da implementação, de forma que foi priorizada a aplicação de conceitos com base nas necessidades mapeadas, iniciando pelo mapeamento de processos, para identificar os pontos de melhorias necessárias, passando às aplicações de ferramentas com potenciais de melhorias em um curto prazo, como é das ferramentas selecionadas. Todas as ações foram executadas a fim de proporcionar a criação de um fluxo contínuo de produção, bem como eliminar ociosidades e perdas dos processos, de forma a reduzir custos e agregar valor aos itens produzidos.

Por fim, para o terceiro e quarto "P" do STP, ambos requerem maior tempo de aplicação para a obtenção de resultados concretos e confiáveis, seja pelo fato de desenvolvimento de pessoas que vivam, entendam e propaguem a filosofia do STP diariamente, seja pelo fato de implementação de ferramentas de melhoria contínua e a criação de hábitos de reflexões incansáveis para melhorias. Estas mudanças e aplicações podem ser consideradas pensamentos que devem ser aderidos ao cenário geral da empresa, não apenas a um ou outro setor. Sendo assim, certamente, por meio dos resultados apresentados pelas aplicações dos conceitos anteriores, fez-se uma breve, mas potencial, amostra da capacidade em que os recursos abordados pelo STP podem trazer à empresa em estudo.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi implementar ferramentas da cultura enxuta em uma empresa fabricante de utensílios domésticos, de modo que possibilitou a conciliação e aplicação de ferramentas e conceitos da cultura enxuta ao ambiente industrial da empresa escolhida. Para tanto, o trabalho foi organizado em quatro etapas, além das conclusões e considerações finais. Na primeira são apresentadas a introdução, contextualização, justificativas, objetivos e delimitações do estudo. Na segunda é realizada a fundamentação teórica, abordando a temática do sistema enxuto. Na terceira e quarta etapas são detalhadas as metodologias e as formas de aplicação do trabalho, bem como descritos e analisados os resultados obtidos por meio das aplicações. Os principais resultados obtidos com as implementações sugeridas foram o aumento da capacidade produtiva, aumento na disponibilidade dos equipamentos, redução de tempos ociosos, otimização de tempos de *setup* e *mix* de produção, cientificidade por trás de lotes de produção, maior controle do cenário produtivo, maior controle quanto aos desperdícios e a padronização do fluxo de produtos, pessoas e materiais do processo produtivo.

Para cumprir com o objetivo proposto, o trabalho foi organizado conforme quatro objetivos específicos. O primeiro, mapear as necessidades do ambiente em estudo, pode-se dizer que foi concluído em sua totalidade, uma vez que, através da ferramenta de mapeamento de processos, concomitantemente às experiências vivenciadas cotidianamente no ambiente industrial da empresa estudada, possibilitaram a visualização da necessidade de maiores informações acerca do cenário produtivo, cientificidade por trás das tomadas de decisões, implementação de fluxo contínuo de produção, maiores controles quantitativos e qualitativos, além da redução de custos, estoques e tempos ociosos.

O segundo objetivo específico, planejar a implementação das ações de melhoria, pôde ser concluído em função do auxílio da gerência industrial, principalmente devido à liberdade de sugestão e aplicação de mudanças, bem como pela aceitação aos projetos apresentados após o levantamento das necessidades, realizadas durante o cumprimento do primeiro objetivo específico. Sendo assim, foram analisadas as necessidades levantadas e selecionadas, entre diversas ferramentas pertencentes à cultura enxuta, as ferramentas possíveis de serem aplicadas, as quais poderiam gerar melhores resultados em um curto espaço de tempo, mesmo que para a aplicação fossem requeridas mudanças significativas no modo de trabalho ao qual a empresa adotava. Para tanto, após selecionadas as ferramentas para aplicação, foram elaborados planos de ação de execução para guiar o caminho ao atingimento dos resultados esperados.

Validar com a gestão da organização as ações de melhoria, o terceiro objetivo específico, pode-se dizer que foi a etapa chave de toda implementação realizada, em virtude de ter sido o momento em que foram revisadas, em conjunto com a gerência e diretoria da fábrica, as ideias, os resultados potenciais e as necessidades gerais de mudanças, uma vez que as necessidades específicas foram sendo encontradas no decorrer das implementações. Sendo assim, mais uma vez, foram validadas e discutidas as ideias de implementação, bem como aberta a possibilidade de sugestões e mudanças no plano de ação elaborado. Uma vez aceito pela gestão, o plano de ação pôde começar a ser executado, de forma a botar em prática as ideias abrangidas pelas ferramentas citadas na abordagem teórica deste trabalho. Conforme previsto, foram encontradas dificuldades que forçaram a mudança de certas aplicações, a postergação da implementação de certos conceitos e até mesmo a possibilidade de ampliação do campo de aplicação, para determinadas ferramentas.

Por fim, o último objetivo específico, mensurar o impacto das implementações das ferramentas e mudanças realizadas, trouxe nas análises a certeza de que as ferramentas foram corretamente selecionadas, em virtude da aplicabilidade e boa adaptação ao contexto fabril, além dos resultados obtidos. Pode-se citar e evidenciar os ganhos proporcionados pela aplicação da TRF, onde economizou-se 72,17% do tempo destinado aos *setups*, de forma a otimizar, anualmente, R\$ 53.427,26, além de possibilitar um incremento de 15.572.093 peças na capacidade produtiva anual do subsetor aplicado. Além da TRF, pode-se enfatizar os resultados potenciais obtidos através da aplicação das ferramentas de *kanban*, o qual possibilitou a redução média nos custos totais (fabricação + guarda) de 49,19% para o subsetor de Prensas de Corte e 72,51% para o subsetor de Prensas de Conformação.

Com a aplicação da ferramenta de nivelamento da produção, ou *heijunka*, através da otimização do *mix* de produção, pôde-se chegar ao caminho que potencializa o faturamento da empresa em até R\$ 823.160,84 mensais, em caso do cumprimento das quantidades ótimas sugeridas. Além disso, a implementação da ferramenta de GPT, possibilitou maior a organização dos subsetores estudados, de forma a priorizar somente a presença de itens realmente necessários às operações, além de colaborar, juntamente com as ferramentas de controle da qualidade e os indicadores *lean* para o controle qualitativo e quantitativo do cenário produtivo da Metalúrgica Martinazzo. Além disso, quanto à aplicação da ferramenta de mapeamento de processos, optou-se pela utilização simplificada em virtude de o objetivo se dar através da necessidade de conhecimento básico das relações entre os processos abrangidos pela empresa, sem necessidade, em primeiro momento, de informações específicas quantos aos processos, em virtude de ter sido feita análise sobre todos os itens produzidos e, por

consequência, cada item produzido em cada processo causa uma relação distinta entre o processo e seu subsequente, gerando diversas ramificações que, na aplicação atual, não eram necessárias para o atingimento do objetivo proposto.

As ferramentas e ideias da cultura enxuta, no contexto que engloba o cenário de aplicação, proporcionaram experiências positivas, e esperadas, quanto aos ganhos obtidos e aos ganhos prospectados, mostrando-se, de forma incontestável, passíveis de serem implementadas e adaptadas à cenários desprovidos de cultura organizacional bem definidas, com vícios, porém com grandes potenciais de melhorias. Além disso, notou-se que, apesar das dificuldades, os resultados compensam o esforço e o tempo destinados à aplicação, bem como os futuros investimentos necessários para a continuação dos projetos. As rotinas propostas através das aplicações de ferramentas que interferem diretamente no modo de trabalho dos operadores dos equipamentos, como TRF, GPT e controle de qualidade, puderam proporcionar um melhor entendimento, por parte dos colaboradores, principalmente após a visualização concreta dos resultados, da importância de cada ação, movimento ou equipamento, no melhor desempenho dos processos e, conseqüentemente, no atingimento dos objetivos propostos.

Como em toda mudança necessária, as propostas de implementações ocasionaram, inicialmente, desconfianças e resistências por parte das equipes de colaboradores. Sendo assim, destaca-se como dificuldade de implementação, a efetiva venda de ideias e conceitos àqueles que destinam os dias às operações, de forma que evidencia a importância de um acompanhamento dedicado e totalmente focado nos resultados possíveis, sem interferências ou dúvidas quanto à real eficácia das implementações. Faz-se necessária, em aplicações de maior abrangência, acompanhamentos diários de uma equipe de aplicação, de maneira que possam ser realizadas revisões periódicas dos métodos e conceitos aplicados, reiterando a correta proposição e assertividade nas mudanças às rotinas dos processos selecionados.

Outra análise que se faz necessária é a relação entre as aplicações abordadas no decorrer do trabalho com a metodologia de modelos de maturidade, uma vez que diferentes empresas podem aplicar diversas ferramentas, e aprimorá-las, conforme os níveis de maturidade sobre os determinados assuntos. Quanto à empresa onde o trabalho foi implementado, pode-se dizer que se encontra entre o primeiro e segundo nível de maturidade, ou seja, a fase de conhecimento dos assuntos abordados e padronizações, em comparação aos cinco níveis da escala de maturidade, que também abrange análise, gerenciamento e otimização das implementações. Como consequência disso, as etapas seguintes fazem referência ao aprimoramento do trabalho já implementado, de forma a instigar sempre a busca por melhores resultados, mesmo para ferramentas que já tenham funcionamento comprovado.

Como forma de proporcionar continuidade aos projetos propostos no decorrer deste trabalho, além de fomentar o desenvolvimento e melhoria contínua dos métodos e processos empregados na Metalúrgica Martinazzo, sugere-se, como pontos de aplicações futuras, o refinamento dos conceitos e rotinas da ferramenta TRF, nos subsetores de corte e conformação, além da expansão ao setor de injeção plástica, o qual apresenta cenários semelhantes aos encontrados inicialmente nos subsetores estudados. Além disso, em virtude de haver necessidade de estruturação inicial e cultura mínima de controles de qualidade, as aplicações dos conceitos robustos de CQZD e *poka-yoke* também são sugestões de aplicações que certamente possibilitarão resultados com grandes potenciais de melhorias.

Por fim, recomenda-se a continuidade à aplicação visual dos conceitos de *kanban* aos subsetores de estudo, seja pela implementação das identificações por cores, como também pela utilização de cartões *kanban*, para fornecer maior detalhamento de informações. Além disso, sugere-se a ampliação à outras famílias de produtos dos conceitos de *heijunka* e LEP, de modo que possibilite maiores ganhos quanto ao *mix* otimizado de produção, lotes cientificamente calculados com base na otimização de custos de guarda e fabricação, além do maior controle visual de estoques intermediários, melhor tempo de resposta às necessidades de produção, melhoramento no fluxo de informações e redução de desperdícios e perdas.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; PELLEGRIN, Ivan de; KLIPPEL, Marcelo; BORTOLOTTI, Pedro. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 326 p.
- CARDOZA, Edwin; CARPINETTI, Luiz. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuta. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 5, n. 2, 24 jun. 2005. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Igor G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993. 186 p.
- FOGLIATTO, Flávio Sanson; FAGUNDES, Paulo R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 163-181, ago. 2003.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996. 177 p.
- GIL, Antonio C. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 169 p.
- HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. **A ciência da fábrica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 694 p.
- LANDER, Eduardo; LIKER, Jeffrey K. The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the toyota way. **International Journal Of Production Research**, Ann Arbor, v. 45, n. 16, p. 3681-3698, 15 ago. 2007.
- LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 316 p.
- LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota: Manual de Aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.
- MARTINAZZO, **Arquivo interno fotos da empresa**. 2020.
- MARTINAZZO, **Arquivo interno fotos da empresa**. 2021.
- MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 475 p.
- MOREIRA, Daniel. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2013. 138 p.
- MOTTA, Paulo C. D. Ambiguidades metodológicas do just-in-time. **Organizações & Sociedade**, Porto Alegre, v. 4, n. 7, p. 117-131, dez. 1996.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção**: além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ROCHA, Duílio R. Balanceamento de linha: um enfoque simplificado. **Revista de Administração e Contabilidade**, Fortaleza, v. 3, n. 2, jan. 2005. Semestral.

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

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal Of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2002.

SHINGO, Shigeo. **O sistema toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000. 327 p.

SHINOHARA, Isao. **New Production System: JIT crossing industry boundaries**. Productivity Press, 1988. 197 p.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 787 p.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia de pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1985. 106 p.

TUBINO, Dalvio F. **Manufatura Enxuta como Estratégia de Produção**: a chave para a produtividade industrial. São Paulo: Atlas, 2015. 316 p.

TUBINO, Dalvio F. **Sistema de Produção**: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999. 182 p.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 12 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 347 p.

## APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO

(continua)

<b><i>What (O quê)</i></b>	<b><i>Where (Onde)</i></b>	<b><i>When (Quando)</i></b>	<b><i>Who (Quem)</i></b>	<b><i>Why (Por quê)</i></b>	<b><i>How (Como)</i></b>	<b><i>How Much (Quanto)</i></b>
Mapeamento de processos	Setor produção	Até 03/2021	Supervisor de produção e gerente de industrial	Identificar perdas e desperdícios	Com base nas operações, fluxos de produtos, informações e pessoas	Sem custo
Curva ABC por quantidade	Prensas de corte e conformação	Até 02/2021	Coordenador de PCP	Obter a informação dos itens com maiores consumos	Através de relatório do ERP	Sem custo
Dimensionamento dos lotes de <i>kanban</i>	Prensas de corte e conformação	Até 03/2021	Coordenador de PCP e supervisor de produção	Dimensionar lotes economicamente viáveis para produção	Através da aplicação da fórmula do lote econômico	Sem custo
Cronoanálise do <i>setup</i>	Prensas de corte	Até 01/2021	Supervisor de produção	Mensurar o tempo gasto em cada etapa do <i>setup</i>	Através da utilização de um cronômetro	Sem custo
Filmagem do <i>setup</i>	Prensas de corte	Até 01/2021	Supervisor de produção	Identificar etapas desnecessárias do <i>setup</i> e otimizar etapas essenciais	Através da utilização de um dispositivo de filmagem	Sem custo

(continuação...)

<b>What (O quê)</b>	<b>Where (Onde)</b>	<b>When (Quando)</b>	<b>Who (Quem)</b>	<b>Why (Por quê)</b>	<b>How (Como)</b>	<b>How Much (Quanto)</b>
Classificação dos elementos do <i>setup</i>	Prensas de corte	Até 01/2021	Supervisor de produção e gerente industrial	Diferenciar cada elemento do <i>setup</i>	Com base nas etapas da operação de <i>setup</i>	Sem custo
Separação dos <i>setups</i>	Prensas de corte	Até 01/2021	Supervisor de produção	Identificar os <i>setups</i> internos e externos	Com base nas informações obtidas nas filmagens e análises do <i>setup</i>	Sem custo
Transformação de <i>setups</i> internos em externos	Prensas de corte	Até 01/2021	Supervisor de produção e operador de preset	Otimizar as etapas do <i>setup</i>	Com base na classificação dos <i>setups</i> , aplicar padronizações e mudanças de rotinas	Até R\$ 1.500,00
Implementação dos mecanismos da TRF	Prensas de corte	Até 02/2021	Supervisor de produção e operadores do setor	Aumentar tempo de operação do equipamento e obter maior flexibilidade de produção	Através da aplicação dos conceitos definidos nas transformações de <i>setup</i> e medidas de adaptação	Sem custo
Elaboração de instrução de trabalho padrão	Prensas de corte e conformação	Até 02/2021	Supervisor de produção	Padronizar o modo de trabalho em cada equipamento	Através da descrição do modo de operação definido pela gerência e supervisão do setor	Sem custo
Plano de ação baseados nos indicadores do IROG	Prensas de corte e conformação	Até 03/2021	Supervisor de produção	Melhorar a eficiência operacional global	Com base nas informações geradas pelos índices do IROG, treinamento de operadores e ações corretivas à possíveis problemas	Sem custo

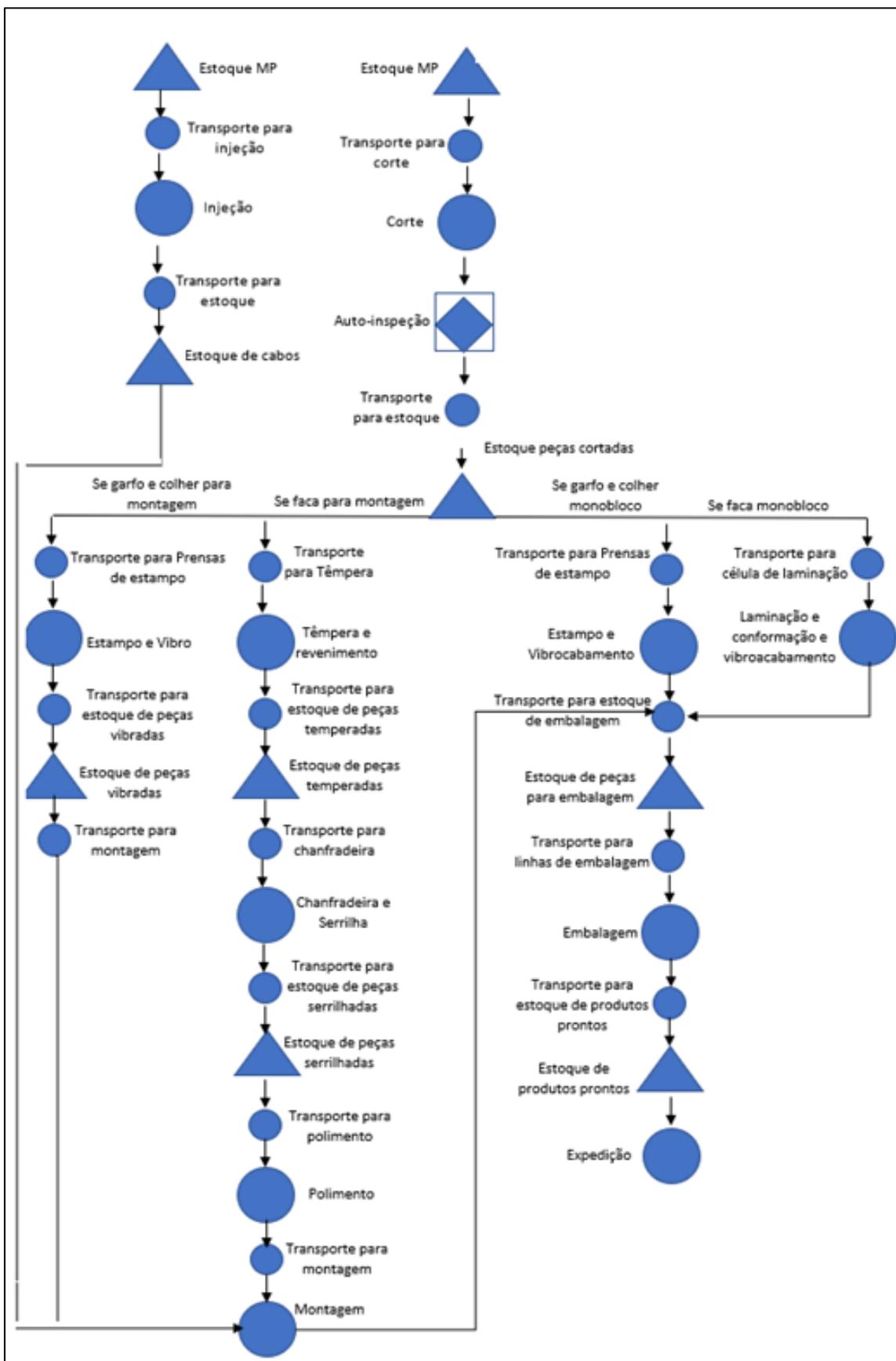
(continuação...)

<b><i>What (O quê)</i></b>	<b><i>Where (Onde)</i></b>	<b><i>When (Quando)</i></b>	<b><i>Who (Quem)</i></b>	<b><i>Why (Por quê)</i></b>	<b><i>How (Como)</i></b>	<b><i>How Much (Quanto)</i></b>
Gestão visual	Prensas de corte e conformação	Até 04/2021	Supervisor de produção e gerente industrial	Proporcionar maiores informações aos colaboradores	Através da utilização de quadros informativos	Sem custo
Organização do posto de trabalho	Prensas de corte e conformação	Até 04/2021	Supervisor de produção e operadores do setor	Proporcionar um setor mais organizado	Organizadores de ferramentas, padronização de lugares de armazenamento e retirada de objetos inúteis ao processo	Sem custo
Cálculo carga máquina	Prensas de corte e conformação	Até 04/2021	Supervisor de produção	Alcançar maior eficiência com base no melhor mix de produção	Através do cálculo da demanda dos itens e do tempo de ciclo	Sem custo
Implementação de controle de qualidade	Prensas de corte e conformação	Até 04/2021	Supervisor de produção	Reduzir problemas de qualidade e proporcionar maior agilidade na correção de problemas	Através do treinamento de operadores	Sem custo
Implementação de indicadores de processos e operações	Prensas de corte e conformação	Até 01/2021	Supervisor de produção	Obter maiores informações sobre a real situação da empresa	Cálculo com base em dados levantados	Sem custo

Fonte: Autor (2020).

(conclusão)

APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE PROCESSOS



Fonte: Autor (2021).

### APÊNDICE C – CÁLCULO DA TAXA DE ARMAZENAGEM

PEÇAS CORTADAS						
ITEM	DESCRIÇÃO	IA	IB	IC	ID	TAXA DE ARMAZENAGEM
020010.1	LAMINA PIEMONTE 20010 CORTADA	0,022	0,00763	0,003459252	0,023	0,056
020020.1	LAMINA PIEMONTE 20020 CORTADA	0,034	0,00502	0,003459252	0,023	0,066
050010.1	GARFO MESA CORTADO	0,049	0,00705	0,003459252	0,023	0,082
050020.1	COLHER MESA CORTADA	0,207	0,00360	0,003459252	0,023	0,237
050030	COLHER SOBREMESA CORTADA	0,007	0,01570	0,003459252	0,023	0,049
050034/35	FACA VERA0 CORTADA	0,034	0,00511	0,003459252	0,023	0,065
050040	COLHER CAFE CORTADA	0,001	0,05927	0,003459252	0,023	0,087
050045.1	COLHER CHA CORTADA	0,014	0,01220	0,003459252	0,023	0,053
050046.3	GARFO SALADA CORTADO	0,003	0,03328	0,003459252	0,023	0,063
050050	GARFO SOBREMESA CORTADO	0,003	0,02059	0,003459252	0,023	0,050
050055	COLHER SUCO CORTADA	0,003	0,01714	0,003459252	0,023	0,047
050060	PEGADOR DE MASSA CORTADO	0,003	0,01718	0,003459252	0,023	0,047
050070	COLHER ARROZ CORTADA	0,021	0,00540	0,003459252	0,023	0,053
060010.1	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 CORTADO	0,079	0,00145	0,003459252	0,023	0,107
060020.1	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 CORTADA	0,092	0,00186	0,003459252	0,023	0,120
060035	LAMINA FACA PRIMAVERA 60035	0,109	0,00105	0,003459252	0,023	0,136
060040.1	LAMINA COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 CORTADA	0,024	0,00266	0,003459252	0,023	0,053
080010.1	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 CORTADA	0,022	0,00523	0,003459252	0,023	0,053
080020.1	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 CORTADA	0,076	0,00226	0,003459252	0,023	0,105
400072	LAMINA 00030/60030/80030 CORTADA	0,000	0,11730	0,003459252	0,023	0,144
400170	LAMINA 00050/60050/80050 CORTADA	0,008	0,00709	0,003459252	0,023	0,041
400169	LAMINA 00045/60045/80045 CORTADA	0,016	0,00714	0,003459252	0,023	0,049
410010.1	LAMINA GARFO MESA UMA CORTADA	0,035	0,00163	0,003459252	0,023	0,063
PEÇAS CONFORMADAS						
ITEM	DESCRIÇÃO	IA	IB	IC	ID	TAXA DE ARMAZENAGEM
020010	LAMINA PIEMONTE 20010 (EM ELABORACAO)	0,035	0,00047	0,004899096	0,032	0,073
020020	LAMINA PIEMONTE 20020 (EM ELABORACAO)	0,048	0,00035	0,004899096	0,032	0,086
050010.2	GARFO MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	0,085	0,00081	0,004899096	0,032	0,123
050020	COLHER MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	0,330	0,00015	0,004899096	0,032	0,367
050030.2	COLHER SOBREMESA (EM ELABORACAO)	0,013	0,00131	0,004899096	0,032	0,051
050040.2	COLHER CAFE (EM ELABORACAO)	0,003	0,01368	0,004899096	0,032	0,054
050045.2	COLHER CHA (EM ELABORACAO)	0,034	0,00103	0,004899096	0,032	0,072
050046.2	GARFO SALADA (EM ELABORACAO)	0,005	0,00748	0,004899096	0,032	0,049
050050.2	GARFO SOBREMESA (EM ELABORACAO)	0,002	0,01119	0,004899096	0,032	0,050
050055.2	COLHER SUCO (EM ELABORACAO)	0,005	0,00706	0,004899096	0,032	0,049
050060.2	PEGADOR DE MASSA (EM ELABORACAO)	0,006	0,00616	0,004899096	0,032	0,049
050070.2	COLHER ARROZ (EM ELABORACAO)	0,037	0,00046	0,004899096	0,032	0,074
060010	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 (EM ELABORACAO)	0,141	0,00012	0,004899096	0,032	0,178
060020	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 (EM ELABORACAO)	0,165	0,00042	0,004899096	0,032	0,203
060040	COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 (EM ELABORACAO)	0,059	0,00059	0,004899096	0,032	0,097
080010	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 (EM ELABORACAO)	0,042	0,00040	0,004899096	0,032	0,080
080020	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 (EM ELABORACAO)	0,124	0,00014	0,004899096	0,032	0,162
400333	LAMINA 00030/60030/80030 (EM ELABORACAO)	0,006	0,00612	0,004899096	0,032	0,049
400416	LAMINA 00050/60050/80050 (EM ELABORACAO)	0,016	0,00216	0,004899096	0,032	0,055
400883	LAMINA 23/82/83/84/60/80045 (EM ELABORACAO)	0,034	0,00102	0,004899096	0,032	0,072
410010.2	LAMINA GARFO MESA UMA VIBRADO	0,049	0,00034	0,004899096	0,032	0,087

Fonte: Autor (2021).

**APÊNDICE D – RESULTADOS CÁLCULO LEP SUBSETOR PRENSAS DE CORTE**

ITEM	DESCRIÇÃO	DEMANDA	CUSTO FABRICAÇÃO	CUSTO DE SETUP	TAXA DE ARMAZENAGEM	LOTE ECONÓMICO VALORES MENSAIS
020010.1	LAMINA PIEMONTE 20010 CORTADA	73.354	R\$ 0,21	R\$ 6.169,23	0,050	291.461
020020.1	LAMINA PIEMONTE 20020 CORTADA	82.627	R\$ 0,29	R\$ 6.169,23	0,061	240.179
050010.1	GARFO MESA CORTADO	109.773	R\$ 0,31	R\$ 6.169,23	0,076	239.946
050020.1	COLHER MESA CORTADA	439.315	R\$ 0,33	R\$ 6.169,23	0,233	265.422
050030	COLHER SOBREMESA CORTADA	17.803	R\$ 0,29	R\$ 6.169,23	0,035	147.504
050034/35	FACA VERA0 CORTADA	56.850	R\$ 0,41	R\$ 6.169,23	0,060	167.411
050040	COLHER CAFE CORTADA	8.016	R\$ 0,08	R\$ 6.169,23	0,033	187.797
050045.1	COLHER CHA CORTADA	79.812	R\$ 0,12	R\$ 6.169,23	0,042	437.746
050046.3	GARFO SALADA CORTADO	4.430	R\$ 0,54	R\$ 6.169,23	0,033	55.096
050050	GARFO SOBREMESA CORTADO	7.959	R\$ 0,24	R\$ 6.169,23	0,031	113.464
050055	COLHER SUCO CORTADA	9.944	R\$ 0,24	R\$ 6.169,23	0,031	128.893
050060	PEGADOR DE MASSA CORTADO	1.391	R\$ 1,68	R\$ 6.169,23	0,031	18.053
050070	COLHER ARROZ CORTADA	27.507	R\$ 0,54	R\$ 6.169,23	0,048	114.391
060010.1	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 CORTADO	508.045	R\$ 0,11	R\$ 6.169,23	0,105	740.284
060020.1	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 CORTADA	516.738	R\$ 0,12	R\$ 6.169,23	0,119	656.182
060035	LAMINA FACA PRIMAVERA 60035	503.954	R\$ 0,15	R\$ 6.169,23	0,135	550.091
060040.1	LAMINA COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 CORTADA	237.387	R\$ 0,07	R\$ 6.169,23	0,050	907.320
080010.1	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 CORTADA	89.035	R\$ 0,17	R\$ 6.169,23	0,049	361.853
080020.1	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 CORTADA	242.425	R\$ 0,22	R\$ 6.169,23	0,103	362.283
400072	LAMINA 00030/60030/80030 CORTADA	2.574	R\$ 0,13	R\$ 6.169,23	0,039	78.759
400170	LAMINA 00050/60050/80050 CORTADA	42.198	R\$ 0,13	R\$ 6.169,23	0,035	332.523
400169	LAMINA 00045/60045/80045 CORTADA	109.067	R\$ 0,10	R\$ 6.169,23	0,043	550.776
410010.1	LAMINA GARFO MESA UMA CORTADA	124.915	R\$ 0,20	R\$ 6.169,23	0,062	355.986

Fonte: Autor (2021).

### APÊNDICE E – RESULTADOS CÁLCULO LEP SUBSETOR PRENSAS DE CONFORMAÇÃO

ITEM	DESCRIÇÃO	PEÇAS CONFORMADAS				LOTE ECONÓMICO VALORES MENSAIS
		DEMANDA	CUSTO FABRICAÇÃO	CUSTO DE SETUP	TAXA DE ARMAZENAGEM	
020010	LAMINA PIEMONTE 20010 (EM ELABORACAO)	68.254	R\$ 0,257	R\$ 602,80	0,073	66.255
020020	LAMINA PIEMONTE 20020 (EM ELABORACAO)	72.555	R\$ 0,33	R\$ 602,80	0,086	55.580
050010.2	GARFO MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	101.533	R\$ 0,42	R\$ 602,80	0,122	49.065
050020	COLHER MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	444.135	R\$ 0,37	R\$ 602,80	0,367	62.949
050030.2	COLHER SOBREMESA (EM ELABORACAO)	17.415	R\$ 0,37	R\$ 602,80	0,050	33.765
050040.2	COLHER CAFE (EM ELABORACAO)	7.932	R\$ 0,16	R\$ 602,80	0,041	38.368
050045.2	COLHER CHA (EM ELABORACAO)	85.506	R\$ 0,19	R\$ 602,80	0,071	86.473
050046.2	GARFO SALADA (EM ELABORACAO)	3.300	R\$ 0,68	R\$ 602,80	0,043	11.761
050050.2	GARFO SOBREMESA (EM ELABORACAO)	2.300	R\$ 0,32	R\$ 602,80	0,040	14.642
050055.2	COLHER SUCO (EM ELABORACAO)	7.920	R\$ 0,31	R\$ 602,80	0,043	26.965
050060.2	PEGADOR DE MASSA (EM ELABORACAO)	1.367	R\$ 2,03	R\$ 602,80	0,044	4.317
050070.2	COLHER ARROZ (EM ELABORACAO)	27.089	R\$ 0,67	R\$ 602,80	0,074	25.634
060010	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 (EM ELABORACAO)	480.603	R\$ 0,14	R\$ 602,80	0,178	149.905
060020	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 (EM ELABORACAO)	505.092	R\$ 0,16	R\$ 602,80	0,202	136.522
060040	COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 (EM ELABORACAO)	226.260	R\$ 0,13	R\$ 602,80	0,096	148.368
080010	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 (EM ELABORACAO)	96.606	R\$ 0,22	R\$ 602,80	0,079	82.425
080020	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 (EM ELABORACAO)	235.539	R\$ 0,26	R\$ 602,80	0,162	81.894
400333	LAMINA 00030/60030/80030 (EM ELABORACAO)	14.537	R\$ 0,19	R\$ 602,80	0,044	45.757
400416	LAMINA 00050/60050/80050 (EM ELABORACAO)	37.788	R\$ 0,21	R\$ 602,80	0,054	63.655
400883	LAMINA 23/82/83/84/60/80045 (EM ELABORACAO)	105.411	R\$ 0,16	R\$ 602,80	0,071	106.162
410010.2	LAMINA GARFO MESA UMA VIBRADO	101.327	R\$ 0,24	R\$ 602,80	0,086	76.760

Fonte: Autor (2021).

**APÊNDICE F – PERCENTUAL DE REDUÇÃO OBTIDO ATRAVÉS DA COMPARAÇÃO DO CUSTO DE GUARDA E CUSTO DE FABRICAÇÃO DO LEP E LOTES MÍNIMOS CADASTRADOS PARA SUBSETOR DE PRENSAS DE CORTE**

ITEM	DESCRIÇÃO	PEÇAS CORTADAS						PERCENTUAL DE REDUÇÃO
		CUSTO DE GUARDA LOTE ECONÔMICO	CUSTO DE FABRICAÇÃO LOTE ECONÔMICO	CUSTO TOTAL LOTE ECONÔMICO	CUSTO DE GUARDA LOTE ATUAL	CUSTO DE PEDIDO LOTE ATUAL	CUSTO TOTAL LOTE ATUAL	
020010.1	LAMINA PIEMONTE 20010 CORTADA	R\$ 1.656,71	R\$ 1.656,71	R\$ 3.313,41	R\$ 703,536	R\$ 3.901,25	R\$ 4.604,79	28,04%
020020.1	LAMINA PIEMONTE 20020 CORTADA	R\$ 2.199,62	R\$ 2.199,62	R\$ 4.399,23	R\$ 1.002,792	R\$ 4.824,84	R\$ 5.827,64	24,51%
050010.1	GARFO MESA CORTADO	R\$ 2.938,30	R\$ 2.938,30	R\$ 5.876,60	R\$ 1.478,159	R\$ 5.840,78	R\$ 7.318,93	19,71%
050020.1	COLHER MESA CORTADA	R\$ 10.281,63	R\$ 10.281,63	R\$ 20.563,27	R\$ 7.565,206	R\$ 13.973,45	R\$ 21.538,65	4,53%
050030	COLHER SOBREMESA CORTADA	R\$ 881,50	R\$ 881,50	R\$ 1.763,01	R\$ 247,624	R\$ 3.138,02	R\$ 3.385,65	47,93%
050034/35	FACA VERA0 CORTADA	R\$ 2.173,21	R\$ 2.173,21	R\$ 4.346,42	R\$ 673,304	R\$ 7.014,41	R\$ 7.687,72	43,46%
050040	COLHER CAFE CORTADA	R\$ 425,04	R\$ 425,04	R\$ 850,08	R\$ 182,657	R\$ 989,05	R\$ 1.171,71	27,45%
050045.1	COLHER CHA CORTADA	R\$ 1.264,57	R\$ 1.264,57	R\$ 2.529,13	R\$ 277,746	R\$ 5.757,53	R\$ 6.035,28	58,09%
050046.3	GARFO SALADA CORTADO	R\$ 684,61	R\$ 684,61	R\$ 1.369,21	R\$ 205,792	R\$ 2.277,47	R\$ 2.483,27	44,86%
050050	GARFO SOBREMESA CORTADO	R\$ 546,43	R\$ 546,43	R\$ 1.092,85	R\$ 221,408	R\$ 1.348,55	R\$ 1.569,96	30,39%
050055	COLHER SUCO CORTADA	R\$ 581,24	R\$ 581,24	R\$ 1.162,49	R\$ 165,214	R\$ 2.044,89	R\$ 2.210,11	47,40%
050060	PEGADOR DE MASSA CORTADO	R\$ 580,75	R\$ 580,75	R\$ 1.161,51	R\$ 196,515	R\$ 1.716,28	R\$ 1.912,79	39,28%
050070	COLHER ARROZ CORTADA	R\$ 1.556,71	R\$ 1.556,71	R\$ 3.113,42	R\$ 171,365	R\$ 14.141,41	R\$ 14.312,78	78,25%
060010.1	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 CORTADO	R\$ 4.260,05	R\$ 4.260,05	R\$ 8.520,11	R\$ 816,089	R\$ 22.237,84	R\$ 23.053,93	63,04%
060020.1	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 CORTADA	R\$ 4.892,46	R\$ 4.892,46	R\$ 9.784,92	R\$ 1.043,991	R\$ 22.927,58	R\$ 23.971,57	59,18%
060035	LAMINA FACA PRIMAVERA 60035	R\$ 5.671,46	R\$ 5.671,46	R\$ 11.342,93	R\$ 1.480,293	R\$ 21.729,15	R\$ 23.209,44	51,13%
060040.1	LAMINA COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 CORTADA	R\$ 1.651,97	R\$ 1.651,97	R\$ 3.303,94	R\$ 186,402	R\$ 14.640,41	R\$ 14.826,81	77,72%
080010.1	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 CORTADA	R\$ 1.589,60	R\$ 1.589,60	R\$ 3.179,19	R\$ 542,605	R\$ 4.656,82	R\$ 5.199,43	38,85%
080020.1	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 CORTADA	R\$ 4.168,68	R\$ 4.168,68	R\$ 8.337,36	R\$ 1.402,687	R\$ 12.389,00	R\$ 13.791,68	39,55%
400072	LAMINA 00030/60030/80030 CORTADA	R\$ 389,83	R\$ 389,83	R\$ 779,66	R\$ 478,494	R\$ 317,59	R\$ 796,09	2,06%
400170	LAMINA 00050/60050/80050 CORTADA	R\$ 851,02	R\$ 851,02	R\$ 1.702,03	R\$ 139,099	R\$ 5.206,58	R\$ 5.345,68	68,16%
400169	LAMINA 00045/60045/80045 CORTADA	R\$ 1.309,61	R\$ 1.309,61	R\$ 2.619,21	R\$ 296,323	R\$ 5.787,84	R\$ 6.084,16	56,95%
410010.1	LAMINA GARFO MESA UMA CORTADA	R\$ 2.190,33	R\$ 2.190,33	R\$ 4.380,66	R\$ 249,020	R\$ 19.265,73	R\$ 19.514,75	77,55%

Fonte: Autor (2021).

**APÊNDICE G – PERCENTUAL DE REDUÇÃO OBTIDO ATRAVÉS DA COMPARAÇÃO DO CUSTO DE GUARDA E CUSTO DE FABRICAÇÃO DO LEP E LOTES MÍNIMOS CADASTRADOS PARA SUBSETOR DE PRENSAS DE CONFORMAÇÃO**

ITEM	DESCRIÇÃO	PEÇAS CONFORMADAS						PERCENTUAL DE REDUÇÃO
		CUSTO DE GUARDA LOTE ECONÔMICO	CUSTO DE FABRICAÇÃO LOTE ECONÔMICO	CUSTO TOTAL LOTE ECONÔMICO	CUSTO DE GUARDA LOTE ATUAL	CUSTO DE PEDIDO LOTE ATUAL	CUSTO TOTAL LOTE ATUAL	
020010	LAMINA PIEMONTE 20010 (EM ELABORACAO)	R\$ 620,99	R\$ 620,99	R\$ 1.241,97	R\$ 108,722	R\$ 3.546,87	R\$ 3.655,588	66,03%
020020	LAMINA PIEMONTE 20020 (EM ELABORACAO)	R\$ 786,91	R\$ 786,91	R\$ 1.573,82	R\$ 149,582	R\$ 4.139,73	R\$ 4.289,317	63,31%
050010.2	GARFO MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	R\$ 1.247,41	R\$ 1.247,41	R\$ 2.494,82	R\$ 368,463	R\$ 4.223,02	R\$ 4.591,487	45,66%
050020	COLHER MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	R\$ 4.253,05	R\$ 4.253,05	R\$ 8.506,10	R\$ 1.310,460	R\$ 13.803,13	R\$ 15.113,588	43,72%
050030.2	COLHER SOBREMESA (EM ELABORACAO)	R\$ 310,91	R\$ 310,91	R\$ 621,82	R\$ 25,847	R\$ 3.739,86	R\$ 3.765,711	83,49%
050040.2	COLHER CAFE (EM ELABORACAO)	R\$ 124,62	R\$ 124,62	R\$ 249,24	R\$ 3,514	R\$ 4.419,06	R\$ 4.422,577	94,36%
050045.2	COLHER CHA (EM ELABORACAO)	R\$ 596,06	R\$ 596,06	R\$ 1.192,12	R\$ 39,297	R\$ 9.041,08	R\$ 9.080,376	86,87%
050046.2	GARFO SALADA (EM ELABORACAO)	R\$ 169,14	R\$ 169,14	R\$ 338,29	R\$ 77,664	R\$ 368,38	R\$ 446,043	24,16%
050050.2	GARFO SOBREMESA (EM ELABORACAO)	R\$ 94,69	R\$ 94,69	R\$ 189,39	R\$ 4,708	R\$ 1.904,46	R\$ 1.909,165	90,08%
050055.2	COLHER SUCO (EM ELABORACAO)	R\$ 177,05	R\$ 177,05	R\$ 354,10	R\$ 4,918	R\$ 6.374,09	R\$ 6.379,006	94,45%
050060.2	PEGADOR DE MASSA (EM ELABORACAO)	R\$ 190,87	R\$ 190,87	R\$ 381,74	R\$ 11,848	R\$ 3.074,74	R\$ 3.086,588	87,63%
050070.2	COLHER ARROZ (EM ELABORACAO)	R\$ 637,01	R\$ 637,01	R\$ 1.274,02	R\$ 31,236	R\$ 12.990,69	R\$ 13.021,931	90,22%
060010	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 (EM ELABORACAO)	R\$ 1.932,61	R\$ 1.932,61	R\$ 3.865,22	R\$ 363,405	R\$ 10.277,72	R\$ 10.641,128	63,68%
060020	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 (EM ELABORACAO)	R\$ 2.230,20	R\$ 2.230,20	R\$ 4.460,40	R\$ 454,268	R\$ 10.949,02	R\$ 11.403,292	60,89%
060040	COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 (EM ELABORACAO)	R\$ 919,27	R\$ 919,27	R\$ 1.838,54	R\$ 61,977	R\$ 13.634,91	R\$ 13.696,885	86,58%
080010	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 (EM ELABORACAO)	R\$ 706,51	R\$ 706,51	R\$ 1.413,02	R\$ 126,379	R\$ 3.949,69	R\$ 4.076,073	65,33%
080020	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 (EM ELABORACAO)	R\$ 1.733,75	R\$ 1.733,75	R\$ 3.467,50	R\$ 319,467	R\$ 9.409,10	R\$ 9.728,571	64,36%
400333	LAMINA 00030/60030/80030 (EM ELABORACAO)	R\$ 191,51	R\$ 191,51	R\$ 383,02	R\$ 8,697	R\$ 4.217,00	R\$ 4.225,701	90,94%
400416	LAMINA 00050/60050/80050 (EM ELABORACAO)	R\$ 357,85	R\$ 357,85	R\$ 715,69	R\$ 6,077	R\$ 21.071,86	R\$ 21.077,938	96,60%
400883	LAMINA 23/82/83/84/60/80045 (EM ELABORACAO)	R\$ 598,54	R\$ 598,54	R\$ 1.197,07	R\$ 81,931	R\$ 4.372,55	R\$ 4.454,485	73,13%
410010.2	LAMINA GARFO MESA UMA VIBRADO	R\$ 795,73	R\$ 795,73	R\$ 1.591,45	R\$ 207,328	R\$ 3.054,01	R\$ 3.261,334	51,20%

Fonte: Autor (2021).

## APÊNDICE H – PROCEDIMENTO DE TROCA DE FERRAMENTA

(continua)

	<b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL DE SETUP DE FERRAMENTAS DE CORTE</b>	MAR - 018	
		Cópia Controlada	
	<i>Aprovação: Lucas Martinazzo</i>	Revisão 00	Página 1 de 2
		Estabelecido 27/01/2021	Revisado 27/01/2021

**1. OBJETIVO**

Esse procedimento tem por objetivo descrever o método e a sequência ideal para que o *setup* das ferramentas para as prensas de corte seja feito o mais rápido possível.

**2. CONTROLE DE DISTRIBUIÇÃO**

Meio físico: Distribuído para

- Produção

**3. PROCEDIMENTO**

**3.1. Setup Externo de preparação**

O *setup* externo de preparação deverá ser realizado pelo preparador de ferramentas de corte, enquanto as máquinas ainda estão em operando.

- Identificar no sequenciamento a próxima ferramenta que entrará em processo de corte;
- Verificar se a mesma se encontra em apta para a operação, ou seja, afiada e com calços adequados para a máquina;
- Preparar a matriz que entrará em processo, no carrinho específico para colocação;
- Preparar os parafusos de fixação e chaves adequadas para o aperto;
- Verificar a disponibilidade da empilhadeira para a colocação do aço no momento em que a máquina parar;
- Preparar a bobina de aço do item que entrará em processo;
- Posicionar os carrinhos de retirada e colocação de ferramentas próximos ao equipamento de corte;
- Preparar os demais equipamentos de utilidade no processo de troca de ferramenta, como trena, fita isolante, chaves tipo Allen e etc...

**3.2. Setup Interno da ferramenta**

O *setup* interno da ferramenta deverá ser realizado pelo operador do equipamento, juntamente com o preparador de ferramentas, com objetivo de minimizar o tempo de máquina parada.

- Para facilitar o processo de retirada da ferramenta em operação, a prensa deverá se encontrar fechada ao término do processo de corte atual;
- Soltar os parafusos de fixação da matriz que está na máquina;
- Erguer o martelo, e remover a matriz com o carrinho pré-posicionado para este fim;
- Limpar a mesa da máquina com ar comprimido;

MAR-018 Revisão 00 Cópia Controlada

(continuação...)

	<b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL DE SETUP DE FERRAMENTAS DE CORTE</b>		MAR - 018	
			Cópia Controlada	
	<i>Aprovação: Lucas Martinazzo</i>		Revisão 00	Página 2 de 2
		Estabelecido 27/01/2021	Revisado 27/01/2021	

- Alocar a próxima matriz de corte na mesa da máquina, realizando as medições e ajustes necessários;
- Baixar o martelo da prensa e prender todos os parafusos da matriz;
- Regular o guia da chapa de inox na altura da área de corte da ferramenta;
- Regular altura da matriz para que possa realizar o corte da chapa de inox;
- Dar start na prensa respeitando a velocidade de corte determinada para cada produto;

**3.3. Setup interno para alimentação de matéria prima**

O *setup* interno para alimentação de matéria prima deverá ser realizado pelo operador do equipamento, enquanto o preparador estará regulando a matriz no equipamento de corte.

- Verificar a posição da empilhadeira com a bobina pré-determinada;
- Verificar visualmente possíveis problemas de qualidade com a bobina (riscos, amassados, ausência de brilho, etc...)
- Inserir e fixar a bobina de aço no desbobinador;
- Guiar a tira para dentro do equipamento;
- Inserir o passo do alimentador no painel da prensa;

**3.4. Setup externo de retirada**

O *setup* externo de retirada deverá ser realizado pelo preparador de ferramentas somente após a máquina iniciar a operação de forma definitiva.

- Limpar superficialmente óleos e retalhos remanescentes do processo;
- Retirar o calço superior da matriz;
- Deixar a matriz na mecânica, em local previamente estabelecido;
- Guardar o carrinho de retirada da matriz em local previamente estabelecido;
- Manter a organização do depósito de ferramentas;

**4. CONTROLE DE ALTERAÇÕES**

Nº da Revisão	Data	Alterações
00	27/01/2021	- Elaboração do Documento

MAR-018 Revisão 00 Cópia Controlada

## APÊNDICE I – INSTRUÇÃO DE TRABALHO PADRÃO

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>martinazzo</b></td> <td style="text-align: center;">PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">MAR - 003 Cópia Controlada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Revisão 00</td> <td style="text-align: center;">Página 1 de 13</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Estabelecido 28/01/2021</td> <td style="text-align: center;">Revisado 28/01/2021</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Aprovação: Lucas Martinazzo</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Esse procedimento tem o intuito de descrever o método mais adequado para a operação das prensas responsáveis pelo corte das peças.</p> <p><b>2. PROCEDIMENTO</b></p> <p><b>2.1. Set Up da ferramenta e Operação</b></p> <p><b>2.1.1. Retirada da Ferramenta de Corte – Prensa Jundiá 100 toneladas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) No painel do equipamento, pressionar o botão de comando para ligar o equipamento (botão verde);</li> <li>2) Posicionar a chave de comando de operação para a posição de ajuste e a chave de comando de regulagem do martelo, para a posição de ajuste;</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>3) Pressionar o comando bi manual até que a matriz esteja fechada, ou seja, no seu final de curso;</li> </ol>	<b>martinazzo</b>	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE	MAR - 003 Cópia Controlada		Revisão 00	Página 1 de 13		Estabelecido 28/01/2021	Revisado 28/01/2021		Aprovação: Lucas Martinazzo				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>martinazzo</b></td> <td style="text-align: center;">PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">MAR - 003 Cópia Controlada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Revisão 00</td> <td style="text-align: center;">Página 5 de 13</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Estabelecido 28/01/2021</td> <td style="text-align: center;">Revisado 28/01/2021</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Aprovação: Lucas Martinazzo</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>5) Utilizando uma chave combinada fixa e estrela, apertar os parafusos de fixação na parte inferior da matriz de corte;</li> <li>6) Regular a altura do martelo para baixo, de modo que fique em contato com a ferramenta de corte. Após isso, fixar a parte superior da matriz;</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>7) Pressionar o comando bi manual para abrir a ferramenta e regular, conforme instrução de regulagem, a altura do martelo em relação à mesa do equipamento, verificando se o curso será suficiente para realizar o corte da chapa de aço;</li> </ol> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">MAR-007                      Revisão 00                      Cópia Controlada</p>	<b>martinazzo</b>	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE	MAR - 003 Cópia Controlada		Revisão 00	Página 5 de 13		Estabelecido 28/01/2021	Revisado 28/01/2021		Aprovação: Lucas Martinazzo				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>martinazzo</b></td> <td style="text-align: center;">PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">MAR - 003 Cópia Controlada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Revisão 00</td> <td style="text-align: center;">Página 12 de 13</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Estabelecido 28/01/2021</td> <td style="text-align: center;">Revisado 28/01/2021</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Aprovação: Lucas Martinazzo</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>3.1.1. Registro da Inspeção</b></p> <p>Os registros serão realizados periodicamente na Ficha de Controle de Qualidade, em cada troca de item processado, ou em caso de qualquer não conformidade que acontecer.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>3.2. Controle de Produção</b></p> <p>O operador deverá apontar no início de cada turno o horário de início de operação, bem como apontar o horário em que a operação se encerrou. Juntamente a isso, o operador deverá informar a data, o nome, a referência em processo, a quantidade produzida, a quantidade de peças descartadas (caso houver) e paradas, programadas e não programadas (reposição do aço, troca de ferramenta, manutenção, atrasos, etc), com seus respectivos tempos de duração.</p> <p><b>3.2.1. Controle de Material Não-Conforme</b></p> <p>Caso sejam detectadas não conformidades durante a inspeção de qualidade, as peças deverão ser separadas em caixas destinadas a esse motivo para, no final do turno ou em</p> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">MAR-007                      Revisão 00                      Cópia Controlada</p>	<b>martinazzo</b>	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE	MAR - 003 Cópia Controlada		Revisão 00	Página 12 de 13		Estabelecido 28/01/2021	Revisado 28/01/2021		Aprovação: Lucas Martinazzo			
<b>martinazzo</b>		PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE	MAR - 003 Cópia Controlada																																									
		Revisão 00	Página 1 de 13																																									
	Estabelecido 28/01/2021	Revisado 28/01/2021																																										
Aprovação: Lucas Martinazzo																																												
<b>martinazzo</b>	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE	MAR - 003 Cópia Controlada																																										
	Revisão 00	Página 5 de 13																																										
	Estabelecido 28/01/2021	Revisado 28/01/2021																																										
Aprovação: Lucas Martinazzo																																												
<b>martinazzo</b>	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PRENSAS DE CORTE	MAR - 003 Cópia Controlada																																										
	Revisão 00	Página 12 de 13																																										
	Estabelecido 28/01/2021	Revisado 28/01/2021																																										
Aprovação: Lucas Martinazzo																																												

Fonte: Autor (2021).

## APÊNDICE J – PLANILHA DE CÁLCULO DO IROG

Dias do Mês	Referência	Tempo Trabalhado	Total de peças Produzidas	Total de Peças Descartadas	Meta	Capacidade Horária
1	80000	8,75	77673	0	98175	13200
2	30097	8,5	63865	58	69360	9600
3	50020	8,8	63920	109	80784	10800
4	50020	6,25	43207	0	57375	10800
5	54200EB	8,334	2347	0	2161	305
6					0	0
7					0	0
8	60040	7,55	84597	0	92412	14400
9	60040	3,584	47948	44	43868	14400
10	50010	6,884	50386	237	58748	10040
11	50060	6	3827	0	6732	1320
12	80010	3,833	36032	0	37533	11520
13					0	0
14					0	0
15	60010	1,5	21517	0	26340	20659
16	60020	5	90597	0	91800	21600
17	30087	0,333	2974	0	3057	10800
18	30086	4,8	26534	0	39168	9600
19				0	0	0
20					0	0
21					0	0
22	60010	3,8	45926	19	66729	20659
23	60010	7,884	111459	0	138444	20659
24	60020	7,55	129854	0	138618	21600
25	50010	8	59320	33	68272	10040
26	50010	8,2	67738	0	69979	10040
27					0	0
28					0	0
29	54200EB	8,5	1936	0	2204	305
30	83010	8,25	148856	0	151470	21600
31	83010	7,85	143255	0	144126	21600

Referência: Informa qual item esteve em processamento

Tempo trabalhado: Informa quantas horas o equipamento efetivamente trabalhou

Total de peças produzidas: Informa a quantidade de peças produzidas dentro do tempo trabalhado

Total de peças descartadas: Informa a quantidade de peças descartadas durante o processamento

Meta e Capacidade horária: Informam a meta e capacidade horária para o respectivo item, em relação ao tempo trabalhado

Fonte: Autor (2021).

## APÊNDICE K – INDICADORES DO IROG

DISPONIBILIDADE	OEE														
<b>81,7%</b>	<b>62,00%</b>														
PERFORMANCE															
<b>75,9%</b>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Horas Teóricas Disponíveis</td> <td>202,40</td> </tr> <tr> <td>Horas Efetivamente Trabalhadas</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>Produção Teórica Mensal</td> <td>1.749.828</td> </tr> <tr> <td>Produção Real Mensal</td> <td>1.327.768</td> </tr> <tr> <td>Total de Peças Descartadas</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>Número de Dia Produtivos</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Horas não trabalhadas por paradas</td> <td>36,961</td> </tr> </tbody> </table>	Horas Teóricas Disponíveis	202,40	Horas Efetivamente Trabalhadas	140	Produção Teórica Mensal	1.749.828	Produção Real Mensal	1.327.768	Total de Peças Descartadas	500	Número de Dia Produtivos	23	Horas não trabalhadas por paradas	36,961
Horas Teóricas Disponíveis	202,40														
Horas Efetivamente Trabalhadas	140														
Produção Teórica Mensal	1.749.828														
Produção Real Mensal	1.327.768														
Total de Peças Descartadas	500														
Número de Dia Produtivos	23														
Horas não trabalhadas por paradas	36,961														
QUALIDADE															
<b>100,0%</b>															

Fonte: Autor (2021).

**APÊNDICE L – PLANO DE AÇÃO MARTINAZZO**

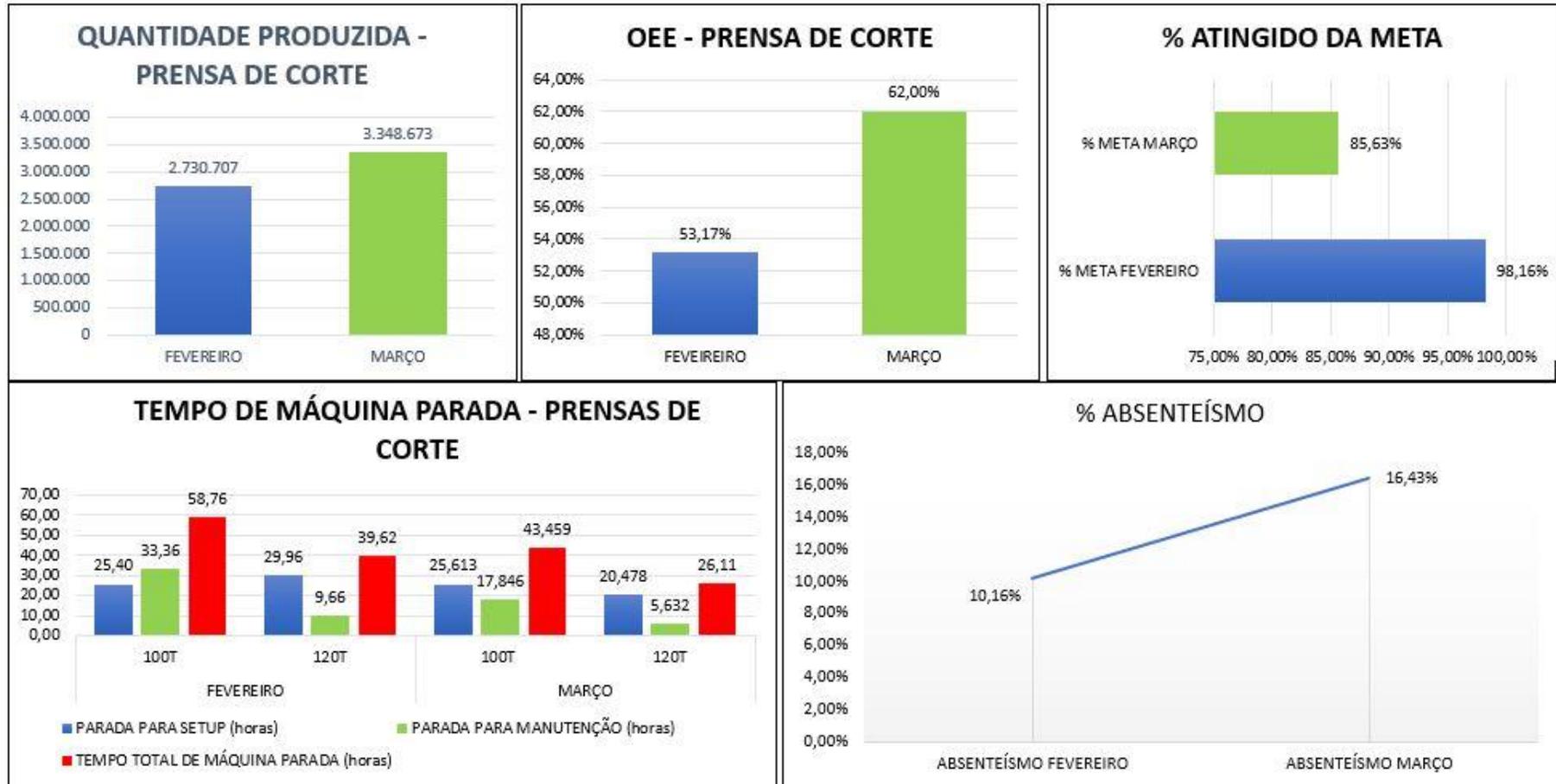
martinazzo		<b>PLANO DE AÇÃO DE MELHORIAS - Prensas</b>					
5W			2H				
O QUE? (WHAT)	POR QUE? (WHY)	ONDE? (WHERE)	QUANDO? (WHEN)		QUEM? (WHO)	COMO? (HOW)	QUANTO? (HOW MUCH)
			INÍCIO	FIM			
Treinamento de apontamento para novos funcionários	Aprimorar o controle de dados	Usinagem	26/03/2021	09/04/2021	Germano	Treinamento	R\$ 0,00
Fazer carrinho para troca de ferramenta na 100T	Agilizar os tempos de troca	Mecânica	09/04/2021		Mecânica	Fazendo o carrinho	R\$ 1.200
Agendar a retirada da prensa dan press e a moviemntação da 120T	Melhorar o layout do setor	Prensas de corte	26/03/2021	02/04/2021	Mecânica e Germano	Convocando pessoas, organizando retirada e logística	A ser analisado
Fazer prateleiras das prensas de estampo	Para guardar os estampadores	Mecânica	22/03/2021	09/04/2021	Mecânica	Fabricando prateleiras ou montado-as	A ser analisado
Comprar e fabricar caixas de armazenamento de peças cortadas	Aumentar e organizar o estoque	Mecânica	a definir		Mecânica	Fabricando as caixas	A ser analisado
Instalação de complemento do exaustor no polidor	Auxiliar na limpeza	Polidor	22/03/2021	09/02/2021	Mecânica e Germano	Realizando a compra e a instalação	A ser analisado
Avaliar instalação de sistema de comunicação para empilhadeira	Otimizar a comunicação	Fábrica toda	09/04/2021		Tiago	Avaliando de preços e custo-benefício	A ser analisado
Adequação da laminadora de faca verão	Adequar a nr12	Prensas	26/03/2021	26/05/2021	Linear Tek	Orçando e passando as informações para a empresa	A ser analisado

_____	_____
Supervisor do Setor	Gerente Industrial

Fonte: Autor (2021).

## APÊNDICE M – GRÁFICOS DO QUADRO DE GESTÃO A VISTA



Fonte: Autor (2021).

## APÊNDICE N – VARIÁVEIS PRINCIPAIS NECESSÁRIAS PARA O CÁLCULO DO NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO

ITEM	DESCRIÇÃO	MENOR CONSUMO	MAIOR CONSUMO	CUSTO	CAPACIDADE PRODUTIVA (min)
<b>PEÇAS CORTADAS</b>					
020010.1	LAMINA PIEMONTE 20010 CORTADA	7.890	121.870	R\$ 0,21	360
020020.1	LAMINA PIEMONTE 20020 CORTADA	9.505	141.725	R\$ 0,29	360
050010.1	GARFO MESA CORTADO	33.344	230.860	R\$ 0,31	180
050020.1	COLHER MESA CORTADA	164.598	628.820	R\$ 0,33	180
050030	COLHER SOBREMESA CORTADA	3.265	72.564	R\$ 0,29	180
050034/35	FACA VERA0 CORTADA	8.265	75.598	R\$ 0,41	180
050040	COLHER CAFE CORTADA	0	30.202	R\$ 0,08	180
050045.1	COLHER CHA CORTADA	8.220	146.294	R\$ 0,12	180
050046.3	GARFO SALADA CORTADO	0	20.073	R\$ 0,54	180
050050	GARFO SOBREMESA CORTADO	0	55.713	R\$ 0,24	180
050055	COLHER SUÇO CORTADA	5.315	35.993	R\$ 0,24	180
050060	PEGADOR DE MASSA CORTADO	839	2.517	R\$ 1,68	60
050070	COLHER ARROZ CORTADA	8.078	61.010	R\$ 0,54	180
060010.1	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 CORTADO	65.016	672.599	R\$ 0,11	360
060020.1	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 CORTADA	224.052	714.192	R\$ 0,12	360
060035	LAMINA FACA PRIMAVERA 60035	203.597	615.779	R\$ 0,15	510
060040.1	LAMINA COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 CORTADA	70.294	319.171	R\$ 0,07	240
080010.1	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 CORTADA	16.012	213.258	R\$ 0,17	180
080020.1	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 CORTADA	96.183	300.779	R\$ 0,22	360
400072	LAMINA 00030/60030/80030 CORTADA	0	105.998	R\$ 0,13	180
400170	LAMINA 00050/60050/80050 CORTADA	12.081	90.817	R\$ 0,13	180
400169	LAMINA 00045/60045/80045 CORTADA	24.476	189.236	R\$ 0,10	240
410010.1	LAMINA GARFO MESA UMA CORTADA	20.159	217.794	R\$ 0,20	360
<b>PEÇAS CONFORMADAS</b>					
020010	LAMINA PIEMONTE 20010 (EM ELABORACAO)	30.215	121.399	R\$ 0,26	40
020020	LAMINA PIEMONTE 20020 (EM ELABORACAO)	28.405	102.816	R\$ 0,33	44
050010.2	GARFO MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	63.624	206.660	R\$ 0,42	18
050020	COLHER MESA VERA0 (EM ELABORACAO)	262.180	535.992	R\$ 0,37	58
050030.2	COLHER SOBREMESA (EM ELABORACAO)	4.090	33.080	R\$ 0,37	25
050040.2	COLHER CAFE (EM ELABORACAO)	200	26.170	R\$ 0,16	27
050045.2	COLHER CHA (EM ELABORACAO)	7.596	191.000	R\$ 0,19	28
050046.2	GARFO SALADA (EM ELABORACAO)	60	4.450	R\$ 0,68	15
050050.2	GARFO SOBREMESA (EM ELABORACAO)	482	4.910	R\$ 0,32	25
050055.2	COLHER SUÇO (EM ELABORACAO)	600	22.580	R\$ 0,31	28
050060.2	PEGADOR DE MASSA (EM ELABORACAO)	92	2.720	R\$ 2,03	6
050070.2	COLHER ARROZ (EM ELABORACAO)	5.052	66.402	R\$ 0,67	15
060010	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 (EM ELABORACAO)	173.459	631.754	R\$ 0,14	48
060020	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 (EM ELABORACAO)	224.465	650.121	R\$ 0,16	47
060040	COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 (EM ELABORACAO)	126.358	303.542	R\$ 0,13	34
080010	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 (EM ELABORACAO)	42.922	134.287	R\$ 0,22	40
080020	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 (EM ELABORACAO)	119.126	263.524	R\$ 0,26	44
400333	LAMINA 00030/60030/80030 (EM ELABORACAO)	200	28.284	R\$ 0,19	34
400416	LAMINA 00050/60050/80050 (EM ELABORACAO)	13.943	53.786	R\$ 0,21	28
400883	LAMINA 23/82/83/84/60/80045 (EM ELABORACAO)	47.420	146.652	R\$ 0,16	32
410010.2	LAMINA GARFO MESA UMA VIBRADO	30.741	154.942	R\$ 0,24	40

Fonte: Autor (2021).

**APÊNDICE O – VARIÁVEIS COMPLEMENTARES NECESSÁRIAS PARA O  
CÁLCULO DO NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO**

ITEM	DESCRIÇÃO	RMeQ	RMaQ	CTM
<b>PEÇAS CORTADAS</b>				
020010.1	LAMINA PIEMONTE 20010 CORTADA	21,92	338,53	R\$ 77,36
020020.1	LAMINA PIEMONTE 20020 CORTADA	26,40	393,68	R\$ 104,33
050010.1	GARFO MESA CORTADO	185,24	1.282,56	R\$ 55,94
050020.1	COLHER MESA CORTADA	914,43	3.493,44	R\$ 59,36
050030	COLHER SOBREMESA CORTADA	18,14	403,13	R\$ 51,64
050034/35	FACA VERAO CORTADA	45,92	419,99	R\$ 74,56
050040	COLHER CAFE CORTADA	0,00	167,79	R\$ 15,19
050045.1	COLHER CHA CORTADA	45,67	812,74	R\$ 22,23
050046.3	GARFO SALADA CORTADO	0,00	111,52	R\$ 97,92
050050	GARFO SOBREMESA CORTADO	0,00	309,52	R\$ 44,05
050055	COLHER SUCO CORTADA	29,53	199,96	R\$ 42,35
050060	PEGADOR DE MASSA CORTADO	13,98	41,95	R\$ 100,69
050070	COLHER ARROZ CORTADA	44,88	338,94	R\$ 97,16
060010.1	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 CORTADO	180,60	1.868,33	R\$ 39,13
060020.1	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 CORTADA	622,37	1.983,87	R\$ 44,96
060035	LAMINA FACA PRIMAVERA 60035	399,21	1.207,41	R\$ 77,37
060040.1	LAMINA COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 CORTADA	292,89	1.329,88	R\$ 16,92
080010.1	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 CORTADA	88,96	1.184,77	R\$ 31,00
080020.1	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 CORTADA	267,18	835,50	R\$ 79,63
400072	LAMINA 00030/60030/80030 CORTADA	0,00	588,88	R\$ 23,90
400170	LAMINA 00050/60050/80050 CORTADA	67,12	504,54	R\$ 24,14
400169	LAMINA 00045/60045/80045 CORTADA	101,98	788,48	R\$ 24,72
410010.1	LAMINA GARFO MESA UMA CORTADA	56,00	604,98	R\$ 71,03
<b>PEÇAS CONFORMADAS</b>				
020010	LAMINA PIEMONTE 20010 (EM ELABORACAO)	755,38	3.034,98	R\$ 10,30
020020	LAMINA PIEMONTE 20020 (EM ELABORACAO)	645,57	2.336,73	R\$ 14,53
050010.2	GARFO MESA VERAO (EM ELABORACAO)	3.534,67	11.481,11	R\$ 7,47
050020	COLHER MESA VERAO (EM ELABORACAO)	4.520,34	9.241,24	R\$ 21,34
050030.2	COLHER SOBREMESA (EM ELABORACAO)	163,60	1.323,20	R\$ 9,15
050040.2	COLHER CAFE (EM ELABORACAO)	7,41	969,26	R\$ 4,26
050045.2	COLHER CHA (EM ELABORACAO)	271,29	6.821,43	R\$ 5,44
050046.2	GARFO SALADA (EM ELABORACAO)	4,00	296,67	R\$ 10,14
050050.2	GARFO SOBREMESA (EM ELABORACAO)	19,28	196,40	R\$ 8,10
050055.2	COLHER SUCO (EM ELABORACAO)	21,43	806,43	R\$ 8,57
050060.2	PEGADOR DE MASSA (EM ELABORACAO)	15,33	453,33	R\$ 12,19
050070.2	COLHER ARROZ (EM ELABORACAO)	336,80	4.426,80	R\$ 10,07
060010	LAMINA GARFO MESA PRIMAVERA 60010 (EM ELABORACAO)	3.613,73	13.161,54	R\$ 6,96
060020	LAMINA COLHER MESA PRIMAVERA 60020 (EM ELABORACAO)	4.775,85	13.832,36	R\$ 7,60
060040	COLHER DE CAFE PRIMAVERA 60040 (EM ELABORACAO)	3.716,41	8.927,71	R\$ 4,38
080010	LAMINA GARFO MESA ELEGANCE 80010 (EM ELABORACAO)	1.073,05	3.357,18	R\$ 8,63
080020	LAMINA COLHER MESA ELEGANCE 80020 (EM ELABORACAO)	2.707,41	5.989,18	R\$ 11,51
400333	LAMINA 00030/60030/80030 (EM ELABORACAO)	5,88	831,88	R\$ 6,53
400416	LAMINA 00050/60050/80050 (EM ELABORACAO)	497,96	1.920,93	R\$ 5,88
400883	LAMINA 23/82/83/84/60/80045 (EM ELABORACAO)	1.481,88	4.582,88	R\$ 5,07
410010.2	LAMINA GARFO MESA UMA VIBRADO	768,53	3.873,55	R\$ 9,60

Fonte: Autor (2021).

