

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALEXANDRA ÁGATHA BRITO PALADINO

**DIAGNÓSTICO PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DO SETOR DE  
ESTAMPARIA DE UMA FÁBRICA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)**

MANAUS - AM  
2020

ALEXANDRA ÁGATHA BRITO PALADINO

**DIAGNÓSTICO PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DO SETOR DE  
ESTAMPARIA DE UMA FÁBRICA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Engenharia de Produção da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de bacharel em Engenharia de Produção.

**Orientador:** Prof. Francisco Canindé de Paiva, M.Sc

MANAUS - AM  
2020

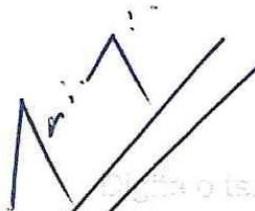
**ALEXANDRA ÁGATHA BRITO PALADINO**

**DIAGNÓSTICO PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DO SETOR DE  
ESTAMPARIA DE UMA FÁBRICA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

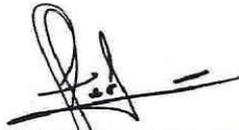
Data de aprovação: Manaus (AM), 19 de novembro de 2020.

Banca examinadora:



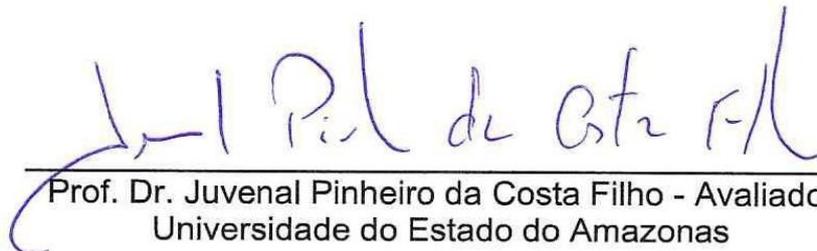
---

Prof. Francisco Canindé de Paiva, M.Sc – Orientador  
Universidade do Estado do Amazonas



---

Prof. Dr. Antônio Geraldo Harb – Avaliador  
Universidade do Estado do Amazonas



---

Prof. Dr. Juvenal Pinheiro da Costa Filho - Avaliador  
Universidade do Estado do Amazonas

## **AGRADECIMENTO**

Sou muito grata a Deus pelos seus feitos na minha vida durante o período acadêmico. Foram inúmeras as Suas manifestações de amor. Louvo a Deus por me permitir chegar aqui e a intercessão da Virgem Maria que esteve a me auxiliar desde o período de vestibular. Lembro-me como se fosse hoje o dia em que rezava o terço pedindo que ela intercedesse ao Pai pela minha aprovação, e em meio ao cansaço e minha falta de fé chorava pensando não conseguir por ter dificuldade em inglês e química. Foi em meio a tudo isso que caí no sono e sonhei com a Virgem que me dizia para não ter medo, que Deus iria me ajudar e a disciplina que eu menos soubesse eu marcasse tudo em apenas uma letra. Chegando a hora da prova, nas questões de química eu baixei minha cabeça rezei uma Ave Maria e pedi uma letra de inspiração, foi quando me veio a letra “a”. Ao sair o gabarito fiquei profundamente feliz ao ver que as respostas da tão temida disciplina eram todas “a” e inglês, a segunda disciplina que eu temia, havia errado uma questão. Essa foi apenas a primeira das muitas graças de Deus na minha vida de acadêmica.

O meu muito obrigada a minha mãe, Alexandra Antônia Freitas de Brito, que me incentivou e proporcionou todos os meios para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Obrigada pelos seus sacrifícios, pelas vezes que abdicou de si para proporcionar o melhor a mim, nunca conseguirei retribuir o grande dom que és para mim e sempre será.

Gratidão a todo corpo docente que me agregou com suas experiências, em especial ao meu professor orientador Francisco Canindé de Paiva e aos inspiradores Antônio Geraldo Harb e Silvio Romero Adiar Marques. Aos meus orientadores de estágio, Gabriel Nora, Janderlan Batista, Fernanda Araújo e Thayami.

E por fim, gratidão a todos os amigos que compartilharam essa trajetória comigo nos momentos de alegria e de tristeza, Patrícia Santo Alencar, Nicholas Matheus Guimarães Azevedo, Déliz Maria, Viviane Cássia, Gabriella Duarte, Luiz Ricardo Gomes Gama, Alessandro Ribeiro, Renan Marialva, Pedro Leão, Valeria Souza, Rodrigo Maduro, Paulo Timbó e Ítalo Castro Fazioni.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar os fatores que impactam direta e indiretamente no atendimento da produção, como forma de controlar e gerenciá-los, favorecendo a tomada de decisões assertivas e congruentes com a necessidade do setor em uma empresa de estamperia do polo industrial de Manaus-AM. Tendo em vista o não atendimento da demanda, foram coletados dados de Janeiro a Julho de 2019. A taxa de trabalho, dessa forma, serviu então como informação crucial para um diagnóstico preciso da situação real da eficiência da fábrica, seus pontos de alerta e de melhoria. Por meio deste diagnóstico foi levantado, principalmente, o que tem afetado esta taxa de trabalho, através da observação do tempo inoperante e do plano de produção. Conforme os resultados apresentados, pode-se afirmar que as soluções propostas de atualizar os tempos cronometrados dos processos de cada item, padronizar o *set up* e otimizar o plano de produção se mostraram eficientes. Foi criado um programa de produção com vistas à eliminação de horas extra no setor da estamperia. Ficou constatado que os itens do estoque passaram a ser identificados, possuindo controle e eficiência no planejamento dos processos seguintes em tempo hábil. A nova metodologia permite que o operador visualize o número do processo correto a ser realizado por ele. Assim, com a regra do lote os *set up's* por cada máquina realizado pelo operador têm média de 2 a 3 *set up's* por dia nas máquinas automáticas e de 200 toneladas.

**Palavras-chave:** tempo inoperante, taxa de trabalho; *set up*.

## ABSTRACT

*The objective of this work was to identify the factors that directly and indirectly impact productive efficiency based on lean philosophy as a way of knowing how to control and manage them, favoring assertive decision and congruent with the need of the production process in a stamping company on the industrial hub of Manaus-AM. In view of the Efficiency and Productive Capacity indices, data were collected from January to July 2019. The labor rate, thus, served as crucial information for an accurate diagnosis of the real situation of the factory's efficiency, its warning points and improvement. Through this diagnosis, it was raised, mainly, what has affected this work rate, by observing downtime and the production plan. According to the results presented, it can be said that the proposed solutions to update the process time of the items, standardize the set up and optimize the production plan proved to be efficient. A production simulator was created which had zero cost with a view to eliminating overtime in the printing sector. It was found that the inventory items started to be identified, having control and efficiency in planning the following processes in a timely manner. The operator, in this implementation, is able to see the correct process number to be performed by him. Thus, with the economic lot rule, the set ups for each machine performed by the operator average 2 to 3 set ups per day in the automatic machines and 200 tons.*

**Keywords:** *lean production, press shop, setup of machines.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do foco das organizações.....	16
Figura 2 - Estrutura de Perda do OEE .....	26
Figura 3 - Processo de Fabricação, com destaque para a Estamparia.....	31
Figura 4 - Quadro dos Grupos de Máquinas e Quantitativos.....	31
Figura 5 - Produção da Estamparia.....	32
Figura 6 - Linha de Montagem da estamparia .....	33
Figura 7 - Demanda da Produção de Janeiro a Junho de 2019 .....	35
Figura 8 - Controle de Hora extra Setorial de Janeiro a Junho de 2019 .....	36
Figura 9 - Atendimento Mensal de Produção de Janeiro a Julho de 2019 .....	37
Figura 10 - Atendimento por Grupo de Máquina Acumulado de Janeiro a Julho de 2019 ....	37
Figura 11 - Visão Geral da Média Diária da Taxa de Trabalho em segundos.....	38
Figura 12 - Tabela de Controle de Hora Extra Setorial .....	39
Figura 13 - Diagrama de Pareto dos Motivos de Parada do Tempo Inoperante em Segundos .....	39
Figura 14 - Diagrama de Pareto do Tempo Inoperante por Grupo de Máquina em Segundos .....	40
Figura 15 - Diagrama de Pareto do Tempo Inoperante do Grupo Automática 110 e 160 Toneladas em segundos .....	42
Figura 16 - Diagrama de Pareto do tempo Inoperante do Grupo Duplo Comando 200 Toneladas em Segundos .....	42
Figura 17 - Variação do tamanho das ferramentas.....	43
Figura 18 - Tempo de Set Up em Segundos do Grupo Automáticas 100 e 160 Toneladas..	43
Figura 19 - Classificação das Operações de Set Up em Segundos do Grupo Automáticas 110 e 160 Toneladas .....	44
Figura 20 - Operações das Atividades Operacionais .....	44
Figura 21 - Operações das Atividades Ferramenta .....	45
Figura 22 - Operações das Atividades de Manuseio e Transporte da Bobina .....	45
Figura 23 - Tempo de Set Up em Segundos Grupo 200 Toneladas Duplo Comando.....	46
Figura 24 - Classificação das Operações de Set Up em Segundos do Grupo 200 Toneladas .....	46
Figura 25 - Operações das Atividades da Empilhadeira .....	47
Figura 26 - Operações das Atividades Operacionais em Segundos .....	47
Figura 27 - Operações das Atividades Manuseio de Caixas e Basquetes em Segundos.....	48

Figura 28 - Alinhamento da Ferramenta nas Máquinas .....	49
Figura 29 - Atividade de Grampeio e Desgrampeio da Ferramenta .....	49
Figura 30 - Percurso da Empilhadeira Durante o Processo Produtivo .....	50
Figura 31 - Deslocamento da Empilhadeira .....	51
Figura 32 - Apontamento de Produção .....	52
Figura 33 - Fluxo do Processo Produtivo de um Item .....	53
Figura 34 - Quantidade de Itens e Processos da Estamparia.....	54
Figura 35 - Distribuição operacional por Centro de Custo.....	55
Figura 36 - Diagrama de Ishikawa para a Baixa Taxa de Trabalho .....	56
Figura 37 - Ferramenta Cinco Porquês .....	57
Figura 38 - Meta de Redução do Tempo Inoperante dos Grupos em Análise .....	58
Figura 39 - Plano de Ação 5W2H .....	58
Figura 40 - 5W2H - Status .....	60
Figura 41 - Quantidade de Colaboradores da Estamparia .....	61
Figura 42 - Reestruturação do Layout .....	62
Figura 43 - Estratégia Para Redução de Movimentações e Esperas .....	63
Figura 44 - Número de Set Up diário no 1º turno comercial.....	64
Figura 45 - Redução do Tempo Inoperante Alcançado .....	65

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.2	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	13
1.3	OBJETIVOS .....	13
1.3.1	Objetivo Geral.....	13
1.3.2	Objetivos Específicos .....	13
1.4	SUPOSIÇÕES.....	14
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	14
1.6	LIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	14
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
2.1	O PROCESSO PRODUTIVO: da Mecanização ao Sistema Toyota de Produção (STP).....	16
2.1.1	Mecanização .....	18
2.2	AUTOMAÇÃO – SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	19
2.2.1	<i>Kaizen</i> .....	21
2.2.2	Metodologia 5S.....	22
2.2.3	Manutenção Produtiva Total .....	23
2.2.4	<i>Overall Equipmente Effectiveness - OEE</i> .....	25
2.3	DIFERENÇA DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA .....	26
2.4	<i>TAKT TIME</i> .....	27
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	29
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	31
4.1	O SETOR .....	31
4.1.1	O Processo Produtivo .....	32
4.1.2	Análise do Cenário Produtivo do Setor.....	34

4.2	O GEMBA.....	40
4.2.1	Operações que Apresentaram Destaque .....	48
4.2.1.1	Alinhamento da Ferramenta .....	48
4.2.1.2	Grampeio/desgrampeio da ferramenta .....	49
4.2.1.3	Espera da empilhadeira.....	50
4.2.1.4	Apontamento e despacho de produção .....	51
4.3	MAPEAMENTO DOS PROCESSOS.....	53
4.4	ANÁLISE DA CAUSA RAIZ .....	56
4.5	SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	58
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA .....	59
4.7	IDENTIFICAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA REAL DO SETOR .....	61
4.7.1	Redução dos Tempos de Espera e Deslocamento .....	61
4.7.2	Redução do Número de <i>Set up</i> e Aumento da Acuracidade do Controle de Estoque.....	63
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	66
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	67
6	REFERÊNCIAS .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado global está cada vez mais competitivo e, em consequência disso, as indústrias buscam incessantemente se firmarem em seu negócio. Isso induz que elas criem alternativas que melhorem seus processos e reduzam seus custos para que se mantenham competitivas e sustentáveis.

Dentro disso, uma forma de alcançar esses objetivos que vem ganhando força mundialmente é o *Lean Manufacturing*, visto que é voltado para a melhoria da produção, tornando os processos operacionais enxutos. A partir da implementação do *Lean Manufacturing* dentro dos processos de produção, há margem para a eficiência, por isso a melhoria contínua se torna uma ferramenta indispensável para o aprimoramento do desempenho da empresa.

Outra consequência observada pela alta competitividade do mercado é que há um ritmo frenético de mudanças impulsionado pela facilidade e rapidez do acesso às informações, levando os empresários, executivos e gestores a tomarem com crescente frequência, decisões que impactem nos resultados finais da organização, por meio de uma simples alteração ou até de uma modificação completa do processo produtivo. É nessa pressão por tomadas de decisão mais rápidas e em um volume maior, que se encontra um problema: pequenos desperdícios que também impactam no processo de produção da organização são inobservados pela gestão, comprometendo a eficiência fabril.

### 1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A setor estudado atua na área de estamperia, produzindo bens de consumo por meio de processos de corte, dobra ou repuxo para confecção de chassi de moto no Polo Industrial de Manaus (PIM). Para maximizar o resultado dos ativos produtivos é importante para a empresa identificar os fatores responsáveis pelo não atendimento da demanda produtiva dentro do tempo disponível orçado pela engenharia.

Diante do que foi exposto, busca-se nesse estudo responder ao seguinte problema de pesquisa: *a capacidade produtiva do setor em estudo atende a demanda do cliente?*

## 1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Entre as ciências administrativas da produção e engenharia de produção, existe um conceito comum que é a maximização da utilização dos equipamentos, como forma de diluir os custos de produção, aumentando assim as margens de lucro. O uso de ferramentas já consagradas faz parte da dinâmica de grandes, médias e pequenas organizações. O propósito desse trabalho é mostrar que o uso dessas ferramentas pode ser expandido para além de suas aplicações tradicionais, aproveitando o conceito que está por trás da ferramenta e criando uma inovação na administração dos sistemas, nesse caso, o produtivo.

O que levou a realização dessa pesquisa foi o não atendimento da demanda por peças estampadas para produção de chassi, tanque, catalizador e capa de escapamento de moto, provocando perda de produtividade e eficiência.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Essa pesquisa tem como objetivo principal *identificar os fatores que impactam diretamente na baixa taxa de trabalho do setor, provocando o não atendimento da demanda.*

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal dessa pesquisa, foram traçados os seguintes objetivos específicos que deram sustentação ao objetivo maior do trabalho. São eles os seguintes:

- i. Mapear o processo produtivo do setor a ser estudado;
- ii. Medir a capacidade produtiva real do setor;
- iii. Identificar os desvios que prejudicam o cumprimento do Plano de Produção; e
- iv. Analisar os fatores que influenciaram a taxa de trabalho da fábrica.

## 1.4 SUPOSIÇÕES

A competição entre empresas tem aumentado nos mercados nacionais e internacionais e isso tem levado as mesmas a buscarem uma melhor eficiência em suas operações e processos. Diante desse cenário os gestores têm buscado explorar e implementar sistemas e modelos de produção que tenham um resultado satisfatório sob o ponto de vista de custos, qualidade, tempo, flexibilidade e inovação (ANTUNES et al., 2008).

A eficiência produtiva é resultado de um processo enxuto, ou seja, uma fábrica organizada, otimizada e melhorada, livre de desperdícios e perdas que comprometem a produção. Assim sendo, a forma de buscar sistemas e modelos de produção que apresentem melhores resultados e ganhos de produtividade será:

- i. Identificar os processos não registrados;
- ii. Identificar quais são os tempos dos processos registrados;
- iii. Conferir os tempos dos processos registrados;
- iv. Estudar os *set up's* já utilizados; e
- v. Verificar o excesso de movimentação e espera.

## 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada numa empresa instalada no Polo Industrial de Manaus (PIM), mais precisamente no setor de estamperia devido a facilidade de análise e acompanhamento, por ser o local onde estagiu. O período de levantamento de dados para essa pesquisa foi de janeiro a junho de 2019.

## 1.6 LIMITAÇÃO DA PESQUISA

Uma das dificuldades encontrada pela pesquisadora foi expor às informações sem ferir a confidencialidade da empresa e havia um mau gerenciamento dos históricos de parada de máquina, necessitando um *genba* longo e limitado ao primeiro turno.

A aplicação das melhorias também sofreu uma interrupção devido a paralização causada pela pandemia, quebrando o fluxo de monitoramento e retrocesso em alguns pontos ao retorno da produção.

Quanto as soluções propostas, foram coerentes a realidade e orçamento do setor estudado, não sendo necessariamente a ação em que obterias se a eficiência plena dos recursos.

Além disso, são diversas mentes pensando de forma diferente com foco em objetivos distintos, alinhar a equipe as oportunidades de melhoria e as mudanças necessárias foram desafiantes, principalmente ao nível operacional, devido à dificuldade em encontrar disponibilidade para realização de treinamento.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a formulação do problema, os objetivos do trabalho, a justificativa, as suposições, a delimitação da pesquisa e suas limitações.

O capítulo 2 expõe a fundamentação teórica onde são abordados os conceitos pertinentes ao tema e as técnicas que o estudo exigiu.

No capítulo 3 é abordada a metodologia de pesquisa dessa monografia. São apresentados o tipo de pesquisa e o método de estudo empregado.

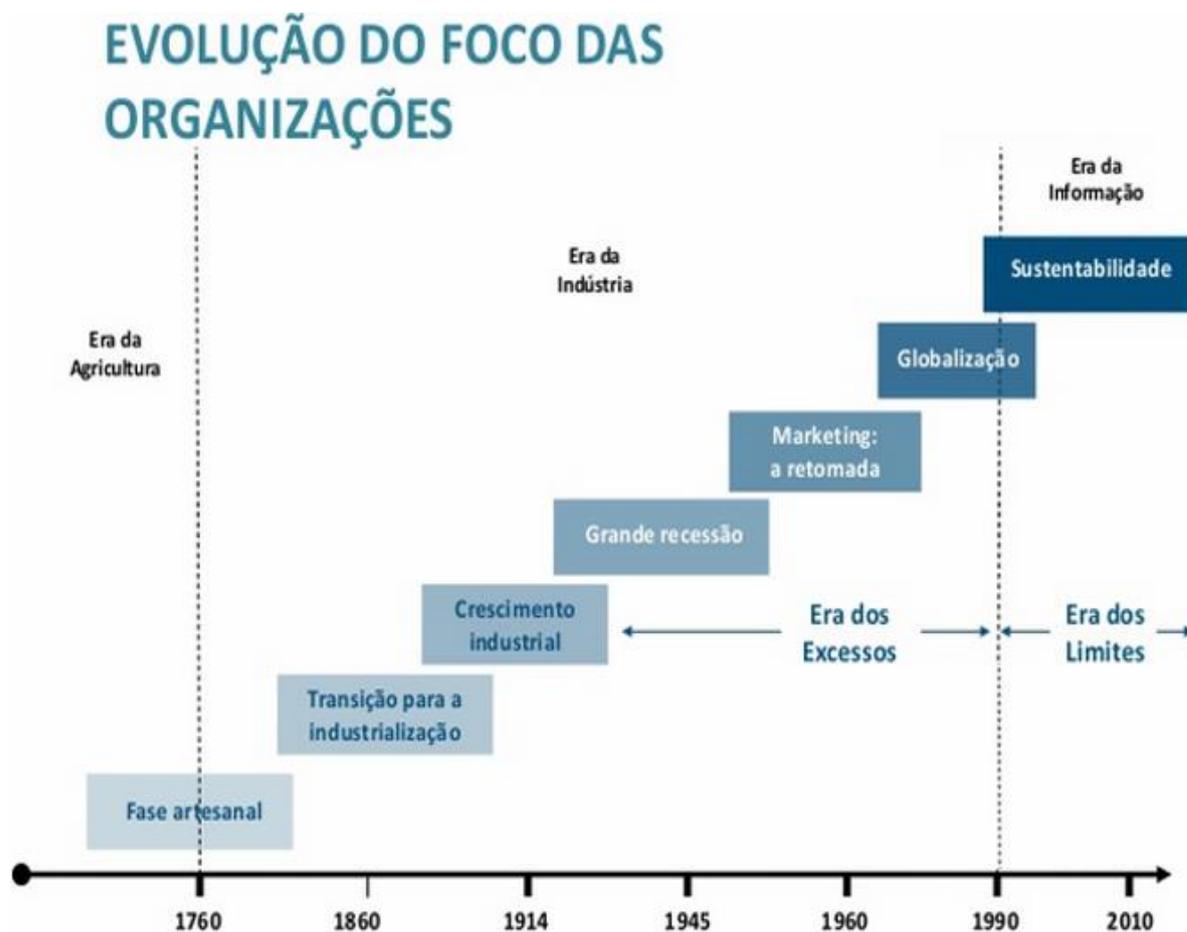
No capítulo 4 é apresentado o desenvolvimento da proposta do trabalho, ou seja, é a aplicação das suposições que foram levantadas.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas conforme os objetivos que foram traçados para o trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O PROCESSO PRODUTIVO: DA MECANIZAÇÃO AO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Figura 1 - Evolução do foco das organizações



Fonte: Disponível em: <https://slideplayer.com.br/amp/337637/> (Adaptado).

A evolução do processo produtivo desde o início da produção é motivada pela necessidade do mercado, da sociedade e do momento. Segundo Dias (2006), a evolução histórica do sistema produtivo data de meados do século XIX, onde os trabalhos eram feitos manualmente e cada mão de obra era independente. Cada item produzido era processado um por vez. O modelo manual de produção da época elevava sobremaneira os custos de produção, pois cada produto era único e tinha como objetivo atender as exigências do consumidor, conforme suas preferências e desejos.

Para Oliveira (2014), o sistema produtivo surgiu em diferentes sociedades tribais, greco-românicas e na feudal, posteriormente a autora abrange o modelo capitalista de produção o qual começou com Ford, Taylor e Fayol.

Acompanhando a linha de raciocínio da autora, a sociedade tribal tinha um modelo de trabalho que necessitava da caça, pesca e coleta para a sobrevivência da tribo. Dessa forma, a finalidade do trabalho era feita por ritos e mitos, porém a divisão era feita por sexo e o lazer era completado em curtos períodos.

Ainda de acordo com o pensamento do autor do parágrafo anterior, na sociedade greco-romana, o trabalho se dividiu em três categorias: *labor*, *poiesis* e *práxis*. O *labor* era um trabalho dedicado à produção de alimentos para a sobrevivência do corpo. A *poiesis* era o trabalho do artesão e do escultor, seja para a fabricação de ferramentas, seja para o mero fim estético. A *práxis* se entendia como atividade política (do cidadão da *polis*). Nas *práxis* a palavra e o discurso eram ferramentas de trabalho para encontrar soluções a fim de proporcionar o bem-estar dos cidadãos.

A sociedade feudal, segundo Oliveira, foi marcada pelo campesinato, havendo arrendamento de terras onde o camponês trabalhava para si e para o senhor feudal, o servo camponês era obrigado a pagar impostos relativamente altos pelo uso da terra, além de também pagar impostos ao Estado e à Igreja. Nesse período, a autora destaca que o trabalho não era o elemento central, mas a religião, honra, lealdade ou posição social eram definidas pelo cargo na produção econômica.

Conforme (OLIVEIRA, 2014) “nessas sociedades o trabalho está relacionado à obtenção apenas do necessário para manter o sistema funcionando, não existindo a noção de lucro e preocupações em aperfeiçoar as técnicas de produção”. E concordando com a autora, o modelo produtivo dessa época realmente não se fazia obrigatório aos que ali se integravam, pois, a sobrevivência para tais sociedades era importante.

A partir da decadência do modelo feudal e mecanização das indústrias nas cidades, o modelo de sociedade capitalista surge como classe que passa a ver o trabalho dos camponeses e assim contratá-los para às indústrias. Oliveira (2014) comenta que o trabalho “torna-se assalariado e o trabalhador torna-se uma mercadoria”, ou seja, o trabalhador é um instrumento de produção por possuir a mão de obra, porém o resultado de seu trabalho não lhe pertencia.

Os sistemas produtivos foram se aperfeiçoando ao longo dos anos e o trabalhador necessitou de especialização para desempenhar funções na totalidade da produção, com isso ocorreu a divisão do trabalho e como o modelo era o capitalista, a sociedade entendia que o trabalho era algo positivo e bom para todos, pois eram recrutadas para as fábricas.

Tudo o que fora tirado dos trabalhadores passou a ser dos patrões que haviam acumulado as riquezas. Oliveira (2014) relata que após a migração dos camponeses para as cidades em busca de trabalho nas fábricas, os mesmos [...] tinham que vender a sua força de trabalho em troca de salários irrisórios para sobreviver. Homens, mulheres e crianças trabalhavam até 16 horas por dia, em condições difíceis e precárias. [...] As relações trabalhistas ainda não eram regulamentadas e a desigualdade no tratamento dos empregados prevalecia.

E foi então que no final do século XIX, Taylor implementa a racionalização do trabalho devido ao aumento de produtividade, onde o método visava a economia de tempo, suprimindo gestos desnecessários no processo de produção e utilização cada vez maior das máquinas.

Segundo Chiavenato (2000) citado por Dias (2006, p. 65) fala que Henry Ford promoveu, ainda na escola da Administração Científica, a grande inovação do século XX: a produção em massa. Ford inovou na organização do trabalho: a produção de maior número de produtos acabados com a maior garantia de qualidade e menor custo possível, utilizando um sistema de concentração vertical, produzindo desde a matéria-prima inicial ao produto acabado, além da concentração horizontal através da cadeia de distribuição comercial por meio de agências próprias.

Corroborando com esse raciocínio Oliveira (2014) diz que: “a racionalização da produção proporcionou a popularização do automóvel de tal forma que os próprios operários puderam adquirir seus veículos”.

Após todas as teorias até então mencionadas, surgia na França a Teoria Clássica da Administração, a qual era caracterizada pela ênfase na estrutura que a organização deveria possuir para ser mais eficiente, Henry Fayol foi o precursor dessa teoria que analisava o sistema a partir de uma abordagem sintética, global e universal da empresa.

### **2.1.1 Mecanização**

Luz (2006) define o conceito de mecanização como sendo a utilização da máquina em substituição ao trabalho do homem ou do animal. Nesse processo é realizada uma transferência de trabalho manual do homem para o trabalho mecânico da máquina, ou seja, não há uma preocupação formal no repasse das atividades cerebrais realizadas pelas pessoas para as máquinas.

Ainda conforme Luz (2006), as máquinas hoje manipulam ferramentas que um dia foram operadas pelas mãos dos trabalhadores, a energia do ser humano foi substituída pela energia elétrica e gerada por outras fontes. Entretanto, a grande dificuldade no período de pós-mecanização foi a confiabilidade de operação das máquinas, devido à atenção necessária para a sua operacionalidade, ou seja, era necessário que houvesse um trabalhador com mão de obra qualificada para executar essa tarefa, o qual tinha a responsabilidade pela qualidade das peças produzidas.

Segundo Scopel (1995) citada por (Luz, 2006, p. 1):

Foi na Inglaterra, por volta 1760, que as primeiras máquinas movidas por tal energia foram postas em funcionamento. As indústrias pioneiras na utilização dessa nova forma de energia foram as de fiação, as quais ingressaram, imediatamente, na era da produção em massa. Com o advento de novas invenções e de sua divulgação, novos processos de desenvolvimento foram surgindo, enquanto a esperança de melhores salários para os trabalhadores e suas famílias era eliminada, pois surgiram máquinas com capacidade de produção até 120 vezes maior que as fornecidas pelos antigos métodos. O trabalho muscular foi, finalmente, substituído pelo trabalho das máquinas.

Posteriormente as energias como motores à explosão e combustão interna deram continuidade aos desenvolvimentos industriais, oportunizando o aproveitamento do trabalho cada vez mais intenso.

## 2.2 AUTOMAÇÃO – SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Segundo Ohno (1997, p. 65) o Sistema Toyota de Produção foi concebido para “eliminar absolutamente o desperdício e superar o modelo de produção em massa americano”.

Foi ele quem desenvolveu a proposta da seguinte equação:

$$\text{Capacidade atual} = \text{Trabalho} + \text{Desperdício} \quad (1)$$

Shigeo Shingo, consultor da Toyota no período em que Ohno era executivo, ampliou as variáveis contempladas nos entendimentos dispostos por Ohno sobre desperdício, considerando todas as outras atividades organizacionais. Nasceu então o entendimento de que as perdas estão dispostas em sete grandes grupos: superprodução, espera, transporte, processos, estoque, movimentação e produtos defeituosos.

- a) Superprodução – os desperdícios relacionados à superprodução são aqueles causados por conta da produção em excesso ou em tempo errado, causando aumento desnecessário de estoque;
- b) Espera – decorrentes do tempo inoperante de máquinas ou mão de obra, por conta de esperas do processo ou do lote;
- c) Transporte – desperdício causado por desnecessárias movimentações, usualmente consequência de um layout desfavorável;
- d) Processo – se dá em decorrência de atividades no processo desnecessárias ou fora do padrão, utilização de equipamentos de forma inadequada ou mão de obra desfavorável;
- e) Estoque – desperdício configurado em função de estoque desnecessário, ocasionando além de falta de capitalização, riscos com estoque, má utilização do espaço e outros custos com estocagem;
- f) Movimentação – é o desperdício em função da movimentação dos operadores dentro do próprio espaço interno a fim de realizar suas atividades, em função da disposição das ferramentas e equipamentos no espaço, e por conta dos aspectos ergonômicos desses equipamentos, e do setor produtivo; e
- g) Produtos defeituosos – é a produção de peças e bens rejeitados pelos clientes, seja por defeito na fabricação ou por ter sido produzido fora das especificações. Causa retrabalho e elevados custos de desperdício.

Com isso o modo tradicional de fornecer materiais a partir do processo inicial para o processo final da produção foi transferido no sentido inverso, sendo

interrompido em situações de irregularidades, eliminando o desperdício da produção em massa convencional e potencializando a força de trabalho na supervisão de várias máquinas ao mesmo tempo.

Batista (2009) comenta que Ohno cristalizou o envolvimento individualizado do trabalhador e o compromisso do trabalho em equipe. Assim, o saber tácito do trabalhador foi sistematizado para padronizar as operações de modo a combinar o trabalho em equipe e a habilidade individual, proporcionando o desenvolvimento de aptidões individuais com maior capacidade plena. Por isso, o foco desse sistema baseia-se na iniciativa e comprometimento dos trabalhadores, onde a gerência também é envolvida para operacionalizar as tarefas.

Laugeni & Petrônio (2015, p. 462) afirmam que o Sistema Toyota é composto por quatro regras:

- a) Toda e qualquer atividade deve ser altamente especificada em seu conteúdo, sequência, tempo e resultado. Pois os grandes problemas encontram-se nos detalhes;
- b) Toda relação cliente-fornecedor (interno e externo) deve ser direta, com um canal claro e definido para enviar pedidos e receber respostas. É preciso conhecer e entender quem são seus fornecedores e clientes;
- c) O fluxo de trabalho e o processo para todos os produtos e serviços devem ser simples e diretos, com o intuito de facilitar o desempenho do operador; e
- d) Qualquer melhoria deve ser feita respaldada por método científico, sob a supervisão de um orientador e no nível mais baixo da organização.

Apesar do tempo, este sistema continua a ser referência nas áreas industriais e é a base da sistematização do *Lean Manufacturing*, tão popularmente conhecido nas universidades e fábricas. Para auxiliar na eliminação desses desperdícios, temos alguns recursos que servem de auxílio: *Kaizen*, Metodologia 5s, Manutenção Produtiva Total, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que serão vistos a seguir.

### **2.2.1 Kaizen**

*Kaizen* significa modificar para melhor, e pode ser aplicado em qualquer âmbito, no trabalho, na sociedade ou em casa. É conhecido como uma filosofia de controle e melhoria contínua. O fundador desta estratégia, Masaaki Imai (1994), propôs ações para adoção do *Kaizen*:

- a) Ao surgir um problema, deve-se primeiramente ir ao local do ocorrido;
- b) Verificar todos os equipamentos envolvidos no processo;
- c) Como tratativa inicial, adotar solução temporária, até que se encontre a causa raiz;
- d) Identificar a raiz do problema; e
- e) Estabelecer um padrão de procedimentos.

A ferramenta citada no parágrafo acima engloba diversas técnicas auxiliares com foco na excelência, buscando a perfeição tão almejada e desejada por todos e a rápida ação contra os problemas, impedindo que estes cresçam e tornem-se mais danosos.

### **2.2.2 Metodologia 5S**

Para manter-se competitiva a empresa deve voltar seu pensamento para além da produção, dando atenção a todos os detalhes que impactam na harmonia do ambiente de trabalho. O primeiro aspecto a ser analisado é o grau de limpeza e organização do local. Segundo Martins & Laugeni (2015, p. 166) “limpeza, ordem e organização, por si só, não garantem a qualidade e a produtividade, mas sua falta certamente garante falta de qualidade e baixa produtividade.”

A Metodologia 5S tem papel importante como instrumento para a união dos colaboradores. Seu objetivo principal é mudar a maneira de pensar desses colaboradores, a fim de que procurem ter um comportamento melhor em toda vida, tanto profissional quanto familiar.

Segundo a Revista Científica UNAR (2016, p. 116-117) o nome da ferramenta deu-se por conta das cinco palavras japonesas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*. A sua aplicação deve seguir o seguinte ordenamento das etapas apresentadas abaixo:

- a) Senso de utilização (*seiri*), nesta etapa é necessário desenvolver a capacidade de identificar os instrumentos ou recursos necessários e desnecessários para empresa, dando as tratativas necessárias, seja o descarte, ou melhor alocação do insumo. Mais importante do que identificar é saber o porquê dos desperdícios, para assim, criar meios de eliminar ou frear tal problema;
- b) Senso de arrumação (*seiton*), aqui o objetivo é definir e organizar locais de armazenamento apropriados para cada material, sejam ferramentas, utensílios, dados ou equipamentos, utilizando-se como critério o grau de importância, tamanho, peso e finalidade, a fim de que não se perca tempo com a procura;
- c) Senso de limpeza (*seiso*) é definido por estratégias que ajudam a manter o ambiente limpo e higiênico não só no meio físico, mas na garantia da atualização de documentos para as tomadas de decisão;
- d) Senso de higiene e saúde (*seiketsu*), foca na implantação de rotinas que promovam o bem-estar no ambiente de trabalho, além de zelar pela higiene pessoal e ter cuidado para que os informativos e comunicados sejam de fácil acesso, de bom entendimento e claros; e
- e) Senso de autodisciplina (*shitsuke*), trata-se do desenvolvimento do hábito de observar e cumprir as normas, regras e procedimento, obedecendo as especificações e os devidos processos a serem cumpridos.

Álvares (2010) enfatiza a criação de um ambiente de trabalho higienizado, agradável, acolhedor, além de prático e seguro como o maior benefício da Metodologia 5S, pois, diminuem os números de acidentes e demoras decorrentes da desordem. Leva-se um tempo para adaptação, a resistência por parte dos agentes envolvidos é normal, mas esta precisa ser quebrada.

### **2.2.3 Manutenção Produtiva Total**

Com o surgimento das ramificações da manutenção, ficou mais fácil de determinar onde, como e quando agir na apresentação de falhas. Por isso, no mesmo período da industrialização, a manutenção preditiva surge como uma opção de

melhoria de desempenho. Paralelo a isto, surge também o *Total Productive Maintenance* (TPM), a qual advém dos conceitos da Qualidade Total japonesa.

Na geração da automação em 1975, a sociedade assume o papel de consumidora em larga escala e surge uma concorrência globalizada nos diferentes setores industriais, os equipamentos são mais exigidos em sua capacidade nominal, tornando a disponibilidade dos mesmos um fator essencial, aumentando a importância da manutenção (VIANA, 2016).

Nesta geração, o autor explica que há um aumento na exigência dos consumidores em relação à qualidade dos produtos. Dessa forma, atualmente se vê um amplo mercado competitivo entre as empresas e estas visam qualidade e confiabilidade para gerir uma manutenção estratégica de bom desempenho industrial, os custos também fazem parte desta competitividade como um critério básico.

De acordo com Kardec & Nascif (2009, p. 50), a Engenharia de Manutenção significa “perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, está nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. Para tanto, precisa dentre outros fatores, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; participar de novos projetos e dar suporte à execução; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica.

Gurski & Rodrigues (2008, p. 03) afirma que:

O estágio de desenvolvimento dos setores de manutenção industrial pode ser classificado segundo grau de estruturação, sendo que grande parte das empresas não consegue impor as boas práticas mais simples, tais como o planejamento e programação de serviços, ou programas de confiabilidade como manutenção preventiva ou preditiva. Respondendo de forma exaustiva às demandas sempre urgentes da produção, sofrem cortes profundos em seus orçamentos quando gerentes financeiros buscam o lucro imediato, pondo em risco o desempenho futuro.

Significa dizer que a manutenção estratégica é fundamental para o desempenho da organização, porém, essa função estratégica em algumas empresas ainda não é bem vista.

Rodrigues (2016) defende que manutenção é um modo de prevenção de falhas dos equipamentos e instalações que controlam um processo. Podendo ser classificada de diversas maneiras, como; manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção produtiva total.

Martins & Laugeni (2013, p. 171) garantem que “a manutenção das instalações tem por objetivo básico mantê-las operando nas condições para as quais foram projetadas, e fazer com que retornem a tal condição”.

A manutenção corretiva, como o próprio nome sugere, corrige, restaura e recupera as funções de um equipamento ou instalação para que estas trabalhem de acordo com a razão projetada. A manutenção preventiva busca assegurar o bom funcionamento dos equipamentos e instalações antecipando-se as possíveis falhas, similarmente, a manutenção preditiva busca monitorar os parâmetros ou condições deles, antecipando a identificação de problemas futuros, por meio de análises, estudos e projeções. A manutenção produtiva total, também conhecida como TPM, realiza as mesmas atividades da preditiva, mas o foco é voltado a eliminação das perdas geradas no fluxo de produção, integrando os setores de manutenção e operação.

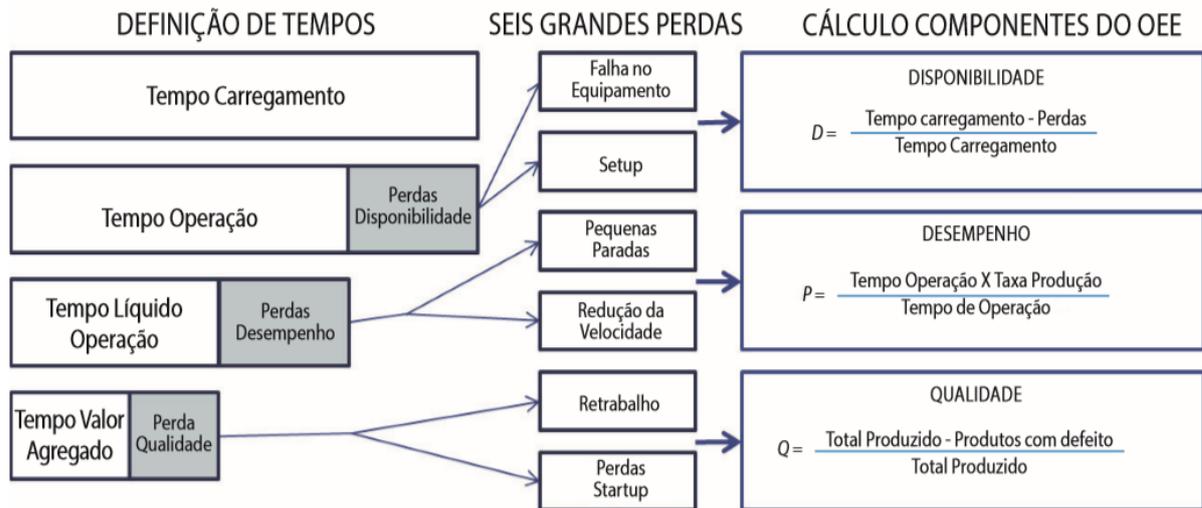
#### **2.2.4 Overall Equipment Effectiveness - OEE**

A metodologia OEE incorpora métricas de todas as diretrizes dos estados de fabricação de equipamentos em um sistema de medição que ajuda a empresa a melhorar o desempenho do equipamento e, assim, reduzir o custo de propriedade do equipamento. O conceito OEE é conhecido e amplamente utilizado como uma ferramenta quantitativa tão importante para a produtividade e medição.

O OEE é um indicador que mede a eficiência de uma ou mais máquinas, seu cálculo foi oficializado pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* e depende do levantamento de três índices: disponibilidade, desempenho e qualidade.

- a) Disponibilidade: representa o quanto a máquina disponível para realizar a atividade;
- b) Desempenho: é uma medida quantitativa da máquina de quanto foi produzido em relação a sua capacidade; e
- c) Qualidade: é a relação entre a rejeição e o que foi produzido.

Figura 2 - Estrutura de Perda do OEE



Fonte: Flámia *et al.*

Com esse gerenciamento é possível obter ganhos, tais como: redução do tempo de parada de máquina, aumento na qualidade dos produtos, aumento na produtividade total, balanço entre produtividade e custos de máquina e por fim, informação certa na hora certa. Para calcular, basta multiplicar os índices citados acima, conforme Equação 2:

$$OEE = D * P * Q \quad (2)$$

### 2.3 DIFERENÇA DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA

Porter (1980) afirma que a estratégia competitiva são ações tomadas pela organização que a posicionam no mercado com força suficiente para enfrentar a competitividade e obter o máximo retorno sob o investimento. Estas ações podem ser defensivas ou ofensivas, mas não podem deixar de conter inovação, pois este é o fator primordial para continuidade da empresa. Por esta razão o desafio central das organizações é a melhoria contínua com foco nos índices de produtividade e eficiência.

Estes conceitos foram incorporados para melhor acompanhamento e análise de desempenho e embora pareçam tratar da mesma função, os conceitos são diferentes. A produtividade é a relação entre os recursos de entradas e saídas, ou seja, o volume de itens produzidos com a volume de insumos gerados em um processo, um sistema ou uma máquina (CHARNES et al., 1978). Eficiência é uma análise comparativa de representação do aproveitamento dos recursos, é a razão entre o que foi produzido com a utilização de determinado insumo e o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. (CUMMINS & WEISS, 2013).

## 2.4 TAKT TIME

*Takt time* é a taxa de demanda de consumo para um grupo ou família de produtos criados por um processo. Ele é calculado como sendo a divisão do tempo de operação do processo, pela quantidade de itens que os consumidores exigem do processo nesse intervalo de tempo. O tempo de operação efetivo é o tempo disponível menos as paralisações planejadas, tais como refeição, intervalos, reuniões, limpeza e manutenção programada (ROTHER, 2010).

Júnior (2012) defini o *takt time* como um número usado como referência para sincronizar a taxa de produção ao ritmo de vendas. Tal número pode ser obtido pela equação do tempo de trabalho disponível dividido pela demanda. O autor ainda aponta três maneiras para controlar o *takt time* através dos seguintes ajustes:

- a) Ajuste do tempo de produção disponível (quantidade ou duração dos turnos);
- b) Ajuste do número de produtos acabados produzidos em uma célula/linha e;
- c) Ajuste do número de célula/linha fabricando determinado produto.

É possível concluir que o *takt time* limita o tempo de ciclo, é verificado pelos gargalos encontrados na produção. O tempo da linha terá como limitação a capacidade (tempo de ciclo), ou a demanda (*takt time*). Com essas duas informações é possível calcular o número de operadores necessários através da relação: somatório tempo de ciclo dividido pelo *takt time*.

Por último, Júnior (2012) informa que raramente a conta será exata, fazendo-se necessário o arredondamento para cima a fim de que não haja déficit de postos de trabalho.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para este Trabalho de Conclusão de Curso, a abordagem metodológica adotada quanto ao escopo do mesmo, em termos de profundidade e amplitude é do tipo estudo de caso, que segundo Yin (2005), o estudo de caso aborda uma situação atual em uma circunstância intrínseca da vida real. É nesse sentido, que a pesquisa pleiteia buscar uma contribuição no aspecto da natureza empírica.

A opção por esse tipo de abordagem é justificada por dois motivos considerados como fundamentais: i) o objetivo do estudo acontece com os fatos reais e não há interferência dos elementos da própria pesquisa na condução das atividades, existe sim, a observação passiva das ações acompanhada pela condução da literatura científica e ii) pauteia-se na relevância do tema frente às demandas das organizações na busca por sedimentações de resultados e estratégicas que possam conduzir a implantação da inovação no processo produtivo.

Quanto a escolha da unidade a ser analisada (empresa instalada no Polo Industrial de Manaus) foi proposital, pois venho desempenhando atividades profissionais nas áreas de produção e engenharia. Diante desses aspectos e combinados com a acessibilidade e certa facilidade na condução dos dados desse trabalho, torna-se uma oportunidade ímpar para a contribuição da literatura acerca de mudanças em postos de trabalho, *set ups* e até mesmo *lay out* da linha e sua importância na gestão da produção.

Esta pesquisa também tem um caráter quantitativo, que busca identificar as causas que impactam na produtividade da empresa, a fim de estudar as causas, os graus de impacto e buscar métodos aplicáveis para o aumento dos indicadores de produtividade.

As propostas apresentadas como fruto desta pesquisa vão desde a utilização de ferramentas de diagnóstico que consigam abranger pontos que até então podem estar afetando os índices sem serem percebidos, à elaboração de planos de ação focados em melhoria, caso seja comprovada a sua relevância.

Tendo em vista os índices de Eficiência e Capacidade Produtiva, foram coletados dados de qualidade, segurança, *delivery* e meio ambiente de *janeiro a junho de 2019* do setor de Estamparia, a fim de se obter informações suficientes para reconhecer o cenário ideal e os desvios ocorridos durante o período.

Para examinar os níveis de desperdícios quanto a disponibilidade foi utilizada como fonte de coleta a pesquisa de campo, observando o processo produtivo e realizando cronometragens do período improdutivo para realizar um estudo do tempo por meio da amostragem do trabalho (LAUGENI, 2015), que posteriormente foram consolidados e analisados utilizando-se o diagrama de Pareto (ROTONDARO, 2005).

Como ferramenta de diagnóstico da causa raiz dos problemas encontrados será utilizado o Diagrama de Ishikawa e posteriormente, na resolução dos motivos mais significativos será utilizado o método de plano de ação PDCA (*Plan, Do, Check e Action*) ou ciclo de Shewhart (DEMING, 1990).

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 O SETOR

A estamparia é um dos setores que compõem o processo de fabricação do produto, sendo seus clientes diretos as diversas soldas. Boa parte dos processos são confeccionados internamente, tendo início na produção da matéria prima que envia para a estamparia formar, cortar ou repuxar; em seguida é encaminhado para ser soldado, pintado e por fim chega na montagem final, conforme é visto na Figura 3.

Figura 3 - Processo de Fabricação, com destaque para a Estamparia



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Sua estrutura é formada dentro do layout funcional por 26 máquinas, divididas em 8 grupos (Figura 4). Estas são responsáveis por receber o molde para formação da peça, e por isso precisam de cuidados redobrados para manter as condições ideais de produção, atendendo as especificações e padrões de qualidade pré-estabelecidos.

Figura 4 - Quadro dos Grupos de Máquinas e Quantitativos

Grupo	Quantidade de máquinas
Automática de 110 e 160 toneladas	2
Simple comando alto de 160 e 200 toneladas	2
Simple comando baixo de 60 toneladas	5
Duplo comando de 200 toneladas	6
Expansora	1
CNC	4
Solda ponto	3
Furadeira e Lixadeira	3
<b>Total</b>	<b>26</b>

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.1.1 O Processo Produtivo

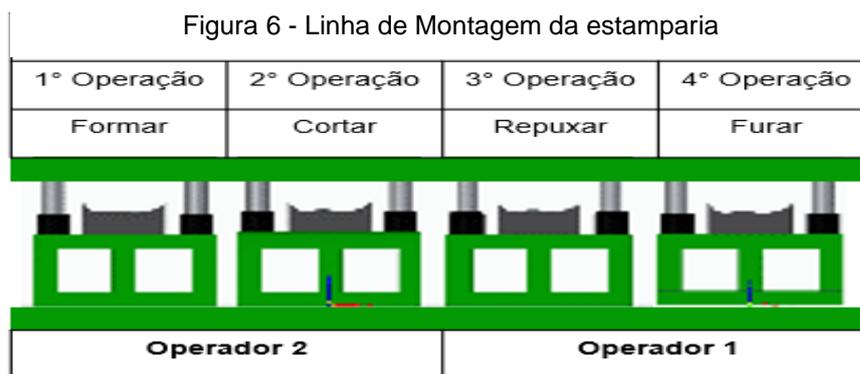
Por dia são produzidos 256 (duzentos e cinquenta e seis) itens divididos em 428 (quatrocentos e vinte e oito) processos/ferramentas para atender a necessidade da Linha de Montagem, conforme pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 - Produção da Estamparia

MODELO	ITENS					TOTAL DE ITENS	TOTAL DE PROCESSOS (FERRAMENTAS)
	CORPO A	CORPO B	CORPO C	CORPO D	CORPO E		
QW	15	9	8	5	5	42	50
QA	28	4	4	3	-	39	97
QS	5	2	4	4	-	15	19
QE	2	-	1	4	-	7	8
QR	6	-	1	4	-	11	14
QT	9	2	7	2	-	20	33
QY	25	-	-	-	-	25	26
QH	22	-	1	2	-	25	42
QK	16	3	8	2	-	29	64
QJ	5	-	3	2	-	10	26
QL	-	-	-	2	-	2	4
QP	9	2	5	2	-	18	29
QZ	6	-	1	4	-	11	14
QN	-	-	1	-	-	1	1
QD	-	-	1	-	-	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>148</b>	<b>22</b>	<b>45</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>256</b>	<b>428</b>

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Cada processo por sua vez corresponde a uma linha de montagem diferente e essa linha pode conter até seis operações (Figura 6). O número de operações do processo é um fator determinante da necessidade de pessoal da linha manual, isso porque a norma interna da empresa exige que a partir de quatro operações sejam dispostos dois operadores, pois assim sendo, fica reduzido o nível de fadiga do operador e aumenta a velocidade do atendimento.



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

A elaboração das estratégias é feita por setores externos à produção que alinhados ao grupo de vendas tomam a demanda do produto como base para definição do plano. Uma vez que o plano é definido são criadas métricas, denominadas indicadores, com intuito de evidenciar a eficiência dos processos em diferentes aspectos. São eles: segurança, meio ambiente, qualidade, delivery e custo. Cada um desses possui um departamento responsável por mensurar as metas a partir dos dados históricos setoriais e do objetivo da empresa, que posteriormente são repassadas para os setores, que passam a controlar e monitorar diariamente.

A segurança é medida com base no número de acidentes que dependem de cuidados, independentemente da necessidade de afastamento. Para contagem, qualquer lesão que necessite de tratamento é considerada acidente. Dentro da estamparia os maiores riscos são: ruído, corte, prensamento, esmagamento e batida. Para amenizar os riscos, é obrigatório o uso de: protetor auricular, luva anticorte, botteiras de segurança e capacete, além disso, é usado parte de um período da manhã para conscientização das práticas de segurança.

O cuidado com meio ambiente é monitorado pela quantidade de resíduos e fluidos que o processo gera. Um percentual desse volume é determinado pelo grupo ambiental que incube o setor a tratar de acordo com os cuidados por eles definidos. O volume de produção e os registros de controle de tratamento são os números que controlam essa meta. No setor em estudo, 80% dos resíduos (*scraps*), são reaproveitados na fabricação de outras peças. O único empecilho para não aproveitamento desse fluxo seria a contaminação do material e este por sua vez só pode ser contaminado se houver mau armazenamento. Os demais 20% são descartados conforme norma interna da fábrica.

Quando se fala em qualidade, dois quesitos são levados em conta: a rejeição interna, quando a não conformidade é identificada na origem e a rejeição externa, quando é identificada pelo cliente. As principais preocupações da estamparia são: dimensional, batido e riscado. O posicionamento adequado da peça e as condições do molde são os agentes de maior influência na qualidade do item acabado, para averiguação dos padrões é disposto um *jig* de teste aos colaboradores.

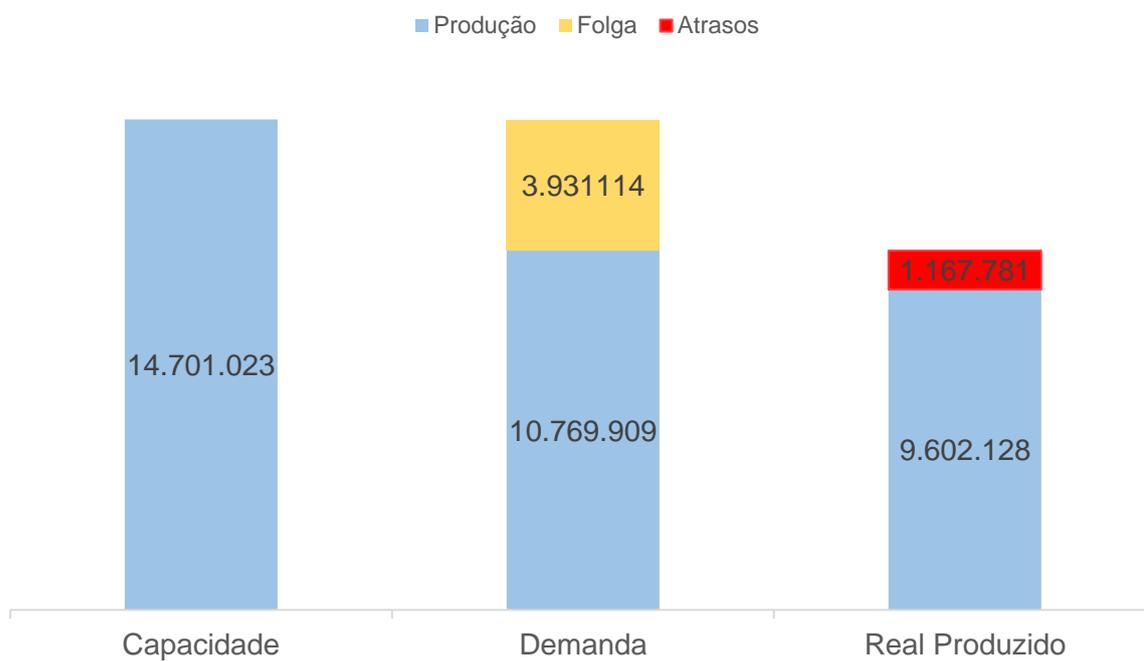
O monitoramento diário da produção é crucial para manter o indicador de *delivery* positivo. Visto que, uma única vez que ocorra parada no cliente por falta de peça ou a necessidade de hora extra não orçada, automaticamente, o setor está fora da meta. Ao final de cada mês, a capacidade do setor é analisada tendo como base o plano de vendas e o programa dos recursos necessários para que estes problemas não aconteçam.

Todo custo é orçado seis meses antes de iniciar o ano e revisado ao final de cada ano. Para projetar esse custo é levada em consideração a meta principal da empresa e a partir disso, cada área apresenta seus projetos que visam a eficácia com o máximo de eficiência. Os projetos são analisados e se aprovados recebem o investimento orçado. Qualquer desvio é monitorado e analisado durante o ano. Se o setor orçar um valor e não utilizar todo esse valor, deve responder pelo motivo, e se necessitar de mais recurso financeiro que o orçado também precisará justificar. No final o desempenho é medido pelo comparativo entre o retorno dos projetos e o retorno planejado.

#### **4.1.2 Análise do Cenário Produtivo do Setor**

A definição da abordagem desse trabalho foi norteadada pela avaliação do desempenho produtivo do setor no período de janeiro a julho de 2019, na qual foi possível evidenciar a dificuldade de atendimento e contenção de custos. Ao todo foram 1.167.781 peças *não* produzidas dentro do tempo regular (Figura 7), gerando a necessidade de 4.223 horas extras (Figura 8) para cumprimento do plano de produção, este valor está 48,5% acima do esperado, acarretando custos não orçados no setor.

Figura 7 - Demanda da Produção de Janeiro a Julho de 2019



Fonte: Empresa Estudada.

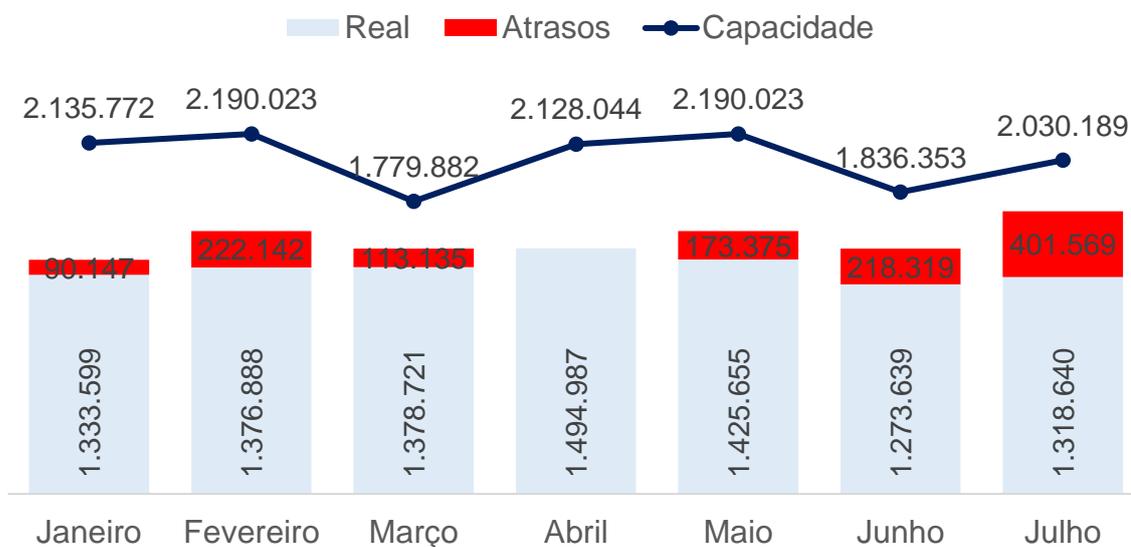
Figura 8 - Controle de Hora extra Setorial de Janeiro a Julho de 2019

CONTROLE DE HORA EXTRA SETORIAL		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	MÉDIA
DUPLO COMANDO DE 200 TONELADAS	HE ORÇ.	195	120	152	152	152	152	540	209
	HE APR.	877	315	772	780	439	1.138	382	672
FURADEIRA e LIXADEIRA	HE ORÇ.	120	120	120	120	120	120	425	164
	HE APR.	308	205	354	138	242	405	130	255
SIMPLES COMANDO BAIXO DE 60 TONELADAS	HE ORÇ.	0	0	0	0	0	0	0	0
	HE APR.	0	8	23	0	45	31	31	20
AUTOMÁTICA DE 110 E 160 TONELADAS	HE ORÇ.	0	0	0	0	0	0	0	0
	HE APR.	95	468	222	271	153	293	274	254
SOLDA PONTO	HE ORÇ.	0	0	0	0	0	43	0	6
	HE APR.	8	22	0	0	0	0	7	5
SIMPLES COMANDO ALTO DE 160 E 200 TONELADAS	HE ORÇ.	0	0	0	0	0	0	0	0
	HE APR.	9	7	16	22	30	11	18	16
EXPANSORA	HE ORÇ.	0	0	0	0	0	0	0	0
	HE APR.	0	82	41	52	54	62	77	52
CNC	HE ORÇ.	32	0	32	32	32	32	32	27
	HE APR.	55	31	14	71	144	114	84	73
									TOTAL
TOTAL HORA EXTRA ORÇADA		347	240	304	304	304	347	997	<b>2843</b>
TOTAL HORA EXTRA APRESENTADO		499	360	456	456	456	542	1.454	<b>4223</b>

Fonte: Empresa Estudada.

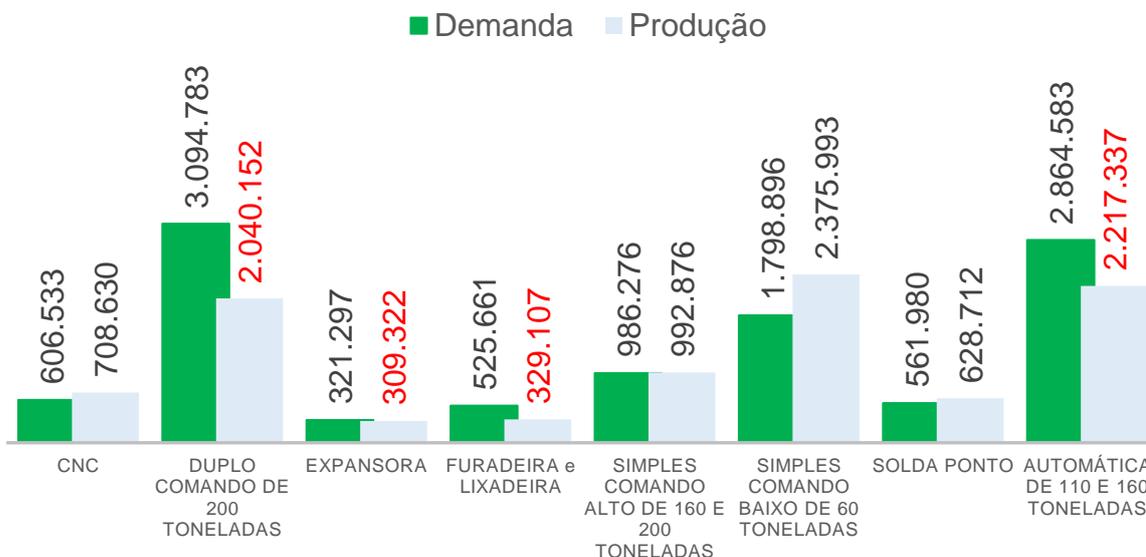
O mês de abril foi o único mês do período estudado que a produção atingiu a meta (Figura 9), entretanto, ao analisar os grupos de máquina individualmente (Figura 10) observa-se que quatro máquinas se destacam pela dificuldade de atendimento apresentada: duplo comando de 200 toneladas, expansora, furadeira e lixadeira e automática de 110 e 160 toneladas.

Figura 9 - Atendimento Mensal de Produção de Janeiro a Julho de 2019



Fonte: Empresa Estudada.

Figura 10 - Atendimento por Grupo de Máquina Acumulado de Janeiro a Julho de 2019



Fonte: Empresa Estudada.

Analisando os indicadores que interferiram diretamente no não atingimento da demanda, três pontos foram observados: o *absenteísmo*, o *plano de produção* e a *taxa de trabalho*.

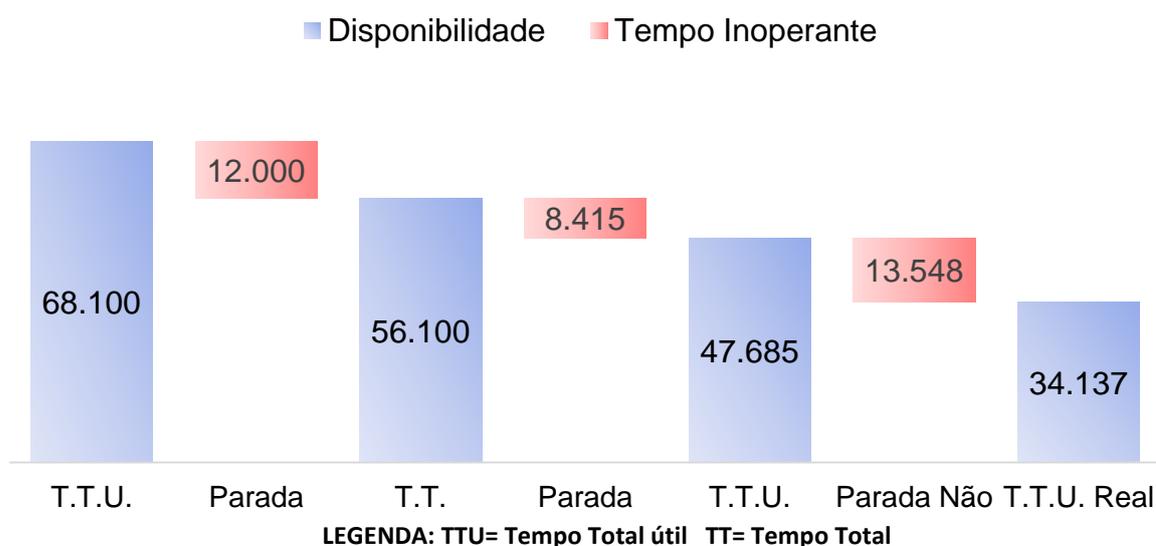
A ausência do operador é um fator que pode vir a comprometer o plano de atendimento. Foi observada que durante o mês de maio do período estudado, o índice

de absenteísmo foi alto em comparação a média do período, mas este fator não teve contribuição com a meta estabelecida de produção.

Como já foi mencionado, existe uma dificuldade em atender do plano de produção, por isso o objetivo central deste trabalho é encontrar a causa raiz do problema e atuar na busca da solução.

A taxa de trabalho foi o outro ponto observado. Nele temos o seguimento de padrões exigidos por leis e estratégias internas da empresa. A produção é dividida em três turnos comerciais, dentro desse tempo são retirados *12.000 segundos* de paradas obrigatórias como almoço, pausas e lanche. Outros *8.415 segundos* são retirados de paradas programadas que incluem reuniões matinais, ginástica laboral, pausas para descanso, o rateio do tempo de *set up*, manutenção preventiva e 5S, conforme está apresentado na figura 11.

Figura 11 - Visão Geral da Média Diária da Taxa de Trabalho em segundos



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

A meta setorial da taxa de trabalho é de 85% e hoje encontra-se em 61%, ou seja, está 24 pontos percentuais abaixo do esperado (Figura 12).

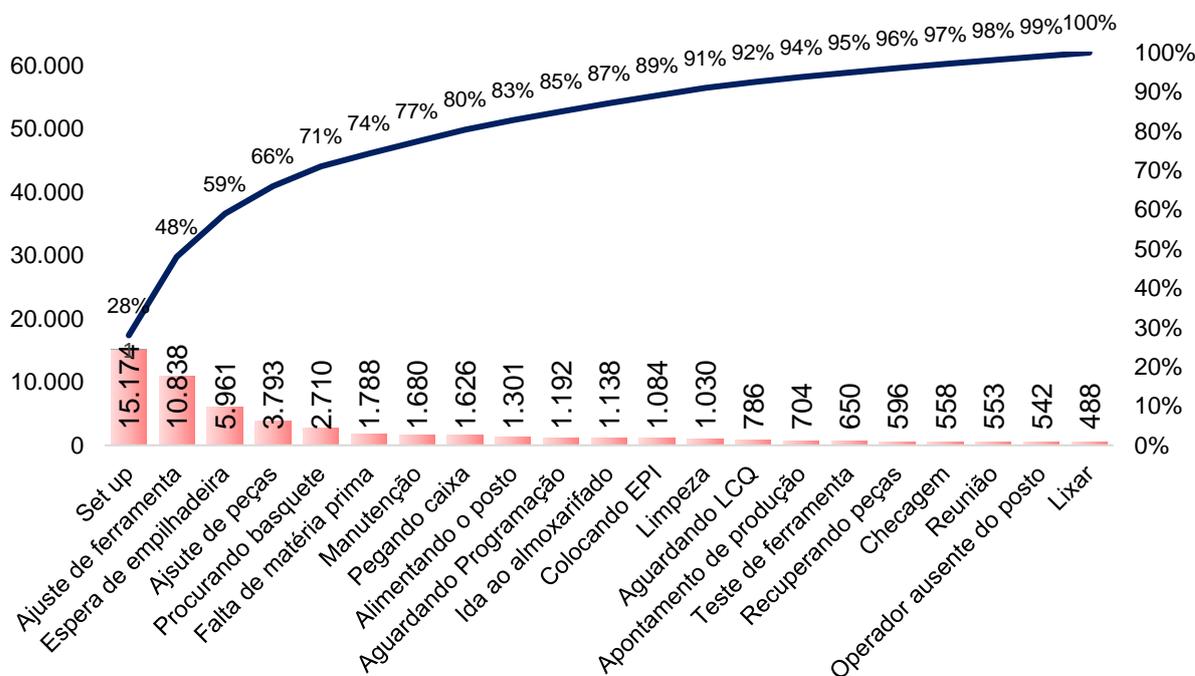
Figura 12 - Tabela de Controle de Hora Extra Setorial

Mês	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	Média
Taxa de Meta	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	<b>85%</b>
Trabalho Real	61,2%	58,7%	64,5%	65,9%	56,7%	64,0%	56,3%	<b>61%</b>

Fonte: Empresa Estudada.

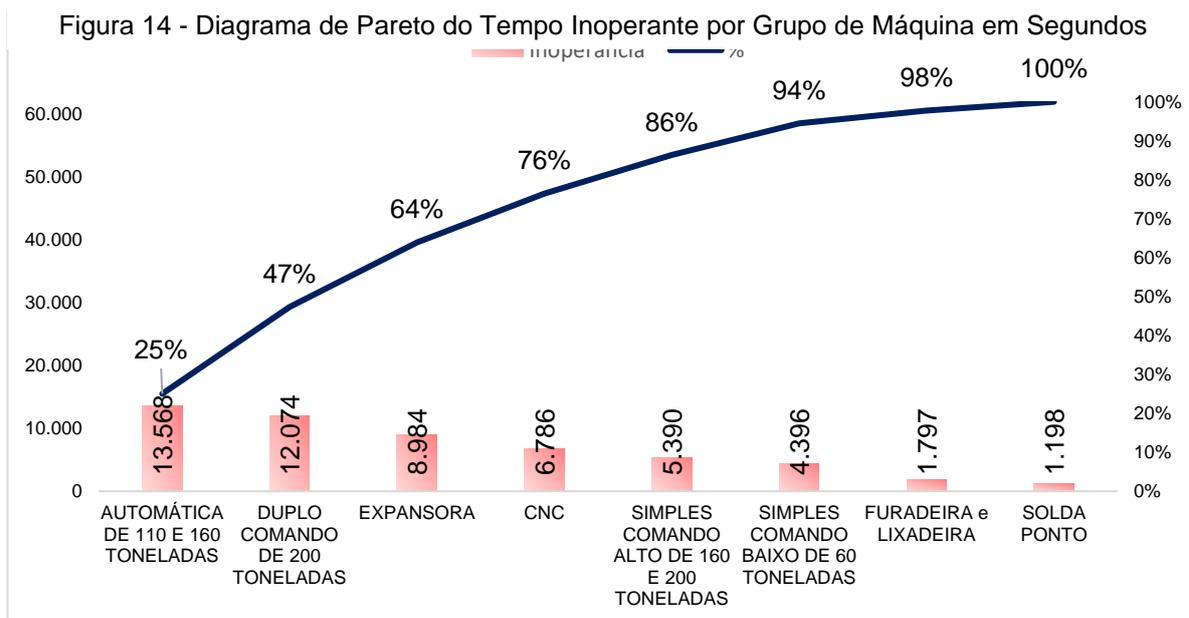
Extraindo as causas, podemos observar pelo diagrama de Pareto (Figura 13), que 80% das mesmas, estão relacionadas a: *setup, ajuste de ferramenta, espera de empilhadeira, ajuste de peças, procurando basquete, falta de matéria prima, manutenção e pegando caixa fora da área produtiva.*

Figura 13 - Diagrama de Pareto dos Motivos de Parada do Tempo Inoperante em Segundos



Fonte: Empresa Estudada.

Se observarmos o apontamento da folha de produção do tempo inoperante representado pelo (Figura 14), dois grupos se destacam: duplo comando 200 toneladas e automáticas de 110 e 160 toneladas, por essa razão o foco da investigação esteve voltado para eles.



Fonte: Empresa Estudada.

## 4.2 O GEMBA

Para maior precisão na identificação das causas do tempo inoperante foi realizado um *gemba* acompanhando minuciosamente a produção do primeiro turno comercial dos grupos Automáticos e 200 toneladas durante trinta dias, permitindo enxergar além daquilo que é apontado em folha.

Todas as atividades não produtivas foram cronometradas e catalogadas por espécie, são elas as seguintes:

- Setup* – é o tempo contado desde a retirada da ferramenta até a primeira peça boa;
- Interrupções do processo de produção – é toda atividade que interrompe o processo produtivo: ajuste de ferramenta, ajuste de máquina, espera por matéria prima, arrumações diversas, esperas diversas, checagem, descarte de óleo, coleta de óleo, etc;
- Manuseios diversos – são as atividades que envolvem deslocamento, ir buscar *jig* de teste, levar peças até área de estoque, buscar caixa de óleo, etc;
- Falta de matéria prima – é o tempo contado quando a ferramenta está inserida na máquina, mas não inicia a produção por estar aguardando o

material chegar ao setor ou produz e faz diversas pausas para aguardar o processo anterior entregar o material;

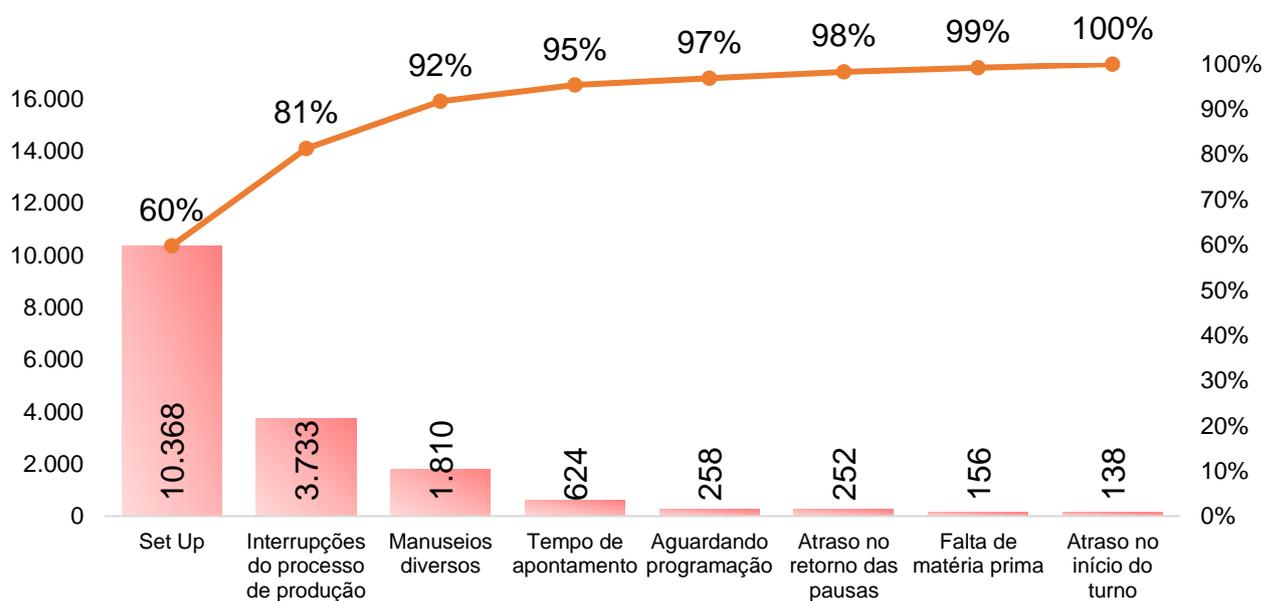
- e) Aguardando programação – é o tempo parado esperando a informação sobre qual item deve ser produzido;
- f) Tempo de apontamento – é quando as peças acabadas precisam ser lançadas na tela de *touchscreen* que ficam fixas em um local próximo às máquinas, são ao todo duas telas disponíveis para todo o setor. O tempo entre a saída da máquina para realizar o apontamento até o retorno das atividades foi contabilizado como tempo de apontamento;
- g) Atraso no retorno das pausas – é quando os processos são individuais, é comum os operadores fazerem seu próprio tempo, saindo antes do horário da pausa programada e retornando após o término dele; e
- h) Atraso no início do turno – são os segundos a mais no tempo de realização das reuniões matinais e atrasos na busca e colocação dos EPIs.

Posteriormente, tirou-se a média com base na frequência de cada fator, conforme (Equação 3), para obter o tempo inoperante real de uma máquina.

$$\text{Média do tempo inoperante do fator} = \frac{\sum \text{Tempo de parada do fator}}{n^{\circ} \text{ de dias no gemba} * n^{\circ} \text{ de máquinas}} \quad (3)$$

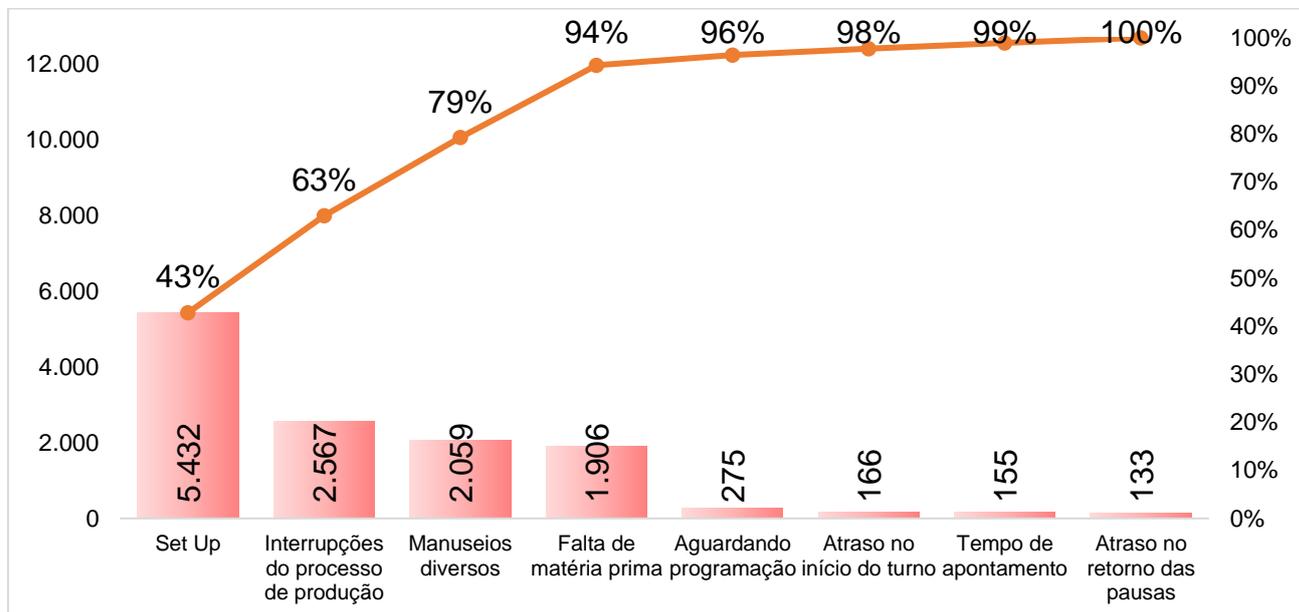
Embora a visão tenha sido de separar por grupo, os fatores que geram o tempo inoperante são similares, em ambos os casos, *set up* é a atividade de maior impacto, correspondendo a 60% do tempo inoperante do grupo das automáticas de 110 e 160 toneladas, (Figura 15) e 43% no grupo duplo comando 200 toneladas, (Figura 16).

Figura 15 - Diagrama de Pareto do Tempo Inoperante do Grupo Automática 110 e 160 Toneladas em segundos



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

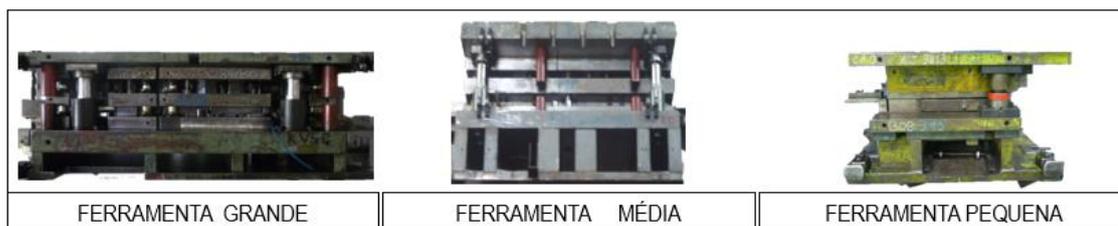
Figura 16 - Diagrama de Pareto do tempo Inoperante do Grupo Duplo Comando 200 Toneladas em Segundos



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Acompanhando o processo de *set up* durante quinze itens, foi observado que o tempo demandado é proporcional ao tamanho da ferramenta (Figura 17), desse modo a análise foi baseada no tempo médio de troca.

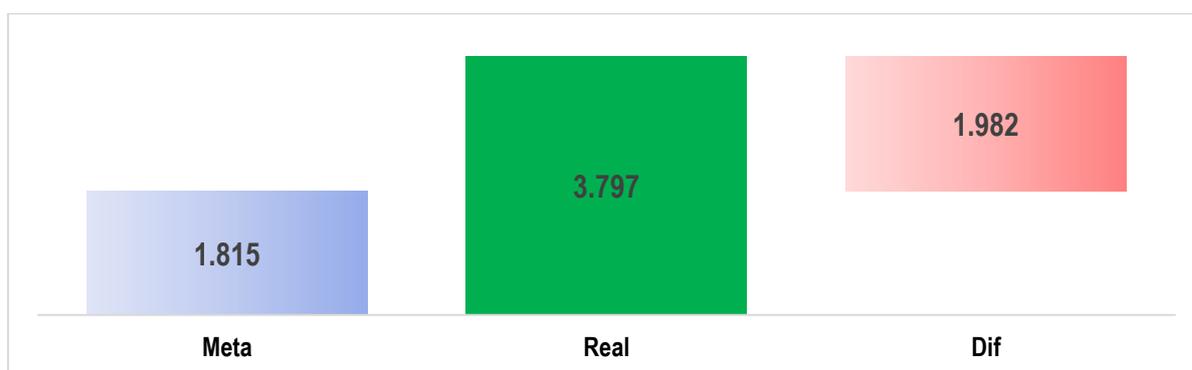
Figura 17 - Variação do tamanho das ferramentas



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

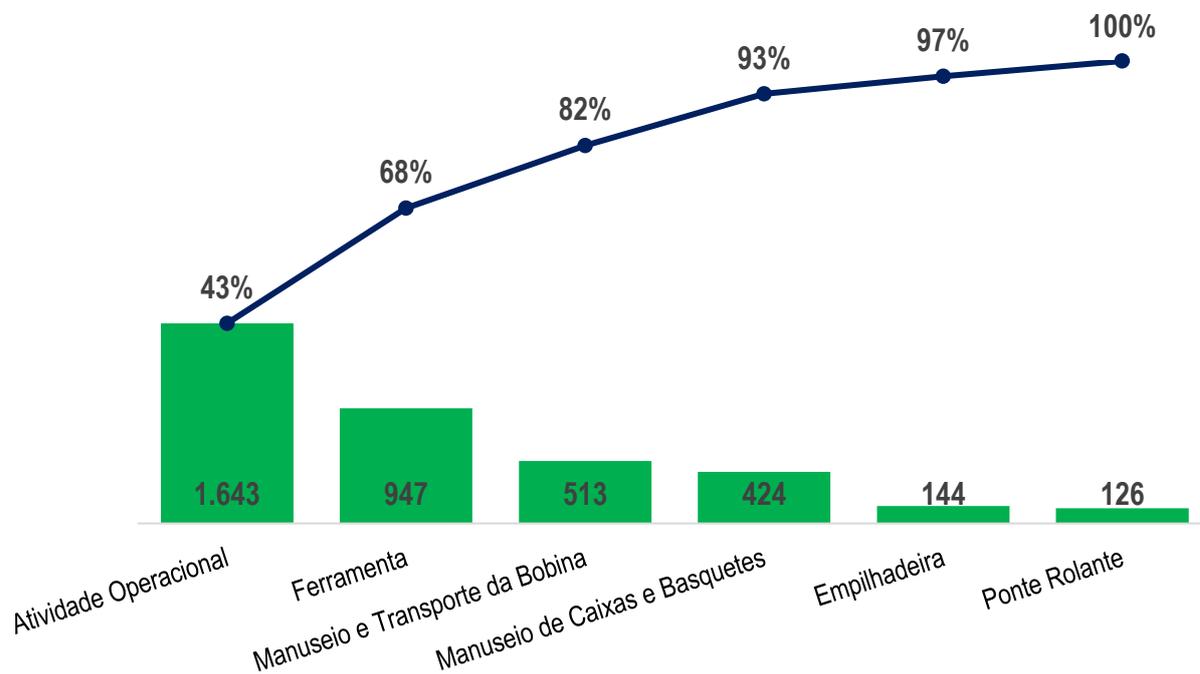
Ao comparar a meta do tempo de *set up* com o tempo de *set up* real, observa-se que esse tempo é duas vezes maior do que o tempo esperado, conforme a (Figura 18).

Classificando as operações, fica evidente que as etapas relacionadas a: *atividades operacionais, ferramenta e o manuseio e transporte da bobina* correspondem a 81,7% tempo real total (Figura 19).

Figura 18 - Tempo de *Set Up* em Segundos do Grupo Automáticas 100 e 160 Toneladas

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

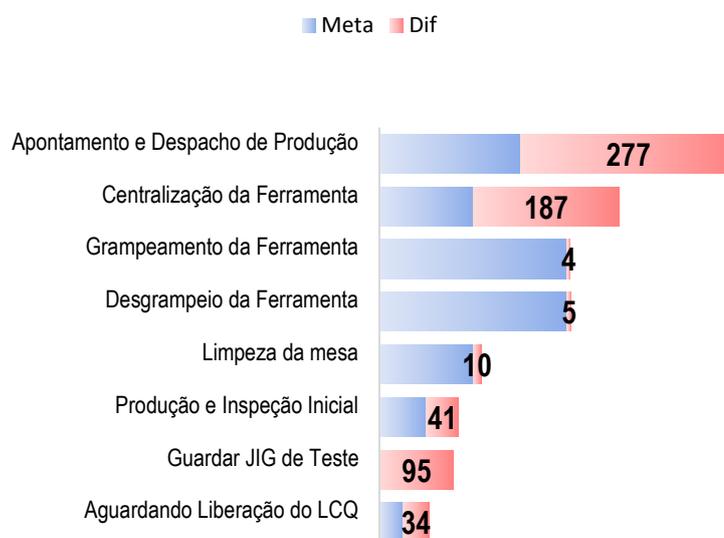
Figura 19 - Classificação das Operações de *Set Up* em Segundos do Grupo Automáticas 110 e 160 Toneladas



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Nas atividades operacionais (Figura 20) existe uma elevada divergência do tempo de apontamento e despacho de produção estimado e o real e a não absorção da operação guardar *jig* de teste.

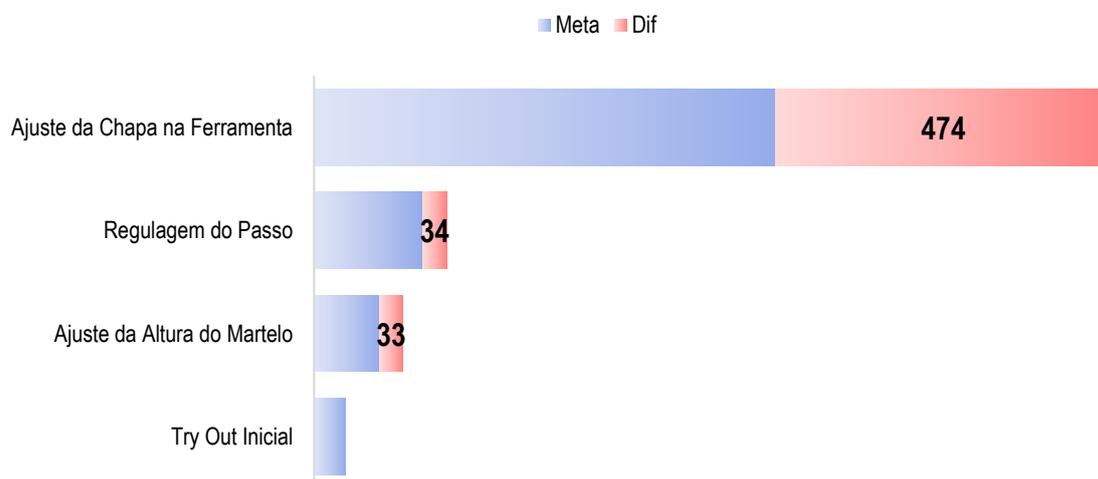
Figura 20 - Operações das Atividades Operacionais



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Quando se trata da ferramenta, existe uma dificuldade no ajuste da chapa na ferramenta (Figura 21), o que impacta diretamente na qualidade da peça.

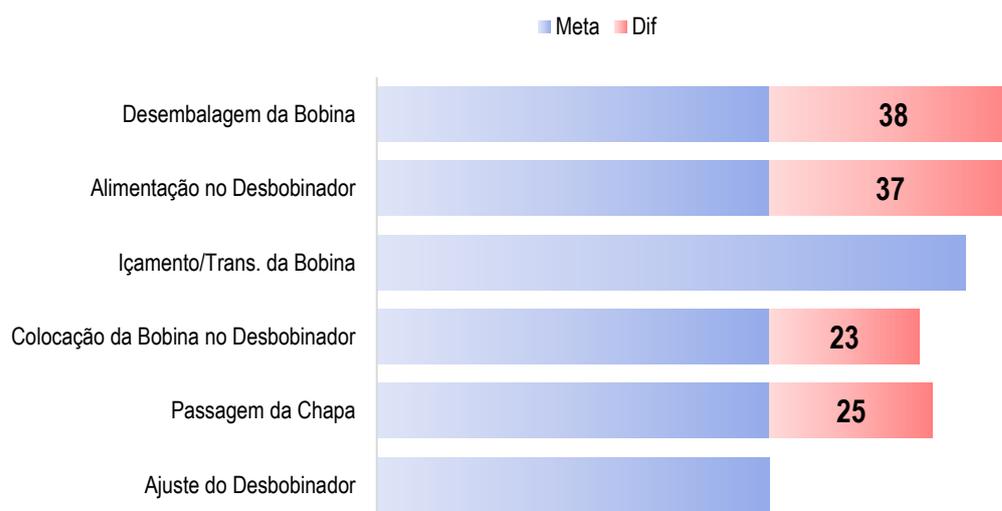
Figura 21 - Operações das Atividades Ferramenta



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

O manuseio e transporte da bobina, apesar de consumir boa parte do tempo, não apresentou grandes divergências do padrão estabelecido, conforme (Figura 22).

Figura 22 - Operações das Atividades de Manuseio e Transporte da Bobina



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Parte desses comportamentos se repetem no *set up*, das 200 toneladas, conforme (Figura 23). Entretanto as classes de operações que mais se destacam foram: empilhadeira, atividades operacionais e manuseio de caixas e basquetes (Figura 24).

Figura 23 - Tempo de *Set Up* em Segundos Grupo 200 Toneladas Duplo Comando



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

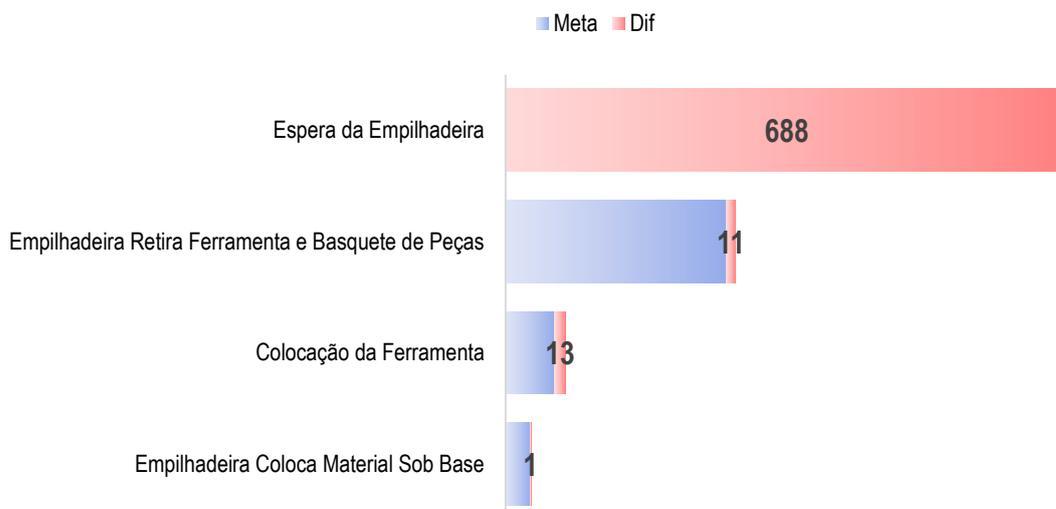
Figura 24 - Classificação das Operações de *Set Up* em Segundos do Grupo 200 Toneladas



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

A espera por empilhadeira foi o principal desperdício deste *set up* e deve ser tratado de imediato. A perda de 688 segundos a cada troca compromete gravemente o atendimento do plano de produção, conforme observado na (Figura 25).

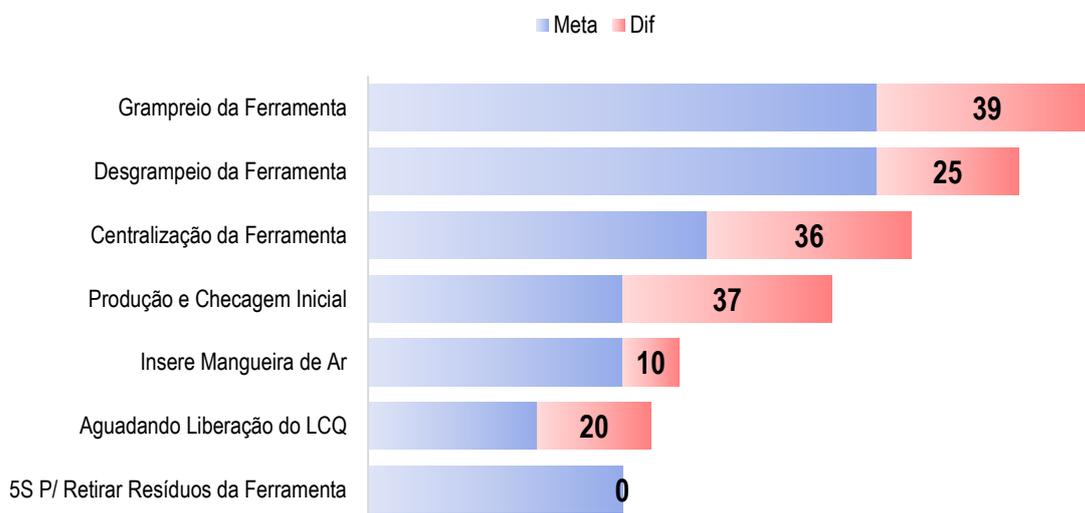
Figura 25 - Operações das Atividades da Empilhadeira



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Dentro das atividades operacionais apenas a realização do 5S para retirada de resíduos da ferramenta está dentro da meta (Figura 26).

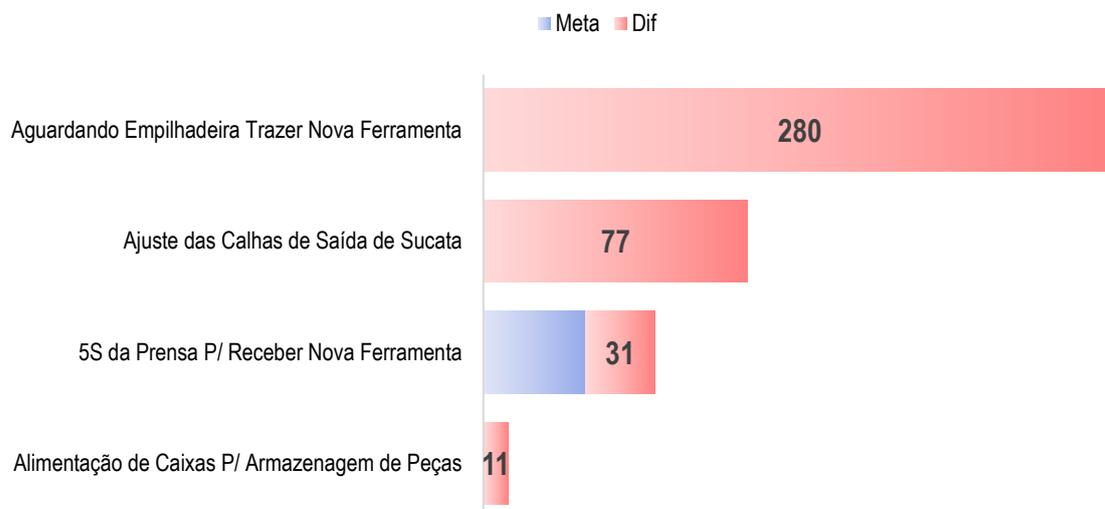
Figura 26 - Operações das Atividades Operacionais em Segundos



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Quando se trata do manuseio de caixas e basquetes, mais uma vez a espera por empilhadeira impactou nas atividades (Figura 27), ficando claro que existe uma dependência por ela no sistema de troca do setor e dificuldade em realizar ajustes.

Figura 27 - Operações das Atividades Manuseio de Caixas e Basquetes em Segundos



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

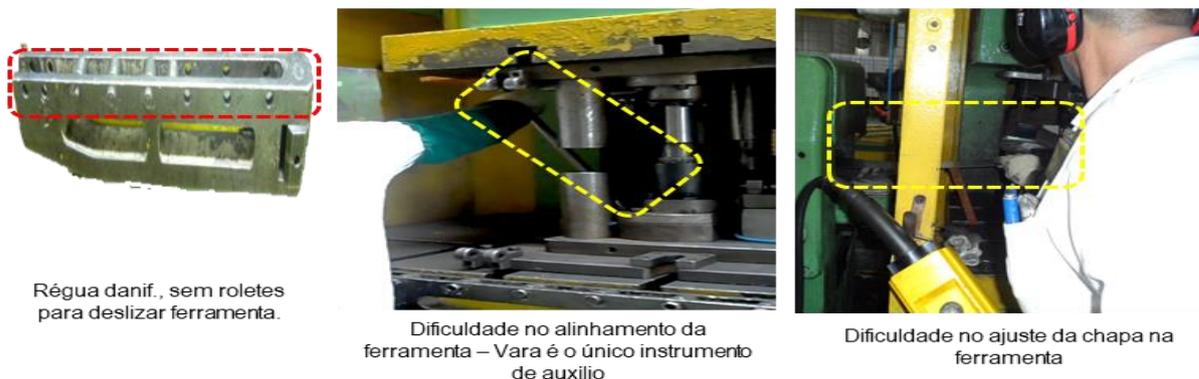
Essas dificuldades acabaram gerando desperdício de tempo com movimentos ou esperas que não agregam valor ao produto. Se focarmos a atenção nas operações de maior duração temos atividades relacionadas a alinhamentos da ferramenta, grampeio e desgrampeio de ferramenta, espera de empilhadeira e apontamento e despacho de produção.

## 4.2.1 Operações que Apresentaram Destaque

### 4.2.1.1 Alinhamento da Ferramenta

É necessário muito esforço para movimentar a ferramenta devido ao peso. Visando facilitar o alinhamento, as máquinas possuem réguas com roletes que tornam mais leve a movimentação. Entretanto todas as máquinas estão com a régua parcialmente ou totalmente sem roletes (Figura 28), tornando o alinhamento da ferramenta doloroso e demorado. No caso das automáticas há outra particularidade, para que a chapa deslize pela ferramenta de modo contínuo, a ferramenta precisa estar perfeitamente alinhada, demandando mecanismos que auxiliem na precisão do alinhamento.

Figura 28 - Alinhamento da Ferramenta nas Máquinas

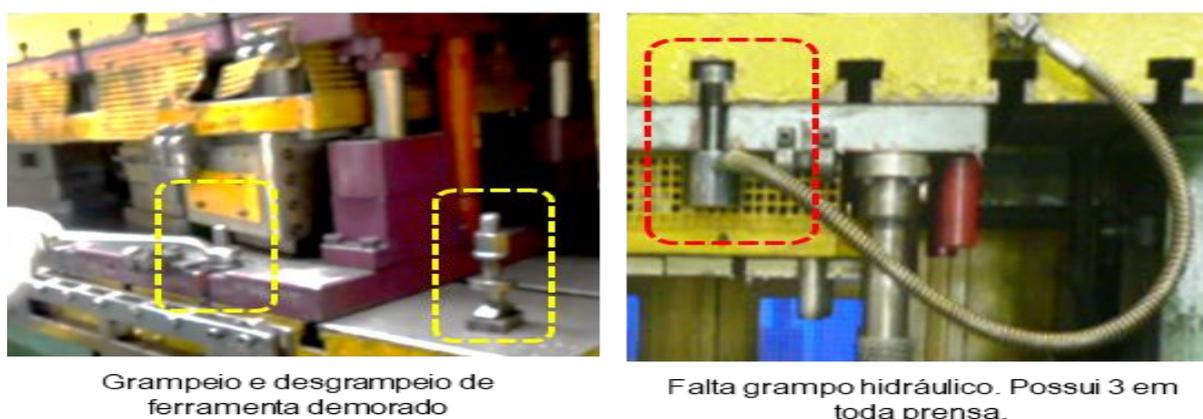


Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.2.1.2 Grampeio/desgrampeio da ferramenta

Não é à toa que se gasta boa parte do tempo grampeando a ferramenta visto que esta é uma etapa fundamental para garantir a segurança do colaborador. Não foi encontrado nenhum documento que especificasse o tipo de grampo ideal para o trabalho, mas sabe-se que o grampo hidráulico agiliza o processo de grampeio e desgrampeio, apesar disso, entre as quinze prensas, só há três grampos hidráulicos (Figura 29). Sendo que cada máquina necessita de quatro grampos, um par para fixar a parte frontal e outro para parte traseira.

Figura 29 - Atividade de Grampeio e Desgrampeio da Ferramenta

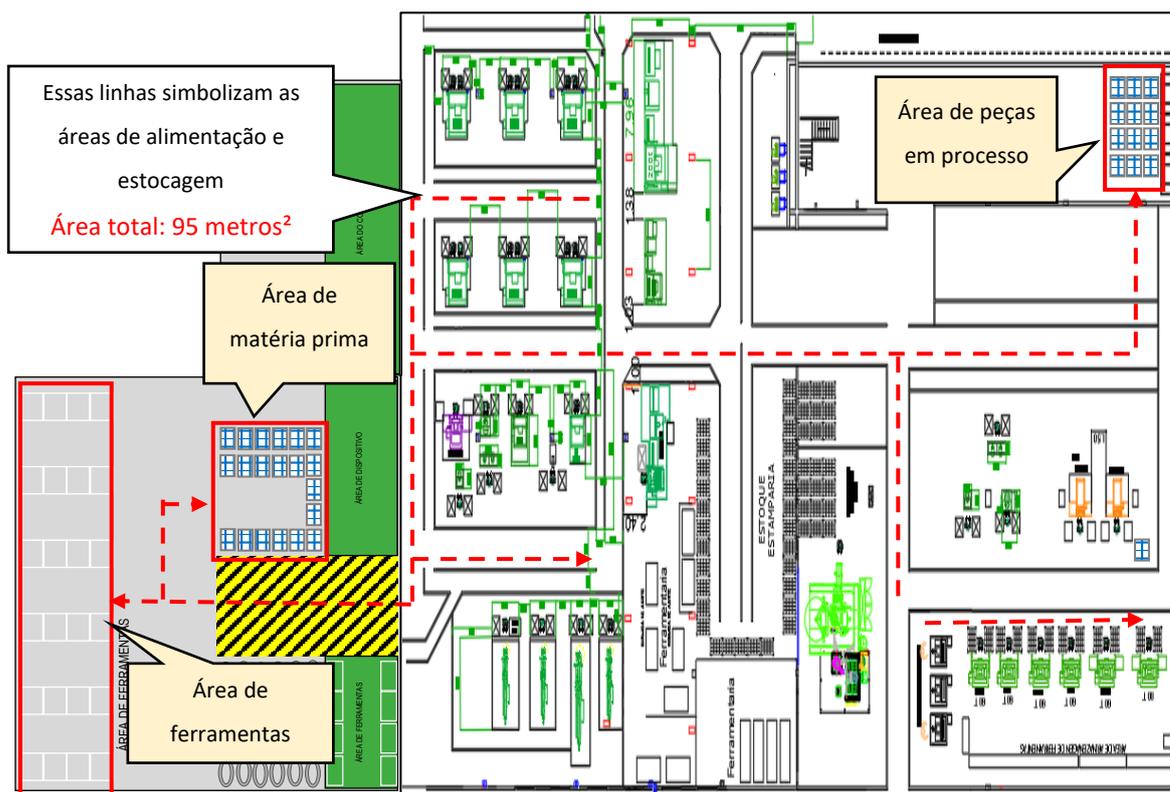


Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

### 4.2.1.3 Espera da empilhadeira

O setor possui uma única empilhadeira que atende diariamente as solicitações de retirada e entrega de ferramentas, peças e matéria prima para mais de vinte e seis máquinas (Figura 30), acarretando excesso de movimentação.

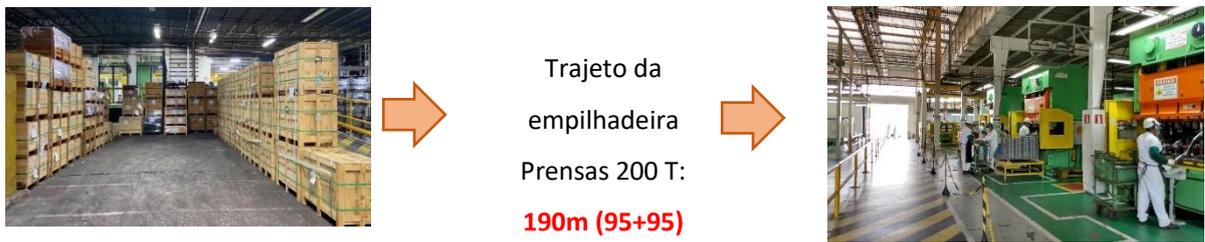
Figura 30 - Percurso da Empilhadeira Durante o Processo Produtivo



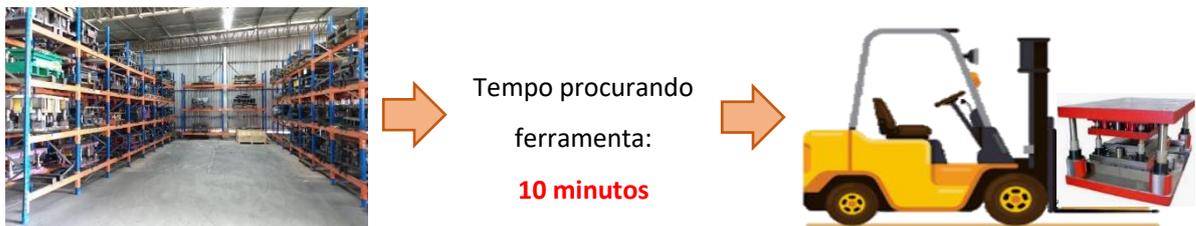
Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Também foi observado que não existe um local fixo para cada coisa, as ferramentas são armazenadas em qualquer espaço que ela caiba dentro da área de ferramentas, o mesmo acontece com os basquetes de peças em processo, fazendo com que o empilhador gaste muito tempo procurando o objeto (Figura 31).

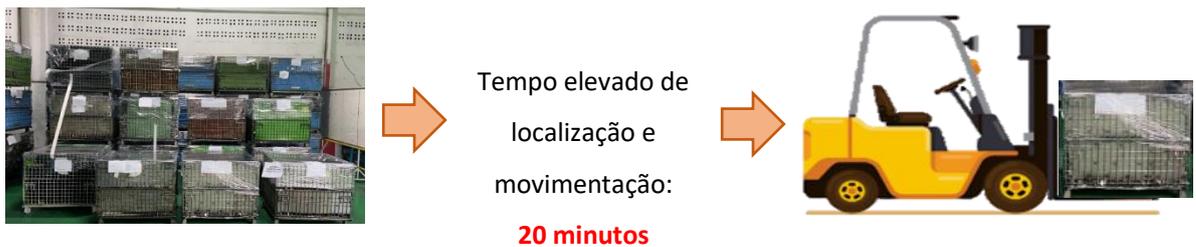
Figura 31 - Deslocamento da Empilhadeira  
**Distância Percorrida Elevada para Alimentação de Matéria Prima**



**Tempo elevado para localizar ferramenta**



**Tempo elevado para localizar peças em processo**



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.2.1.4 Apontamento e despacho de produção

Ao concluir a produção de um item o próprio operador realiza a venda eletrônica da peça por meio do apontamento *touchscreen* (Figura 32), mas esse apontamento só é possível se a produção da peça estiver planejada. Quando não há esse planejamento se perde bastante tempo procurando o responsável para sanar o problema.

Figura 32 - Apontamento de Produção



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Isso se dá porque as decisões quanto ao que produzir e quando produzir são definidas com base no “*Know how*” do acompanhador de processos e as solicitações imediatas do cliente direto. Todos os dias pela manhã é realizado um inventário setorial com base no apontamento da folha de produção, em seguida é identificado o plano semanal da Linha de Montagem e dos clientes diretos.

Ao evidenciar a possível criticidade de um item é também realizado um inventário nos setores clientes e terminado essas etapas são definidos os primeiros itens a serem produzidos e somente depois é checado a disponibilidade da matéria prima. O registro de produção é controlado de duas formas: folha A4, onde são inseridos manualmente o volume produzido dos itens acabados e numa planilha de excel, onde registra o tempo inoperante e a soma total de peças produzidas por grupo de máquina.

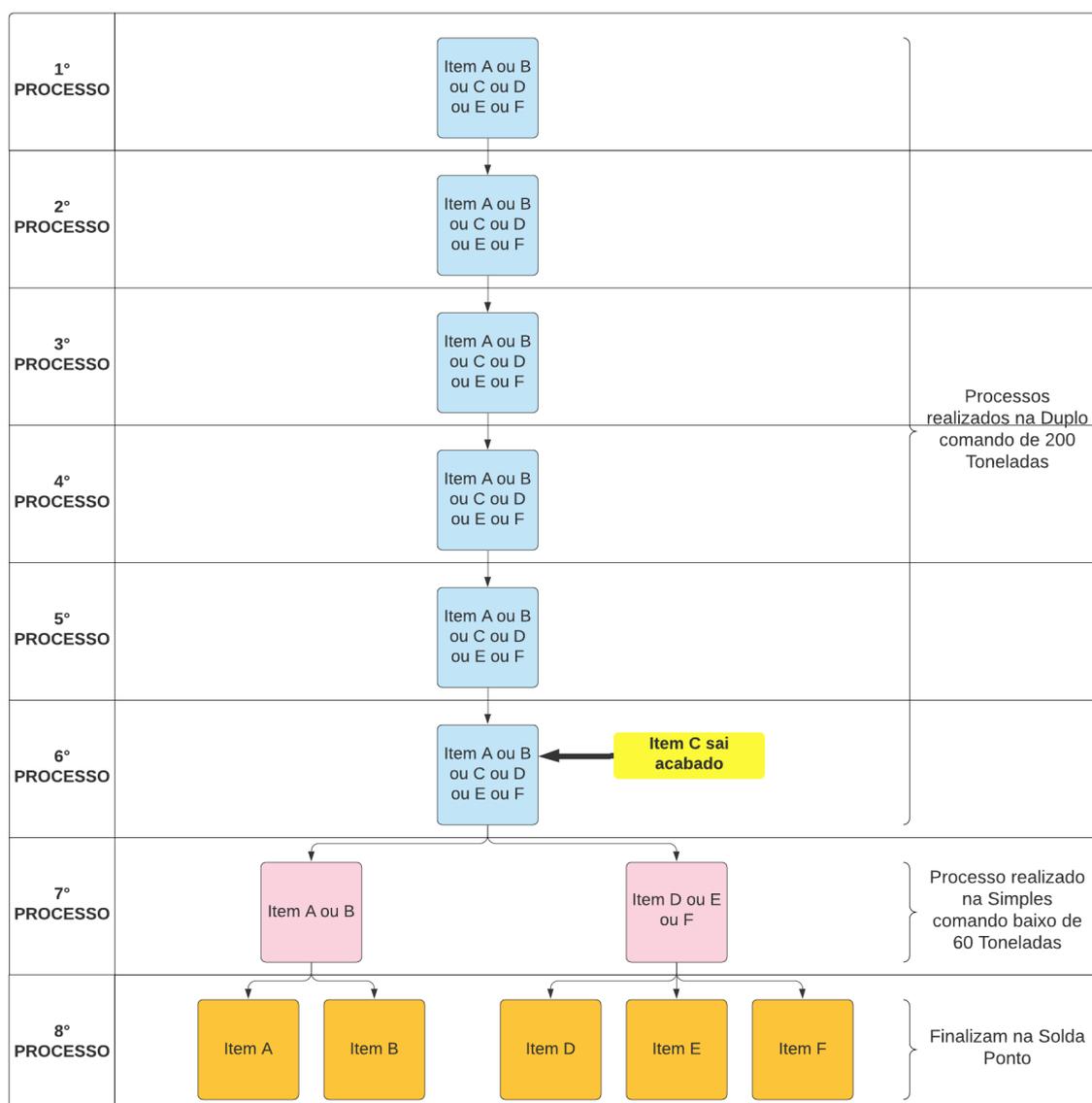
A forma como é feita o registro de produção é totalmente intuitivo, manual e moroso, acarretando demora na identificação do item a produzir, falta de matéria prima, *set up* mal planejado e um controle de estoque ineficiente, colocando em risco a produtividade da empresa.

Ainda sobre o estoque, há outras vertentes que dificultam o controle. Uma peça pode ter até 8 (oito) processos (Figura 33), sendo o fator decisivo a última etapa da produção. Isso se dá porque o controle do objeto é feito por meio de um código, que funciona como o “CPF” da peça, mas somente as peças acabadas recebem esse CPF, fazendo com que não haja um padrão na identificação dos processos e conseqüentemente um difícil controle. O problema gerado por essa metodologia tem

um efeito dominó no setor. Comumente ocorre a superprodução de um item, comprometendo a disponibilidade da matéria prima para outra peça de mesmo material e como algumas peças são vendidas em par, quando esse problema ocorre acaba gerando atrasos na entrega.

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Figura 33 - Fluxo do Processo Produtivo de um Item



#### 4.3 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS

Buscando entender o fluxo de produção de cada peça e retirar a dependência do conhecimento do líder, foi realizado o mapeamento dos processos. Após o mapeamento, uma análise comparativa entre o cenário produtivo simulado pela engenharia de processos e a realidade do chão de fábrica, onde foi encontrado

divergência em 72 itens e 137 processos a mais na responsabilidade da estamparia (Figura 34).

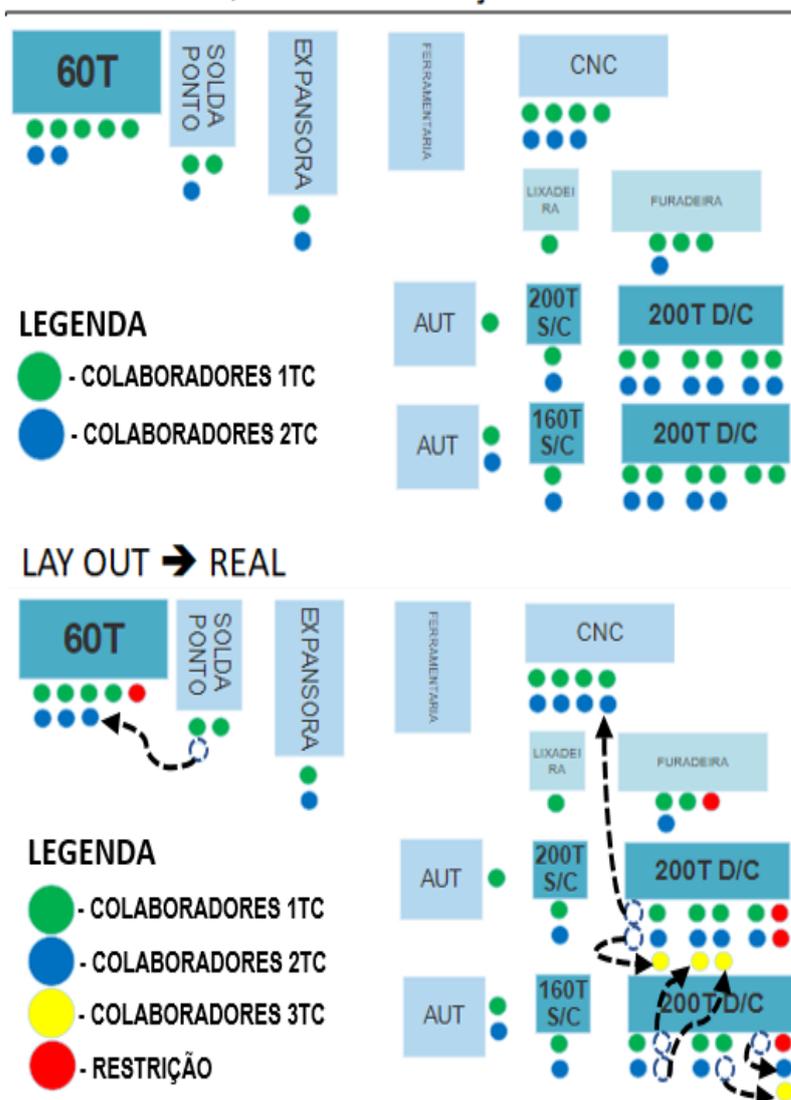
Figura 34 - Quantidade de Itens e Processos da Estamparia

N° DE ITENS ATIVOS	ENG. DE PROCESSOS	PRODUÇÃO SETORIAL	DIFERENÇA
		184	256
N° DE PROCESSOS			
GRUPO DE MÁQUINA	ENG. DE PROCESSOS	PRODUÇÃO SETORIAL	DIFERENÇA
Automática de 110 e 160 toneladas	107	107	0
Simple comando alto de 160 e 200 toneladas	19	46	27
Simple comando baixo de 6Toneladas	55	78	23
Duplo comando de 200Toneladas	40	87	47
Expansora	2	2	0
CNC	26	26	0
Solda ponto	15	15	0
Furadeira e Lixadeira	27	67	40
<b>TOTAL</b>	<b>291</b>	<b>428</b>	<b>137</b>

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Além disso, foi identificado desvios na alocação dos operadores (Figura 35). Cada grupo de máquina possui um centro de custo e qualquer desvio compromete diretamente na análise de investimento e o retorno obtido.

Figura 35 - Distribuição operacional por Centro de Custo



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Entre os grupos de máquinas, as 200 toneladas duplo comando foram as mais impactadas, pois quando se tira um operador dela o tempo de ciclo da peça duplica, aumentando a carga da máquina. Outro ponto que chamou atenção foi a inclusão de um operador no grupo CNC, elas estão oscilando no atendimento da meta de produção apesar de funcionar com um turno a mais do previsto; o número de processos está de acordo com o catalogado.

Tentando encontrar respostas, foi feita uma cronoanálise e ao alinhar com a engenharia, percebeu-se que os itens registrados antes da instalação dos sistemas de segurança das máquinas estavam com o tempo de ciclo acima do registrado, ou seja, desatualizados. Como todas as máquinas sofreram essa mesma alteração com

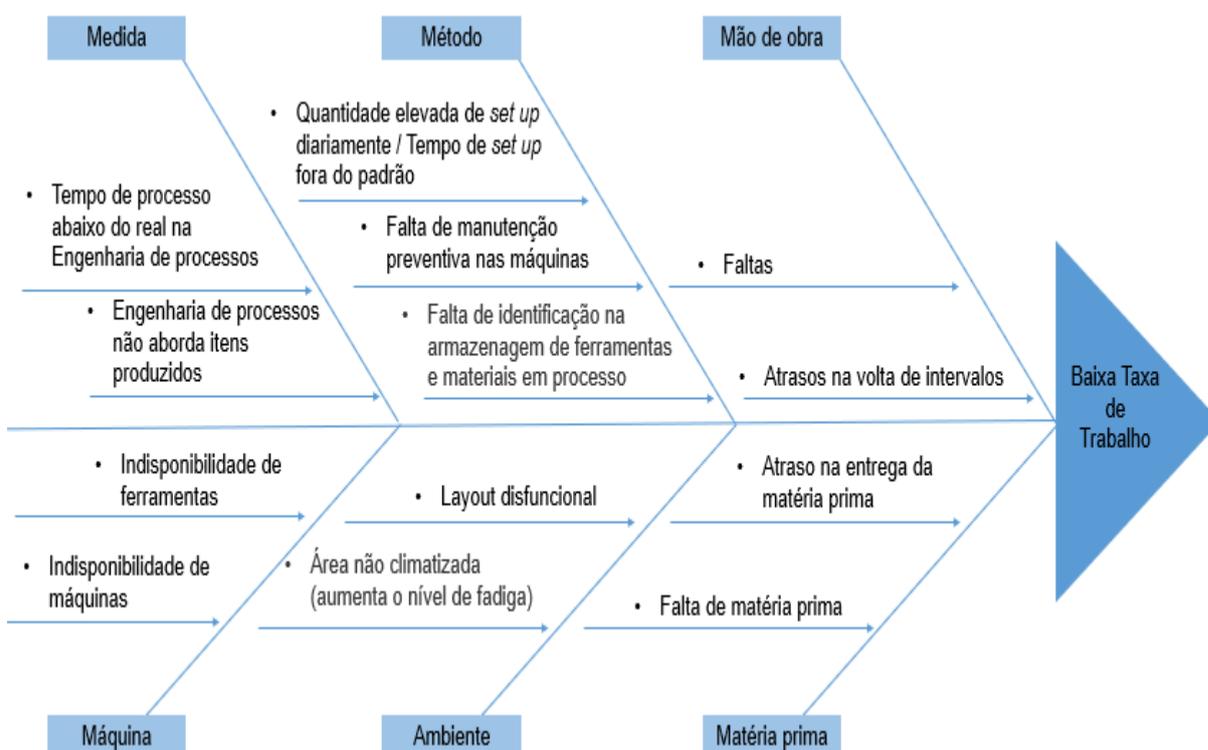
a instalação de sistema de segurança é necessário revisão de todos os tempos de processos, em especial os de alto volume.

Em resumo, podemos constatar que o setor tem trabalhado fora da capacidade real, acarretando desvios e ineficiência das regras de produção preestabelecida e baixa taxa de trabalho.

#### 4.4 ANÁLISE DA CAUSA RAIZ

Após o levantamento de dados, diversas oportunidades de melhoria foram encontradas. Com intuito de atacar as causas principais e obter melhor visibilidade dos problemas, de forma ágil e assertiva do não atendimento ao cliente, adotou-se o diagrama de Ishikawa (Figura 36) e a ferramenta cinco porquês (Figura 37). Com ele fica claro que as perdas estão concentradas em **método**, acarretando elevado tempo inoperante e consequentemente, baixa taxa de trabalho.

Figura 36 - Diagrama de Ishikawa para a Baixa Taxa de Trabalho



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

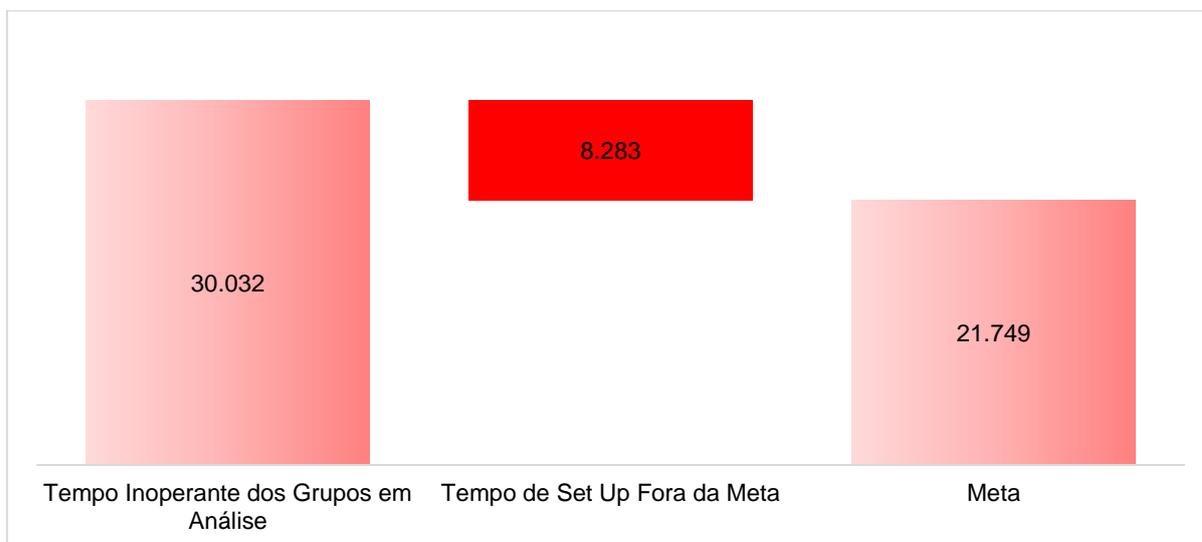
Figura 37 - Ferramenta Cinco Porquês

POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?
Falta de capacidade produtiva real no grupo de 200TDC divergente da simulação da ENG PROCESSO.	Itens não simulados na planilha T&P.	Falta de cronometragem e atualização da estrutura dos itens verticalizados IFER, transferência de itens entre as estamparias sem cronometragem.	Falta de cronometrista disponível para realização da atividade.	<b>Falta de gestão na atividade de cronometragem e sistemática na atualização e correção dos tempos de processo.</b>
Quantidade elevada de <i>SETUP</i> diariamente	Não há definição de plano diário especificando o item a ser produzido e o lote de produção.	Por que não há regra para elaboração do plano diário, somente é planejado base saldo e necessidade do cliente.	Por que não há prioridade na elaboração do plano, foco somente no atendimento diário do cliente.	<b>Falha da gestão em definir como fator relevante a elaboração, monitoramento e controle do plano de produção.</b>
Tempo de <i>set up</i> elevado, fora do padrão definido.	Há dificuldades operacionais de ajuste de ferramentas e atividades obrigatórias não contemplado no tempo padrão devido a avaria dos recursos como grampo hidráulico e régua.	Falta de manutenção preventiva e corretiva nos dispositivos de ajuste de ferramenta e ausência de medições periódicas do tempo de <i>set up</i> real comparado com <i>set up</i> padrão Eng. de Processo.	Foco da manutenção voltado para problemas de ferramenta e ausência de método de rotina de medição e controle periódico do tempo real de <i>SET UP</i> para atualização no tempo disponível.	<b>Falta de sistemática de manutenção preventiva na Estamparia acompanhada pela falha sistêmica na atualização e correção dos tempos de <i>set up</i> na validação pelo T&amp;P.</b>

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Os grupos em análise representam 47% do tempo inoperante da estamparia, conforme o Gráfico 6 já apresentado. Tomando conhecimento das causas raízes, a meta agora é reconhecer a capacidade real do setor e reduzir o tempo inoperante das prensas automáticas e 200 toneladas em 28% (Figura 38), eliminando pequenos desperdícios do processo.

Figura 38 - Meta de Redução do Tempo Inoperante dos Grupos em Análise



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.5 SOLUÇÕES PROPOSTAS

A fim de identificar a capacidade produtiva real do setor e eliminar o tempo despendido com: (i) identificação da criticidade dos itens; (ii) os *set up*; (iii) procuras; (iv) esperas; (v) transporte; e (vi) movimentações, uma série de ações se fizeram necessárias com o objetivo de aumentar a taxa de trabalho do setor e reduzir o tempo inoperante da estamperia conforme ilustra o (Figura 39).

Figura 39 - Plano de Ação 5W2H

5W					2H	
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How much?
Cronoanálise dos processos	Identificar a capacidade produtiva real do setor	Estamperia	Analista	05/Ago/19 - 24/Abr/20	Com cronometro devidamente calibrado, priorizando as peças de maior volume.	Dispor tempo
Definir lotes de produção e regra de planejamento	Reduzir o número de <i>set up</i> e aumentar a acuracidade do controle de estoque	Escritório ADM / Finanças	Estagiária	Nov/19 - 06/Mar/20	Registrar dados, gerar relatórios, verificar aderência e aprimoramentos.	Zero

Figura 39 - Plano de Ação 5W2H (Continuação)

5W					2H	
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How much?
Criar sistema de controle das peças em processo	Aumentar a acuracidade do controle de estoque	Estamparia	Estagiária	Até Nov/19	Avaliando a metodologia de registro presente e as melhorias propostas.	Zero
Criar rotina do Empilhador	Ter clareza na comunicação e facilitar o acesso as informações.	Escritório ADM / Finanças	Estagiária	até 20/jan	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início
Definir área de pré <i>Set Up</i>	Reduzir os tempos de espera e deslocamento	Estamparia	Estagiária	até Ago/19	Fazer medição da área, avaliar impacto na segurança e verificar o tamanho ideal da base de suporte e a carga máxima.	Estimado no início
Construir base de suporte para ferramenta	Reduzir os tempos de espera e deslocamento	Estamparia	Grupo Técnico	até Out/19	Desenhar a base e enviar para confecção. OBS: acompanhar todos os estágios da confecção.	Estimado em R\$ 800,00 OBS: Aproveitar material de sucata.
Aquisição de Sistema de Troca Rápida	Reduzir o tempo de <i>Set Up</i>	Automática 160 Toneladas	Grupo Técnico/ Gestor	até Jul/20	Realizar cotação, solicitar investimento e defender o retorno esperado.	Estimado em R\$200.000

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.6 IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA

Observando os *status* do Plano de Ação (Figura 40) percebemos que boa parte das atividades foram concluídas e com elas alguns ganhos surgiram.

Figura 40 - 5W2H - Status

5W					2H		Status
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How much?	
Cronoanálise dos processos	Identificar a capacidade produtiva real do setor	Estamparia	Analista	05/Ago/19 - 24/Abr/20	Com cronometro devidamente calibrado, priorizando as peças de maior volume.	Dispor tempo	Feito
Definir lotes de produção e regra de planejamento	Reduzir o número de <i>set up</i> e aumentar a acuracidade do controle de estoque	Escritório ADM / Finanças	Estagiária	Nov/19 - 06/Mar/20	Registrar dados, gerar relatórios, verificar aderência e aprimoramentos.	Zero	Feito
Criar sistema de controle das peças em processo	Aumentar a acuracidade do controle de estoque	Estamparia	Estagiária	Até Nov/19	Avaliando a metodologia de registro presente e as melhorias propostas.	Zero	Feito
Criar rotina do Empilhador	Ter clareza na comunicação e facilitar o acesso as informações.	Escritório ADM / Finanças	Estagiária	até 20/jan	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
Definir área de pré <i>Set Up</i>	Reduzir os tempos de espera e deslocamento	Estamparia	Estagiária	até Ago/19	Fazer medição da área, avaliar impacto na segurança e verificar o tamanho ideal da base de suporte e a carga máxima.	Estimado no início	Feito
Construir base de suporte para ferramenta	Reduzir os tempos de espera e deslocamento	Estamparia	Grupo Técnico	até Out/19	Desenhar a base e enviar para confecção. OBS: acompanhar todos os estágios da confecção.	Estimado em R\$ 800,00 OBS: Aproveitar material de sucata	Atrasado
Aquisição de Sistema de troca Rápida	Reduzir o tempo de <i>Set Up</i>	Automática 160 Toneladas	Grupo Técnico/ Gestor	até Jul/20	Realizar cotação, solicitar investimento e defender o retorno esperado.	Estimado em R\$200.000	Postergado devido pandemia

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.7 IDENTIFICAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA REAL DO SETOR

A partir da cronoanálise o setor conseguiu identificar a capacidade real e prever as necessidades de cada período, ganhando novos colaboradores para compor o quadro produtivo e atender a demanda diária (Figura 41). Com isso também foi possível fixar os itens às máquinas específicas nos grupos, balanceando a distribuição do modo mais uniforme possível.

Figura 41 - Quantidade de Colaboradores da Estamparia

GRUPO DE MÁQUINA	N° DE COLABORADORES	
	<i>Before</i>	<i>After</i>
Automática de 110 e 160 toneladas	3	3
Simple comando alto de 160 e 200 toneladas	4	4
Simple comando baixo de 60 Toneladas	7	9
Duplo comando de 200Toneladas	22	24
Expansora	2	2
CNC	7	7
Solda ponto	3	2
Furadeira e Lixadeira	5	6
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>57</b>

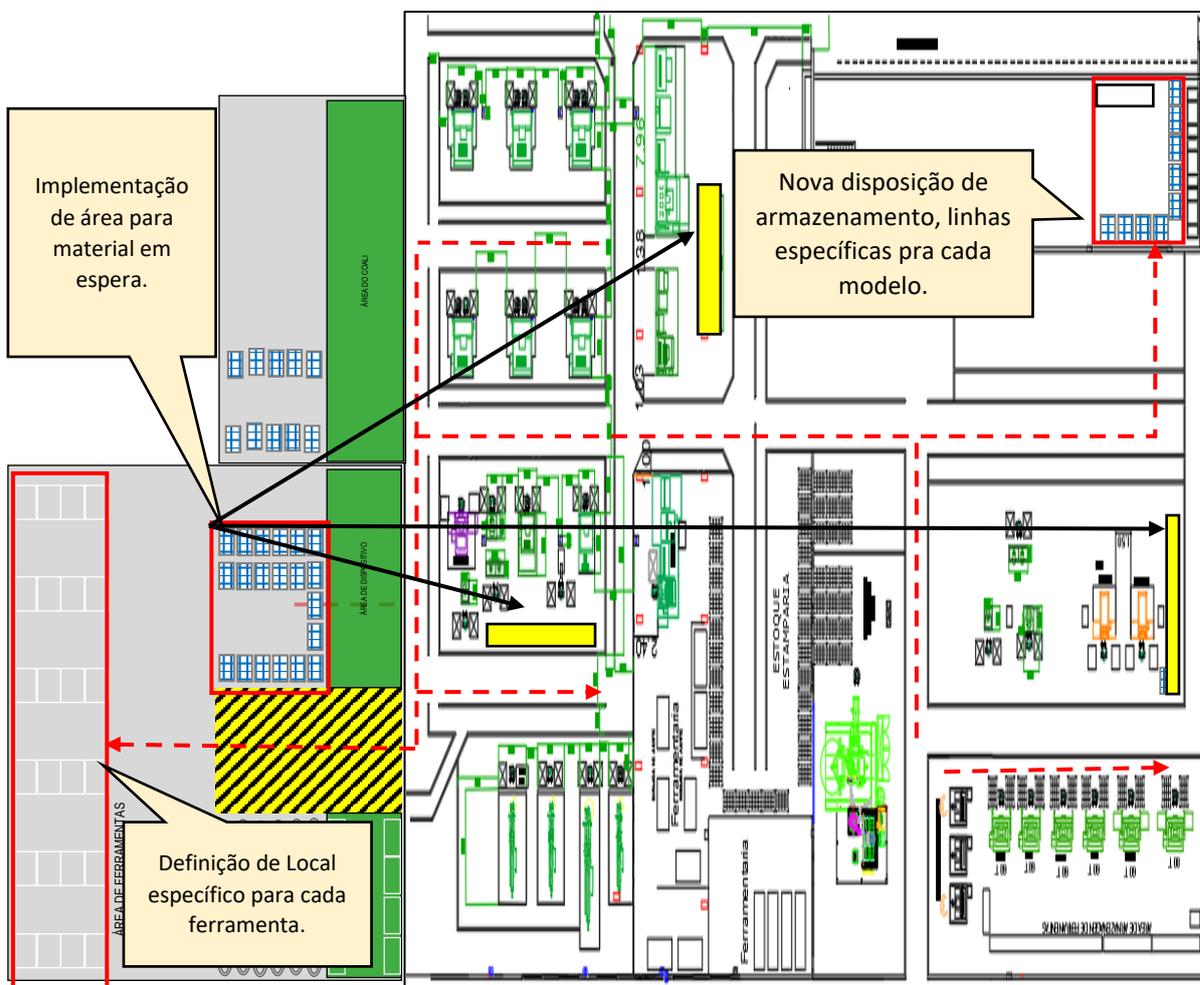
Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

##### 4.7.1 Redução dos Tempos de Espera e Deslocamento

Para eliminar as esperas foi criada uma rotina para o empilhador onde todos os dias ele recebe o plano de produção com a previsão do horário de cada troca, foi também demarcado áreas para materiais em espera, definição de local específico para ferramentas e material em processo, além de nova disposição de armazenamento, onde antes era necessário retirar diversos basquetes para conseguir pegar peças que estavam na parte traseira, hoje todos ficam acessíveis por meio de

uma distribuição em “u” e divisão por modelo, sendo os itens de volume alto os mais acessíveis na formação (Figura 42). A realização de um pré *set up* ainda não foi implementado, devido a pandemia.

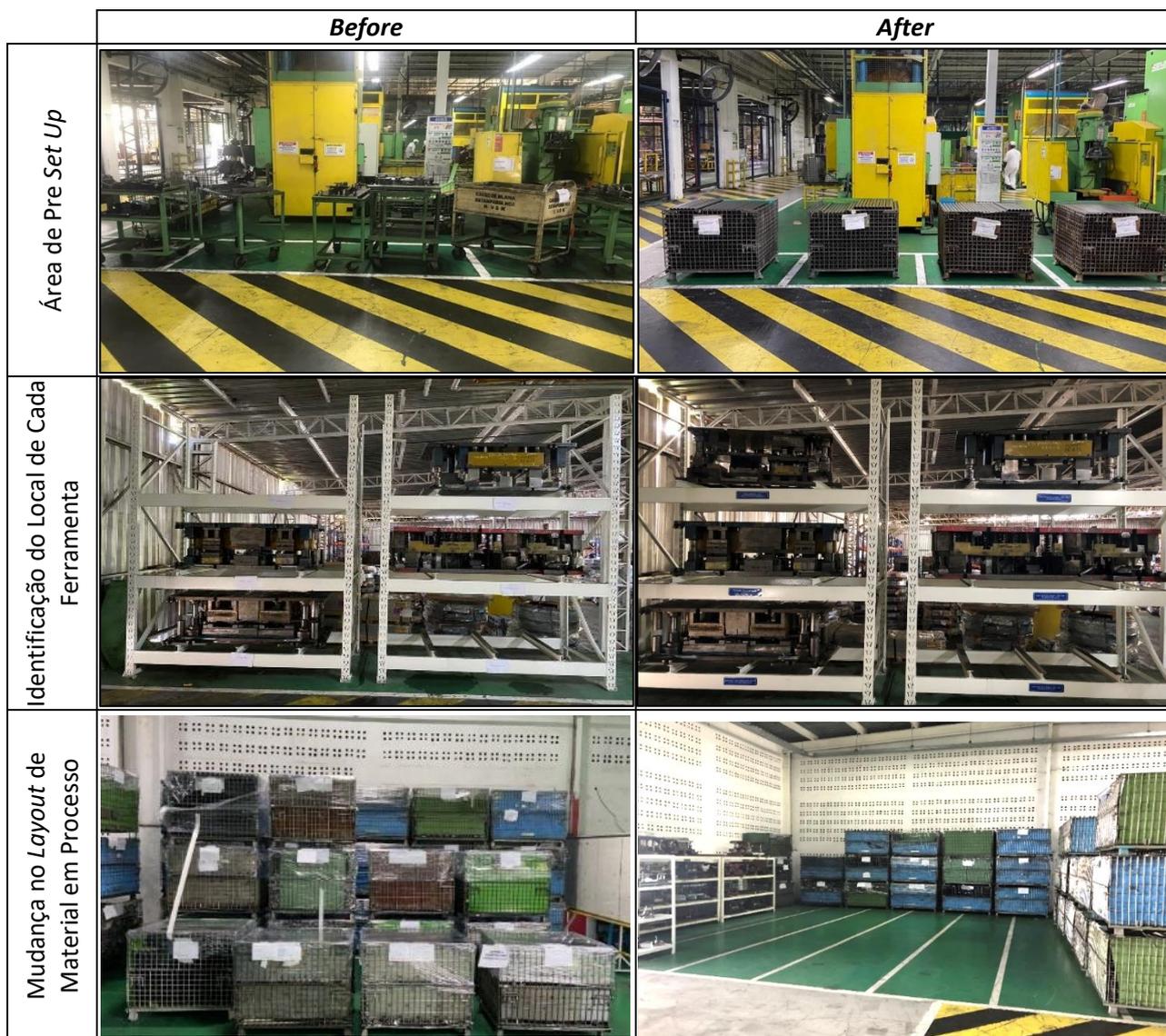
Figura 42 - Reestruturação do Layout



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

As novas áreas que foram determinadas na reestruturação do layout estão apresentadas na (Figura 43), mostrando o antes e o depois.

Figura 43 - Estratégia Para Redução de Movimentações e Esperas



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

#### 4.7.2 Redução do Número de *Set up* e Aumento da Acuracidade do Controle de Estoque

A definição do volume dos lotes e o *lead time* foram planejados levando em conta o último processo ao qual a peça é submetida para está pronta e ser entregue. Devido às particularidades que definem a capacidade de cada máquina a que a peça é submetida, para que não gerasse um estoque exacerbado de peças inacabadas aguardando o processamento na próxima máquina que possui menor capacidade, ou que deixasse de atender ao pedido programado do cliente recebedor da peça.

Com os volumes dos lotes e tempos definidos, o plano de produção foi então elaborado. Com a ajuda do software Microsoft Excel, foi possível desenvolver um plano de produção automatizado e ajustável às diferentes variáveis que impactam o processo de produção, como:

- a) Alterações no plano da linha de montagem;
- b) Acuracidade do real produzido;
- c) Atualizações na capacidade das máquinas; e
- d) Identificar a criticidade dos itens rapidamente.

O plano foi implementado em três grupos até o momento: automáticas, CNC e duplo comando. Todos os dias o plano gera a folha de produção que é impressa e entregue aos colaboradores: para os **operadores** – que agora conhecem a meta de peças a bater no turno – e **empilhadores** – com previsão de realizações de *set up*, uma vez que o número de peças a serem processadas possui um tempo previsto para ser finalizado, reduzindo também o tempo inoperante proveniente de esperas em função da empilhadeira – possibilitando que os próprios colaboradores programem suas atividades baseados no plano de produção.

Essas medidas reduziram o número de *set up* diário (Figura 44) e conseqüentemente o tempo inoperante. Além disso, proporcionou o controle acurado de estoque, uma vez que cada estágio do processo recebeu uma identificação única, permitindo aos operadores enxergar a etapa que estão produzindo e apontar corretamente.

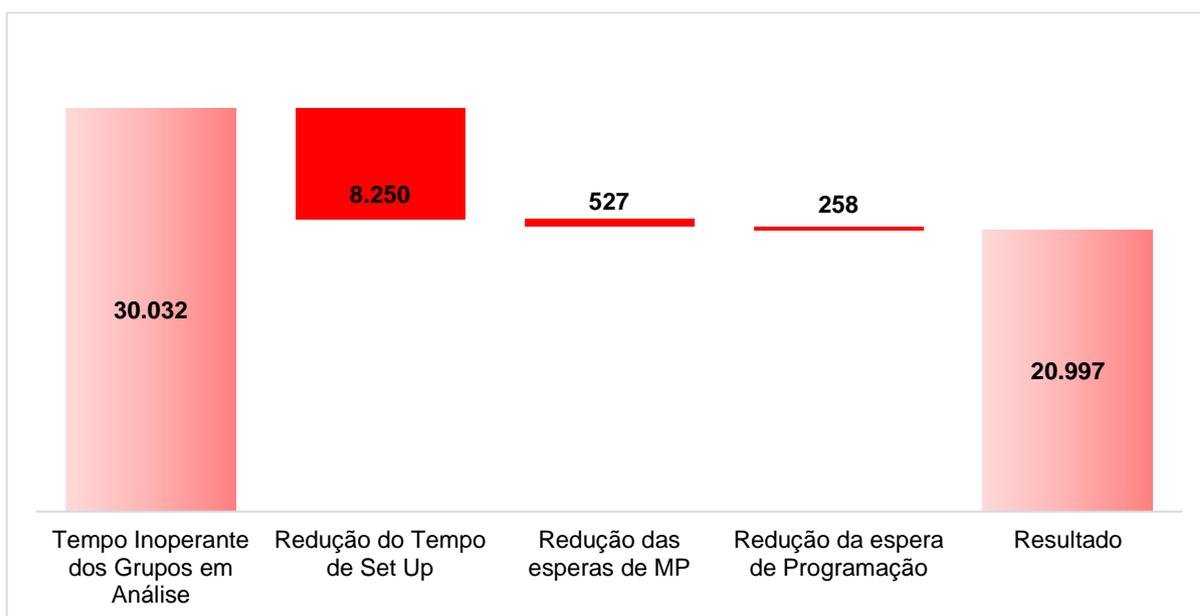
Figura 44 - Número de *Set Up* diário no 1º turno comercial

GRUPO DE MÁQUINA	Tempo de <i>Set up</i> em Segundos	Nº DE <i>SET UP</i> DIÁRIO/TURNO/MÁQ	
		<i>Before</i>	<i>After</i>
Automática de 110 e 160 toneladas	3.736	3	2
Duplo comando de 200Toneladas	2.130	4	2
	<b>Total <i>Set up</i></b>	<b>7</b>	<b>4</b>
	<b>Tempo Total</b>	<b>19.728</b>	<b>11.732</b>
	<b>Diferença:</b>	<b>7.996 segundos</b>	

Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Todo esse trabalho foi implementado de modo gradativo, tendo início em agosto de 2019 e vem sofrendo melhorias no decorrer do processo. Analisando o mérito dos grupos: automática e 200 toneladas, a implementação teve impacto direto nas classes: *set up*, falta de matéria prima e aguardando programação, reduzindo 30% do tempo inoperante, conforme o Figura 45.

Figura 45 - Redução do Tempo Inoperante Alcançado



Fonte: Empresa Estudada, com adaptações.

Visando impedir possíveis retrocessos, as atividades foram altamente especificadas e padronizadas; alinhadas a realização de treinamentos quando necessário e reportes diários a todos os níveis, desde operacional a alta gestão.

Criou-se também uma rotina de monitoramento, onde uma vez por semana todos os envolvidos no controle de produção se reúnem com a alta gestão para apresentar a realidade do setor, possibilitando rápida tomada de decisão e melhoria contínua.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou demonstrado neste trabalho que o gerenciamento das informações é um fator essencial para a organização, onde o monitoramento em conjunto da produção e do tempo inoperante por máquina possibilitou a identificação das divergências das metas preestabelecidas e reconhecimento dos principais desperdícios da área produtiva. Por outro lado, o conhecimento sem ação não traria resultados.

O mapeamento dos processos demandou um longo período, devido à grande quantidade de processos e inexistência de uma base de dados confiável dentro da organização. Apesar disso, a atividade possibilitou a facilidade de acesso à informação, retirou a dependência do conhecimento de funcionários antigos e a identificação prévia das necessidades do setor para garantir a entrega da demanda na quantidade e tempo certo. Com a conclusão desse estudo, a meta do setor foi revista, conforme descrição a seguir: ampliação do quadro produtivo e a eliminação de perdas com transporte, movimentação e esperas. As ações tomadas para atingir os objetivos que foram traçados nos início do trabalho foram: (i) mapeamento de processos, (ii) definição de áreas de espera de matéria prima, (iii) definição de área fixa para cada ferramenta, (iv) reestruturação da área de estoque de matéria prima e peças, (v) metodologia de acompanhamento e controle de estoque, (vi) definição de *lead time*, lotes de produção e estoque de segurança das peças, (vii) criação de uma rotina para o empilhador e (viii) elaboração de um plano de produção.

A realização dessas ações apesar de parecerem simples foram trabalhosas, e fazer com que funcionassem em harmonia ainda mais desafiante, pois toda mudança gera desconforto no começo. Para alguns foi necessário apenas um treinamento sob a nova metodologia do setor, já há outros, foi necessário ensinar uma nova forma de pensar, fazer compreender e enxergar as vantagens das estratégias adotadas e a importância do seu papel dentro da proposta apresentada.

O acompanhamento dos resultados foi o validador de todo trabalho, o conjunto das ações tomadas resultaram na redução do número de *set up's* e na redução de 30% do tempo inoperantes das prensas automáticas e 200 toneladas, aumentando a disponibilidade produtiva e o atendimento do plano.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Levando em conta que *set up* e as interrupções do processo de produção são os maiores desperdiçadores de tempo respectivamente, e sendo as interrupções do processo, oriundas de problemas relacionados a ferramenta utilizada para formar a peça, recomenda-se para trabalhos futuros os seguintes estudos:

- a) Aplicação das técnicas de *SMED (Singles Minute Exchange of Die)*, que apesar de termos feito redução do número de *setup*, nenhuma intervenção foi feita diretamente no modo como a troca é realizada e existem diversas opções de ferramentas que ao serem adquiridas podem agilizar o processo;
- b) Aplicação do *TPM (Total Productive Maintenance)* com objetivo de aumentar a taxa de trabalho, garantindo a manutenção planejada e programada a fim de eliminar quebras e defeitos, garantindo a eficiência produtiva e qualidade das peças.

## 6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico et al. **Sistemas de Produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ALVAREZ, M. E. B. **Gestão de Qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.

BATISTA, Erika. Fordismo, taylorismo e toyotismo: apontamentos sobre suas rupturas e continuidades. **III Simpósio Lutas Sociais na América Latina**, v. 2, 2008.

CHARNES, A; COOPER, W W; RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research** 2, p. 429-444, 1978.

CUMMINS, J. David; WEISS, Mary A. Analyzing using frontier efficiency and productivity methods. In: **Handbook of insurance**. Springer, New York, NY. 2013.

DEMING, EDWARDS W. **Qualidade: a revolução na produtividade**. Rio de Janeiro, Marques Saraiva, 1990.

DIAS, Rafaela Larcher Teixeira. Conceitos de Manufatura Enxuta aplicados a uma Indústria de suprimentos e dispositivos médicos. **Monografia, Minas Gerais: UFJF**, 2006.

FILHO, R. A. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC**. Programa de Atualização Técnica 2008 – Sistema FIRJAN - SESI/SENAI – Rio de Janeiro [On line].

FLAMIA, Marcos Paulo; REIS, Zaida Cristiane; NODARI, Cristine Hermann; GUIMARÃES, Luciana G. A. Utilização do Overall Line Effectiveness: Um Estudo de Caso em uma Indústria Vinícola. **GEPROS**. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Volume 12, nº 4, p. 57-77 out-dez/2017.

GUERRINI, Fábio Muller; BELHOT, Renato Vairo; AZZOLINI, Walther JR. **Planejamento e Controle da Produção**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014.

GURSKI C. A.; RODRIGUES M.. Planejando estrategicamente a manutenção. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

IMAI, Masaaki. **Kaizen, a estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: Editora Imam, 1994.

JUNIOR, J. M. **Administração da Produção**. Curitiba: lesde Brasil, 2012.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384p.

LAUGENI, Fernando P.; MARTINS, Petrônio G. **Administração da produção**. 3ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.

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

LUZ, Gilberto Barbosa; KUIAWINSKI, Darci Luiz. **Mecanização, Automação e Automação - Uma Revisão Conceitual e Crítica**. XIII SIMPEP: Bauru, SP, Brasil. 2006. Disponível em: <[https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/1210.pdf](https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1210.pdf)>. Acesso em 10 de julho de 2020.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção fácil**. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

MARTINS, Petrônio; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2015.

OLIANI, Luiz Henrique; PASCHOALINO, Wlamir José; DE OLIVEIRA, Wdson. OS BENEFÍCIOS DA FERRAMENTA DE QUALIDADE 5S PARA A PRODUTIVIDADE. **Revista Científica UNAR**, v. 12, n. 1, p. 113, 2016.

OLIVEIRA, Eliseus L. A de. A história do trabalho nas diferentes sociedades. **Blog Filósofos da diocese de Cruz Alta**, 2014. Disponível em: <<http://filosofosdadiocesedecruzalta.blogspot.com/2007/04/histria-do-trabalho-nas-diferentes.html?m=0>>. Acesso em 13 de agosto de 2020.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008

PIRAN, Fabio Sartori; Lacerda, Daniel Pacheco; Camargo, Luís F. R. **Análise e gestão da eficiência: Aplicação em sistemas produtivos de bens e de serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2018.

PORTER, Michael. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e de concorrentes**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

RODRIGUES, Marcos Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de qualidade Seis Sigma**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016  
ROTHER, Mike. Toyota Kata: **Gerenciando Pessoas para Melhoria, Adaptabilidade e Resultados**. São Paulo: Bookman. 2010

ROTONDARO, R. G. **Gerenciamento por processos**. In: Carvalho, M. M.; PALADINI, E. P. (Org). **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SASSI JUNIOR, I.A. **Balanceamento de linha: estudo de caso para otimização de recursos em uma linha de produção**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1086/1/MD\\_COENP\\_2012\\_1\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1086/1/MD_COENP_2012_1_04.pdf)> Acesso em 13 de agosto de 2020.

SIQUEIRA, I.P. **Manutenção centrada na confiabilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

VIANA, H.R.G. **Fatores de Sucesso Para Gestão da Manutenção de Ativos: Um modelo para elaboração de um plano diretor de manutenção**. Porto Alegre: 2013. Disponível em:  
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96509/000911121.pdf?sequence=1>> Acesso em 26 de agosto 2020.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier do Brasil, 2014.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T; Roos, Daniel; Carpenter, Donna. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

YIN, R. K.. **Estudo de caso: planejamento e método**. 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.