



**Marieli Lais Lehner**

**IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS DE ENGENHARIA DE  
PROCESSOS EM UM LABORATÓRIO DE ENSAIOS**

Horizontalina - RS

**2017**

**Marieli Lais Lehner**

**IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS DE ENGENHARIA DE  
PROCESSOS EM UM LABORATÓRIO DE ENSAIOS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Esp. Charles Weschenfelder.

**Horizontina - RS**

2017

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**“Implementação de métodos de engenharia de processos em um  
laboratório de ensaios”**

**Elaborada por:**

**Marieli Lais Lehner**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

Aprovado em: 27/11/2017

Pela Comissão Examinadora

---

Esp. Charles Weschenfelder

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

---

Me. Sirnei Kach

FAHOR – Faculdade Horizontalina

---

Esp. Fabrício Desbessel

FAHOR – Faculdade Horizontalina

**Horizontalina - RS**

**2017**

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais Glaci e Jorge Lehner que me proporcionaram a oportunidade de realizar este sonho e estiveram sempre me apoiando.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui. A minha família, em especial aos meus pais Jorge e Glaci, e minha irmã Micheli, por todo apoio e paciência, e que não mediram esforços para que eu concluísse esta etapa de minha vida.

Agradeço ao meu namorado José Weide, que compartilha comigo de todos os momentos, que foi paciente comigo em minhas ausências, e que me apoia e sempre está ao meu lado.

Agradeço ao meu orientador Charles Weschenfelder por gentilmente ter me ajudado e me guiado no decorrer deste trabalho, me dando todo o suporte necessário.

Obrigada também aos meus colegas, amigos e aos professores por todo aprendizado e conhecimento.

Enfim, um muito obrigado a todos que me apoiaram em mais esta jornada!

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.”

(Aldo Novak)

## RESUMO

Em um mercado altamente competitivo, os desafios em manter-se nele vem aumentando a cada dia. Dentro do planejamento das empresa, qualidade, segurança e produtividade são tópicos-chave para alcançar níveis elevados no mercado. A obtenção de uma engenharia de processos bem estruturada é fundamental nesse crescimento, pois auxilia na criação do produto, desde o planejamento até a execução, obtendo maior qualidade e alcançando a satisfação do cliente final. Esse trabalho tem como objetivo a criação e posterior implementação de um modelo de métodos de engenharia de processos aplicado no protótipo, "Sustentabilidade no Pedal", em desenvolvimento no laboratório de ensaios da Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina. O método de pesquisa utilizado foi a pesquisa-ação, onde através do estudo baseado no referencial teórico, o pesquisador atuou na estruturação e implementação da proposta apresentada. As técnicas de procedimentos utilizadas foram a pesquisa descritiva, onde analisou-se as condições atuais do processo aplicado no laboratório, e pesquisa bibliográfica, onde buscou-se maior envolvimento com o assunto através de autores específicos. Com os resultados desse estudo, conclui-se que, a aplicação de métodos de engenharia de processos irá auxiliar no planejamento e controle dos processos, obtendo maior qualidade no produto e proporcionando satisfação dos clientes.

**Palavras-chave:** Engenharia. Processo. Ferramentas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processos <i>Input</i> – transformação – <i>output</i> .....	15
Figura 2: Modelo geral da administração de produção .....	19
Figura 3: Fluxo de informações .....	24
Figura 4: Entendendo o Fluxo de Valor.....	26
Figura 5: Folha de verificação.....	27
Figura 6: Pfm <sub>ea</sub> .....	28
Figura 7: Filetador de garrafas pet .....	34
Figura 8: <i>Layout</i> Fabril .....	37
Figura 9: Balanceamento da linha.....	39
Figura 10: Mapa de fluxo de valor .....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição dos itens .....	35
Quadro 2: Disponibilidade de recursos .....	35
Quadro 3: Roteiro de produção .....	36
Quadro 4: Falhas do produto.....	41
Quadro 5: <i>Check list</i> de Manutenção .....	42
Quadro 6: ART .....	42

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 TEMA .....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.4 HIPÓTESES.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA .....	13
1.6 OBJETIVOS .....	13
<b>1.6.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>13</b>
<b>1.6.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 PROCESSOS DE MANUFATURA.....	15
<b>2.1.1 Solda.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Montagem .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3 Pintura e Secagem .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 Equipamentos e ferramentas .....</b>	<b>18</b>
2.2 FERRAMENTAS DE MANUFATURA E CONTROLE DE PROCESSOS.....	18
<b>2.2.1 Estratégia de Produção .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2 Tempos e movimentos.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3 Layout (arranjo físico).....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4 Balanceamento de linha .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5 Gargalos de produção .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.6 PCP .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.7 VSM.....</b>	<b>25</b>
2.3 FERRAMENTAS DE QUALIDADE.....	26
<b>2.3.1 Folha de Verificação.....</b>	<b>26</b>

2.4 FERRAMENTAS DE SEGURANÇA.....	28
<b>2.4.1 Manutenção .....</b>	<b>28</b>
<b>2.4.2 Ergonomia.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4.3 Segurança .....</b>	<b>30</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	31
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....	32
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO .....	33
4.2 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE ENGENHARIA DE PROCESSO.....	34
<b>4.2.1 Estratégia de Produção .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2 Tempos e Movimentos.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.3 Layout.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.4 Balanceamento de linha .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.5 Gargalos de Produção .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.6 PCP .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.7 VSM.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.8 Folha de verificação .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.9 Manutenção .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.10 Segurança e Ergonomia .....</b>	<b>42</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais as empresas estão se preocupando com a qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes. Para isso, a padronização dos métodos de uma engenharia de processos e estratégias de produção são importantes aliados para isso.

Métodos de produção objetivam padronizar decisões e ações estratégicas que define o papel, objetivos e as atividades da produção (SLACK *et al*, 2002).

Segundo Slack (2002) processo é o conjunto de atividades que transformam um insumo (*input*) em um resultado (*output*). Teoricamente, a transformação que ocorre deve adicionar valor e criar um resultado que seja mais útil e eficaz ao recebedor acima ou abaixo da cadeia produtiva.

Para a elaboração de um modelo de processos de manufatura é necessário englobar estratégias e operações que se unam para que o resultado seja o melhor possível. Uma das preocupações de um projeto é a concepção de que é preciso investir em processos bem elaborados para que o protótipo saia como o desejado, sem que hajam muitas modificações no projeto.

Pensando sobre essa preocupação, é imprescindível a implementação de uma engenharia de métodos e processos para a elaboração de um protótipo. Portanto, para esse estudo, definiu-se um modelo de métodos de processos que auxiliarão na construção de um protótipo que está em desenvolvimento no laboratório de engenharia de produção da FAHOR.

O presente trabalho está dividido em etapas, onde a etapa 1 apresenta a introdução, definição de tema, problema de pesquisa, justificativa e objetivos gerais e específicos. Na etapa 2, está descrito o referencial teórico pertinente ao tema proposto. Na etapa 3 está abordado os métodos e técnicas utilizadas, evidenciando como foi executada a pesquisa. Já na etapa 4 evidencia a análise dos resultados, os dados levantados e o que foi observado e desenvolvido. Por fim, está evidenciado as considerações finais, onde realizou-se a recapitulação de todo o estudo demonstrando que os objetivos gerais e específicos foram alcançados, conforme proposto.

## 1.1 TEMA

O tema deste estudo consiste em implementar um modelo de engenharia de processos em um projeto desenvolvido no laboratório de ensaios da engenharia de produção. O motivo que levou a escolha desse tema foi a real importância de ter a criação e documentação de um modelo de engenharia de processos, para utilização em vários tipos de projeto que possam ser desenvolvidos na faculdade.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se na implementação apenas de projetos de engenharia de processos desenvolvidos em ambientes educacionais da faculdade, nas demais áreas não há uma análise mais aprofundada.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O laboratório que se deseja estudar não possui a efetivação da documentação de uma engenharia de processos, além de não haver uma pessoa designada para tal atividade pois o processo sem que haja uma estruturação de processos. Para criação do problema de pesquisa, baseou-se na seguinte pergunta: Como aplicação de ferramentas e métodos de engenharia de processos em um laboratório de ensaios de engenharia de produção, pode auxiliar no desenvolvimento de processos?

## 1.4 HIPÓTESES

A aplicação das ferramentas de engenharia de processos gera benefícios grandiosos no desenvolvimento de qualquer produto. Com estas ferramentas é possível executar e monitorar o planejamento da produção, aumentar a produtividade e reduzir custos de processos.

As ferramentas de processos da qualidade garantem que os produtos estejam em constante melhoramento e competitivos no mercado, possibilitando diminuição de erros e conseqüentemente melhorias na qualidade. Já as ferramentas de

segurança permitem que minimize acidentes e doenças ocupacionais, protegendo a integridade física e proporcionando bem estar ao funcionário.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Este trabalho aplicado a um laboratório de ensaio de Engenharia de Produção, justifica-se pela necessidade de aplicação de uma engenharia de processos em um projeto que está sendo desenvolvido na FAHOR e, através de métodos e técnicas adequadas, auxiliar no desenvolvimento do protótipo, e posterior servir de modelo de processos para outros projetos a serem desenvolvidos pela instituição.

Além disso, o assunto abordado é de suma importância para a formação de um engenheiro, pois contribui para o desenvolvimento profissional, exigindo conhecimentos técnicos e fabris para a concretização do projeto.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

A formulação do objetivo tem como finalidade resumir a ideia central do trabalho. Deve expressar de forma clara qual é a intenção do projeto de pesquisa que descreve e delimitar qual será o escopo do trabalho (SAMPLIERI, COLLADO E LUCIO, 2013).

Nesse contexto, o objetivo geral do trabalho é desenvolver um modelo de métodos de engenharia de processos e validá-lo no projeto “Sustentabilidade no Pedal”, em desenvolvimento no laboratório de ensaios da engenharia de produção, proporcionando facilidade e obtendo qualidade na estruturação e efetivação de qualquer projeto.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

A fim de atender os objetivos gerais do trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o levantamento de informações necessárias para implementar métodos e processos em um protótipo.
- Definir um modelo de engenharia de processos;
- Implementar o modelo em um projeto em desenvolvimento na instituição;

Para atender os objetivos do projeto, necessitou-se levantar dados do projeto, reunião com a equipe do projeto, onde foram discutidos os melhores processos e otimização de tempos, para realizar o protótipo com menor custo e máxima qualidade.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A engenharia de métodos e processos é de suma importância para a realização de projetos, pois lhe cabe a responsabilidade de gerenciar e manipular as ferramentas adequadas para que o protótipo seja realizado.

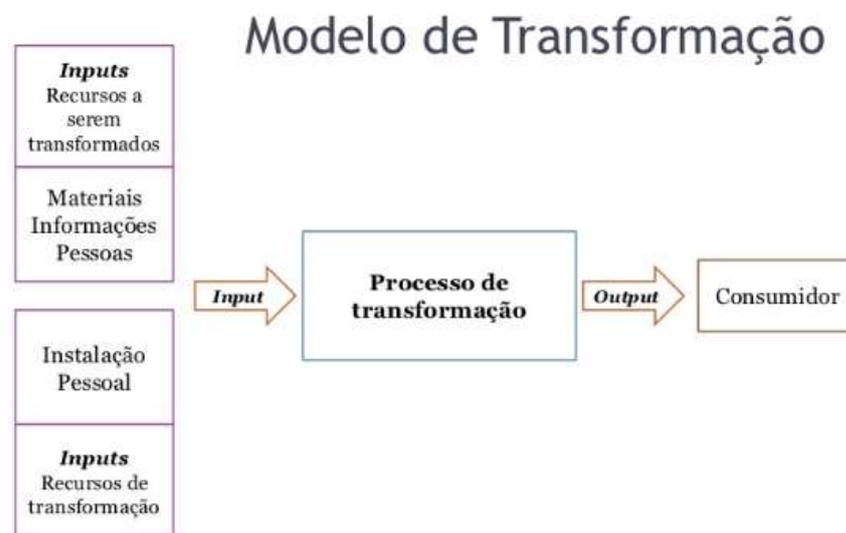
### 2.1 PROCESSOS DE MANUFATURA

Para realização do trabalho, utilizou-se de métodos científicos e conhecimentos sobre as principais ferramentas de manufatura, qualidade e segurança, para que seja implementado métodos de engenharia de processos no protótipo em desenvolvimento no laboratório de ensaios da Engenharia de Produção da FAHOR.

Segundo Pacievitch (2017), manufatura é a transformação da matéria prima em produtos finais para a comercialização, envolvendo processos de elaboração de produtos semi-faturados.

Segundo Slack *et al* (2002), qualquer operação produz bem ou serviços, e isso se faz por processo de transformação, ou seja, transformação de *input* para *output*. A figura 1 mostra um modelo de transformação, usado para descrever a natureza da produção:

Figura 1: Processos *Input* – transformação – *output*



Pode-se observar na figura 1 que modelos de transformação é composto por *input*, processo de transformação e *output*.

De acordo com Slack *et al* (2002) *Input* para processos de transformação podem ser classificados em recursos transformados – que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma, como materiais, informações e consumidores - recursos de transformação –os que agem sobre os recursos, como instalações e funcionários.

Os processos de transformação estão relacionado com a natureza de seus recursos de *input* de transformados, ou seja, processamento de materiais, de informações e de consumidores. Os *outputs* de processo de transformação são os bens e serviços prontos para utilização, podendo ser tangíveis, estocados, transportados e simultâneos. (SLACK *et al* 2002. Os principais processos de manufatura (solda, montagem e pintura) utilizados na indústria serão descritos nos próximos tópicos da pesquisa.

### **2.1.1 Solda**

Segundo Chiaverini (1986), processo de soldagem é a ação de juntar peças metálicas, em contato íntimo, e aquecer as superfícies de contato de modo a levá-las a um estado de fusão.

Conforme Fortes (2005) o processo de soldagem funciona com corrente contínua, onde um arco elétrico é estabelecido entre a peça e um consumível na forma de arame.

Geralmente nas indústrias a solda é pelo processo MIG/MAG que tem muitas vantagens na soldagem manual para altas e baixas produções. A soldagem pode ser executada em todas as posições, não havendo necessidade de remoção de escória, com alta taxa de deposição do metal de solda e menor distorção das peças. (FORTES, 2005).

Segundo Fortes (2005), os equipamentos para soldagem são fáceis de instalar e manusear. São necessários somente três principais elementos, a tocha de soldagem, motor de alimentação do arame e fonte de energia.

A solda MIG/MAG é indicada para a soldagem de todos os metais e em todas as posições, com ótimo acabamento que dispensa limpeza, elevada produtividade, baixo custo e exige menor habilidade do soldador. (CORREIA, 2017)

### **2.1.2 Montagem**

Montagem é o processo em que duas peças ou mais se unem para formar um conjunto. Esse conjunto pode ser acoplado no produto final ou pode ser o produto final. A soldagem, junção com rebite, união com parafuso, colas específicas são exemplos de união de peças. (GROOVER, 2014).

Segundo Groover (2014) no processo de montagem é utilizado componentes mecânicos chamados de elementos de fixação que são adicionados durante o processo. A montagem é dividida em duas classes: (1) conjuntos que permitem a montagem e desmontagem, utilizando roscas, parafusos e porcas (2) conjuntos que resultam de junção permanente, utilizando rebites ou solda.

A montagem é realizada por trabalhadores não especializados com ferramentas comuns, por se tratar de um processo simplificado, comparado com outros processos produtivos.

### **2.1.3 Pintura e Secagem**

Segundo Nunes (1990), conceito de pintura industrial tem finalidade principal dar proteção anticorrosiva nas peças. Outras finalidades como estética; auxílio na segurança industrial; impermeabilidade; identificação de fluidos também são tomadas como importantes no processo de pintura.

Segundo Cornejo *et al* (2017), secadoras são constituídas por um compartimento onde é condicionado o ar de secagem. Esse ar é impulsionado, passando por um sistema de aquecimento e entrando em contato com o material, iniciando o processo de secagem.

### **2.1.4 Equipamentos e ferramentas**

Conforme Groover (2014), as operações de fabricação são realizadas com o auxílio de equipamentos e ferramentas e também com operadores. Em meados da Revolução Industrial as máquinas foram chamadas de máquinas-ferramentas, pois as máquinas adicionadas de motores movimentavam ferramentas de corte, que antes eram manuais.

Máquinas produtivas necessitam de ferramentas que permita produzir produtos distintos. Em determinados momentos, as ferramentas precisam ser criadas para atender uma determinada configuração da peça. Para cada peça, os acessórios são ajustados as máquinas e a fabricação é realizada, onde no final da produção, são desmontados e substituídos por outros para realizar a próxima produção. (GROOVER, 2014).

## **2.2 FERRAMENTAS DE MANUFATURA E CONTROLE DE PROCESSOS**

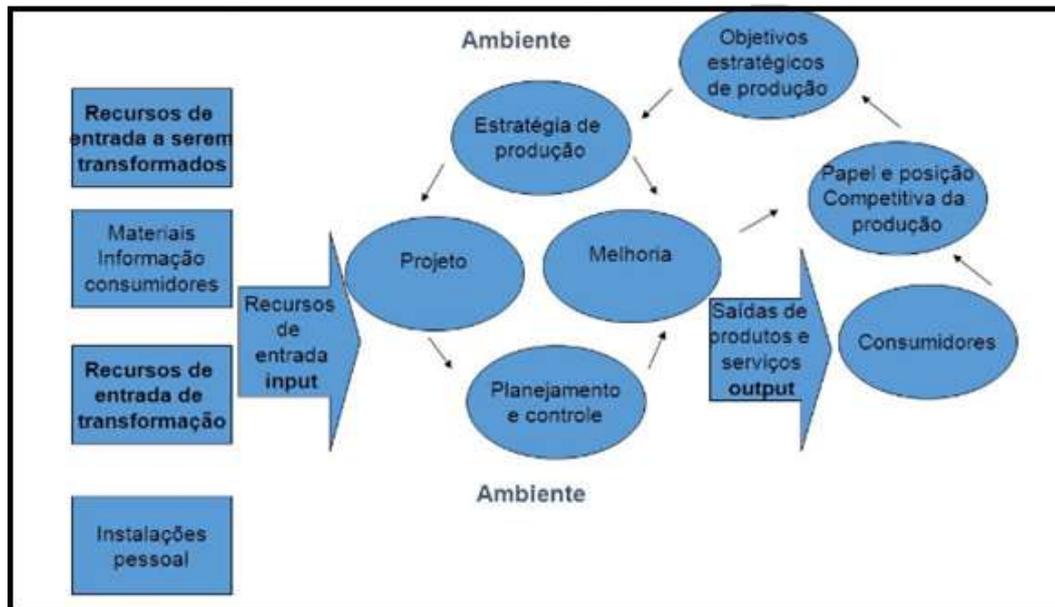
Para realização dos processos produtivos já citados, é imprescindível que seja utilizado ferramentas para acompanhar e orientar no desenvolvimento de processos, visando obter maior produtividade e qualidade. Essas ferramentas auxiliam em todo desenvolvimento do processo; Ferramentas de estratégias de produção onde serão definidos como produzir; medição de tempos e movimentos da sequência de atividades; realização de layout; balanceamento de linha; descrição de equipamentos e verificação de gargalos de produção; planejamento e controle da produção; mapeamento do fluxo de valor; ferramentas de qualidade como *check list*; e ferramentas de segurança e ergonomia.

### **2.2.1 Estratégia de Produção**

Segundo Slack *et al* (2002), podemos definir a produção em três termos: Função produção, gerentes de produção e administração da produção. A função produção é encarregada de reunir os recursos para a produção de bens e serviços. Gerentes de produção são encarregados de controlar os recursos. Já a administração é a ferramenta do gerente para gerenciar a função produção de maneira eficiente.

No momento em que a função produção determina seus objetivos de desempenho, é preciso formular um conjunto de princípios gerais que guiarão seus processos de tomada de decisões. (SLACK *et al* 2002). A figura 2 demonstra o modelo geral de gestão da produção.

Figura 2: Modelo geral da administração de produção



Fonte: Slack, 2002, p. 86

Pode-se observar na imagem do autor Slack *et al* (2002), que a estratégia da produção está interligada no modelo de administração pois é responsável pela implementação das estratégias empresariais, ou seja, diz respeito ao padrão de decisões e ações estratégicas envolvendo toda estrutura produtiva empresarial.

### 2.2.2 Tempos e movimentos

Segundo Corrêa (1977), o estudo de tempos e movimentos tem os seguintes objetivos:

- ✓ Desenvolver sistema e método preferido, com menor custo;
- ✓ Padronizar sistemas e métodos;
- ✓ Determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e treinada, em um ritmo normal, para executar uma tarefa específica;
- ✓ Orientar o treinamento do trabalhadores no método preferido.

De acordo com Muniz (2011), estudo de tempos e movimentos objetiva desenvolver um sistema e método que melhor se enquadra as necessidades do processo. Realizar a padronização desse sistema e orientar o treinamento do trabalhador no método proposto.

Para Muniz (2011), tempos e movimentos é dividido da seguinte forma: (1) Estudo de tempos: estudo de trabalho no qual determina o tempo-padrão para executar determinada tarefa; (2) estudo de movimentos: estudo de métodos que registra e analisa, para encontrar o melhor método para executar uma tarefa.

De acordo com Corrêa (1977), o número-padrão de minutos que uma pessoa qualificada, treinada e com experiência, deve gastar para executar uma determinada tarefa, trabalhando normalmente, pode ser determinado pelo estudo de tempos e movimentos. Esse número-padrão de minutos pode ser utilizado para estimar custos ou controle de custos de mão de obra.

Para Corrêa (1977), apesar de existir tempos sintéticos, elementares e amostragem do trabalho serem utilizados para determinar tempo padrão, o método mais comum e utilizado para medir o trabalho humano é a cronometragem.

Segundo Barnes (1977), a cronometragem é uma técnica de observação direta do trabalho mais utilizado e para a execução é necessário um cronometro centesimal, prancheta e folhas de observação. Deve-se fazer pelo método de leitura continua do cronometro, ou seja, não zerar a cada leitura de tempo.

### **2.2.3 Layout (arranjo físico)**

De acordo com Amorim (2015), *layout* é uma técnica de operações cujo objetivo é criar a interface homem máquina para aumentar a eficiência do sistema produtivo.

Segundo Paranhos Filho (2007), um fluxo bem estudado permite rápido atravessamento do produto pelo sistema, minimizando tempo perdido em cada recurso e ocorrendo rápida transformação de matéria prima em produto final, reduzindo o lead time da produção. Fluxo de processos mostra a sequência das tarefas realizadas em determinado processo, buscando-se a otimização de

transporte de materiais entre uma atividade e outra, e também de tempos de cada uma delas.

Para Silva (2017), a implantação de um *layout* adequado em uma indústria proporciona maior economia e benéfica a produção, devido a disposição de máquinas, equipamentos, departamentos, e do fator humano envolvido no processo.

Segundo Silva (2017), para definição de um *layout* adequado, é necessário algumas ações:

- Levantamento do espaço físico: criação de um esboço com medidas e identificação dos espaços disponíveis;
- Observação das atividades em execução: acompanhar a produção e anotar informações de fluxo, matéria prima, movimentos;
- Criação da nova proposta: avaliação das informações levantadas, comparadas com o esboço e criação de uma nova proposta;
- Implementação da nova proposta: após estudos, a nova proposta é aprovada e liberada para implementação;
- Capacitação da equipe e ganhos: treinamento e explicação do novo modelo proposto, e comprovação de benefícios;

Para produtos e roteiros variados, onde máquinas e equipamentos ficam fixos e o produto se movimenta, utilizando sistema de produção intermitente, são características do arranjo físico funcional, o mais utilizado nas indústrias. (SILVA, 2017).

#### **2.2.4 Balanceamento de linha**

Segundo Tubino (2002), células ou postos de trabalho possuem uma sequência lógica de ação dentro de uma linha de montagem, com mão de obra e matéria prima disponível para montagem ou pré montagem de componentes.

O objetivo de balancear linhas de produção é ajustá-la as demandas, buscando unificar o tempo unitário do produto e maximizar a utilização dos postos de trabalho e mão de obra. (JUNIOR, 2012)

Conforme Martins (2012), para fazer o balanceamento de uma linha de montagem deve-se determinar o tempo de ciclo (TC), ou seja, tempo máximo de uma estação de trabalho para concluir uma tarefa. O TC é calculado da seguinte forma:  $TC = \text{tempo de produção} / \text{quantidade produzida}$ .

Após cálculo de TC, precisa ser determinado o número mínimo de operadores que são necessários para obter a produção desejada em um determinado tempo. Onde o tempo de cada um dos postos serão somados e divididos pelo TC. (MARTINS, 2012)

$$N = \text{tempo total para produzir um componente} / TC$$

Segundo Martins (2012), caso o número teórico de operadores(N) não for suficiente, é necessário abrir mais postos de trabalhos para alocar mais operadores, determinando então o número real dos operadores(NR). Após definição do número teórico e real de operações, é calculado a eficiência de balanceamento(E):

$$E = \text{Número teórico de operadores} / \text{número real de operadores.}$$

### **2.2.5 Gargalos de produção**

De acordo com Marouelli (2008), gargalos são todos os pontos dentro de um sistema industrial que limitam a capacidade final de produção, ou seja, quantidade de produtos disponibilizados ao consumidor em um determinado tempo.

Segundo Davis *et al* (2001), identificar os gargalos existentes nos processos produtivos é fundamental no decorrer das operações e para tomada de decisão com relação a capacidade produtiva.

Conforme Almeida (2009), os gargalos aumentam o tempo de processamento de pedidos e os custos operacionais, impedindo que as empresas façam a utilização plena da sua capacidade, além de estar comprometendo a qualidade e continuidade dos processos industriais.

### 2.2.6 PCP

De acordo com Slack *et al* (2002), planejamento e controle preocupa-se em gerenciar as atividades e operações produtivas, garantindo que os processos de produção ocorram de forma eficaz e eficiente e que produzam de modo a satisfazer de forma contínua a demanda dos consumidores.

Segundo Russomano (2000), o planejamento e controle da produção (PCP) tem apoio de várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos nos prazos e quantidades. A previsão de demanda é uma dessas atividades onde é a partir dela que possível desenvolver planos de capacidade, compra, produção e também planejar o sistema produtivo.

Uma das etapas do PCP é o plano mestre de produção (PMP), ou seja, consiste em estabelecer um plano de produtos finais, período a período, com base nas informações de venda e pedidos já confirmados.

Conforme Lopes e Lima (2008), deve ficar claro que a função do PCP é conciliar fornecimento com demandas, portanto, caberá ao PCP definir as quantidades a serem produzidas, controlar estoques, emitir ordens de produção programadas, movimenta-las e por fim, realizar o acompanhamento na quantidade, tempo e qualidade exigida.

Segundo Tubino (2006), para o PCP atingir seus objetivos, deve administrar as informações vindas de diversas áreas do sistema produtivo. Por parte da engenharia do produto as informações de listas de materiais e desenhos técnicos. Engenharia de processo disponibiliza os roteiros de fabricação e os *lead times*; a manutenção fornece os planos de manutenção; o setor de compras se responsabiliza em fornecedor as entradas e saídas de materiais em estoque; finanças fornece o plano de investimento e o fluxo de caixa. O PCP de forma direta, relaciona-se com todas as funções deste sistema. A Figura 3 demonstra o flux de informações no PCP.

Figura 3: Fluxo de informações



**Fonte:** Tubino, 2006, p. 24

De acordo com o autor Tubino (2006) nota-se que o PCP recebe as informações de produtos, processos, marketing, manutenção e recursos humanos, gerencia essas informações para realizar o planejamento estratégico da produção- emissão de ordens de compra, fabricação e montagem- e também controla e acompanha a produção.

Quando se trata de PCP, várias ferramentas são utilizadas para auxiliar o controle da produção. Uma delas é a utilização de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), sistema de gestão empresarial, que segundo Alecrim (2017) é um sistema que integra várias áreas de uma empresa, facilitando a comunicação e gerenciamento.

Ainda de acordo com Alecrim (2017), adquirir um sistema ERP para a empresa gera vantagens como agilidade na execução de processos internos, ajuda a prevenir erros e tomada de decisão, diminui o tempo de entrega do produto para o cliente e auxilia na estratégia operacional.

### 2.2.7 VSM

Segundo Silveira (2016), *Value Stream Mapping* ou Mapeamento do fluxo de valor pode ser definido como um conjunto de passos necessários para obter um serviço ou produto. Baseia-se na elaboração de um mapa que demonstra como é o fluxo de materiais e informações, começando pela cadeia de fornecedores, passando por todas as áreas relacionadas na empresa e finaliza no cliente, percorrendo o caminho para o processo de transformação de matéria prima.

O VSM é utilizada estrategicamente para possibilitar visualização da macro da produção, oportunizando melhoria nos processos. Utilizado também para identificar falhas e gargalos de produção e entender quais são as etapas que não agregam valor no produto final. (SILVEIRA, 2016)

Conforme Lima *et al* (2003), seu funcionamento se dá pela coleta de dados, análise e proposta de melhoria. Com informações relevantes sob demanda dos clientes, fornecimento de matéria prima, processos produtivos, tempos de ciclos, setup de máquinas, estoque, mão de obra, logística, desenha-se um mapa que contempla de forma organizada os dados, o mapa do estado atual. A partir disso, tendo como objetivo a demanda dos clientes, utiliza-se práticas e princípios de produção para trabalhar todo o fluxo de matérias e informações.

Segundo Matias (2016), a realização do VSM nos permite ter visão global do processo, ponto de vista do cliente, verificar fontes de desperdícios, além de programar reduções de custos, melhorar a produtividade e qualidade nos produtos.

Na Figura 4 podemos verificar a relação entre cliente empresa e fornecedor quanto a cadeia de valores:

Figura 4: Entendendo o Fluxo de Valor



**Fonte:** Matias, 2016

Conforme Figura 4, a empresa recebe a necessidade do cliente quanto aos produtos, repassa as informações de suas necessidades para seus fornecedores, que disponibiliza para a empresa, na qual recebe, produz, fatura e faz a expedição para o cliente final, contabilizando tempo em todo o processo.

## 2.3 FERRAMENTAS DE QUALIDADE

A busca da qualidade e produtividade é um dos principais focos das empresas atuantes no mercado, e para estabelecer base sólida é fundamental o uso de ferramentas que permitam organizar os dados e fatos, transformando-os em informações e adicionando qualidade ao produto ou serviço. Em um modelo de engenharia de processos, é indispensável que tenhamos ferramentas de qualidade auxiliando no processo, fazendo com que o produto atenda as exigências dos clientes. Ferramenta como folha de verificação são listados como fundamentais em qualquer processo industrial.

### 2.3.1 Folha de Verificação

Segundo Werkema (1995), a folha de verificação é um meio de facilitar padronizar e organizar a coleta de dados para compilação. Os objetivos de utilizar a folha de verificação são dispor de dados de uma forma mais organizada e verificação de itens defeituosos, local e causa.

Para realização de uma folha de verificação precisa definir a quantidade e tamanho da amostra; determinar a frequência que será coletado os dados (diário, mensal) e onde será feita a coleta. (MARCONDES, 2016). Abaixo pode-se verificar um modelo de folha de verificação.

Figura 5: Folha de Verificação



Problema	Verificação	Total
Atraso na liberação de recursos financeiros	III III II	8
Reclamação de clientes	III I	4
Falhas de produção	III III II	10
Falhas projetos	III III	6

**Fonte:** Google, 2017

Podemos observar na Figura 5 que demonstra os problemas, a frequência e o total das verificações analisadas em um determinado período de tempo.

### 2.3.2 PFMEA

De acordo com Kondrasovas (2016), FMEA é um resumo de prováveis problemas com um produto ou processo produtivo e suas consequências, podendo haver ações que visam minimizar esses problemas.

PFMEA (*Process Failure Mode and Effects Analysis*) é uma ferramenta para diagnosticar problemas diários do processo ou serviço. A partir dessa ferramenta, é possível realizar a prevenção de problemas, identificar soluções em termos de custos por meio de uma abordagem estruturada para avaliação, condução e atualização de processos em toda organização. (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2000).

A aplicação do PFMEA permite visualizar o projeto sob várias perspectivas para levantar possíveis problemas, identificar falhas e tomar medidas para prevenção. (PALADY, 1997).

A planilha de PFMEA consiste em uma ou várias operações que possam falhar, e para cada falha são determinados a ocorrência, os efeitos, e os modos de falhas para que o risco possa ser calculado. Em seguida, é calculado o risco (RPN) que cada falha pode oferecer e então, verifica-se as medidas de melhorias ou ações corretivas que podem ser aplicadas de forma a diminuir os riscos. (SILVEIRA, 2017). Pode-se verificar na figura 6 um exemplo de Process Fmea.

Figura 6: Pfmear

Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial - FMEA DE PROCESSO															
Item / função	Modo de falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa e mecanismos potenciais de falha	Ocorrência	Controle atuais de projeto de detecção	Detecção	N.P.R.	Ações recomendadas	Responsável e prazo	Resultados da ação				
											Ações tomadas	severidade	ocorrência	detecção	N.P.R.
Revenimento	Dureza baixa	Redução da vida útil / Empastamento de ferramenta de usinagem	7	Temperatura do forno alta	4	Termopar	3	84							
			7	Tempo de permanência elevado	3	Cronometro	3	63							
Aliviar as tensoes, adequar a dureza, adequar a microestrutura			7	Carregamento	5	Visual	5	175	Construir dispositivo para melhorar a disposicao das peças	Pallaro / 45 dias	Adicionado um dispositivo para facilitar a disposicao do carregamento	7	2	5	70

Fonte: Google, 2017

Conforme ilustrado na Figura 6, é realizada análise das possíveis falhas que podem ocorrer em componentes e gerar um efeito sobre a função de todo o conjunto. Assim, são analisadas as falhas potenciais e propostas ações de melhoria para o desenvolvimento do produto ou do processo. O FMEA faz uso, portanto, da prevenção, ao detectar falhas antes mesmo que elas ocorram. (SILVEIRA, 2017).

## 2.4 FERRAMENTAS DE SEGURANÇA

### 2.4.1 Manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009) a partir da década de 70 ocorreram mudanças consideras nas indústrias, onde a paralisação da produção aumentou os custos e afetou a qualidade dos produtos, no qual gerou preocupação generalizada.

O crescimento da automação afetou o aumento das falhas e afetaram a qualidade dos produtos. Na terceira geração, o conceito de manutenção preditiva se reforçou, tendo como objetivo a interface entre as fases de implementação de um sistema e a confiabilidade em torná-lo mais evidente.

Kardec e Nascif (2009) define manutenção como garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo que atenda um processo produtivo e aliado a confiabilidade, preservação do meio ambiente, segurança e custos adequados.

Dentre os tipos de manutenção, a preventiva é mais eficaz pois tem ação de prever antes que aconteça o problema. Conforme Kardec e Nascif (2009) a manutenção preventiva obedece um plano previamente elaborado em intervalos definidos de tempo.

#### **2.4.2 Ergonomia**

O objetivo da ergonomia é a adequação do trabalho ao homem, sendo o ser humano como objetivo central, suas habilidades capacidades e limitações. Para realização de uma tarefa, verifica-se a existência de um ciclo de controle que consiste em percepção (recebimento da informação); decisão (determinação da ação a ser tomada com base nas informações recebidas). Ação (execução resultante da decisão tomada). (SERRANO, 1993).

O objetivo da ergonomia é proporcionar condições de trabalho que sejam favoráveis, tornando mais produtivo por meio de ambiente saudável e seguro, exigindo menor desgaste e maior resultado (BARBOSA FILHO, 2010).

Em relação a ergonomia nos postos de trabalho, Martins e Laugeni (2005) afirmam que o local deve ser adequar ao homem e não ao contrário. Um posto de trabalho precisa dispor das ferramentas necessárias para agilizar e tornar mais eficiente as atividades.

Segundo Serrano (1993), o local de trabalho deve estar de acordo com as normas básicas de ergonomia, reduzindo causas de fadiga do operador. Deve promover a limpeza e a presença apenas de materiais e ferramentas essenciais no local de trabalho para realização das tarefas diárias.

### 2.4.3 Segurança

Segundo Lobo (2016), segurança do trabalho pode ser entendida como medidas e ações adotadas visando diminuir os acidentes e doenças ocupacionais, protegendo a integridade do trabalhador no ambiente de trabalho.

De acordo com Lobo (2016), segurança é encarada como um investimento no material humano das empresas. Quando a segurança se torna prioridade, o ambiente fica mais leve, pessoas se sentem mais motivadas e valorizadas, aumentando a produtividade da empresa.

Segurança objetiva evitar o risco de acidente de trabalho, seja ele com lesão ou não. Os acidentes são causados por atos inseguros ou condições inadequadas. (DINIZ, 2005).

De acordo com Diniz (2005), para que o trabalho seja realizado com segurança, a realização de uma análise de risco é importantíssima, podendo ser realizada no posto de trabalho, analisando tarefas. Os componentes principais de uma análise são: tarefa (o que o empregado irá executar); Risco (risco da atividade, como corte, queimadura); Ação preventiva (o que a empresa ou funcionário precisa fazer para controlar o risco da tarefa).

### 3 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2003) metodologia é a fase em que demonstra-se como se pretende desenvolver a pesquisa, levando em conta os procedimentos utilizados e a característica do objeto de estudo. Nessa fase realiza-se o detalhamento das etapas de realização do estudo.

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

No que se refere ao método de abordagem adotado, a pesquisa é classificada como qualitativa. Segundo Duarte (2017), a pesquisa qualitativa tem um caráter exploratório, estimula o entrevistado a pensar e se expressar livremente sobre o assunto em questão. Nesse tipo de pesquisa, os dados são retratados por meio de relatórios, levando-se em conta aspectos tidos como relevantes.

Frankenthal (2017) afirma que a pesquisa qualitativa vai seguir um guia semiestruturado para garantir que todos os tópicos considerados serão abordados. Nesse estudo foram qualificados e interpretados processos produtivos e aplicados em um laboratório de Engenharia de Produção.

As técnicas de procedimentos adotados foram a pesquisa bibliográfica e pesquisa ação. Segundo Gil (2008), a pesquisa bibliográfica caracteriza-se pelo desenvolvimento com base em material já elaborado, constituído principalmente de artigos e livros. Fez-se o uso de pesquisa bibliográfica para aprofundar conhecimentos referente a engenharia de processos.

Pesquisa-ação é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações onde essas práticas acontecem. (GIL, 2008)

Thiollent (1986) afirma que pesquisa ação tem base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema onde todos estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Neste trabalho foi pesquisado e estudado sobre processos, sendo elaborado um modelo

de engenharia de produção, tomando como objeto de estudo um dos projetos em desenvolvimento no laboratório de engenharia de produção da Faculdade Horizontina.

A técnica de coleta de dados utilizada neste estudo foi a pesquisa documental que segundo Duarte (2017) fornece os conhecimentos teóricos empíricos os quais serão norteadores do trabalho desenvolvido. Ao mesclar as ideias definidas juntamente com as inerentes a autores diversos, oportuniza compactuar ou não com os posicionamentos firmados. Neste trabalho procurou-se ampliar a pesquisa através do maior número possível de material bibliográfico publicado, objetivando melhor desempenho nos resultado.

### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

No período da realização das atividades, foram utilizados materiais a fim de alcançar maior facilidade e praticidade no desenvolvimento. Inicialmente utilizou-se informações de documentação já elaborados pelos envolvidos no projeto, documentos como MEI (Micro Empreendedor Individual) e PIC (Programa de Iniciação Científica), e também dados obtidos através do professor orientador do projeto.

No momento em que foram desenvolvidas as ferramentas de processos, teve necessidade de utilização de materiais como cronômetros para medição de tempos. Para criação do *layout* foi realizada uma avaliação no local, munido de trena para obtenção da dimensão da área. Outro item utilizado foi uma prancheta com uma folha A4, para fazer anotações referentes a segurança e ergonomia.

Utilizou-se também *Microsoft Excel* para realizar a folha de verificação, *layout*, *check list*, e roteiro de produção. Para análise e extração dos desenhos, foi utilizado o *Software Solidworks 2017*.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo serão apresentados os resultados de um modelo de métodos e ferramentas de processos que irão auxiliar no desenvolvimento do protótipo do projeto “Sustentabilidade no Pedal” que vem sendo desenvolvido no laboratório de ensaios de engenharia de produção da faculdade.

### 4.1 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

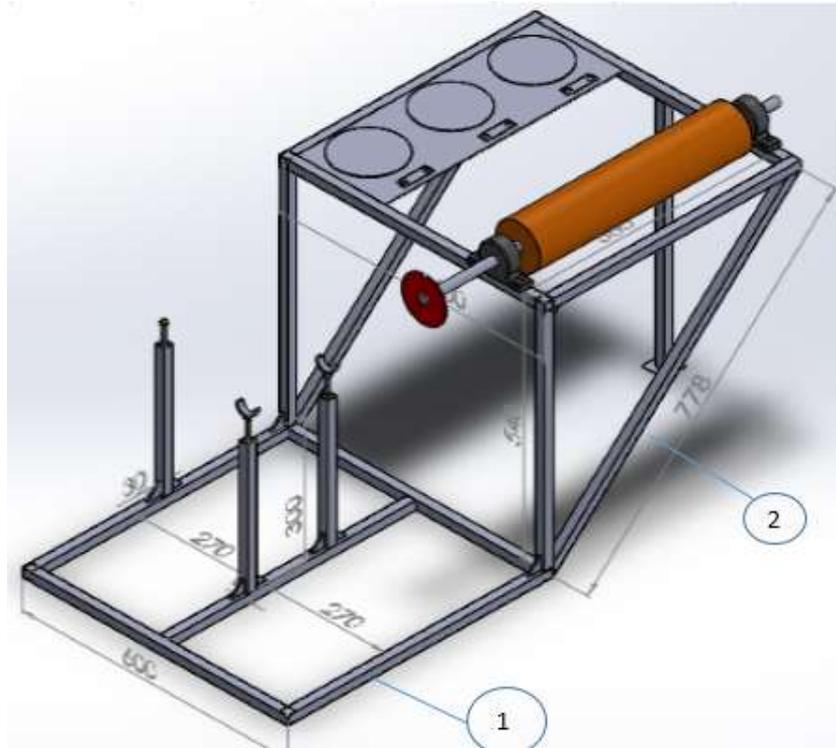
Tendo em vista a realização dos objetivos específicos deste trabalho, realizou-se o levantamento de informações necessárias sobre métodos e ferramentas de engenharia de processos, para definir um modelo de processos, revisão dos métodos e aplicação no projeto Sustentabilidade no Pedal, em desenvolvimento no laboratório de engenharia de produção.

O laboratório em estudo localiza-se junto a FAHOR, situada no município de Horizontina, interior do estado do Rio Grande do Sul. O laboratório de Engenharia de Produção existe desde o ano de 2016. A meta inicial era trabalhar para consolidar-se como um centro de difusão de conhecimento. Hoje, atua como laboratório para experimentos e protótipos, para que alunos possam planejar, desenvolver, e criar produtos utilizando todo conhecimento adquirido durante o curso.

Atualmente, o laboratório abrange 3 projetos, sendo um deles, o objeto de estudo desse trabalho, o projeto “Sustentabilidade no Pedal”. A ideia surgiu pelo orientador do curso de engenharia de produção, objetivando encorajar alunos para desenvolver um produto sustentável.

O projeto consiste no desenvolvimento de um produto com base em uma estrutura de uma bicicleta, na qual será adaptado em um equipamento que efetuará o filetagem de garrafas *pet* com intuito de desenvolver um trabalho voltado às necessidades ambientais, tendo o maior beneficiário, a sociedade em geral. A Figura 7 ilustra o protótipo.

Figura 7: Filetador de garrafas pet



**Fonte:** Autora, 2017

O Filetador de garrafas pet foi dividido em duas partes para melhor identificação e montagem. Podemos observar na imagem as divisões citadas pelos balões 1 e 2.

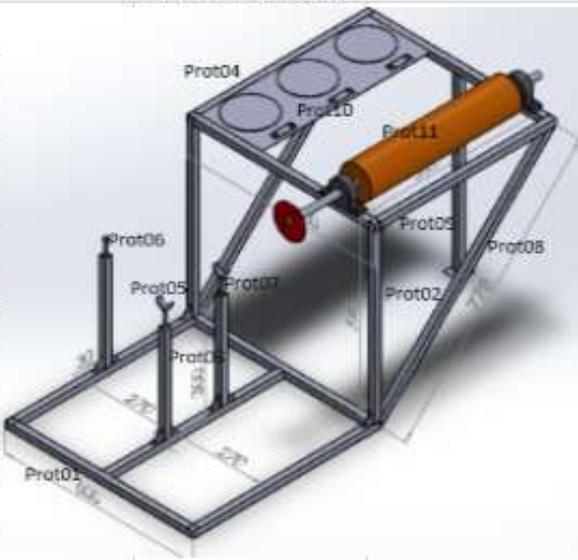
## 4.2 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE ENGENHARIA DE PROCESSO

### 4.2.1 Estratégia de Produção

O protótipo filetador de garrafas é composto de 23 peças e 2 conjunto. Deste modo, dois conjuntos serão comprados pronto, e dois deles serão montados no laboratório. As 22 peças também serão compradas já manufaturadas e apenas os processos de soldagem, montagem, pintura, secagem e revisão final serão realizados no laboratório.

No quadro 1 demonstra-se a descrição dos itens e a quantidade de cada item que será utilizado nos processos, possibilitando melhor desempenho na implementação das ferramentas de engenharia de processos.

Quadro 1: Descrição dos itens

Item	Quantidade	Itens no conjunto
Prot01	4 pç	
Prot02	5 pç	
Prot03	3 pç	
Prot04	2 pç	
Prot05	2 pç	
Prot06	1 pç	
Prot07	2 pç	
Prot08	2 pç	
Prot09	1 pç	
Prot10	1 pç	
Prot11	1 pç	
Conj01	1 conj	
Conj02	1 conj	

**Fonte:** Autora, 2017

Após identificado cada produto, realizou-se a disponibilidade dos centros de trabalho e as ferramentas utilizadas em cada posto para cada processo. No quadro 2 pode-se observar essa disponibilidade.

Quadro 2: Disponibilidade de recursos

Centro de Trabalho	Recursos
Soldagem 01	MIG/MAG Soldador
Soldagem 02	MIG/MAG Soldador
Montagem	Bancada Montador Furadeira
Teste e Revisão	Dispositivos
Pintura	Pistola de pintura
IPK	Dispositivos
Secagem	Estufa
Revisão Final	Bancada

**Fonte:** Autora, 2017

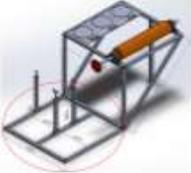
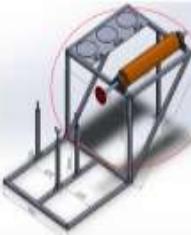
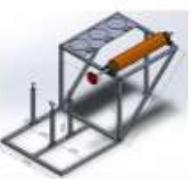
Com base no quadro 2, tomou-se como base os dispositivos disponíveis em cada posto da linha, para realização do roteiro de produção e também para balanceamento de linha.

#### 4.2.2 Tempos e Movimentos

Conforme mencionado na revisão bibliográfica, a realização dos tempos e movimentos possibilita determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma certa operação.

Para que seja possível o cálculo do balanceamento de linha, criação de *layout* e mapa de fluxo de valor, criou-se um roteiro de produção, destacando a operação, o posto de trabalho e o tempo. Em relação ao tempo de cada operação, foi realizado a cronoanálise dessas operações. No Quadro 3, pode-se visualizar esse roteiro.

Quadro 3: Roteiro de produção

Item	Esboço	Descrição da Operação	Centro de trabalho	Tempo de operação
Conj03		Preparar dispositivo para soldagem	Soldagem 01	10 min
		Regular equipamento de solda	Soldagem 01	3 min
		Soldar Prot01 com Prot02 (2pç)	Soldagem 01	1 min
		Soldar Prot02 no prot01	Soldagem 01	1 min
		Soldar prot08 no prot07	Soldagem 01	1 min
		Soldar prot07 no prot03	Soldagem 01	1 min
		Soldar prot03 no prot02 (2pç)	Soldagem 01	2 min
		Soldar prot09 no prot03	Soldagem 01	1 min
Conj04		Preparar dispositivo para soldagem	Soldagem 02	10 min
		Regular equipamento de solda	Soldagem 02	3 min
		Soldar Prot01 com Prot02 (2pç)	Soldagem 02	2 min
		Soldar prot 2 no conju03	Soldagem 02	1 min
		Soldar pro04 no prot02 e na outra extremidade soldar com o prot05 e prot01	Soldagem 02	3 min
		Soldar prot05 no prot02 e na outra extremidade na junção do prot04 e prot01 (2pç)	Soldagem 02	3 min
		Soldar prot10 no prot11	Soldagem 02	1 min
		Soldar o prot11 no prot01	Soldagem 02	1 min
Levar até a montagem	logística	0,30 min		
Filet01		Soldar o conj03 no conj04	Soldagem 01	2 min
		Soldar conj01 no prot01 e prot01	Soldagem 01	4 min
		Montar o conj01 na base superior do Filet01	Montagem/Revisão	10 min
		Revisar o Filet01	Montagem/Revisão	10 min
		Manusear até o posto de pintura	Logística	0,30 min
		Preparar equipamento de pintura	Pintura	10 min
		Pintar o Fiet01	Pintura	15 min
		Manusear até a estufa de secagem	Logística	0,3 min
		Secagem do Fikt01	secagem	60 min
		Manusear até a revisão final	Logística	0,30 min
		Revisão final do Filet01	Revisão Fina/Embalagem	10 min
Embarcar o produto	Revisão Fina/Embalagem	10 min		

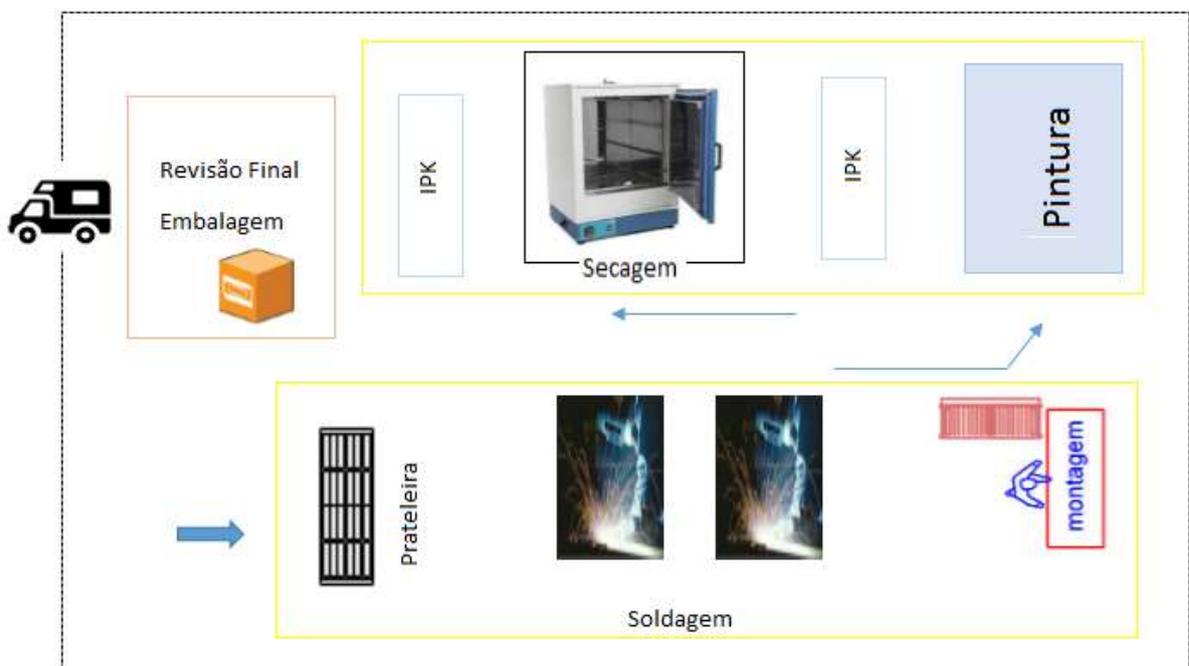
**Fonte:** Autora, 2017.

Pode-se verificar na figura de roteiro de produção, que é preciso várias operações em sequência para que o filetador de garrafas seja confeccionado, onde a produção será puxada, ou seja, determinada a partir do comportamento do mercado, quando a produção depende de uma ordem enviada pelo MRP, levando a zero estoques de produtos acabados.

#### 4.2.3 Layout

Um *layout* bem estruturado acarreta em benefícios para a empresa, podendo minimiza tempo e otimiza espaços, levando em conta os processos produtivos desenvolvidos. Com base nos estudos, criou-se um esboço de layout para o laboratório, analisado a linha de montagem, os postos e atividades desenvolvidas em cada área. Na figura 8, pode-se observar a distribuição dos postos em uma área total de 42 m<sup>2</sup>.

Figura 8: *Layout* fabril



**Fonte:** Autora, 2017

Os postos foram distribuídos dessa forma para melhor funcionamento da produção e facilidade para os operadores. Pode-se analisar que o espaços é

suficientes para logística dos itens e movimentação de operadores, sendo de 42 m<sup>2</sup>. Em relação ao fluxo, como a produção é puxada, os postos estão distribuídos na sequência do processo, começando com a soldagem dos itens; montagem; pintura; tempo de espera no IPK; secagem de dois conjuntos ao mesmo tempo; tempo de espera; e ao fim a revisão final e embalagem para envio ao fornecedor.

#### 4.2.4 Balanceamento de linha

Com o balanceamento de linha de produção, assegura-se que a produção seja realizada de forma contínua e nivelada, sem desperdícios ocasionais. Para balancear a linha realizou-se o cálculo do tempo de ciclo (TC), obtendo como informação iniciais de que a linha opera 8h por dia, com taxa de saída de linha de 4 unidades por dia.

$$TC = \frac{\textit{tempo de produção}}{\textit{Qtd produzida/dia}}$$

$$TC = \frac{480}{4 \text{ uni}} = 120 \text{ min/uni}$$

Analisando o TC, podemos afirmar que o tempo total de processo de uma unidade do conjunto pronto é de 120 min.

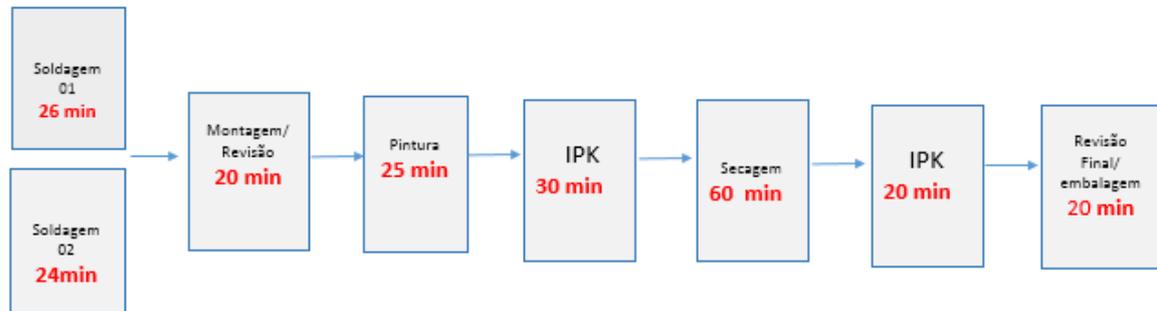
A partir desse valor, realizou-se o cálculo do número mínimo de estações necessárias a linha, dividindo o tempo total necessário para a produção de uma unidade, e o tempo de ciclo.

$$N = \frac{\textit{tempo de produção de um componente}}{TC}$$

$$N = \frac{120}{120} = 1 \text{ estações}$$

Após informações de TC e número mínimo de postos, realizou-se o balanceamento da linha de produção, levando em consideração que produz por 8h diárias, o ponto com maior tempo é de secagem de 60 min.

Figura 9: Balanceamento da linha



**Fonte:** Autora, 2017

De acordo com a Figura 9 pode-se observar os tempos de cada postos de trabalhados, que é a soma de tempos de cada operação. Realizou-se a distribuição das atividades em cada posto, objetivando balancear a linha, minimizando tempo de espera.

#### 4.2.5 Gargalos de Produção

De acordo com os tempos de cada processo, percebeu-se que o gargalo dessa produção é o posto de secagem, pois para a secagem das peças, o tempo mínimo que a estufa trabalha é de 60 minutos, ou seja, maior tempo entre todos os postos. Após algumas análises, optou-se em criar um IPK antes do processo de secagem, o qual minimiza o tempo de parada.

A partir da criação do IPK, diminuiu tempo, melhorando processo e fazendo com que o tempo de espera dos operadores diminui, além do que, dois componentes serão secados ao mesmo tempo.

#### 4.2.6 PCP

Após análise dos roteiros de produção, capacidade e demanda, optou-se em realizar, planejar e controlar a produção por semana, produzindo 20 produtos semanais, trabalhando 8h diárias.

Os pedidos são recebidos do cliente, e imediatamente informado no sistema de gestão, onde é indicando o prazo de entrega, e posterior encaminhado para o setor de planejamento da produção.

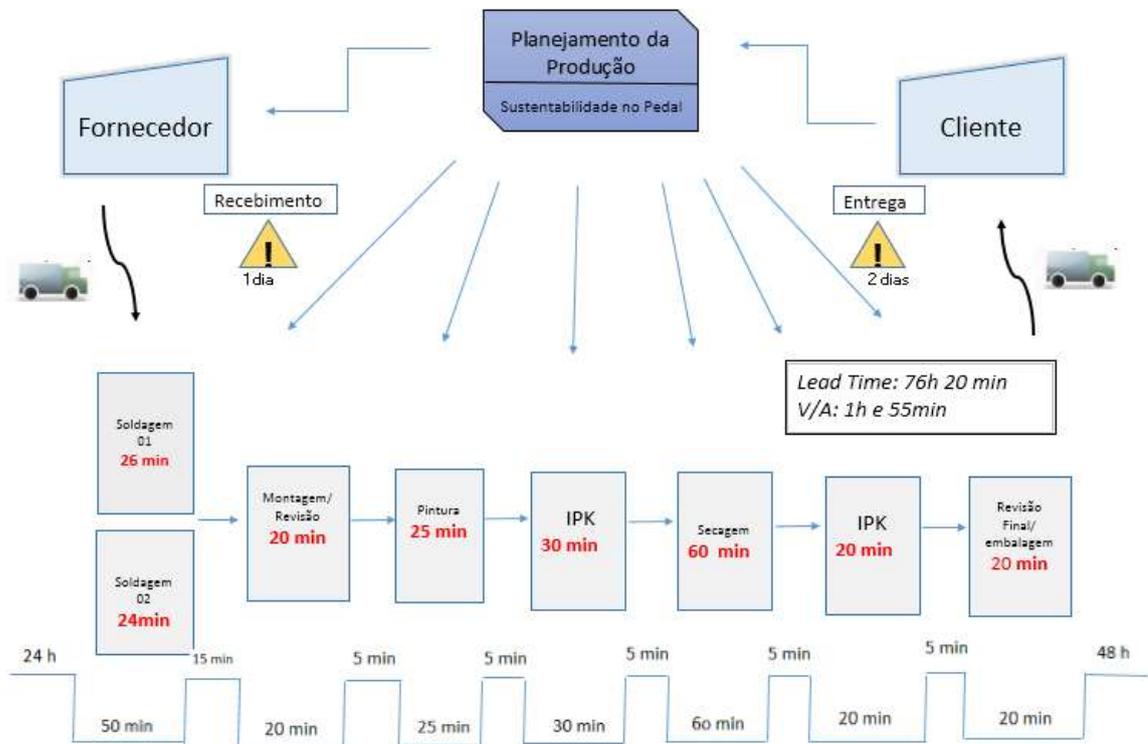
Com o auxílio dos sistema ERP, o setor de planejamento analisa a demanda, verifica matéria prima e emite ordens de compra para produtos comprados, ordens de fabricação para itens fabricados internamente, e também ordem de montagem para a linha. Com as informações de quantas unidades produzir e quais itens, os operadores começam a produção, baseando-se nas ordens de montagem enviadas pelo setor.

Um funcionário do setor PCP é responsável por acompanhar a produção e coletar dados de máquinas, homens e matérias, para identificar desvios entre o programado e o executado, buscando ações corretivas.

#### 4.2.7 VSM

O mapa de fluxo de valor demonstra o fluxo de materiais e informações, começando com o envio de demanda para o fornecedor, até o envio do produto final ao cliente. Abaixo pode-se verificar o VSM da produção do filetador de garrafas pet.

Figura 10: Mapa de fluxo de valor



Fonte: Autora, 2017

Ao analisar a Figura 10 é possível verificar o fluxo de movimentação física do produto ao longo do fluxo de valor. A linha de tempo, posicionada abaixo das caixas dos processos representa o tempo que uma peça leva para percorrer todo o caminho do chão de fábrica, ou seja, o *Lead Time* do processo, que é de 76h e 20min. Pela linha do tempo também obter-se o valor total agregado, que é os tempos que agregam valor para o cliente, tendo como total 1h e 55min.

#### 4.2.8 Folha de verificação

Em relação a qualidade dos produtos, é realizado verificações de falhas diárias após o produto pronto. O método de coleta é visual após o produto estar pronto. No Quadro 4 pode-se perceber o resultado semanal das falhas:

Quadro 4: Falhas do produto

Folha de Verificação		
Tipo de Defeito	Verificação	Total
Trinca	/ //	3
Mancha	//	2
Folga	/	1
Riscos	//	2
Respingos excessivos	/	1
<b>Total</b>	-	<b>9</b>

Fonte: Autora, 2017

De acordo com as informações do Quadro 4, verificou-se que as trincas são responsáveis pelo maior número de falhas. Com base nessas informações é realizado ações de melhorias, para que esse índice diminua.

#### 4.2.9 Manutenção

A manutenção é realizada de forma preventiva, ou seja, realizando a ação antes que o problema ocorra. É realizado manutenção nos aparelhos de solda; a cada mês é revisado a estufa de secagem e o equipamento de pintura cada 6 meses é revisado. Realizou-se também um *check list* de manutenção para executar, monitorar e controlar os recursos disponíveis, conforme ilustrado no Quadro 5:

Quadro 5: *Check list* de Manutenção

Check list de manutenção		
Ações	Periodicidade	Responsável
Verificar cabo de aterramento	Diário	Soldador
Verificar condições de painel	Diário	Soldador
Verificar condições dos equipamentos	3 meses	Manutenção
Verificar limpeza da pistola	Semanal	Soldador
Verificar vazão do gás	Diário	Soldador

**Fonte:** Autora, 2017

Pode-se observar no quadro 5, que as atividades diárias são realizadas pelos soldadores, e as outras atividades são realizadas pelo setor de manutenção. Com a realização dessa manutenção preventiva, é possível diminuir os riscos de acidentes de trabalho, e riscos de parada de produção, conseqüentemente, redução de custos.

#### 4.2.10 Segurança e Ergonomia

Com relação a ergonomia, as máquinas e equipamentos estão adequadas com a NR 17, que visa estabelecer parâmetros e adaptação de ambientes de trabalho as características dos funcionários. Em relação a pressão sonora, os funcionários são obrigados a utilizar protetores auriculares onde o som passar de 65 DB. Para realizar as operações diárias, os operadores dispõem de equipamentos de proteção individuais, nas quais são cobrados caso não estejam utilizando. As tarefas são previamente avaliadas, os riscos e os padrões de trabalho identificados e todos devem ser responsáveis pela segurança e prevenção dos acidentes. No quadro a seguir realizou-se uma análise de risco de tarefa em cada posto que obtém algum processo de manufatura.

Quadro 6: ART – Análise de Risco de Tarefa

4.2. ARTs		ANÁLISE DE RISCO DE TAREFA – ART SEGURANÇA DO TRABALHO ART 001/03
Data		
Descrição da tarefa	Solda / Montagem / Pintura/ Secagem	
Local / Setor	Laboratório de Engenharia de Produção	

<b>Tarefa</b>	<b>Riscos</b>	<b>Medidas Preventivas</b>
1- Soldagem de peças pelo processo MIG/MAG	Queimadura de partes do corpo; Risco de choque	Obrigatório a utilização de EPIs, principalmente de máscaras de solda; luvas, perneiras e avental de raspas e couro; Ao usar equipamento elétrico fazer inspeção prévia
2- Montagem	Esmagamento de partes do corpo na morsa; Cortes;	Uso obrigatório de EPIs; Estar atento; Eliminar cantos cortantes;
3- Pintura	Inalação de produtos tóxicos; Incêndio; Contato cutâneo com o produto	Somente executar pintura longe de fontes de calor e longe de produção de faíscas ou fagulhas Uso de máscara respiratória descartável Uso de luvas de látex
4- Secagem	Incêndio; queimaduras;	Verificar cabos de ligação; obter cuidado com temperatura e tempo de secagem; utilizar EPIs.

**Fonte:** Autora, 2017

Pode-se analisar no quadro que existem riscos em cada setor e que realiza-se ações corretivas para cada risco, amenizando ou solucionando o risco, evitando acidentes de trabalho e buscando um ambiente de trabalho adequado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente as empresas estão melhorando processos fabris e automatizando trabalhos manuais para minimizar custos e alavancar a qualidade dos produtos, conquistando maior número de clientes. Nesse contexto, métodos e ferramentas de engenharia de processos engloba desde o planejamento até a execução dos produtos, auxiliando na estratégia de produção, no controle de processos, e também na qualidade dos produtos e segurança de todos.

O presente estudo foi realizado no período de julho a outubro de 2017 e apresenta um modelo de processos para implementação em um protótipo em desenvolvimento, aplicando métodos de engenharia de processos.

O problema de pesquisa apresentado nesse estudo foi de como métodos e ferramentas adequadas de engenharia poderiam auxiliar no desenvolvimento de um protótipo, minimizando custos e melhorando a qualidade do produto. Para tal situação, foi criado e implementado um modelo de métodos de engenharia de processos, realizando estratégia de produção, tempos e movimentos, *layout*, balanceamento de linha, verificação de gargalos, planejamento e controle da produção, VSM, folha de verificação, *check list* de manutenção e análise de riscos de tarefa.

Nesse sentido, o objetivo geral desse estudo era desenvolver um modelo de métodos de engenharia de processos e validá-lo no projeto Sustentabilidade no Pedal, em desenvolvimento no laboratório de ensaios da engenharia de produção. Este objetivo foi atingido visto que realizou-se o levantamento de informações necessárias do projeto e processos fabris, em seguida definiu-se um modelo de engenharia de processos e posterior implementação em um projeto, trazendo benefícios no desenvolvimento do protótipo onde poderá ser acompanhado e planejado, minimizando custos, obtendo qualidade na estruturação e implementação em qualquer outro projeto.

Por fim concretiza-se através de evidências apresentadas, levantamentos de informações necessárias, definição de modelo e estudo sobre o projeto “Sustentabilidade no Pedal” que terá um grande ganho para o laboratório, principalmente no projeto de estudo, podendo beneficiar outros projetos que possam

ser desenvolvidos na faculdade, e também alcançando os objetivos específicos propostos no início do trabalho.

Este estudo foi essencial para aprimorar os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia de Produção, visto que englobou diversos aspectos como processos fabris, ferramentas de processo, de qualidade, segurança e ergonomia e também conceitos essenciais para formação de um engenheiro de produção.

## REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. **O que é ERP e para que serve?** Disponível em: <<https://www.infowester.com/erp.php>> Acesso em: 25 out. 2017.

ALMEIDA, Raquel Cavalcanti de; ALMEIDA, Milene Felix de; MEDEIROS, Kleber Fernandes de. **Análise do processo produtivo e a identificação de gargalos na produção do Caulim.** 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_091\\_621\\_13252.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_621_13252.pdf)>. Acesso em 14 set. 2017.

AMORIM, Diego Felipe Borges de. **O conceito e os tipos de layout.** Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/o-conceito-e-os-tipos-de-layout/90808/>>. Acesso em 10 set. 2017.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do trabalho e gestão ambiental.** São Paulo: Atlas, 2010.

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** 6. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA., 1977.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica** - processos de fabricação e tratamento. 2. ed. Volume II. Editora McGraw-Hill, Ltda, 1986.

CORNEJO, Felix Emilio Prado et. al. **Árvore do Conhecimento.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid3s5b702wyiv80z4s473k6g37yw.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid3s5b702wyiv80z4s473k6g37yw.html)>. Acesso em 23 set. 2017.

CORREIA, Anderson Luís Garcia. **Soldagem MIG – MAG: Processo, Consumíveis, Técnicas e Parâmetros, Defeitos e Causas.** Disponível em: <[https://docente.ifsc.edu.br/anderson.correia/MaterialDidatico/Eletromecanica/Modulo\\_2/Processos\\_de\\_Soldagem/Soldagem%20MIG-MAG.pdf](https://docente.ifsc.edu.br/anderson.correia/MaterialDidatico/Eletromecanica/Modulo_2/Processos_de_Soldagem/Soldagem%20MIG-MAG.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2017.

CORREA. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** Edgard Blucher LTDA. 1977

DAVIS, Mark; AQUILANO, Nicholas; CHASE, Richard. **Fundamentos da Administração da Produção.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

DINIZ, Antônio Castro. **Manual de Auditoria Integrado de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA).** 1. ed. São Paulo: VOTORANTIM METAIS, 2005.

DUARTE. Vania. M. **Pesquisa quantitativa e qualitativa.** Disponível em: <http://monografias.brasilecola.uol.com.br/regras-abnt/pesquisa-quantitativa-qualitativa.htm>> Acesso em: 28 set. 2017

FORTES, Cleber. **Soldagem MIG/MAG.** Disponível em: <<http://www.ufjf.br/profab/files/2016/09/ESAB-Apostila-MIG-MAG.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FRANKENTHAL, Rafaela. **Pesquisa quantitativa e qualitativa: qual é a melhor opção?** Disponível em: <<https://mindminers.com/pesquisas/pesquisa-qualitativa-quantitativa>>. Acesso em 29 out. 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Groover, Mikell P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. Ltc Grupo Gen. 2014

JUNIOR, Ilson Antonio Sassi. **Balanceamento de linha: estudo de caso para otimização de recursos em uma linha de produção**. 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 10 out. 2017.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Petrobrás, 2009.

KONDRASOVAS, David. **Conhecendo o FMEA**. 2016. Disponível em: <<https://davidkond.wordpress.com/tag/pfmea/>>. Acesso em 10 out. 2017.

LIMA, Maria. **A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132003000200006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132003000200006&lng=pt&nrm=iso)> Acesso em: 24 set. 2017

LOBO, Rafael. **A importância na segurança do trabalho**. 2016. Disponível em: <<http://www.conceitozen.com.br/a-importancia-da-seguranca-no-trabalho.html>>. Acesso em: 29 out. 2017.

LOPES, Renata Almendra; LIMA, Jeane de Fátima Gomes de. **Planejamento e controle da produção: um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira**. (2008). Disponível em: <[http://www.sucena.eng.br/eng\\_producao/Art1\\_PCP\\_108\\_2013\\_enegep2008.pdf](http://www.sucena.eng.br/eng_producao/Art1_PCP_108_2013_enegep2008.pdf)>. Acesso em 19 out. 2017.

MARCONDES, José Sérgio. **Folha de verificação como ferramenta de qualidade**. 2016. Disponível em: <<https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/folha-de-verificacao-qualidade/>>. Acesso em: 19 set. 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUELI, Carlos Alberto. **Gargalos de produção**. Disponível em: <<https://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/gargalos-de-producao/21678/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

MARTINS, Rosemary. **Balanceamento de linhas de montagem**. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/balanceamento-de-linhas-de-montagem/>>. Acesso em 10 set. 2017.

MARTINS; PETRÔNIO G.; LAUGENI; Fernando P. **Administração da Produção**. 5. ed. São Paulo : Saraiva, 2005.

MATIAS, Osmair. **VSM- VALUE STREAM MAPPING-** Como fazer o Mapeamento do Fluxo de Valor. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/vsm-value-stream-mapping-como-fazer-o-mapeamento-do-osmair-matias>>. Acesso em 10 set. 2017.

MINTZBERG, H., AHLSTRAND, B., LAMPEL, J. **Safári de estratégia:** um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MUNIZ, Jorge. **Estudo de tempos e métodos.** Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~fabricio/materia1>>. Acesso em 05 set. 2017.

NUNES, N. V. **Pintura Industrial Aplicada.** Rio de Janeiro: Maity Comunicação e Editora Ltda, 1990.

PACIEVITCH, Thais. **Manufatura.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/industria/manufatura/>>. Acesso em 12 out. 2017.

PALADY, P. **FMEA: Análises dos modos de falhas e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram.** São Paulo: Instituto IMAM. 1997.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial.** Curitiba: IBPEX, 2007.

RUSSOMANO, V. H.. **Planejamento e controle da produção.** 6.ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SAMPIERI, Roberto Hernández, COLLADO, Carlos Fernández, LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa.** 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SERRANO, R.C. **Ergonomia na empresa.** São Paulo: FUNDACENTRO, 1993.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszka. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, Maria Laura Viana. **A importância do layout dentro das indústrias para o aumento da produtividade.** Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1661](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1661)>. Acesso em: 15 set. 2017.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos.** Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/fmea-processo-analise-modos-falhas-efeitos/> > Acesso em: 02 nov. 2017.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Mapeamento do Fluxo de Valor.** Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1/> > Acesso em: 14 out 2017.

SLACK, N. Et al. **Administração da Produção.** São Paulo. Saraiva, 2002.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa - ação.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

WERKEMA, M C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.