UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CEng – Centro de Engenharias
Curso de de Engenharia de Produção

Trabalho de Conclusão de Curso

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA DO TRABALHO NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE VEÍCULOS ELÉTRICOS VOLTADOS A MOBILIDADE NA CIDADE DE PELOTAS

Bruna Fronza dos Santos

Orientador:
Prof. Dr. Luis Antonio dos Santos Franz

Pelotas, dezembro de 2018

Bruna Fronza dos Santos

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA DO TRABALHO NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE VEÍCULOS ELÉTRICOS VOLTADOS A MOBILIDADE NA CIDADE DE PELOTAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do CEng – Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Dr. Luis Antonio dos Santos Franz

Pelotas, dezembro de 2018

Bruna Fronza dos Santos

TÍTULO: APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA DO TRABALHO NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE VEÍCULOS ELÉTRICOS VOLTADOS A MOBILIDADE NA CIDADE DE PELOTAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do CEng – Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Data da defesa: .....

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Luis Antonio dos Santos Franz
Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr. Prof Patrícia Costa Duarte
Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr. Leonardo Rosa Rohde
Doutor em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho ao meus pais, por serem minha base e não medirem esforços para que eu possa estar em Pelotas e estudar; ao meu namorado por todo apoio e paciência; aos meus amigos por toda força e aos professores por todos os ensinamentos ao longo desses cinco anos de graduação.

RESUMO

SANTOS, Bruna Fronza dos. Aplicação dos princípios da engenharia do trabalho no processo produtivo de uma empresa fabricante de veículos elétricos da cidade de Pelotas. 2018. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Engenharia de Produção, CEng – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Em meio a um cenário caracterizado por competitividade e inovação as empresas têm sido impelidas a buscar cada vez mais meios de aumentar a sua produtividade. As organizações, segundo Cruz (2008), necessitam de um excelente controle de seus processos produtivos para que assim possam se tornar competitivas no mercado. Aliar a padronização de métodos de trabalho e a definição do tempo padrão das atividades são fatores importantes para que as empresas consigam otimizar e controlar suas atividades. Deste modo, este trabalho foi realizado em uma empresa fabricante de veículos elétricos voltados a mobilidade na cidade de Pelotas, tendo como objetivo investigar quais os principais determinantes para a ocorrência de perda de eficiência no seu processo produtivo, considerando os métodos e tempos de execução das operações. A metodologia definida para a realização deste estudo foi uma pesquisa-ação. Como resultados, foram divididas todas as operações do processo de fabricação do chassis de aço em etapas, e por fim, obtidos o tempo normal e padrão de todas as operações. Além disso, foi elaborado um gráfico homem x máquina, onde encontrou-se a eficiência do operador e da máquina. Conclui-se que a execução deste trabalho permitiu uma análise e detectou problemas ao longo do processo que podem estar interferindo na produtividade da empresa e eficiência dos funcionários.

Palavras-chave: Engenharia do Trabalho; veículos elétricos; estudo de movimentos e tempos

ABSTRACT

SANTOS, Bruna Fronza dos. Aplicação dos Princípios da Engenharia do Trabalho no Processo Produtivo de uma Empresa Fabricante de Veículos Elétricos na Cidade de Pelotas. 2018. 57f. Final Project-Undergraduate – Industrial Enginnering Undergraduated Course, CEng – Enginnering Center, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2018.

In the midst of a scenario characterized by competitiveness and innovation, companies have been forced to seek more and more ways to increase their productivity. According to Cruz (2008), organizations need an excellent control of their productive processes so that they can become competitive in the market. Aligning the standardization of working methods and defining the standard time of activities are important factors for companies to optimize and control their activities. In this way, this work was performed in a company that manufactures electric vehicles focused on mobility in the city of Pelotas, aiming to investigate the main determinants of the loss of efficiency in its production process, considering the methods and duration of execution of the operations. The methodology defined for this study was a research-action. As results, all the operations of the steel chassis manufacturing process were divided in steps, and finally, the normal and standard time of all operations were obtained. In addition, a man x machine chart was elaborated, where operator and machine efficiency were found. It is concluded that the execution of this work allowed an analysis and detected problems throughout the process that may be interfering in the productivity of the company and efficiency of the employees.

Key words: Work Engineering; electric vehicles; motion and time study

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Rei Filipe II 26
Figura 2 Cadeira de Stephan Farfler 26
Figura 3 Processos para Fabricação do Chassis de Aço 30
Figura 4 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Superior 51
Figura 5 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Inferior 51
Figura 6 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Reforço 51
Figura 7 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Traseiro 52
Figura 8 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Superior 52
Figura 9 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Inferior 52
Figura 10 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Reforço 53
Figura 11 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Traseiro 53
Figura 12 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Superior 53
Figura 13 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Inferior 54
Figura 14 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Reforço 54
Figura 15 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Traseiro 54
Figura 16 Gráfico do Fluxo do Processo – Curvadora Tubo Superior 55
Figura 17 Gráfico do Fluxo do Processo – Curvadora Tubo Inferior 55
Figura 18 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Superior 55
Figura 19 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Inferior 56
Figura 20 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Reforço 56
Figura 21 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Traseiro 56
Figura 22 Gráfico do Fluxo do Processo – Furadeira (Furar) Tubo Superior 57
Figura 23 Gráfico do Fluxo do Processo – Furadeira (Esc.) Tubo Superior 57
Figura 24 Gráfico do Fluxo do Processo – Robô de Solda 57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Quadro Metodológico 28
Quadro 2 Metodologia x Objetivos Específicos 29
Quadro 3 Etapas Serra Automática 35
Quadro 4 Etapas Lixa 36
Quadro 5 Etapas Rebarba Interna 36
Quadro 6 Etapas Curvadora de Tubos 37
Quadro 7 Etapas Prensa Hidráulica 37
Quadro 8 Etapas da Furação 38
Quadro 9 Etapas da Escareação 38
Quadro 10 Etapas de Solda do Chassis 39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Comprimento dos Tubos 34
Tabela 2 Fatores de Ritmo (FR) 40
Tabela 3 Tempos Médios e Normais das Operações 41
Tabela 4 Tolerâncias das Operações (Tol %) 42
Tabela 5 Tempos Padrões das Operações 42
Tabela 6 Quadro Operador x Máquina Serra Automática de Aço 43
Tabela 7 Operador x Máquina Curvadora de Tubos 44
Tabela 8 Operador x Máquina Curvadora de Tubos 44
Tabela 9 Operador x Máquina Robô de Solda 45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 Objetivos Geral e específicos 14
1.1.1 Objetivo Geral 14
1.1.2 Objetivos Específicos 14
1.2 Justificativa 14
1.3 Delimitação da pesquisa 15
1.4 Estrutura do Trabalho 16
2 REVISÃO TEÓRICA 17
2.1 Administração Científica: história e desenvolvimento 17
2.1.1 Projeto e Organização do Trabalho no contexto da Engenharia Industrial 18
2.1.2 Desafios e oportunidades da divisão do trabalho 20
2.2 Estudo dos Tempos 21
2.3 Estudo dos Movimentos 23
2.4 Estudo de Tempos e Movimentos 24
2.5 Compreendendo o histórico e evolução dos veículos voltados à mobilidade 25
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 28
3.1 Pesquisa Exploratória 29
3.2 Pesquisa na empresa objeto de estudo 30
3.3 Discussão 32
3.4 Plano de Ação 33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 34
4.1 Características dos Processos 34
4.2 Realização do Estudo dos Tempos 39
4.3 Eficiência do Operador e da Máquina 43
4.4 Recomendações e Sugestão de Futuras de Pesquisa 45
5 CONCLUSÃO 47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ASME.....American Society of Mechanical Engeneers

IEA.....International Ergonomics Association

LER.....Lesão por esforço repetitivo

MTM.....Methods and Time Measurement

1 INTRODUÇÃO

Em meio a um cenário caracterizado por competitividade e inovação as empresas têm sido impelidas a buscar cada vez mais por meios de aumentar a sua produtividade. Silva (2010), por exemplo, afirma que a produtividade de uma organização está diretamente ligada ao lucro que a empresa irá obter de suas operações.

As empresas, segundo Cruz (2008) necessitam de um excelente controle de seus processos produtivos para que assim possam se tornar competitivas no mercado. Nesse sentido, Vieira (2015) expõe em seu trabalho que técnicas e métodos ligados a melhoria da produtividade são extremamente importantes, podendo ajudar a detectar problemas ao longo do processo. Processos são definidos como sequências de atividades interligadas, que possuem entradas, atividades que no tempo agregam valor, e saídas (FULLMANN, 2009).

Uma maneira de controlar e padronizar processos se dá a partir de um estudo do tempo (CRUZ, 2008). De acordo com Slack *et al.* (2009), o estudo do tempo é uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com o nível definido de desempenho.

Além do estudo de tempos, é de suma importância o estudo dos movimentos e métodos. Aliar a padronização de métodos de trabalho e a definição do tempo padrão das operações são fatores que juntos, são importantes para que as empresas consigam otimizar e controlar suas operações.

Uma empresa em crescimento, como a que é objeto de estudo deste trabalho, tem a necessidade de aumentar o controle de seus processos e ter conhecimento total quanto a sua capacidade produtiva, fatores que são possíveis de se diagnosticar com a aplicação de um estudo de tempos e movimentos. Conforme Silva (2007) o resultado do estudo de tempos e movimentos possibilita definir a capacidade produtiva da empresa.

Levando em conta o exposto, a empresa objeto de estudo sentiu uma necessidade de entender melhor seus processos e diminuir trabalhos desnecessários, sendo a maneira encontrada para tal fazer um estudo dos tempos dos processos da

empresa. Logo, optou-se por começar este estudo desenvolvendo uma cronoanalise no processo de fabricação do chassis de aço.

Visto isso, o presente trabalho apresenta como tema a aplicação dos princípios da engenharia do trabalho no processo produtivo de uma empresa fabricante de veículos elétricos voltados para a mobilidade na cidade de Pelotas.

1.1 Objetivos Geral e específicos

1.1.1 *Objetivo Geral*

Investigar quais os principais determinantes para a ocorrência de perda de eficiência no processo produtivo em uma empresa fabricante de veículos elétricos voltados a mobilidade considerando os métodos e tempos de execução das operações.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

a) Desenvolver uma base teórica associada ao tema abordado no presente trabalho;
b) Investigar as operações realizadas durante a produção do chassi de aço de cadeiras de rodas no tocante aos métodos, fluxo de materiais e tempos de operação;
c) Definição dos tempos padrões de execução das operações envolvidas na fabricação do chassi de aço;
d) Desenvolver uma discussão quanto aos resultados encontrados durante os levantamentos de dados, principalmente em relação aos tempos das operações do processo de produção de chassi;

1.2 Justificativa

Barnes (2013) define que o estudo de tempos e métodos tem o objetivo de desenvolver e padronizar o método escolhido e assim determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para

executar uma determinada tarefa. Neste sentido, a padronização dos métodos de trabalho e a definição do tempo padrão para cada atividade da organização são fatores imprescindíveis

Empresas que querem se manter competitivas no mercado, devem sempre inovar e procurar maneiras de aumentar a sua produtividade. Padronizar operações, definindo o melhor método para a realização da atividade, estipulando um tempo para ela seja desenvolvida, levando em consideração tolerâncias quanto a fadiga, esperas e necessidades pessoais, são essenciais.

A empresa objeto de estudo tem demandado por um estudo quanto aos tempos de execução das atividades e perdas de eficiência ao longo de seu processo produtivo. Este estudo terá seu ponta pé inicial através da realização deste trabalho.

A aplicação dos princípios da engenharia do trabalho em uma empresa em crescimento é uma grande oportunidade para uma engenheira de produção em formação. Desenvolver este trabalho, aliando conhecimentos adquiridos ao longo da graduação e colocando-os em prática torna este trabalho uma grande oportunidade, podendo trazer diversas melhorias para a empresa objeto de estudo.

A partir do exposto, vê-se a importância do estudo de tempos e movimentos para ajudar na otimização e aumento da produtividade das organizações.

1.3 Delimitação da pesquisa

Todos os esforços contidos neste trabalho se limitam a uma aplicação dos princípios da Engenharia do Trabalho no processo metalúrgico da empresa em estudo. A análise de outros setores da empresa, como o setor de montagem, usinagem, expedição ou produção eletrônica não serão abordados.

No setor escolhido, a análise será sobre o processo de produção do chassis de aço da cadeira *Compact*, acompanhando o processo desde a matéria prima até chegar na parte de solda, passando pelo corte da matéria prima, da retirada de rebarba interna e externa, da passagem pela prensa hidráulica e após, a soldagem dos quatro tubos que fazem parte da composição do chassis.

Será feito uma análise dos métodos, definindo o melhor, ou otimizando o já existente, para a realização das atividades estudadas. Após, será feita a

cronometragem das operações, que serão divididas em etapas, e no fim, pretende-se obter o tempo padrão de execução de todas operações envolvidas no processo.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em 6 capítulos, descritos da seguinte forma:

No capítulo 1 está a parte introdutória deste trabalho, contendo a introdução, objetivos, as justificativas da pesquisa, limitações e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2 é apresentada a revisão teórica, seguindo uma sequência inicial com caráter macro, onde é abordado um histórico da administração cientifica, que foi o ínicio para o estudo de tempos e movimentos. Posteriormente, são apresentados os principais conceitos do estudo de tempo e do estudo de movimentos, e então, da união destes dois. Por fim, é exposto o histórico dos veículos voltados a mobilidade e explanada brevemente a história da empresa.

No capítulo 3 é apresentada a metodologia pela qual o presente trabalho foi elaborado, os procedimentos utilizados para abordar à forma científica do estudo, e as abordagem utilizadas para atingir os objetivos propostos. Por fim, neste capítulo é disponibilizado o cronograma de atividades desenvolvidas.

No capítulo 4 é relatado a aplicação das técnicas propostas e descritas na revisão teórica, na empresa em estudo, descrevendo os procedimentos práticos no ambiente industrial. O capítulo 4 é dividido em quatro partes, sendo elas: Características dos Processos; Realização do Estudo de Tempos; Eficiência do Operador e da Máquina e Recomendações e Sugestão de Futuras Pesquisas.

Por fim, o capítulo 5 diz respeito a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO TEÓRICA

Este capítulo tem por objetivo fazer uma revisão da literatura a fim de criar uma base teórica para a realização do trabalho. Esta parte do trabalho estará atendendo a um dos objetivos específicos, que é o desenvolvimento de uma base teórica associada ao tema abordado. Para tanto, a revisão está dividida em cinco seções. São elas: Administração científica: história e desenvolvimento; Estudo dos tempos; Estudo dos movimentos; Estudo dos tempos e movimentos; Compreendendo o histórico e evolução dos veículos voltados a mobilidade.

2.1 Administração Científica: história e desenvolvimento

A Teoria Clássica da Administração surgiu na França em 1916 e tem como principais pensadores Henri Fayol, Frederick Winslow Taylor e Henry Ford. Considerado o pai da Administração Científica, Taylor (1990) diz que a administração tem como principal objetivo assegurar a máxima prosperidade ao patrão e ao empregador, no sentido do máximo desenvolvimento da empresa e a utilização eficiente dos funcionários. Para Barnes (2013), Taylor foi uma pessoa meticulosa, já que esperava dos operários uma alta produtividade.

Taylor foi o grande responsável por uma mudança no pensamento administrativo e no mundo industrial, tendo uma preocupação em eliminar o desperdício e aumentar os níveis de produtividade por meio da aplicação de métodos e técnicas da engenharia industrial (CHIAVENATO, 2004).

Segundo Sugai (2003) e Chiavenato (2004), o trabalho de Taylor divide-se em duas fases. A primeira, na época em que escreveu sua primeira obra *"Shop Management"*, seu enfoque era em técnicas de racionalização do trabalho. A segunda fase se inicia quando escreveu seu segundo livro, em 1911, intitulado "Princípios da Administração Científica". Nesta época, a preocupação voltou-se a estabelecer os princípios do que ele denominou Administração Científica.

Para Chiavenato (2004) a administração abrange previsão, organização, direção, coordenação e controle do trabalho realizado em todos os níveis da organização.

Fullmann (2009) ainda traz o ponto de vista de Taylor quanto aos princípios da administração científica sendo que ele dividia estes em quatro principais objetivos:

a) Estudar cientificamente todos os elementos de uma operação
b) Escolher o melhor operário para cada tarefa;
c) Desenvolver cooperação entre os operários e a administração;
d) Divisão do trabalho em partes iguais entre a administração e os operários.

Hoje pode-se considerar como uma referência importante para atender os objetivos iniciais da Administração Científica o chamado MTM *(Methods and Time Measurement)*, o qual consiste em um procedimento que pode ser utilizado para avaliar qualquer operação manual ou método sendo baseado em movimentos básicos necessários para executá-la, impondo a um movimento um tempo padrão pré-determinado, o qual é determinado pela natureza do movimento e condições sob as quais ele é realizado (MAYNARD, 2009).

Para Maresca (2007), o MTM, na verdade possui suas raízes no estudo de movimentos e tempos, que começou com Taylor e foi dado continuidade pelo casal Lilian e Frank Gilbreth. Os mesmos iniciaram o movimento da administração introduzindo controles nos sistemas produtivos, dando ênfase às atividades dos operários. Esse movimento, mais tarde, ficou conhecido como administração científica.

2.1.1 *Projeto e Organização do Trabalho no contexto da Engenharia Industrial*

É sabido que os recursos humanos de uma organização são de extrema importância. Por este motivo, o projeto e organização do trabalho devem ter a devida atenção.

> O projeto de trabalho diz respeito a como estruturamos cada trabalho individual, o ambiente de trabalho e a interface com a tecnologia usada. Organização do trabalho, embora algumas vezes usada de forma intercambiável com projeto de trabalho, é uma expressão mais ampla, que considera como a organização de toda a operação, envolvendo os materiais, a tecnologia e os funcionários, atinge seus objetivos operacionais (SLACK *et al*. 2009)

Toda organização procura satisfazer os clientes, os empregados e a sociedade (FULLMANN, 2009). Muitas vezes, a satisfação dos empregados é deixada de lado para que a empresa produza cada vez mais. Porém, uma maneira de melhorar a vida do colaborador dentro da organização é projetando e organizando o trabalho, sendo esta uma etapa de extrema importância.

Slack *et al.* (2009) explica que existem elementos do projeto de trabalho. Estes elementos são divididos em condições ambientais/ergonomia; tecnologias; tarefas; métodos de trabalho; duração da tarefa e quantas pessoas são necessárias para executá-la.

Os métodos de trabalho são parte importante do projeto de trabalho. Para Barnes (2013), o projeto do método de trabalho deve ser feito de maneira que o operador possa executar a tarefa em um menor tempo e com maior facilidade. Ele ainda diz que o principal objetivo do projeto de métodos é encontrar a mais efetiva combinação entre máquinas, pessoas, materiais no ambiente de trabalho e equipamentos.

Portanto, vê-se a importância da preocupação com ergonomia para a obtenção de um excelente projeto de métodos. A definição de Ergonomia adotada pela IEA (International Ergonomics Association) é:

> Ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina científica que estuda as interações dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações da teoria, princípios e métodos de projeto, com o objetivo de melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. (DUL, WEERDMEESTER, 2004, p.1)

A ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia) divide a ergonomia em física, cognitiva e organizacional. A ergonomia física refere-se a anatomia humana, incluindo estudos posturais, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, entre outros. A parte cognitiva aborda os processos mentais, como percepção e raciocínio, estudando tópicos como carga mental, tomada de decisão e interação homem-máquina. Já a ergonomia organizacional refere-se a otimização de sistemas sociotécnicos, estudando tópicos como comunicação, organização temporal do trabalho e trabalho cooperativo.

2.1.2 *Desafios e oportunidades da divisão do trabalho*

A divisão do trabalho nada mais é que a divisão da tarefa em pequenas partes, onde cada uma delas é executada por apenas uma pessoa (Slack *et al.,* 2009). O termo surgiu em 1776, com a publicação do livro Riqueza das Nações, do economista Adam Smith e tomou maiores proporções em linhas de produção. Para Souza (2012) "A limitação de cada operário à execução de uma única operação ou tarefa, de maneira contínua e repetitiva, encontrou a linha de produção (ou linha de montagem) como sua principal base de aplicação."

A divisão do trabalho traz um aumento de especialização do operário para com a tarefa, aumentando assim a eficiência do processo (CHIAVENATO, 2001).

Para Slack *et al.* (2009) existem vantagens e desvantagens na divisão do trabalho. Como vantagens, o autor cita:

a) Rapidez do aprendizado, pois é mais simples aprender uma tarefa curta e simples do que uma longa e complexa;
b) Facilidade de automatizar os processos;
c) Redução do trabalho não produtivo.

Já como desvantegens, Slack *et al.* (2009) menciona:

a) Monotonia, pois ocorre a repetição demasiada de uma mesma atividade ao longo do dia de trabalho, além de aumentar a probabilidade de absenteísmo e rotatividade de funcionários;
b) Dano físico, devido a repetição de movimentos. A superutilização de braços, mão e pulsos pode resultar em uma lesão por esforço repetitivo (LER);
c) Baixa flexibilidade, tornando o projeto do trabalho muito rígido;
d) Baixa robustez, pois como o trabalho é segmentado em pequenas partes, se em algum estágio acontecer um erro, isso afetará todo o processo.

O trabalho com operações uniformes e automáticas são fatores provenientes da divisão do trabalho. Estes, podem trazer a tona um fato desfavorável que pode atrapalhar a vida do operador, a monotonia. A interrupção das atividades repetitivas do dia a dia para execução de ginástica laboral pode ajudar a diminuir o efeito da fadiga, diminuindo assim a monotonia das atividades desenvolvidas (FULLMANN, 2009).

2.2 Estudo dos Tempos

Estudo dos tempos, também conhecido com medida do trabalho, é definido como

> aplicação de certas técnicas visando determinar o tempo necessário à execução do conteúdo do trabalho de uma tarefa, por uma pessoa adaptada e treinada ao método específico em ritmo normal, calculando segundo normas de rendimento bem definidas (Fullmann, 2009).

Meyers (1999) e Almeida (2007) dizem que Fradrerick Taylor foi a primeira pessoa a usar um cronômetro para compreender o trabalho e, portanto, é chamado de “Pai do Estudo do Tempo”, já que foi o precursor nos estudos nessa área. Frederick W. Taylor, em sua obra, “Princípios da Administração Científica”, aponta que o estudo dos tempos divide-se em uma parte analítica e uma construtiva.

A parte analítica consiste em dividir o trabalho em elementos, avaliar quais movimentos são desnecessários e eliminá-los, estudá-los e com auxílio de um cronômetro, escolher o melhor e mais rápido método de execução, levando em consideração a porcentagem de tempo usado para cobrir incidentes durante o dia e interrupções do trabalho.

Já a parte construtiva diz respeito ao agrupamento de movimentos frequentemente usados para realização de determinada atividade para que se torne fácil a determinação de uma série de movimentos corretos para a execução da atividade. Taylor (1990) diz também, na parte construtiva, que a divisão de uma tarefa em elementos fará aparecer problemas quanto às condições de trabalho, ferramentas mal adaptadas ao trabalho e condições de segurança e higiene precárias.

Barnes (2013) explica que Taylor começou escolhendo dois operários eficientes e com boa saúde, duplicou os seus salários e ambos participaram ativamente da investigação que estava sendo realizada.

Em experiências deste tipo, o objetivo não era descobrir qual o trabalho máximo que uma pessoa poderia desenvolver durante um turno de trabalho, mas sim tentar descobrir o melhor dia de trabalho que uma pessoa poderia desempenhar ano após ano com sucesso (TAYLOR, 1990) . Ele ainda fala que a medida do trabalho é um dos

elementos da administração científica que faz ser possível a transferência da habilidade da administração da empresa para os funcionários.

Na obtenção dos tempos em um processo produtivo, serão encontrados o tempo normal e o tempo padrão. Barnes (2013) define “o tempo normal como o tempo necessário para que um operador qualificado trabalhe em um ritmo normal, desconsiderando as tolerâncias.” Já o tempo padrão “deve ser igual ao tempo normal mais as tolerâncias.”

Barnes (2013) classifica as tolerâncias como pessoal, por fadiga e por espera. A tolerância pessoal diz respeito às necessidades pessoais de cada indivíduo, e por este motivo, devem ser consideradas em primeiro lugar. Já a por fadiga pode ser por causas mentais ou físicas, mas torna-se muito complexa de se medir. A tolerância por espera diz respeito a esperas inevitáveis, como as causadas pelas máquinas, pelo operador ou por alguma força externa, não devendo ser considerada no tempo padrão esperas feitas intencionalmente pelo funcionário.

Fullmann (2009) afirma que

> o estudo de tempos é uma técnica que permite fixar da maneira mais precisa possível, partindo de um número limitado de observações, o tempo necessário à execução de uma dada tarefa, segundo normas de rendimento bem definidas.

Alguns materiais são necessários para a execução do estudo de tempos. Entre eles estão o cronômetro (digital ou analógico), uma prancheta e uma folha para levantamento dos tempos. Outros fatores importantes são a coleta de informações, o contato com a fábrica, a verificação das condições de execução e por fim a obtenção dos tempos. A coleta de dados deve ser feita antes da cronometragem, a fim de conhecer em detalhes o objetivo da atividade, e pode ser feita com consultas da documentação da organização, como do layout da fábrica, levantamento de tempo realizados anteriormente e fichas de instrução (FULMMANN, 2009).

Outro método para estudar os tempos envolvidos nos processos produtivos é conhecido como cronoanálise, que é uma técnica para avaliar e registrar os tempos gastos no setor de produção da empresa, identificando uma sequência lógica no fluxo operacional de trabalho e também, identificando a existência de gargalos na produção. Para Almeida (2009), a cronometragem do tempo é usada para verificação do tempo que um funcionário leva para realizar sua atividade, controlando o tempo para

necessidades pessoais, interrupção ao longo do processo produtivo e outras pausas no período de trabalho .

Conforme Silva (2007), a cronoanálise traz como resultado o tempo padrão da tarefa, e através deste tempo, torna-se possível a definição da capacidade produtiva da empresa.

2.3 Estudo dos Movimentos

Sugai (2003) define o estudo de tempos como a determinação do melhor método para executar um determinado trabalho, mediante análise dos movimentos do operador. É objetivo deste estudo eliminar ações que elevam de uma forma desnecessária o tempo da atividade ou movimentos que poderiam vir a causar problemas ergonômicos no operador. Seguindo esta definição, Barnes (2009) fala que o objetivo do estudo dos movimentos é a determinação do melhor método a ser utilizado na realização de uma tarefa.

Já Murdel (1966) define o estudo de movimentos como uma análise científica dos métodos de trabalho, levando em conta diversos fatores do processo, como matéria prima, ferramentas, local de trabalho e movimentos realizados pelo corpo do operador, objetivando a determinação de um método padrão para a atividade.

O estudo dos movimentos teve seu início no ano de 1885, quando Frank Gilbreth começou a trabalhar em uma empreiteira de construção civil e observou que cada pedreiro tinha seu método de executar a tarefa e dois homens nunca trabalhavam de forma igual. Então, ele começou a investigar qual seria o melhor método de executar determinada tarefa. Seu estudo foi tão bom que, posteriormente, ele abandonou a construção civil para dedicar seu trabalho a investigar a aplicação do estudo de movimentos (BARNES, 2013).

Frank e Lilian Gilbreth são conhecidos como pais do estudo do movimento. Lilian Gilbreth era psicóloga e tinha grande atenção com fatores humanos na indústria, mantendo Frank longe da desumanização do trabalho, tornando-o consciente do fator humano ao longo do processo produtivo (SUGAI, 2003).

Após Frank Gilbreth e sua esposa Lilian M. Gilbreth introduzirem a máquina de filmar em seus estudos eles conseguiram fazer uma maior contribuição à gerência do trabalho (BARNES, 2013). Eles desenvolveram a técnica do estudo dos

micromovimentos, termo que foi divulgado e disseminado pela primeira vez pela ASME *(American Society of Mechanical Engineers).*

Sugai (2003) afirma que com a utilização do estudo dos movimentos pode-se alcançar três objetivos: evitar movimentos inúteis; executar os movimentos inúteis, do ponto de vista fisiológico, com a maior economia possível; e por fim, dar seriação apropriada a tais movimentos. Ele aponta ainda que o estudo de tempos é complementado pelo estudo de movimentos, e apenas utilizar o estudo de tempos não é suficiente para melhorar e otimizar as operações.

2.4 Estudo de Tempos e Movimentos

Como visto nos tópicos anteriores, o estudo dos tempos tem como finalidade analisar o tempo gasto por um operador treinado para realizar a sua tarefa. Já o estudo dos movimentos tem o intuito de estudar os movimentos do trabalhador a fim de desenvolver o melhor método para a execução do trabalho.

Barnes (2013) explica que mesmo Gilbreth e Taylor tendo desenvolvido seus trabalhos na mesma época, naquele momento deu-se mais importância ao estudo de tempos. Foi só em 1930 que teve início um estudo mais acentuado do trabalho com o intuito de descobrir melhores e mais simples métodos de se executar uma tarefa. Ele ainda diz que o termo resultante da união de ambos estudos, estudo de movimentos e tempos, começou a ser rapidamente conhecido após sua disseminação. Hoje é mais ampla a finalidade, preocupando-se principalmente em definir sistemas e métodos de trabalho, procurando o ideal para colocá-lo em prática.

O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com seguintes objetivos:

> 1. Desenvolver o sistema e método preferido, usualmente aquele de menor custo;
> 2. Padronizar esse sistema e método;
> 3. Determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica;
> 4. Orientar o treinamento do trabalhador no método preferido (BARNES, 2013 p.1).

Oliveira (2012) explica que é recomendado o uso da cronoanálise quando existe necessidade de melhorar a produtividade e entender o que ocorre no processo produtivo. Através da aplicação deste estudo, se torna possível identificar pontos ineficientes do processo, facilitando o estudo de otimização de processos e aumento da produtividade da organização.

É possível que aconteça uma variação na execução do estudo de tempos, porém, oito passos são de extrema importância:

1) Obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo.
2) Divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do método.
3) Observe e registre o tempo gasto pelo operador.
4) Determine o número de ciclos a ser cronometrado.
5) Avalie o ritmo do operador.
6) Verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos.
7) Determine tolerancias.
8) Determine o tempo padrão para a operação. (BARNES, 2013)

Seguindo estes oito passos, será possível realizar um estudo de tempos e movimentos, obtendo assim o tempo padrão de execução das atividades de um processo produtivo. Desta forma, é possível conhecer melhor a capacidade produtiva da empresa, e então, otimizar as operações.

2.5 Compreendendo o histórico e evolução dos veículos voltados à mobilidade

As rodas e cadeiras já eram conhecidas nos tempos pré-histórico, porém, foi só em 4000 a.C. a marca do primeiro instrumento usado para aqueles que não podiam andar.

Sousa (2011) afirma que o primeiro registro de uma cadeira de rodas mais semelhante possível das produzidas atualmente é a do Rei Filipe II, rei da espanha do período de 1527 até 1598. Os registros foram relatados por Jehan Lhermite, em 1595. O modelo utilizado pelo rei Filipe II (Figura 1) apresentava características de cadeira de rodas construída três séculos mais tarde.

Figura 1 Rei Filipe II
Fonte: Kamenetz (1969)

Um inventor, chamado Stephan Flarfer, desenvolveu um triciclo em 1655, onde cada uma das rodas tinha em seu interior um aro ligado a uma roda dentada que faziam as engrenagens rodar (Sawatzky, 2006). O registro da engenhosidade está na Figura 2.

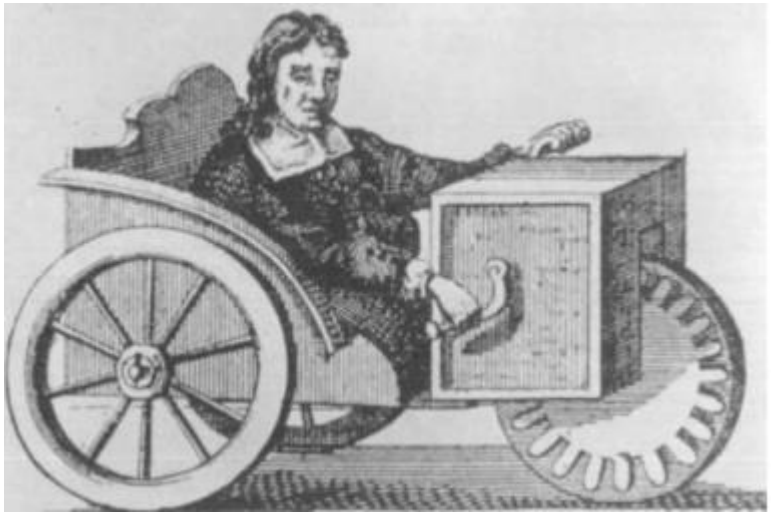

Figura 2 Cadeira de Stephan Farfler
Fonte: Kamenetz (1969)

Depois de séculos, com o desenvolvimento do automóvel e melhorias das estradas, a cadeira de rodas teve uma etapa importante em sua evolução, com a

produção de uma cadeira de rodas mais leve e dobrável (SAWATZKY, 2006). Com o avanço da tecnologia, várias inovações nesse segmento de mercado foram surgindo.

A empresa objeto de estudo deste trabalho produz cadeiras de rodas na cidade de Pelotas desde 1986. Hoje, a empresa é a única na América Latina com tecnologia nacional e própria, tornando-a muito competitiva aos similares, inclusive importados. Os veículos elétricos voltados a mobilidade produzidos pela mesma se adequam às reais necessidades dos usuários e mantém seus preços adequados a realidade econômica de países sul americanos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho tem como metodologia uma pesquisa ação que se dividirá em quatro etapas. Segundo Lindgren *et al.,* (2004), a pesquisa ação se trata de um método de intervenção que dá liberdade para o autor testar hipóteses sobre o fenômeno implementado e visualizar as mudanças no cenário estudado. O autor, além de estudar a empresa, tem a oportunidade de aplicar o conhecimento dentro dela.

Antes do início da escrita deste trabalho, foi elaborado um quadro metodológico em uma planilha eletrônica para organizar as ideias e facilitar na escrita. O quadro é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 Quadro Metodológico

Metodologia Proposta	Como?	Ferramentas e Técnicas
1. Pesquisa exploratória em bases acadêmico científicas ligadas ao tema e objetivos abrangidos pelo presente trabalho.	1. Buscar nos periódicos mais renomados se possível, caso não haja informações nesses, buscar em periódicos ou sites não renomados mas de qualidade.	1. Para pesquisa será utilizado computador com acesso a internet.
2. Estudar e registrar as principais características físicas do setor	1. Através de consulta nas bases de documentos da empresa 2. Por meio de observação in loco	1. Diálogo com responsáveis (entrevista) 2. Equipamento de registro de imagens
3. Estudar como se organiza o processo e suas operações	1. Através de levantamento de dados no próprio processo, 2. Através de documentação da empresa 3. Por meio de realização de avaliação dos tempos no processo	1. Observações quanto ao métodos de trabalho adotados no processo produtivo 2. Divisão das operações em etapas e elaboração do fluxo do processo 3. Medição dos tempos utilizando um cronômetro
4. Pesquisa na empresa objeto de estudo	1. Através de diálogos e entrevistas	1. Filmagens 2. Fotos 3. Registro das entrevistas
5. Através dos dados coletados nas etapas anteriores do trabalho desenvolver uma discussão	1. A discussão se dará por meio da comparação entre o cenário encontrado no local objeto de estudo e os conceitos de base relativo ao tema do presente trabalho.	1. A discussão será feita utilizando o word e a pesquisa bibliográfica já feita anteriormente
6. Organização de um plano de ação com proposição de	1. Os pontos críticos elencados no trabalho serão priorizados	1. Conversa com a gerência da empresa para expor os

melhorias	segundo critérios como potencial de melhoria, dificuldade de implantação e tempo de implantação.	resultados e propor as melhorias e caso se tneha uma resposta positiva, aplicar melhorias no local

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

O Quadro 2 mostra em que pontos dos procedimentos metodológicos os objetivos específicos do trabalho serão alcançados. O mesmo foi elaborado para facilitar o entendimento quanto a cronologia das ações que serão tomadas.

Quadro 2 Metodologia x Objetivos Específicos

	Objetivo Específico 1	Objetivo Específico 2	Objetivo Específico 3	Objetivo Específico 4	Objetivo Específico 5
Pesquisa Exploratória	X				
Pesquisa na empresa objeto de estudo		X	X		
Discussão		X	X	X	
Plano de ação		X	X		X

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

3.1 Pesquisa Exploratória

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso, primeiramente foi realizada uma pesquisa na base de dados *Scopus*, por se tratar do maior banco de dados de resumo e citações de literatura revisada por pares do dia 25/04/2018 à 25/06/2018.

A pesquisa na base de dados se realizou basicamente em duas etapas. A primeira foi a pesquisa pelos termos *Motion and Time Study* (Estudo de movimentos e tempos) e posteriormente pelos termos *Methods and time measurement* (Sistema de Métodos e Tempos Predeterminados). A busca foi limitada para procurar apenas pelo título do artigo, resumo e palavras-chave. Após isso, a pesquisa foi balizada a apenas artigos entre os anos de 2018 à 2012. Para refinar um pouco mais a busca, a pesquisa limitou-se a uma área do conhecimento, *Engineering* (Engenharia).

Após a busca na plataforma *Scopus*, foi consultado anais de eventos de alta relevância no brasil, como o ENEGEP, SIMPEP, e por fim, foi feita uma pesquisa no *Google Scholar* em busca de mais trabalhos referentes ao tema.

A leitura de livros de grandes autores que falam sobre assuntos relativos ao tema deste TCC tiveram papel importante na elaboração deste trabalho, e foram a base para atender ao objetivo de elaboração de um referencial teórico.

3.2 Pesquisa na empresa objeto de estudo

Após a realização de uma pesquisa exploratória sobre o assunto, começou a ser realizada uma pesquisa na empresa onde o trabalho foi realizado, através de consulta nas bases de documentos da mesma, por meio de observação *in loco* e conversas com a gerência.

O estudo de como se organiza o processo produtivo e suas operações foi feito através do levantamento de dados, pesquisa a documentação da empresa nos sistemas utilizados pela mesma para registro de atividades, conversas e entrevistas com os gestores e observação quanto a *layout*, ergonomia e métodos empregados dentro do chão de fábrica. As operações que foram estudadas estão apresentadas na Figura 3.

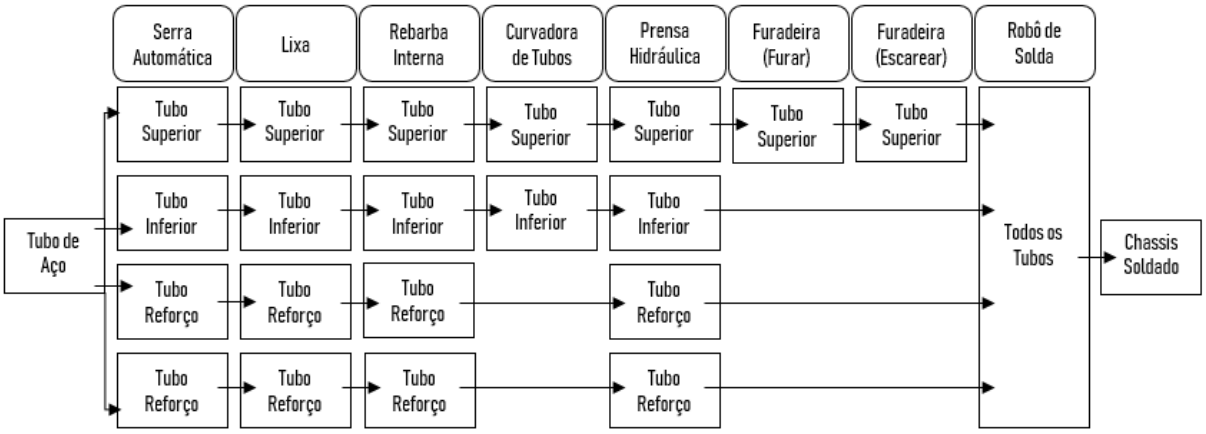

Figura 3 Processos para Fabricação do Chassis de Aço
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Cada uma das etapas apresentadas na Figura 3 foi dividida em elementos. A partir da divisão em elementos, foi elaborado um gráfico do fluxo do processo para cada operação. Também foram observadas questões quanto ao *layout* de célula, ergonomia, movimentos executados de forma inadequada, movimentações desnecessárias durante o processo e interação do operador com a máquina. A interação do operador com a máquina foi analisada a partir da elaboração de um

gráfico homem-máquina, que mostrou a eficiência tanto do operador quanto da máquina, em relação a operação analisada.

Além disso, com o auxilio de um cronômetro digital, foram cronometrados os tempos de execução de cada operação, a fim de definir o tempo padrão. Também foram filmadas todas as partes do processo produtivo, a fim de observar aspectos que não sejam possíveis de serem notados em uma velocidade normal.

O número de ciclos que foram cronometrados para cada operação, com uma confiança de 90% e um erro relativo de 10%, foram definidos utilizando a equação 1 (Barnes, 2013).

$$N' = \left(\frac{20\sqrt{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}\right)^2 \qquad \text{Equação (1)}$$

Na Equação 1, N' diz respeito ao número de ciclos a serem cronometrados, N refere-se número de ciclos já cronometrados, Σx é o somatório dos tempos cronometrados e Σx^2 remete ao somatório dos tempos ao quadrado cronometrados.

Para a determinaçãp do tempo normal de execução das atividades, foi utilizada a equação 2 (Barnes, 2013).

$$TN = FR\ x\ TM \qquad \text{Equação (1)}$$

Na equação acima, TN refere-se ao tempo normal do operador , TM ao tempo médio obtido na operação para o operador e por fim, FR, que diz respeito ao fator de ritmo de trabalho obtido para o operador;

O fator de ritmo foi determinado a partir do sistema Westinghouse, que leva em consideração a habilidade, o esforço, as condições e a consistência do trabalho. Este sistema fornece uma tabela (Figura 4) com valores numéricos para cada fator, que deverá ser considerado fazendo uma análise da operação que está sendo estudada.

	Habilidade			Esforço	
0,15	A1	Super-Hábil	0,13	A1	Super-Hábil
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Bom	0,05	C1	Bom
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Médio	0	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,1	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
	Condições			**Consistência**	
0,06	A	Ideal	0,04	A	Perfeita
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Boa	0,01	C	Boa
0	D	Média	0	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Figura 4 Estimativas de Desempenho
Fonte: Adaptado de Barnes (2013)

Para a obtenção do tempo padrão, a equação 3 (Barnes, 2013) foi utilizada.

$$TP = TN\ X\ \left[\frac{tol\ (\%)}{100} + 1\right] \quad \text{Equação (2)}$$

Na equação 3, TP refere-se ao tempo padrão, TN ao tempo normal e tol (%) as tolerâncias pessoais, por fadiga e por espera, segundo Barnes (2013).

Todas as informações coletadas em cada operação foram registradas em uma folha de observação, que foram posteriormente analisadas. Os tempos foram colocados nos gráficos dos fluxos de processos de cada operação, tornando o gráfico mais interessante para realizar as análises necessárias.

3.3 Discussão

Após finalizada a pesquisa exploratória e a documentação das informações obtidas através da pesquisa na empresa, foi desenvolvida uma discussão, que se deu por meio da comparação entre o cenário encontrado no local objeto de estudo e os conceitos de base relativos ao tema do presente trabalho.

Foram apresentadas todas as informações obtidas quanto as observações feitas quanto ao estado atual das condições ergonômicas, dos métodos do trabalho impostos pela empresa e também apresentados os tempos obtidos das cronometragens dos processos que foram estudados, assim como a apresentação dos tempos normais e padrão da operação.

3.4 Plano de Ação

Como o trabalho se trata de uma pesquisa ação, após finalizado o trabalho, pretende-se propor para empresa objeto de estudo melhorias em seu processo.

Os pontos críticos elencados no trabalho serão priorizados segundo critérios como potencial de melhoria, dificuldade de implementação e tempo de implementação. Todos os resultados serão apresentados para empresa, assim como as propostas de melhorias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Características dos Processos

A empresa objeto de estudo deste trabalho, como já dito anteriormente, produz cadeiras de rodas motorizadas na cidade de Pelotas. A carga horária de trabalho da mesma é de 9h diárias, já que os funcionários não precisam trabalhar aos sábados. O setor onde o trabalho foi desenvolvido foi a metalúrgica. Neste setor, todos os operários trabalham em pé durante todo período de trabalho, tendo uma pausa para almoço de uma hora de duração e uma pausa de quinze minutos na parte da tarde.

Não existe muita rotatividade nas funções exercidas pelos funcionário dentro do setor. Quando um operário demonstra habilidade para operar uma máquina, ele será sempre destinado para trabalhar nela. Muitos funcionários relatam dor na parte do corpo mais utilizada para sua função, o que pode ser causada pela excessiva repetição de movimentos. Como relatado anteriormente, Slack *et al.* (2009) diz que a divisão do trabalho traz vantagens e desvantagens, e uma das desvantagens é ao dano físico, causado devido a repetição excessiva de movimentos, podendo causar em casos extremos uma LER.

Antes de iniciar de fato as cronometragens, foi necessário fazer algumas observações do processo em estudo, a fim de analisar aspectos que deveriam ser levados em conta para a execução deste trabalho. Primeiramente, foi analisada a ordem de produção do chassis de aço, para saber o comprimento dos tubos que seriam cortados. Os comprimentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Comprimento dos Tubos

	Tubo Superior	Tubo Inferior	Tubo Reforço	Tubo Traseiro
Comprimento (mm)	699	668	190	229

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

O lote de produção utilizado para a elaboração deste trabalho foi elaborado para a fabricação de 450 chassis de aço. Antes do chassis ser finalizado e mandado para o setor de montagem, ele passa por 11 etapas, sendo elas: corte, lixa, rebarba interna, curvadora de tubos, boca de lobo na prensa hidráulica, furação, escareação

dos furos, solda no robô, furações no centro de usinagem, acabamento manual, jateamento e por fim a pintura, nesta ordem de execução. Este trabalho irá levar em consideração apenas 7 operações, do corte até o robô.

A primeira operação analisada do processo foi a de corte dos tubos, realizada na serra automática de aço. Antes de iniciar o corte, a funcionária responsável pelo equipamento deve realizar o *setup*, sendo esta uma etapa que não foi considerada na obtenção dos tempos. Esta etapa não é considerada pois é realizado apenas um *setup* por lote, não gerando assim um número considerável e confiável de observações.

O corte de todos os tubos nessa máquina foram divididos segundo as etapas mostradas no Quadro 3. A divisão destas etapas foram feitas após observação da operação.

Quadro 3 Etapas Serra Automática

Etapas Serra Automática
Pegar dois tubos e levar até a máquina
Pegar mais dois tubos levar até a máquina
Ajustar os quatro tubos na máquina
Máquina opera

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

A parte mais crítica desta operação para a operadora é pegar 4 tubos nas estantes do estoque e leva-los até a máquina, percorrendo uma distância de 7,5 metros. Ela leva primeiro dois tubos e por fim os outros dois. Mesmo assim, são dois tubos de aço de seis metros de comprimento cada. A máquina é programada para cortar um tipo de tubo por vez. No corte do tubo superior, os 4 tubos de 6 metros colocados na máquina resultam em 34 tubos superiores. Para fechar os 450 tubos, ela deve repetir esta operação 14 vezes, sendo igual para o tubo inferior. Já no tubo reforço, ela repete a operação 4 vezes, e para o corte do tubo traseiro, são repetidas 5 vezes estas etapas.

Ao final do processo de corte, serão utilizados 148 tubos de aço e a funcionária vai ter levado 74 vezes, de dois em dois, os tubos até a máquina.

A operação seguinte é a de lixar os tubos para retirar as rebarbas provenientes do corte. Esta operação foi dividida, depois de observações, nas etapas mostradas no Quadro 4.

Quadro 4 Etapas Lixa

Etapas Lixa
Pegar o tubo com a mão esquerda
Lixar as duas extremidades do tubo
Largar o tubo na caixa com a mão esquerda

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Antes de o operador iniciar a atividade, os tubos já estarão no estacionamento da célula, sendo estes levados pela operadora da etapa anterior. Lixar os tubos é um processo bem simples, onde o operador deve pegar o tubo e lixar as suas extremidades. A parte crítica é a repetição exessiva de movimentos, já que deverão ser lixados 1800 tubos no total.

A próxima operação analisada foi a de rebarba interna, que foi dividida nas etapas apontadas no Quadro 5, que foram elaboradas depois de observar a execução da tarefa.

Quadro 5 Etapas Rebarba Interna

Etapas Rebarba Interna
Pegar o tubo com a mão direita
Rebarbar as duas extremidades
Largar o tubo na caixa com a mão esquerda

Fonte: Elaborado pela Autora(2018)

Esta operação ocorre para retirar as rebarbas internas do tubo provenientes da etapa de corte. Assim como lixar os tubos, este é um processo bem simples. O funcionário deve pegar o tubo, encaixar no equipamento uma extremidade do tubo, e depois a outra extremidade. Além de rebarbar 1800 vezes os mesmos movimentos, esta operação gera uma trepidação bem grande no corpo do funcionário.

A operação seguinte é a de dobra do tubo na curvadora. Apenas os tubos superiores e inferiores passam por esta parte do processo. As etapas desta operação foram divididas após serem feitas observações e ficaram como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 Etapas Curvadora de Tubos

Etapas Curvadora de Tubos
Pegar o tubo e levá-lo até a curvadora
Máquina Opera
Tirar o tubo dobrado e levá-lo até a caixa

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Assim como na serra automática de aço, esta máquina precisa de um *setup* antes de iniciar a dobra dos tubos, porém, esta etapa também não é considerada na determinação dos tempos. Para a máquina começar a operar, o funcionário tem que pisar em dois pedais, o que causa um desconforto no quadril de quem fica trabalhando nesta máquina.

A operação seguinte é a de fazer boca de lobo nos tubos, para um tubo poder encaixar no outro e poder ser feita a solda. A máquina utilizada para tal tarefa é a prensa hidráulica. O tubo superior, inferior e traseiro levam apenas uma boca de lobo, enquanto o tubo reforço tem duas bocas de lobo, uma em cada extremidade. As etapas que foram divididas depois de feitas as observações estão expostas no Quadro 7.

Quadro 7 Etapas Prensa Hidráulica

Etapas Prensa Hidráulica
Pegar tubo e levar até a prensa
Colocar tubo no gabarito
Prensa Hidráulica faz boca de lobo
Tirar tubo do gabarito e levar até a caixa

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Assim como nas demais máquinas automatizadas já citadas anteriormente, a prensa também precisa de um *setup* que não foi considerado na obtenção dos tempos normal e padrão.

Seguindo o processo, a operação que vem após é a furação. Esta operação é desenvolvida em uma furadeira de bancada. O funcionário utiliza um gabarito que indica os furos que devem ser feitos no tubo superior, que é o único que recebe furação. As etapas da operação foram divididas depois de uma análise visual do processo, e é mostrada no Quadro 8.

Quadro 8 Etapas da Furação

Etapas Furadeira (Furar)
Pegar o tubo e levar até a furadeira
Encaixar tubo no gabarito
Furar
Tirar o tubo no gabarito e largar no carrinho

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Mesmo sendo uma operação simples, esta exige que o funcionário fique com o braço levantado segurando a alavanca durante toda a furação, sendo a parte mais crítica. Alguns funcionários que trabalham diariamente nesta máquina relatam dores nos ombros.

A próxima operação é a de escarear os furos. Esta operação ocorre na mesma máquina da anterior, porém não necessita de gabarito e é necessário utilizar uma broca maior a fim de tirar as rebarbas e dar um melhor acabamento nos furos que foram feitos. As etapas foram divididas da mesma maneira que nas outras operações e são mostradas no Quadro 9.

Quadro 9 Etapas da Escareação

Etapas Furadeira (Escarear)
Pegar o tubo e levar até a furadeira
Escarear os furos
Largar o tubo no carrinho

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

A última operação do processo de fabricação do chassis é a solda, que é realizada no robô de solda. O robô é uma das máquinas mais modernas e com maior tecnologia dentro da empresa. Ele otimiza o processo de soldagem de peças de aço e alumínio. O operador do robô deve fazer o *setup* antes de iniciar a operação, porém, esta etapa não foi incluída para obtenção dos tempos. A etapas ficaram divididas conforme Quadro 10.

Quadro 10 Etapas de Solda do Chassis

Etapas Solda do Chassis
Pegar dois tubos e levar até o robô
Pegar mais dois tubos e levar até o robô
Pegar mais dois tubos e levar até o robô
Encaixar tubos no gabarito
Robô Solda

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

O robô tem a capacidade de soldar dois chassis por vez, sendo responsabilidade do operador encaixar os tubos no gabarito para que a solda seja feita corretamente.

Como podemos ver, segundo as observações feitas, a maioria das operações apresenta algum fator crítico para o funcionário, já que muitos relatam dor ao desenvolver suas atividades. Segundo Taylor (1990) a divisão de uma tarefa em elementos faria aparecer alguns problemas no processo, e foi o que aconteceu.

Ao longo desta análise, também foi possível observar que em algumas tarefas os funcionários precisam exercer um grande esforço, como na serra automática de aço, no deslocamento dos tubos. Uma solução para este problema seria a mudança da prateleira de estoque para atrás da máquina, já que o tubo utilizado para a fabricação do chassis de aço, segundo o gerente industrial da empresa, é um dos mais utilizados. Esta mudança acarretaria em menos esforço na execução da tarefa pela funcionária, levando a um melhor desempenho da mesma.

4.2 Realização do Estudo dos Tempos

Como visto anteriormente, para a realização do estudo de tempos deve-se seguir alguns passos determinados por Barnes (2013), que já foram expostos anteriormente.

Então, para que o estudo dos tempos ficasse correto, foram seguidos estes passos. Primeiramente foram feitas as observações do processo como um todo e dividido todas as operações em etapas (elementos), como foi descrito anteriormente. Então, após isso, foi feita a cronometragem dos tempos das operações com o auxílio de um cronômetro digital, um celular para gravar os vídeos e uma prancheta para

fazer as anotações. Todos os tempos registrados foram anotados em uma folha de observação.

Todos estes dados foram passados para uma planilha de excel. Primeiramente, foram determinados os números de ciclos a serem cronometrados, segundo a Equação 1 mostrada na metodologia. Todas as amostras já coletadas ficaram dentro do número de observações para que se tenha uma confiança de 90% e erro relativo de 10%.

A etapa seguinte é a determinação do fator de ritmo, onde foi determinado um fator de ritmo para cada operação. A deliberação deste fator foi feita segundo o sistema Westinghouse. Foram analisados os vídeos gravados de todas as operações, e então, utilizando os valores numéricos para cada fator (habilidade, esforço, condições e consistência) presentes na Figura 4, foram determinados todos os fatores de ritmo Tabela 2.

Tabela 2 Fatores de Ritmo (FR)

	Serra Automática	Lixa	Rebarba Interna	Curvadora de Tubos	Prensa Hidráulica	Furadeira (Furar)	Furadeira (Escarear)	Robô de Solda
Tubo Superior	0,19	0,15	0,03	-0,01	-0,01	0	0	0,21
Tubo Inferior	0,19	0,13	0,02	-0,01	-0,01			
Tubo Reforço	0,19	0,11	0		-0,01			
Tubo Suporte	0,19	0,09	0		-0,01			

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Após calcular os fatores de ritmo, já temos os dados necessários para calcular o tempo normal. Utilizando a Equação 2 mostrada na metodologia, pegamos os tempos médios (TM) de cada elemento e calculamos seus tempos normais. Por fim, somando os valores das etapas, conseguimos determinar o tempo normal de cada operação. Os tempos médios e normais (em segundos) de cada operação estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 Tempos Médios e Normais das Operações

	Serra Automática	Lixa	Rebarba Interna	Curvadora de Tubos	Prensa Hidráulica	Furadeira (Furar)	Furadeira (Escarear)	Robô de Solda
Tubo Superior	TM=337,19 TN=401,26	TM=11,79 TN=13,56	TM=20,00 TN=20,60	TM=30,21 TN=29,91	TM=12,09 TN=11,97	TM=38,62 TN=38,62	TM=21,59 TN=21,59	TM=301,25 TN=364,52
Tubo Inferior	TM=323,87 TN=385,41	TM=11,51 TN=13,01	TM=20,00 TN=20,409	TM=15,51 TN=15,35	TM=12,09 TN=11,97			
Tubo Reforço	TM=803,38 TN =956,02	TM=9,84 TN=10,92	TM=13,10 TN=13,10		TM=38,94 TN=38,55			
Tubo Suporte	TM=803,38 TN =956,02	TM=10,54 TN=11,49	TM=13,10 TN=13,10		TM=12,09 TN=11,97			

Fonte: Elaborado pela Autora

Todas operações receberam -0,03 no item condições de trabalho, já que todos os funcionários do setor metalúrgico trabalham o dia inteiro em pé e com ruído superior a 80 decibéis. Como podemos observar, a maioria dos tempos normais é maior ou igual ao seu tempo médio, apenas na curvadora este padrão não se encaixa. Isto ocorre pois os fatores de ritmo considerados ficaram negativos, deixando o TM maior que o TN.

Para conseguir atingir um dos objetivos do trabalho, que é calcular o tempo padrão das operações, precisa-se primeiro determinar as tolerâncias. Segundo Barnes (2013), às tolerâncias que devem ser levadas em conta são as pessoais, por fadiga e por espera. Barnes (2013) diz também que se a jornada de trabalho equivale a 8 horas diárias, as tolerâncias pessoais devem ser de no máximo 5%. Já que a carga horária da empresa objeto de estudo é de 9 horas por dia, foi considerada para todas as operações uma tolerância pessoal de 9%.

Outra tolerância que foi considerada foi a por fadiga. As tolerâncias por fadiga variam de acordo com o esforço que o funcionário deve desprender para executar sua tarefa. As tolerâncias por espera não foram consideradas, visto que durante a observação do processo de fabricação deste lote de chassis não ocorreu nenhuma parada de máquina para manutenção. As tolerâncias que foram consideradas para o cálculo dos tempos padrões podem ser observadas na tabela Tabela 4 e os valores encontram-se em porcentagem (%).

Tabela 4 Tolerâncias das Operações (Tol %)

	Serra Automática	Lixa	Rebarba Interna	Curvadora de Tubos	Prensa Hidráulica	Furadeira (Furar)	Furadeira (Escarear)	Robô de Solda
Tubo Superior	34	24	29	24	19	29	29	19
Tubo Inferior	34	24	29	24	19			
Tubo Reforço	34	24	29		19			
Tubo Suporte	34	24	29		19			

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Por fim, depois de considerar todos os fatores relatados acima, foi calculado o tempo padrão de execução de todos as etapas de cada operação, obtendo-se assim o tempo padrão total das operações. Os tempos padrões encontram-se na Tabela 5, onde todos os tempos encontram-se em segundos.

Tabela 5 Tempos Padrões das Operações

	Serra Automática	Lixa	Rebarba Interna	Curvadora de Tubos	Prensa Hidráulica	Furadeira (Furar)	Furadeira (Escarear)	Robô de Solda
Tubo Superior	402,63	13,6	20,66	29,98	11,98	38,73	21,66	301,3
Tubo Inferior	386,73	13,04	20,46	15,39	11,99			
Tubo Reforço	959,28	10,95	13,13		38,63			
Tubo Suporte	959,28	11,52	13,1		11,99			

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Como podemos observar, entre todos os tempos normais e padrões existe uma diferença considerável, que ocorre devido a consideração das tolerâncias em cada operação. Assim como existe uma diferença entre os tempos médios e os tempos normais, já que foi levado em consideração o fator de ritmo para a obtenção do tempo normal.

Podemos observar também que na determinação do fator de ritmo segundo Westinghouse, algumas operações receberam uma pontuação muito baixa quanto a consistência do trabalho. Além de a empresa não propor um método padrão de trabalho para os funcionários, muitos executaram suas tarefas de uma maneira muito desorganizada, evidenciando a falta de treinamento adequado por parte da empresa. Essa falta de consistência ao longo da tarefa gera uma perda desnecessária de tempo, um grande esforço por parte dos funcionários e algumas movimentações desnecessárias para pegar ferramentas, gabaritos ou peças que poderiam ser evitadas se cada objeto estivesse em um lugar pré determinado.

Para finalizar, foi elaborado um gráfico do fluxo do processo com o número de ciclos a serem cronometrados, o tempo médio, o fator de ritmo, as tolerâncias, o tempo normal e o tempo padrão de cada etapa (elemento) de cada uma das operações. Estes gráficos podem ser observados no Apêndice I.

4.3 Eficiência do Operador e da Máquina

Para poder entender melhor o trabalho do operador em relação as máquinas mais automatizadas, foi elaborado um gráfico homem x máquina para a serra automática de aço, curvadora de tubos, prensa hidráulica e robô de solda. Através desse gráfico, é possível visualizar o tempo que a máquina e o operador ficaram parados, observando assim a eficiência dos mesmos.

Primeiramente, foi feito o gráfico da serra automática de aço, onde foi possível visualizar que a máquina tem um maior rendimento que a funcionária.

Tabela 6 Quadro Operador x Máquina Serra Automática de Aço

	Operador	Máquina
Tempo parado	2174	1198
Tempo de trabalho	1198	2174
Tempo total do ciclo	3372	3372
Rendimento	36%	64%

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Como pode-se ver na Tabela 6, a operária fica mais tempo parada que a máquina. Neste tempo que a funcionária fica esperando a máquina operar, ela tem tempo para executar alguma outra tarefa, elevando assim a eficiência da mesma.

Neste caso, isto já ocorre, pois enquanto a serra automática está operando, a funcionária utilizada a serra manual para cortar alguma outra demanda feita pelo encarregado do setor.

A próxima máquina analisada foi a curvadora de tubos. Nesta máquina, o rendimento do operador é maior que o da máquina. A máquina fica muito tempo parada, já que para ela funcionar, o funcionário deve alimentá-la com um tubo a cada 7,47 segundos, que é o tempo de operação da máquina.

Tabela 7 Operador x Máquina Curvadora de Tubos

	Operador	Máquina
Tempo parado	76	226
Tempo de trabalho	226	76
Tempo total do ciclo	302	302
Rendimento	75%	25%

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Logo, como podemos observar na Tabela 7, o funcionário leva mais tempo se deslocando para pegar os tubos e levar até a máquina do que a máquina operando. Neste caso, o operador não tem tempo hábil para executar outra tarefa enquanto a máquina opera.

A seguir, foi analisado a prensa hidráulica. Esta máquina tem um dispositivo de segurança, o qual deve ser pressionado pelas duas mãos do funcionário enquanto a máquina operar, a fim de evitar acidentes.

Tabela 8 Operador x Máquina Curvadora de Tubos

	Operador	Máquina
Tempo parado	0	43
Tempo de trabalho	100	57
Tempo total do ciclo	100	100
Rendimento	100%	57%

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Como podemos visualizar na Tabela 8, o operador tem rendimento de 100%, já que além de alimentar a máquina, ele deve ficar apertando os botões de seguraça para a máquina poder operar. Neste caso, é impossível que o operador efetue alguma tarefa enquanto a máquina esta operando.

A última máquina a ser analisada foi o robô de solda. Podemos observar neste caso que a máquina tem um rendimento maior que operador.

Tabela 9 Operador x Máquina Robô de Solda

	Operador	Máquina
Tempo parado	484	118
Tempo de trabalho	118	664
Tempo total do ciclo	602	782
Rendimento	20%	85%

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

Observando a Tabela 9, podemos ver que o operador tem um rendimento de apenas 20%. A máquina fica operando 293,97 segundos, e durante este tempo, o operador tem que ficar parado esperando a finalização desta etapa da operação. Algumas vezes, quando ocorre algum erro devido ao excesso de óleo nos tubos, enquanto o robô solda, o operador aproveita este tempo para corrigir estes erros com uma solda manual.

Podemos observar com esta analise que durante algumas operações, devido ao excessivo tempo parado do operador, ele poderia desenvolver alguma outra tarefa para otimizar o tempo do processo.

4.4 Recomendações e Sugestão de Futuras de Pesquisa

Com o fim da execução deste trabalho na empresa objeto de estudo, alcançou-se os objetivos propostos. Foram obtidos os tempos padrões de todas as operações, e com a divisão das mesmas em etapas, puderam ser observados vários determinantes que fazem o processo não ser tão eficiente. Se este estudo fosse expandido para todos os processos da empresa, a mesma conseguiria ter total noção da sua capacidade produtiva, e situações que ocorrem atualmente, como a parada da linha de montagem por falta de materiais provenientes da metalúrgica, não iriam mais acontecer.

Propõe-se que a empresa implemente um método para todas as suas operações, para que assim, os tempos de execução das atividades sejam reduzidos. Também seria interessante a implementação de um programa 5S para que se perca

menos tempo com movimentações desnecessárias durante a troca de ferramentas e funções inerentes ao processo.

Outra proposta para empresa é a compra de uma máquina de corte a laser. Como esta máquina não é algo barato, é uma possibilidade para se pensar a longo prazo. Com a utilização da mesma, seria possível deixar o processo de fabricação do chassis, por exemplo, mais enxuto, transformando as três operações iniciais (corte, lixa e rebarba interna) em uma só.

Como pesquisas futuras, seria interessante que a empresa permitisse uma análise ergonômica nos seus postos de trabalho. Um estudo deste tipo, ajudaria tanto os funcionários quanto a empresa. Os funcionários seriam instruídos a corrigir alguma postura desnecessária, ou a utilizar mais uma parte do corpo do que a outra, o que tornaria seu trabalho mais eficiente, e afetaria diretamente na produtividade da empresa.

5 CONCLUSÃO

A execução deste trabalho permitiu uma analise a fim de detectar problemas ao longo do processo que pudessem estar interferindo na perda de produtividade e eficiência da empresa. O estudo foi dividido em algumas partes e conseguiu alcançar seus objetivos

Primeiramente, a pesquisa exploratória que foi realizada permitiu o desenvolvimento de uma base teórica associada ao tema que deu subsídios para a execução do estudo de tempos ao longo do processo produtivo do chassis de aço na empresa objeto de estudo.

Então, através de observações, conversas com a gerência e os funcionários da empresa, foi possível investigar todas as operações do processo estudado, desde os métodos empregados no processo, os fluxos de materiais que aconteciam, e através disso, dividir as operações em etapas, para assim desenvolver o estudo de tempos e conseguir verificar inconsistências ao longo do processo.

Após isso, foi obtido os tempos das operações através de cronometragens e realizada a cronoanálise. Nesta parte do trabalho, optou-se por cronometrar os tempos sem sugerir um novo método de trabalho, já que a empresa não autorizou que isso fosse feito. Com o estudo de tempos, foi possível descobrir o tempo padrão de todas as operações do processo estudado.

Além disso, foi elaborado um gráfico homem x máquina para poder entender melhor o rendimento dos funcionários e das máquinas mais automatizadas. Concluiu-se que em máquinas como a serra automática de aço, a curvadora de tubos e o robô de solda, os funcionários ficam grande parte do tempo parados enquanto a máquina opera. Uma solução é a execução de uma tarefa neste tempo, alternando a operação com alguma outra demanda da empresa, utilizando assim 100% da capacidade dos funcionários

Depois de expor os resultados, foi feita uma discussão quanto aos resultados encontrados, e feitas algumas sugestões para a empresa, a fim de que a mesma possa aproveitar este trabalho para implementar melhorias ao longo de seus processos.

Por fim, este estudo pode ser utilizado como subsídio para profissionais e outras empresas que tenham a necessidade de melhorar seus processos, através de

um estudo de tempos confiável. Como visto no exposto, a realização deste trabalho permitiu a visualização de problemas ao longo das operações, que afetam tanto a produtividade da empresa como a vida dos trabalhadores. Tais problemas podem ser corrigidos com ferramentas vistas no curso de Engenharia de Produção.

O desenvolvimento deste trabalho foi de extrema importância, pois além da vivência e experiência adquirida dentro do chão de fábrica, foi o início de um grande estudo dentro da empresa. Por fim, fica a recomendação da continuação e extensão do estudo dos tempos para todos os processos da empresa e a implementação das melhorias sugeridas neste trabalho a fim de diminuir perdas ao longo do processo e aumentar a produtividade da organização.

REFERÊNCIAS

ABERGO. (2010). **O que é ergonomia**: Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em: < http://www.abergo.org.br/index.php>. Acesso em: 01 Jul. 2018.

ALMEIDA, Bruno Fernandes Oliveira de. **Método da elaboração da folha de processos em sistemas de manufatura.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009.

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos:** Projeto e Medida do Trabalho. 13. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2013.

CHIAVENATO, I. **Administração nos Novos Tempos**. 2. ed. São Paulo: Campus, 2010.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**, 7. ed. Rio, 2004.

CRUZ, J.M. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos.** Monografia (Graduação em Engenheira de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.

DUL, J., WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. Tradução de Itiro Iida. 2. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 2004.

FULLMANN, C. **O Trabalho – Mais Resultado com Menos Esforço/Custo**. São Paulo: 2009.

KAMENETZ, H. L. (1969, 04). **A Brief History of the Wheelchair**. Journal of the History of Medicine, 205-210.

LINDGREN, R.; HENFRIDSSON, O.; SCHULTZE, U. **Design Principles for Competence Management Systems: a Synthesis of an Action Research Study.** MIS Quarterly, v.28, n.3, Set. 2004.

MAYNARD, H. B. **Manual de Engenharia de Produção**: Seção 5 - Padrões de Tempos elementares Pré-determinados. Editora Edgard Blücher. São Paulo, 1970.

Meyers,F.E. **Motion and Time Study**: for Lean Manufacturing. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2 ed, 1999, 339p.

MURDEL, M. E. **Estudo de movimentos e tempos** – princípios e práticas. São Paulo: Mestre Jou, 1966.

OLIVEIRA, J.C.G. **Estudo dos tempos e métodos, cronoanálise e racionalização industrial.** 2012. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/administracao-e- negocios/estudo-dos-

49 tempos-e-metodos-cronoanalise-e-racionalizacao-industrial/63820/>. Acesso em: 25 jun. 2018.

SAWATZKY, B. **Wheeling in the New Millennium:** The history of the wheelchair and the driving forces in wheelchair design today. Disponível em: <http://www.wheelchairnet.org/WCN_WCU/SlideLectures/Sawatzky/WC_history.html > Acesso em: 22 jun. 2018

SILVA, M. T. A empresa moderna. In: CONTADOR, J. C. (Coord.). **Gestão de operações**: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SILVA, O. M., & Del'Acqua, R. J. (n.d.). **Cadeiras de rodas e sua evolução histórica.** 2010

SILVA, S.C.C. **Estudo de tempos e métodos no setor de ternos.** Trabalho de Conclusão de curso – Unisep (Universidade de Ensino do Sudeste do Paraná), Dois Visinhos, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (methods time measurement) em uma Empresa de Metal-mecânica.** 2003. Dissertação (Mestrado. Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios de administração científica**. Tradução de Arlindo Viera Ramos. 8 ed. São Paulo. Atlas, 1990.

APÊNDICE I – GRÁFICOS DO FLUXO DO PROCESSO

SERRA AUTOMÁTICA - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	1	00:03:37	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2 15,0	00:00:52	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	1	00:01:08	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	1	00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0	00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0		0	00:00:00													
1		0	00:00:00				1			Setup						
2	26,12	26,123	00:00:26		1				7,5	Pegar dois tubos e levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
3	26,12	52,246	00:00:52		1				7,5	Pegar mais dois tubos levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
4	67,6	119,84	00:02:00			1				Ajustar os quatro tubos na máquina	2,11	67,60	0,19	0,34	80,44	80,72
5	217,4	337,2	00:05:37	1						Máquina opera	1,34	217,35	0,19	0,34	258,65	259,53
												337,20			**401,26**	**402,63**

Figura 4 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

SERRA AUTOMÁTICA - TUBO INFERIOR

○	atividade ou operação	1	00:03:24	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2 15,0	00:00:52	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	1	00:01:08	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	1	00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0	00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00				1			Setup						
2	26,12	26,123	00:00:26		1				7,5	Pegar dois tubos e levar até a máquina	10,13	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
3	26,12	52,246	00:00:52		1				7,5	Pegar mais dois tubos levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
4	67,6	119,84	00:02:00			1				Ajustar os quatro tubos na máquina	2,11	67,60	0,19	0,34	80,44	80,72
5	204	323,88	00:05:24	1						Máquina opera	0,09	204,04	0,19	0,34	242,80	243,63
												323,88			**385,42**	**386,73**

Figura 5 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Inferior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

SERRA AUTOMÁTICA - TUBO REFORÇO

○	atividade ou operação	1	00:11:24	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2 15,0	00:00:52	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	1	00:01:08	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	1	00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0	00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00				1			Setup						
2	26,12	26,123	00:00:26		1				7,5	Pegar dois tubos e levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
3	26,12	52,246	00:00:52		1				7,5	Pegar mais dois tubos levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
4	67,6	119,84	00:02:00			1				Ajustar os quatro tubos na máquina	2,11	67,60	0,19	0,34	80,44	80,72
5	683,5	803,38	00:13:23	1						Máquina opera	0,66	683,54	0,19	0,34	813,41	816,19
												803,38			**956,03**	**959,29**

Figura 6 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Reforço
Fonte: Elaborado pela Autora (2018

SERRA AUTOMÁTICA - TUBO TRASEIRO

○	atividade ou operação	1		00:11:24	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	15,0	00:00:52	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
☐	inspeção	1		00:01:08	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	1		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos							
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	☐	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00				1			Setup						
2	26,12	26,123	00:00:26		1				7,5	Pegar dois tubos e levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
3	26,12	52,246	00:00:52		1				7,5	Pegar mais dois tubos levar até a máquina	2,53	26,12	0,19	0,34	31,09	31,19
4	67,6	119,84	00:02:00			1				Ajustar os quatro tubos na máquina	2,11	67,60	0,19	0,34	80,44	80,72
5	683,5	803,38	00:13:23	1						Máquina opera	0,66	683,54	0,19	0,34	813,41	816,19
												803,38			**956,03**	**959,29**

Figura 7 Gráfico do Fluxo do Processo – Serra Automática Tubo Traseiro
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

LIXA - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	2		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	0,8	00:00:05	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
☐	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	☐	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1		0	00:00:00	1						ligar a máquina						
2	2,723	2,7234	00:00:03		1				0,4	pegar o tubo com a mão esquerda	4,42	2,72	0,15	0,24	3,13	3,14
3	6,352	9,075	00:00:09	1						lixar as duas extremidades do tubo	9,76	6,35	0,15	0,24	7,30	7,32
4	2,723	11,798	00:00:12		1				0,4	largar o tubo na caixa com a mão esquerda	4,42	2,72	0,15	0,24	3,13	3,14
												11,80			**13,57**	**13,60**

Figura 8 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

LIXA - TUBO INFERIOR

○	atividade ou operação	2		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	0,8	00:00:05	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
☐	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	☐	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00	1						Ligar Lixa						
2	2,646	2,6457	00:00:03		1				0,4	Pegar o tubo com a mão esquerda	18,67	2,65	0,13	0,24	2,99	3,00
3	6,225	8,8702	00:00:09	1						Lixar as duas extremidades do tubo	20,87	6,22	0,13	0,24	7,03	7,05
4	2,646	11,516	00:00:12		1				0,4	Largar o tubo com a mão direita	18,67	2,65	0,13	0,24	2,99	3,00
												11,52			**13,01**	**13,04**

Figura 9 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Inferior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

LIXA - TUBO REFORÇO

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	0,6	00:00:04	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar Lixa						
2	2,142	2,1417	00:00:02		1				0,3	Pegar o tubo com a mão esquerda	15,83	2,14	0,11	0,24	2,38	2,38
3	5,56	7,7021	00:00:08	1						Lixar as duas extremidades do tubo	10,34	5,56	0,11	0,24	6,17	6,19
4	2,142	9,8437	00:00:10		1				0,3	Largar o tubo com a mão direita	15,83	2,14	0,11	0,24	2,38	2,38
												9,84			**10,93**	**10,95**

Figura 10 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Reforço
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

LIXA - TUBO TRASEIRO

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	0,8	00:00:04	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar Lixa						
2	2,142	2,1417	00:00:02		1				0,4	Pegar o tubo com a mão esquerda	15,83	2,14	0,09	0,24	2,33	2,34
3	6,266	8,4079	00:00:08	1						Lixar as duas extremidades do tubo	10,24	6,27	0,09	0,24	6,83	6,85
4	2,142	10,55	00:00:11		1				0,4	Largar o tubo com a mão direita	15,83	2,14	0,09	0,24	2,33	2,34
												10,55			**11,50**	**11,53**

Figura 11 Gráfico do Fluxo do Processo – Lixa Tubo Traseiro
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

REBARBA INTERNA - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:07	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	3,0	00:00:13	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar máquina						
2	6,495	6,4954	00:00:06		1				1,5	Pegar o tubo com a mão direita	5,95	6,50	0,03	0,29	6,69	6,71
3	7,018	13,513	00:00:14	1						Rebarbar as duas extremidades	4,97	7,02	0,03	0,29	7,23	7,25
4	6,495	20,009	00:00:20		1				1,5	Largar o tubo na caixa com a mão esquerda	5,95	6,50	0,03	0,29	6,69	6,71
												20,01			**20,61**	**20,67**

Figura 12 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

REBARBA INTERNA - TUBO INFERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:07	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,6	00:00:13	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar Lixa						
2	6,495	6,4954	00:00:06		1				1,3	Pegar o tubo com a mão esquerda	5,95	6,50	0,02	0,29	6,63	6,64
3	7,018	13,513	00:00:14	1						Rebarbar as duas extremidades	4,97	7,02	0,02	0,29	7,16	7,18
4	6,495	20,009	00:00:20		1				1,3	Largar o tubo na caixa com a mão direita	5,95	6,50	0,02	0,29	6,63	6,64
												20,01			**20,41**	**20,47**

Figura 13 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Inferior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

REBARBA INTERNA - TUBO REFORÇO

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,6	00:00:08	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar Lixa						
2	3,771	3,771	00:00:04		1				1,3	Pegar o tubo com a mão esquerda	10,38	3,77	0,00	0,29	3,77	3,78
3	5,559	9,3303	00:00:09	1						Lixar as duas extremidades do tubo	6,49	5,56	0,00	0,29	5,56	5,58
4	3,771	13,101	00:00:13		1				1,3	Largar o tubo com a mão direita	10,38	3,77	0,00	0,29	3,77	3,78
												13,10			**13,10**	**13,14**

Figura 14 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Reforço
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

REBARBA INTERNA - TUBO TRASEIRO

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,6	00:00:08	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar Lixa						
2	3,771	3,771	00:00:04		1				1,3	Pegar o tubo com a mão esquerda	10,38	3,77	0,00	0,29	3,77	3,78
3	5,559	9,3303	00:00:09	1						Lixar as duas extremidades do tubo	6,49	5,56	0,00	0,29	5,56	5,58
4	3,771	13,101	00:00:13		1				1,3	Largar o tubo com a mão direita	10,38	3,77	0,00	0,29	3,77	3,78
												13,10			**13,10**	**13,14**

Figura 15 Gráfico do Fluxo do Processo – Rebarba Interna Tubo Traseiro
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

CURVADORA - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:08	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	4,2	00:00:23	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
2	11,34	11,338	00:00:11		1				2,1	Pegar o tubo e levá-lo até a curvadora	35,85	11,34	-0,01	0,24	11,22	11,25
3	7,537	18,875	00:00:19	1						Máquina Opera	0,25	7,54	-0,01	0,24	7,46	7,48
4	11,34	30,213	00:00:30		1				2,1	Tirar o tubo dobrado e levá-lo até a caixa	35,85	11,34	-0,01	0,24	11,22	11,25
												30,21			**29,91**	**29,98**

Figura 16 Gráfico do Fluxo do Processo – Curvadora Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018

CURVADORA - TUBO INFERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	4,2	00:00:10	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	0		00:00:00	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
2	4,842	4,8417	00:00:05		1				2,1	Pegar o tubo e levá-lo até a curvadora	15,77	4,84	-0,01	0,24	4,79	4,80
3	5,827	10,669	00:00:11	1						Máquina Opera	0,13	5,83	-0,01	0,24	5,77	5,78
4	4,842	15,511	00:00:16		1				2,1	Tirar o tubo dobrado e levá-lo até a caixa	15,77	4,84	-0,01	0,24	4,79	4,80
												15,51			**15,36**	**15,39**

Figura 17 Gráfico do Fluxo do Processo – Curvadora Tubo Inferior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

PRENSA HIDRÁULICA - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,4	00:00:04	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
□	inspeção	1		00:00:02	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
1	2,067	2,0665	00:00:02		1				1,2	Pegar tubo e levar até a prensa	17,53	2,07	-0,01	0,09	2,05	2,05
2	2,137	4,2035	00:00:04			1				Colocar tubo no gabarito	5,76	2,14	-0,01	0,09	2,12	2,12
3	5,722	9,9258	00:00:10	1						Prensa Hidráulica faz boca de lobo	3,23	5,72	-0,01	0,09	5,67	5,67
4	2,17	12,095	00:00:12		1				1,2	Tirar tubo do gabarito e levar até a caixa	18,17	2,17	-0,01	0,09	2,15	2,15
												12,10			**11,97**	**11,99**

Figura 18 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

PRENSA HIDRÁULICA - TUBO INFERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,4	00:00:04	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
☐	inspeção	1		00:00:02	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	☐	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
2	2,067	2,0665	00:00:02		1				1,2	Pegar tubo e levar até a prensa	17,53	2,07	-0,01	0,19	2,05	2,05
3	2,137	4,2035	00:00:04			1				Colocar tubo no gabarito	5,76	2,14	-0,01	0,19	2,12	2,12
4	5,722	9,9258	00:00:10	1						Prensa Hidráulica faz boca de lobo	3,23	5,72	-0,01	0,19	5,67	5,68
5	2,17	12,095	00:00:12		1				1,2	Tirar tubo do gabarito e levar até a caixa	18,17	2,17	-0,01	0,19	2,15	2,15
												12,10			**11,97**	**12,00**

Figura 19 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Inferior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

PRENSA HIDRÁULICA - TUBO REFORÇO

○	atividade ou operação	1		00:00:33	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,4	00:00:04	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
☐	inspeção	2		00:00:04	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	☐	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
2	2,067	2,0665	00:00:02		1				1,2	Pegar tubo e levar até a prensa	17,53	2,07	-0,01	0,19	2,05	2,05
3	2,137	4,2035	00:00:04			2				Colocar tubo no gabarito	5,76	2,14	-0,01	0,19	2,12	2,12
4	32,57	36,778	00:00:37	1						Prensa Hidráulica faz boca de lobo nas duas extremidades do tubo	9,22	32,57	-0,01	0,19	32,25	32,31
5	2,17	38,948	00:00:39		1				1,2	Tirar tubo do gabarito e levar até a caixa	18,17	2,17	-0,01	0,19	2,15	2,15
												38,95			**38,56**	**38,63**

Figura 20 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Reforço
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

PRENSA HIDRÁULICA - TUBO TRASEIRO

○	atividade ou operação	1		00:00:06	**Tipo de Rotina**
⇨	transporte	2	2,4	00:00:04	**Rotina: (X) Atual ( ) Proposta**
☐	inspeção	2		00:00:04	**Setor: Metalúrgica**
D	espera	0		00:00:00	**Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos**
▽	armazenagem	0		00:00:00	

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	☐	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
2	2,067	2,0665	00:00:02		1				1,2	Pegar tubo e levar até a prensa	17,53	2,07	-0,01	0,19	2,05	2,05
3	2,137	4,2035	00:00:04			2				Colocar tubo no gabarito	5,76	2,14	-0,01	0,19	2,12	2,12
4	5,722	9,9258	00:00:10	1						Prensa Hidráulica faz boca de lobo	3,23	5,72	-0,01	0,19	5,67	5,68
5	2,17	12,095	00:00:12		1				1,2	Tirar tubo do gabarito e levar até a caixa	18,17	2,17	-0,01	0,19	2,15	2,15
												12,10			**11,97**	**12,00**

Figura 21 Gráfico do Fluxo do Processo – Prensa Tubo Traseiro
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

FURADEIRA (FURAR) - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	2		00:00:13
⇨	transporte	2	3,2	00:00:21
□	inspeção	1		00:00:05
D	espera	0		00:00:00
▽	armazenagem	0		00:00:00

Tipo de Rotina
Rotina: (X) Atual ( ) Proposta
Setor: Metalúrgica
Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00	1						Ligar Furadeira						
2	10,61	10,61	00:00:11		1				1,6	Pegar o tubo e levar até a furadeira	9,29	10,61	0,00	0,29	10,61	10,64
3	4,728	15,338	00:00:15			1				Encaixar tubo no gabarito	21,76	4,73	0,00	0,29	4,73	4,74
4	12,68	28,017	00:00:28	1						Furar	6,03	12,68	0,00	0,29	12,68	12,72
5	10,61	38,627	00:00:39		1				1,6	Tirar o tubo no gabarito e largar no carrinho	9,29	10,61	0,00	0,29	10,61	10,64
												38,63			**38,63**	**38,74**

Figura 22 Gráfico do Fluxo do Processo – Furadeira (Furar) Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

FURADEIRA (ESCAREAR) - TUBO SUPERIOR

○	atividade ou operação	1		00:00:17
⇨	transporte	2	1,5	00:00:04
□	inspeção	0		00:00:00
D	espera	0		00:00:00
▽	armazenagem	0		00:00:00

Tipo de Rotina
Rotina: (X) Atual ( ) Proposta
Setor: Metalúrgica
Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Ligar Furadeira						
2	1,835	1,8352	00:00:02		1				0,3	Pegar o tubo e levar até a furadeira	21,84	1,84	0,00	0,29	1,84	1,84
3	17,41	19,25	00:00:19	1						Escarear os furos	11,12	17,41	0,00	0,29	17,41	17,47
4	2,348	21,597	00:00:22		1				1,2	Largar o tubo no carrinho	6,26	2,35	0,00	0,29	2,35	2,35
												21,60			**21,60**	**21,66**

Figura 23 Gráfico do Fluxo do Processo – Furadeira (Esc.) Tubo Superior
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

ROBÔ DE SOLDA - TODOS OS TUBOS

○	atividade ou operação	1		00:04:02
⇨	transporte	3	7,2	00:00:10
□	inspeção	1		00:00:49
D	espera	0		00:00:00
▽	armazenagem	0		00:00:00

Tipo de Rotina
Rotina: (X) Atual ( ) Proposta
Setor: Metalúrgica
Efetuado por: Bruna Fronza dos Santos

	Tempo			Símbolos					Distância	Descrição dos passos						
Passo	seg	Σseg	hrs	○	⇨	□	D	▽	(m)		N' (90%)	Xbar	FR	Tol%	TN	TP
0	0	0	00:00:00													
1	0	0	00:00:00							Setup						
2	3,388	3,3885	00:00:03		1				2,4	Pegar dois tubos e levar até o robô	26,16	3,39	0,21	0,19	4,10	4,11
3	3,388	6,777	00:00:07		1				2,4	Pegar mais dois tubos e levar até o robo	26,16	3,39	0,21	0,19	4,10	4,11
4	3,388	10,165	00:00:10		1				2,4	Pegar mais dois tubos e levar até o robo	26,16	3,39	0,21	0,19	4,10	4,11
5	48,6	58,761	00:00:59			1				Encaixar tubos no gabarito	3,91	48,60	0,21	0,19	58,80	58,91
6	242,5	301,26	00:05:01	1						Robô Solda	0,00	242,50	0,21	0,19	293,42	293,98
												301,26			**364,52**	**365,22**

Figura 24 Gráfico do Fluxo do Processo – Robô de Solda
Fonte: Elaborado pela Autora (2018)