

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS DINIZ LIMA

**ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

PATO BRANCO

2023

MATHEUS DINIZ LIMA

**ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

Time and motion analysis in a metalworking industry

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa

PATO BRANCO

2023



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MATHEUS DINIZ LIMA

**ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 16/06/2023

Sergio Luiz Ribas Pessa
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Silvana Patricia Verona
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paulo Cezar Adamczuk
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2023

Dedico este trabalho à minha família, pelos
momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha mãe, Carla Andréa Diniz de Ávila, que desde pequeno me criou sozinha, fez de tudo por mim. Mesmo com todas as dificuldades que nós passamos, nunca deixou faltar nada em casa e sempre me apoiou. Obrigado, mãe, por sempre me apoiar em todos os momentos e se hoje eu estou aqui me formando em Engenharia Mecânica é por sua causa.

Queria agradecer também aos meus amigos e colegas, que durante esse percurso sempre estiveram ao meu lado me ajudando, pelos momentos de descontração e pela parceria. Quero levar muitos para a vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a fabricação de dois novos produtos que foram implementados em uma indústria metal mecânica. O estudo estabeleceu os tempos padrões das atividades, avaliou a capacidade de produção e identificou oportunidades de melhorias no trabalho dos colaboradores. Para coletar dados, foram utilizados os conceitos de cronoanálise descritos neste trabalho, além de realizar um estudo dos movimentos dos trabalhadores para melhorar a ergonomia. Após a coleta dos dados, foi realizada uma análise para identificar gargalos nos processos e propor melhorias. Com as modificações na grelha 1 (produto A) foi possível garantir um maior balanceamento entre as atividades dos postos de trabalho e diminuir em 44,17% o tempo de fabricação da etapa com maior gargalo. Já na grelha 2 (produto B) foi possível diminuir os movimentos feitos pelos trabalhadores através de uma análise de *gold e strike zone*, saindo de uma zona C para uma zona AA da *gold zone*, melhorando a ergonomia e contribuindo para a redução no tempo de operação.

Palavras-chave: cronoanálise; melhorias; tempos padrões; gargalos.

ABSTRACT

This present work aimed to analyze the manufacture of two new products that were implemented in a metalworking industry. The study established standard times for activities, evaluated production capacity and identified opportunities for improvement in the work of employees. To collect data, chronoanalysis concepts experienced in this work were used, in addition to conducting a study of workers' movements to improve ergonomics. After data collection, an analysis was performed to identify bottlenecks in processes and propose improvements. With the modifications to the grill 1 (product A), it was possible to guarantee a greater balance between the activities of the workstations and to reduce by 44.17% the manufacturing time of the stage with the biggest bottleneck. As for the grill 2 (Product B), it was possible to reduce worker movements through an analysis of the gold and strike zone, moving from a zone C to an AA zone in the gold zone, improving ergonomics and contributing to a reduction in operation time.

Keywords: chronoanalysis; improvements; standard times; bottlenecks.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	14
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo geral	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Histórico da análise de tempos e movimentos	15
2.1.1	Estudo de tempos por Taylor.....	15
2.1.2	Estudo de movimentos pelo casal Gilbreth.....	16
2.2	Cronoanálise	17
2.2.1	Equipamentos para determinação do tempo	17
2.2.2	Número de ciclos a serem cronometrados	20
2.2.3	Avaliação do ritmo	21
2.2.4	Determinação das tolerâncias	21
2.2.5	Tempo padrão	23
2.3	Estudo de micromovimentos	24
2.4	Ergonomia	25
2.5	Golden e strike zone	26
2.6	Análise de estudos de casos	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	Fluxograma	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1	Mapeamento do processo do produto A	31
4.2	Coleta de dados	31
4.2.1	Tempos cronometrados.....	32
4.2.2	Tempo normal	33
4.2.3	Tempo padrão	34
4.3	Análise e discussão dos resultados	35
4.4	Mapeamento do processo do produto B	39
4.4.1	Tempos cronometrados.....	39
4.4.2	Tempo normal	40
4.4.3	Tempo padrão	40
4.5	Análise de resultados	40

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A - Planilha dos tempos do produto A sem modificação	47
	APÊNDICE B - Planilha dos tempos do produto A com modificação	49
	APÊNDICE C - Planilha dos tempos do produto B sem modificação	51
	APÊNDICE D - Planilha dos tempos do produto B com modificação	53

1 INTRODUÇÃO

A indústria metalmeccânica tem o metal como sua matéria prima. Ela é responsável por transformá-los em produtos de diversos ramos, como máquinas, utensílios, equipamentos, peças de veículos, fogões. Essa transformação é feita por processos variados como conformação, soldagem, usinagem, estampagem, dentre outros. Apesar de grande parte das operações serem feitas por máquinas, os operadores são essenciais em todo o processo, são eles que vão fazer o transporte de materiais, abastecimento das máquinas, preenchimento de gabaritos.

O mercado está cada vez mais rápido, competitivo e dinâmico. As empresas necessitam dos produtos o mais rápido possível e com a mesma exigência de qualidade. As indústrias buscam otimizar os processos de fabricação, visando um aumento da produtividade, redução de custos e desperdício de tempo. Essa otimização é feita por diferentes métodos, que buscam entender como é feito o processo, identificar problemas e propor soluções. Um desses métodos é a análise de tempos e movimentos, também conhecido como cronoanálise industrial (ABREU, 2011).

Para Barnes (1997), esse método tem como objetivo analisar os movimentos dos trabalhadores, das máquinas e dos equipamentos, buscando padronizar movimentos e determinar qual o melhor local para instalar uma máquina, respectivamente. Além disso, esse método também monitora o tempo de cada movimento dentro desse processo, contabilizando quanto tempo o operador leva para fazer um movimento, gerando assim uma média de trabalho, visando padronizar o processo produtivo.

A identificação do tempo necessário para desenvolver um processo e a padronização dos movimentos dos operadores é de extrema importância para as empresas, a fim de potencializar sua produção. Com essas definições é possível analisar e identificar possíveis gargalos no processo e fazer alterações para atingir as metas da empresa (LAUGENI, 2015).

1.1 Justificativa

Esse estudo se justifica pela possibilidade de contribuir com a empresa através da aplicação de uma análise de tempos e movimentos no processo de fabricação de dois produtos. A empresa pretende aumentar as pesquisas nessa área, fazendo a análise de fabricação de vários produtos, principalmente nesses que por mês são produzidas mais de 100 mil unidades.

Com essa análise será possível detalhar o tempo de cada etapa do processo, sendo possível encontrar gargalos na produção, propor melhorias, definir metas, reduzir o tempo gasto e assim aumentar o volume de peças produzidas por hora. Como são muitas peças, uma pequena mudança teria um impacto muito grande na quantidade produzida ao final do dia.

Além dessa análise do tempo, também será feita uma análise dos movimentos dos operadores. Apesar de grande parte dos processos serem feitos por máquinas, os trabalhos manuais são necessários. Os operadores atuam principalmente na alimentação das máquinas com o material das peças e alguns desses movimentos podem ser evitados. Uma simples mudança no *layout* ou o lugar em que estão armazenados os materiais podem reduzir o número de movimentos feitos pelos trabalhadores. Com essas mudanças, é possível reduzir o tempo em suas atividades e também reduzir a fadiga, aumentando assim a produção.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo propor melhorias no processo de fabricação de duas peças que começaram a ser produzidas a pouco tempo na empresa. Visando um aumento da produção, determinação dos tempos padrões através de uma análise de tempos e movimentos, em uma indústria metal mecânica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar e analisar os dados dos tempos de produção;
- Propor mudanças no processo de fabricação;
- Redução no tempo de produção;
- Otimização do processo;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da análise de tempos e movimentos

O estudo da análise de tempos e movimentos surgiu com Frederick W. Taylor entre os séculos XIX e XX, (HILARIO, 2014). Taylor introduziu o estudo de tempos, determinando tempo médio para a realização de um processo e teve seu estudo complementado pelo casal Gilbreth, que deu ênfase ao estudo de movimentos dos trabalhadores (BARNES, 1977, p 14), com o intuito de fazer as tarefas de formas mais simples.

2.1.1 Estudo de tempos por Taylor

Taylor começou os seus estudos em 1881, na usina da Midvale Steel Company. Ele estava insatisfeito com o sistema operacional da fábrica e passou a estudar formas para melhorar o desempenho dos funcionários (BARNES, 1997). Foi assim que se descobriu o tempo padrão de cada atividade, ele definiu os tempos necessários para a realização de cada tarefa e a carga horária diária de cada funcionário.

Os objetivos do estudo de Taylor: 1- Estudo científico de todos os elementos de uma operação em substituição aos métodos empíricos usados até aquela época. 2- Escolha do melhor operário para cada tarefa; seu treinamento e desenvolvimento substituindo o costume de deixar-se o operário escolher o seu trabalho e treinar-se da maneira que fosse capaz. 3- Desenvolvimento do espírito de cooperação entre a administração e o pessoal, na execução das tarefas existentes, de acordo com os princípios da ciência. 4- Divisão do trabalho em partes iguais entre a administração e os operários, cada departamento encarregando-se do trabalho que lhe coubesse, em lugar da condição vigente, em que quase todo o trabalho e a maior parte da responsabilidade são descarregadas sobre os operários. (BARNES, 1997, p 9,10).

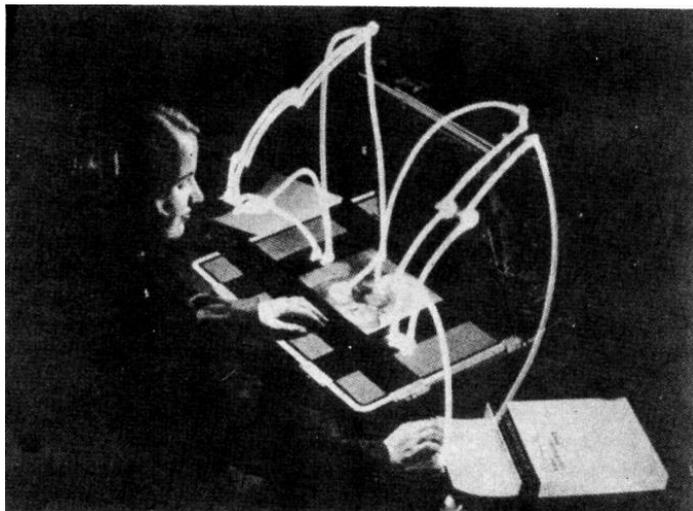
Com o estudo de tempos, é possível analisar todo o processo, padronizar um tempo para cada etapa, definir metas, determinar qual processo está demorando mais do que deveria e a partir disso, propor soluções para desenvolver essa tarefa com o menor tempo possível, aumentando assim, a produtividade.

2.1.2 Estudo de movimentos pelo casal Gilbreth

Lilian Gilbreth e Frank Gilbreth deram continuidade ao estudo de tempos iniciado por Taylor. O casal realizou um estudo dos movimentos dos trabalhadores, também conhecido como *chrono cycle graph*. Segundo Moreira, com essa técnica é possível criar um padrão dos movimentos dos trabalhadores ao realizar uma atividade (MOREIRA, 2018).

De acordo com Moreira (2018), para criar esse padrão, era necessário ter uma máquina fotográfica e uma luva com lâmpadas de led acopladas nas pontas. Essa lâmpada era presa nas mãos dos funcionários e todo movimento feito era registrado pela máquina fotográfica. Após terminar o ciclo de operação, o material era revelado e era possível analisar todos os movimentos feitos pelos trabalhadores, como pode ser observado na figura 1.

Figura 1 - Análise feita pelo método *chrono cycle graph*



Fonte: BARNES (1997)

Segundo Sugai (2003), com esse estudo é possível diminuir os movimentos que são considerados desnecessários durante o processo, analisar a melhor forma de fazer uma determinada atividade e reduzir o tempo gasto para a realização de cada tarefa. Isso mostra que o estudo de tempos e o estudo de movimentos se complementam.

2.2 Cronoanálise

Para Barnes (1997) “O estudo de tempos é usado na determinação do tempo necessários para uma pessoa qualificada e bem treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa especificada”.

Segundo Laugeni (2015), a cronoanálise é uma das principais metodologias para determinar tempos padrões nos processos. A eficiência do estudo de tempo varia de acordo com a automação de cada empresa, umas possuem o processo mais automatizados, variando muito pouco o tempo, outras possuem o processo mais manual, o que acaba variando bastante o tempo da produção, por causa das várias variáveis que precisam ser analisadas no processo como fadiga do trabalhador, eficiência, vontade, força.

Conforme Lidório (2008), as vantagens de se definir o tempo padrão são:

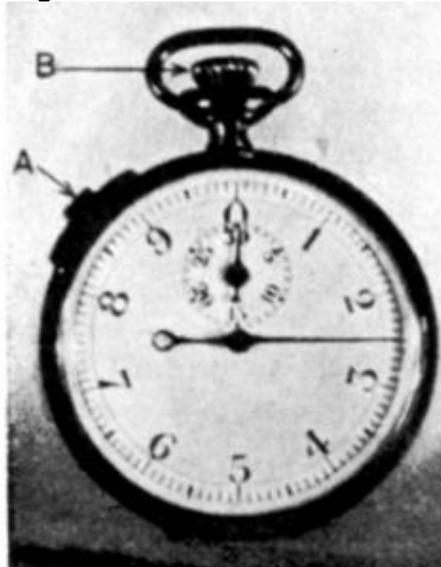
- Determinar a quantidade de peças que podem ser produzidas;
- Planejamento e controle da produção;
- Auxiliar na preparação de orçamento;
- Definir ao trabalhador quantas peças devem ser feitas por hora, auxiliando no seu ritmo;
- Auxiliar no treinamento de novos operadores;

2.2.1 Equipamentos para determinação do tempo

Segundo Laugeni (2015), os principais equipamentos para a determinação do tempo padrão são a máquina fotográfica, cronômetro, folha de observações e a prancheta. Com a máquina fotográfica é possível fazer a filmagem de todos os movimentos dos operadores, determinar a velocidade do movimento e se o operador está fazendo o método correto.

Conforme Laugeni (2015) o cronômetro de hora centesimal é o mais utilizado, a volta inteira do ponteiro maior corresponde a 1/100 de hora, ou 36 segundos. Na figura 2 é possível observar um exemplo de cronômetro centesimal, com ele é possível determinar tempo de cada processo.

Figura 2 - Cronômetro centesimal



Fonte – BARNES (1997), p 274

Segundo Silva (2013), existem 3 métodos mais comuns para a leitura do cronômetro, são a leitura contínua, repetitiva e a acumulada. Dentre essas, a contínua e a repetitiva são as mais utilizadas nos estudos de tempos.

Leitura contínua: o cronômetro é acionado no primeiro elemento e ao final de cada marcação o cronometro não retorna ao zero, o tempo continua correndo no cronômetro, como pode ser visto na tabela 1, e para saber o tempo de cada elemento é feita uma subtração. Esse método é mais utilizado em tempos mais curtos.

Tabela 1- Exemplo de leitura contínua

CÓD.	ELEMENTOS	1	2	3
1	pespontar lateral	38	250	445
2	pregar velcro interno	137	341	523
3	chulear lateral	152	355	539

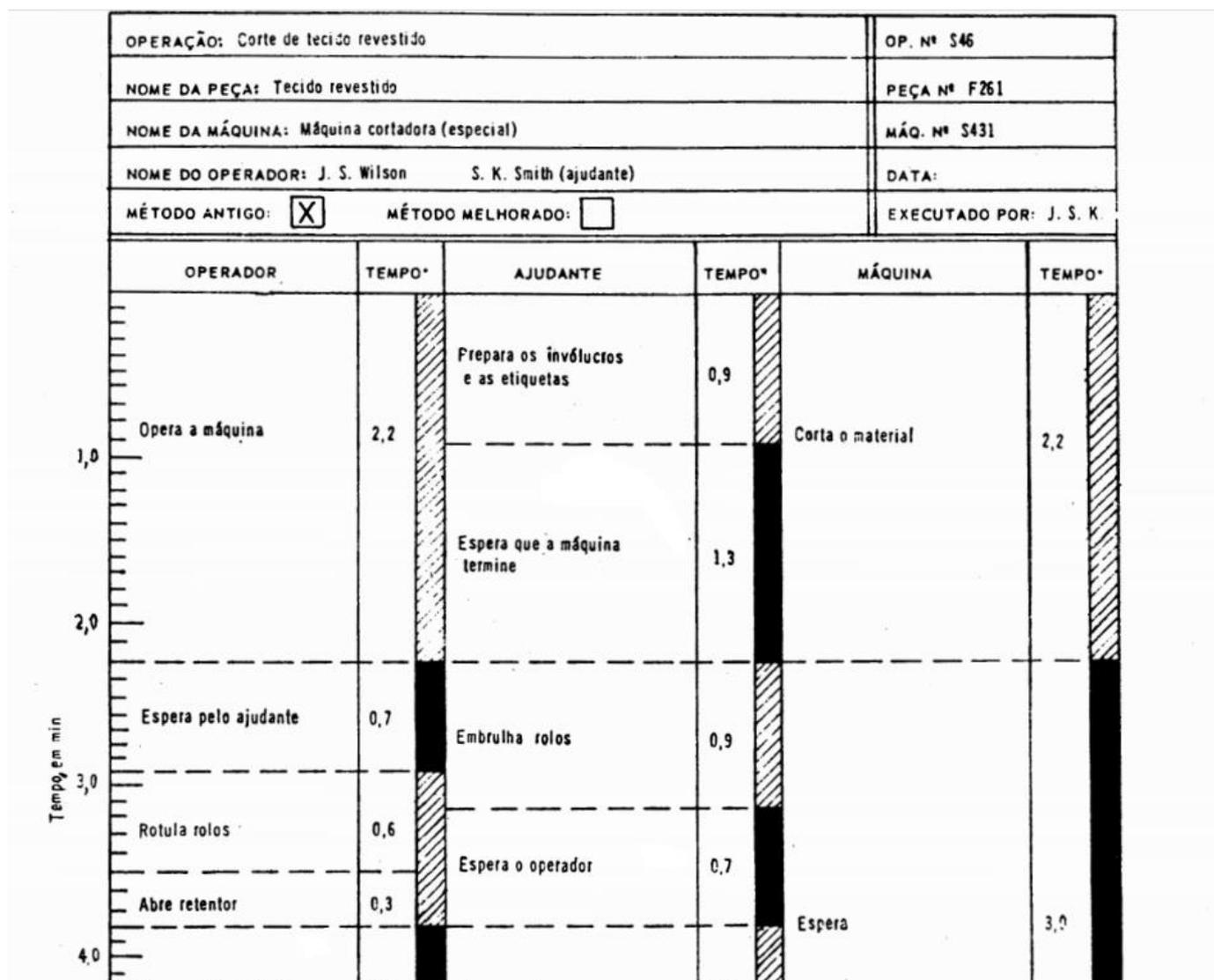
Fonte: LIDÓRIO (2008)

Leitura acumulada: Nesse tipo de leitura é necessário ter dois cronômetros na prancheta, quando um é zerado, o outro é acionado e continua fazendo a medição.

Leitura repetitiva: Nessa leitura, o cronômetro zera a cada marcação de um elemento, a vantagem é que não é necessária a subtração dos valores após a marcação.

Com a folha de observações é possível registrar as informações do produto, a data que foi feita a coleta, descrever o passo a passo de tudo o que é feito em cada etapa do processo e também marcar em quanto tempo essa atividade é feita. Na figura 3 é possível observar um exemplo de uma folha de observações utilizada em uma loja de tecidos revestidos.

Figura 3- Folha de observações em uma indústria de tecidos



Fonte: BARNES (1997, p 95)

2.2.2 Número de ciclos a serem cronometrados

Para Barnes (1997), realizar a cronometragem com um único elemento não dá as informações necessárias para identificar os problemas. É necessário dividir as operações em várias etapas curtas e fazer a cronometragem em cada uma delas.

O número de ciclos a serem cronometrados varia em cada processo. Laugeni sugere realizar entre 10 e 20 repetições, contudo, a forma ideal de determinar o número de ciclos necessários (N) é por meio da expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente, representada pela equação 1:

$$N = \left(\frac{Z \cdot R}{E \cdot d \cdot X} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

N = Número de ciclos a serem cronometrados;

Z = Coeficiente da distribuição normal padrão para probabilidade determinada

R = Amplitude da amostra;

d = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

X = Média da amostra;

E = Erro;

Na prática costuma-se utilizar o coeficiente de distribuição normal num intervalo entre 90% e 95% e o erro variando entre 10% e 5%. Os valores dos coeficientes Z e d são definidos e mostrados nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2- Coeficiente de distribuição normal

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

Fonte: LOPES (2017)

Tabela 3 - Coeficiente d

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte: LOPES (2017)

2.2.3 Avaliação do ritmo

Representa a avaliação da velocidade que a pessoa realiza o trabalho. Cada pessoa possui uma velocidade diferente para executar uma determinada tarefa, por isso é importante determinar esse fator de ritmo, através dele é calculado o tempo normal que uma pessoa treinada executaria certa atividade (LAUGENI, 2015).

De acordo com Barnes (1997), “avaliação do ritmo do trabalhador é a parte mais importante e ao mesmo tempo mais difícil. O avaliador terá que avaliar o ritmo do trabalhador de acordo com a sua noção do que seria um ritmo ideal para aquela operação.” Posteriormente, esse fator será adicionado ao tempo cronometrado, para se obter o tempo normal da operação.

As escalas de ritmo de trabalho variam de 120 % para ótimo, 110% muito bom, 100% normal, 90% bom, 80% razoável, 70% regular e 60% ruim (LIDÓRIO, 2008). A expressão para calcular o tempo normal (TN) está representada na equação 2.

$$TN \text{ (tempo normal)} = TC \text{ (tempo cronometrado)} \times \text{Percentual do ritmo} \quad (2).$$

2.2.4 Determinação das tolerâncias

Segundo Barnes (1997), além do fator do ritmo, existem algumas tolerâncias que também influenciam no tempo final e são adicionados ao tempo normal. As pessoas não trabalham durante as 8 horas de serviço sem nenhuma pausa, seja para ir no banheiro, beber água ou até mesmo por fadiga. Essas tolerâncias podem ser classificadas como:

Tolerância pessoal – É o tempo que o trabalhador tem para suas necessidades pessoais. Para trabalhos onde a carga horária seja de 8 horas por dia, o trabalhador tem direito de 2% a 5% desse tempo para suas necessidades pessoais, o que dá cerca de 10 a 24 minutos por dia (BARNES, 1997).

Tolerância para fadiga – Em alguns trabalhos, principalmente em indústrias onde exige bastante o trabalho manual, o operador faz o mesmo movimento repetidas vezes, existem alguns locais de trabalho com condições adversas, com excesso de calor, umidade, falta de ventilação, poeira, tudo isso vai desgastando e diminuindo o ritmo do trabalhador, tornando o descanso necessário (LAUGENI, 2015).

Segundo Barnes (1997), os períodos de descanso mais comuns são no meio da manhã e no meio da tarde, varia de 5 a 15 minutos, dependendo da empresa e das condições de trabalho do operador.

Tolerância para espera – A tolerância de espera ocorre quando o operador fica com tempo ocioso por conta de alguma manutenção temporária na máquina ou o tempo em que ele espera reposição de matéria prima, esse tempo é adicionado ao tempo normal (BARNES, 1997).

Segundo Lopes (2017), existem algumas tabelas com os valores de algumas tolerâncias definidas que devem ser levadas em consideração em um estudo de tempos e movimentos. Na tabela 4 é possível observar as porcentagens de cada tolerância.

Tabela 4 - Tolerâncias no trabalho

Descrição		Descrição	
A. Tolerâncias invariáveis		4. Iluminação deficiente	
1. Tolerância para necessidades pessoais	5%	4.1 ligeiramente abaixo do recomendado	0
2. Tolerâncias básicas para fadiga	4%	4.2 bem abaixo do recomendado	2%
B. Tolerâncias variáveis		4.3 muito inadequada	5%
1. Tolerância para ficar em pé	2%	5. Condições atmosféricas	0-10%
2. Tolerância quanto à postura		(calor e umidade) - variáveis	
2.1. ligeiramente desajeitada	0%	6. Atenção cuidadosa	
2.2 desajeitada (Recurvada)	2%	6.1. trabalho razoavelmente fino	0%
2.3. muito desajeitada (Deitada, esticada)	7%	6.2 trabalho fino ou de precisão	2%
3. Uso de força muscular		6.3 trabalho fino ou de grande precisão	5%
Peso levantado em quilos		7. Nível de ruído	
2,5	0%	7.1. contínuo	0%
5	2%	7.2. intermitente - volume alto	2%
7,5	2%	7.3. intermitente - volume muito alto	5%
10	3%	7.4 timbre elevado - volume alto	5%
12,5	4%	8. Estresse mental	
15	5%	8.1. processo razoavelmente complexo	1%
17	7%	8.2. processo complexo, atenção abrangente	4%
20	9%	8.3. processo muito complexo	8%
22,5	11%	9. Monotonia	
25	13%	9.1. baixa	0%
27,5	17%	9.2. média	1%
30	22%	9.3. elevada	4%
		10. Grau de tédio	
		10.1. um tanto tedioso	0%
		10.2 tedioso	2%
		10.3. muito tedioso	5%

Fonte: Quadro adaptado LOPES (2017)

2.2.5 Tempo padrão

Segundo Barnes (1997), o tempo padrão é o tempo que o trabalhador qualificado e treinado vai executar a atividade levando em conta todas as tolerâncias durante o processo. Após determinar o tempo cronometrado, definir o percentual do ritmo e chegar ao tempo normal, ainda é preciso adicionar a esse tempo as porcentagens de cada tolerância.

A soma das porcentagens de todas as tolerâncias é acrescida ao tempo normal, assim defini-se o tempo padrão de operação, como pode ser visto na equação 3.

$$\text{Tempo Padrão} = \text{Tempo normal} + (\text{Tempo normal} \times \text{tolerâncias, em \%}) \quad (3)$$

2.3 Estudo de micromovimentos

Para Laugeni (2015), o estudo de micromovimentos é utilizado em situações em que há um predomínio de atividades altamente repetitivas ou manuais. Para realizar um estudo de micromovimento é necessário um equipamento de filmagem que possa gravar todo o processo. Com as filmagens, é possível analisar minuciosamente cada movimento feito pela operador, sendo possível determinar o melhor método de se executar cada tarefa.

Segundo Moreira (2018), o casal Gilbreth deu início ao estudo de micromovimentos por meio do gráfico SIMO (*Simultaneous Motion Chart*). Em atividades que demandam pouco tempo para serem desenvolvidas fica inviável a utilização do cronômetro para realizar a marcação do tempo, pois podem ocorrer erros durante essa marcação. O casal Gilbreth dividiu os movimentos manuais que podem ser realizados em uma operação, denominando-os de *therbligs*. Ao todo são 17 subdivisões, que podem ser observados no quadro 2.

A partir da análise feita dos micromovimentos pelo *therbligs*, é possível fazer um mapeamento de todas as movimentações que são feitas pelos trabalhadores, assim é possível determinar os movimentos desnecessários durante o processo, reduzindo o tempo de execução e determinar o movimento ideal para cada etapa (MOREIRA, 2018).

Quadro 1 - Símbolos dos *therbligs*

Nome do símbolo	Símbolos Therblig	Explicação sugerida pelo símbolo
Procurar	Sh 	Olho virado como se estivesse procurando
Selecionar	St 	Alcançar objeto
Agarrar	G 	Mão aberta para agarrar objeto
Transporte vazio	T E 	Mão vazia
Transporte carregado	T L 	Mão segurando algo
Segurar	H 	Ímã segurando barra de ferro
Soltar carga	RL 	Soltar o objeto carregado pela mão
Posicionar	P 	Objeto sendo carregado pela mão
Pré-posicionar	P P 	Pino de boliche sendo colocado na pista
Inspecionar	I 	Lente de ampliação
Montar	A 	Vários objetos reunidos
Desmontar	D A 	Uma peça de um conjunto foi retirada
Usar	U 	A palavra "Usar"
Demora inevitável	U D 	Homem machucando, sem querer, seu nariz
Demora evitável	A D 	Homem abandonando o serviço, voluntariamente, para dormir
Planejar	Pn 	Homem com dedo na testa como se estivesse pensando
Descanso para recuperação	R 	Homem sentado como se estivesse descansando

Fonte: BARNES (1997), p. 108

2.4 Ergonomia

A ergonomia afeta diretamente a vida e a produtividade do operador. Movimentos em excesso ou repetidos causam fadiga nos operadores, diminuindo o seu rendimento, e assim, a produtividade da empresa também cai.

Para Corrêa (2015), "Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu ambiente de trabalho, equipamento e ambiente, principalmente as aplicações de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento".

Segundo Falzon (2015), a ergonomia possui dois objetivos, o primeiro é pensando no bem estar do trabalhador, dando melhores condições de trabalho, diminuição dos movimentos repetitivos, visando uma diminuição da fadiga, desconfortos e garantia da saúde do trabalhador. O Segundo objetivo é centrado nas organizações, um trabalhador que tem melhores condições de trabalho irá produzir mais, trabalhará com mais afinco, garantindo assim, uma maior produtividade da empresa.

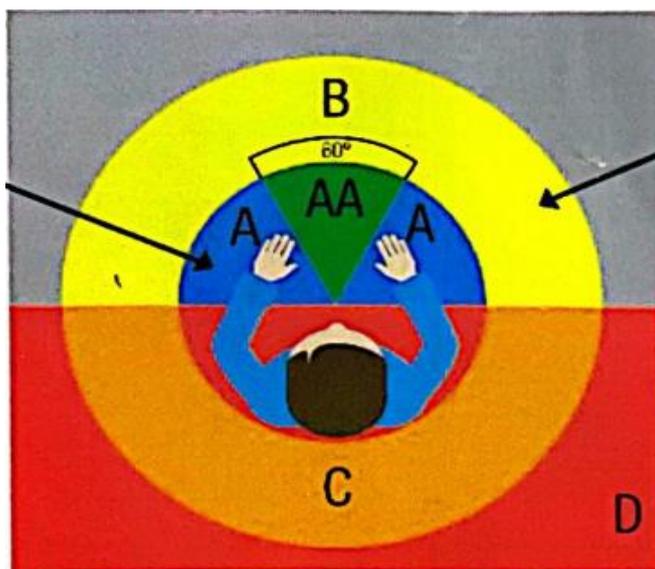
Atividades que utilizam o mesmo movimento repetidamente podem gerar LER, que são lesões por esforço repetitivo. Essas lesões são mais comuns nos membros superiores, principalmente em ombro, cotovelo, dedos (CORRÊA 2015).

2.5 Golden e strike zone

Para Kroemer (2005), a *golden e strike zone* são áreas ideais onde devem ser realizados os trabalhos para que o trabalhador não faça movimentos desnecessários, mantendo as ferramentas e os materiais de trabalho próximos do operador. Assim, não corre o risco de causar fadiga por conta dos elevados movimentos e também ocorre uma redução no tempo de operação.

Segundo Yago Ribeiro (2018), a *gold zone* pode ser dividida em 5 áreas, como é possível observar na figura 4.

Figura 4 – Gold zone



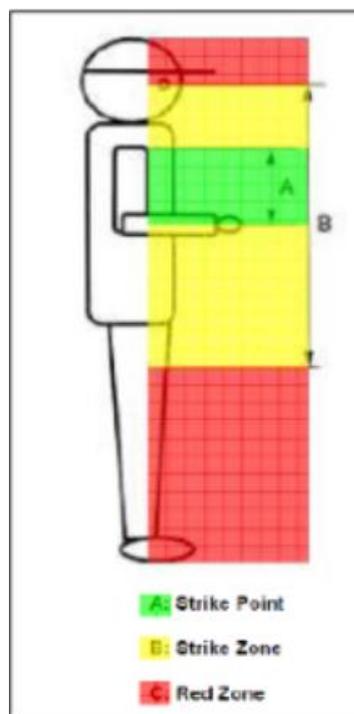
Fonte: Yago Ribeiro (2018)

Onde,

- AA – Os componentes estão dentro do campo de visão do trabalhador, não é necessário virar para realizar a operação;
- A - Os componentes são dispostos em uma área 3 vezes maior do que a área de trabalho. Os componentes podem ser pegos esticando os braços e utilizando as duas mãos;
- B - Os componentes podem ser pegos esticando os braços a cima dos ombros. Os componentes são posicionados em uma área 6 vezes maior do que a área de trabalho;
- C – É necessário virar para pegar os componentes;
- D- É necessário se movimentar para pegar os componentes.

Já a strike zone é dividida em 3 zonas, A,B e C, como pode ser observado na figura 5.

Figura 5 – Strike zone



Fonte: Yago Ribeiro (2018)

Onde,

- A – É a zona de trabalho mais frequente, onde o trabalhador não precisa fazer tanto esforço;
- B – É a zona onde o trabalhador precisa esticar os braços ou se abaixar para pegar os componentes;
- C – É a zona abaixo do joelho e acima da cabeça, essa área deve ser evitada.

2.6 Análise de estudos de casos

Essa etapa consiste na revisão de estudos prévios que obtiveram resultados na análise de tempos e movimentos.

Conforme Lopes (2017), que aplicou o método na empresa Ricercato, uma indústria de confecção de roupas. A análise de tempos e movimentos foi feita em 22 etapas no processo de fabricação de uma camiseta. Ao final do processo constatou-se uma melhoria da produtividade na empresa, tendo um aumento de 60 peças por dia. Também com o auxílio do método, foi possível determinar o tempo padrão de todas as etapas do processo e assim reduzir os tempos ociosos.

Schmidt (2016), que também aplicou o método de análise de tempos e movimentos na empresa Agronatur Máquinas e Equipamentos Agrícolas, indústria do setor metal mecânico, após as análises, foram feitas algumas propostas de modificações e melhorias no tempo de processamento de uma centrífuga. Com as propostas houve uma redução de 15% no tempo de processamento.

Outro a utilizar a análise de tempos e movimentos foi o Pureza (2019), o seu trabalho foi realizado em uma empresa do segmento de veículos elétricos e o produto analisado foi uma cadeira de rodas. Através do trabalho foi possível determinar o tempo padrão de todas as etapas do processo, com o auxílio de uma planilha *Excel* e foi feita uma proposta de alteração do processo, visando uma redução do tempo padrão.

3 METODOLOGIA

3.1 Fluxograma

O seguinte trabalho é classificado como um estudo de caso, pois será feito um estudo detalhado das etapas do processo de produção de um produto. Segundo Menezes (2022), “Estudo de caso é uma estratégia de pesquisa científica que analisa um fenômeno atual em seu contexto real e as variáveis que o influenciam”.

Um fluxograma com todas as etapas que serão feitas pode ser encontrado na figura 6.

Figura 6 - Fluxograma metodologia



Fonte: Autoria própria (2022)

Primeiramente, foi realizado uma revisão bibliográfica sobre análise de tempos e movimentos, onde foi obtido um embasamento teórico sobre o assunto e auxiliando o estudo de caso.

Após a revisão, teve início a análise das etapas do processo necessários para a fabricação da peça e entendido como que é feito todo o processo. Com o auxílio de um cronômetro digital, como mostrado na figura 7, foi feita a cronoanálise das etapas.

Figura 7 - Cronômetro digital



Fonte – Autoria própria (2022)

Os dados dos tempos dos processos são anotados em uma folha de cronoanálise, como pode ser observada no quadro 3. Nessa ficha, é possível anotar qual o processo, descrever o produto, quantas peças são produzidas, quantas pessoas participam do processo, qual a máquina utilizada, qual o ritmo do operador.

Quadro 2 - Folha cronoanálise

FOLHA DE CRONOANÁLISE																	
ÍTEM		PROCESSO										CLIENTE					
DESCRIÇÃO																	
Nº	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	PÇS/ OP	PÇS/ PDT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	GM	R %	Nº H.	Nº O.
10																	

Fonte: Autoria própria (2022)

A partir dos dados obtidos, é feita uma análise por meio de uma planilha no excel, um exemplo dessa planilha pode ser vista na figura 8. Com essa planilha é possível determinar quantas peças são produzidas em cada etapa do processo por hora, determinar as metas, os gargalos, quais melhorias devem ser feitas.

Figura 8 - Planilha análise de dados da cronoanálise

	Tempos cronometrados										Média	Ritmo	Tempo normal	Tolerâncias	Tempo padrão	Quantidade de peças por hora
Etapa 1											0,00	90,00%	0,00	18,00%	0,00	0
Etapa 2											0,00	100,00%	0,00	18,00%	0,00	0
Etapa 3											0,00	120,00%	0,00	18,00%	0,00	0
Etapa 4											0,00	100,00%	0,00	18,00%	0,00	0
Etapa 5											0,00	100,00%	0,00	18,00%	0,00	0

Fonte: Autoria própria (2022)

Por fim, modificações no processo são propostas a fim de aumentar a produtividade. Essas mudanças variam de acordo com o processo, podem ocorrer modificações na estrutura da máquina, tipo de solda utilizada, quantidade de peças colocadas por cada operador, ajustes na montagem do gabarito, entre outras. Após as modificações, é preciso realizar novamente a marcação de tempo das etapas para ver se as mudanças propostas surgiram efeito, caso não haja nenhuma melhora, é necessário propor novas modificações até chegar em um resultado satisfatório.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa etapa, os assuntos discutidos na revisão bibliográfica serão colocados em prática com o objetivo de determinar os tempos padrões dos processos, o melhor método de fabricação, propor possíveis melhorias e determinar a quantidade de peças que podem ser produzidas.

Esse produto A foi implementado no dia 10 de outubro. Como é novo, não tinha dados referentes aos processos como cronoanálise, capacidade de produção diária, balanceamento do processo.

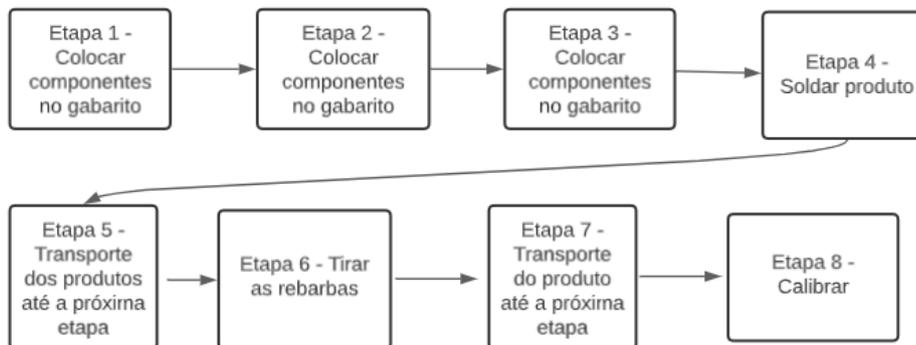
O produto B foi implementado no dia 20 de outubro e também é novo, não tinha dados referentes ao processo.

4.1 Mapeamento do processo do produto A

O processo de fabricação do produto A é dividido em 8 operações e em 6 operadores distintos. A linha de fabricação tem início em uma mesa de operações, onde 4 operadores realizam atividades distintas. Nessa mesa os gabaritos são montados para poder ser realizada a solda por eletrodo revestido. Após a solda, a peça é transportada até uma máquina para a retirada das rebarbas e posteriormente levada até a mesa de calibragem. Todas essas 3 etapas são realizadas pelo mesmo operador. Na mesa de calibragem um outro operador irá fazer a calibragem das peças para que elas fiquem dentro das tolerâncias pedidas pelo consumidor.

4.2 Coleta de dados

Primeiramente foi feito uma pré-avaliação das atividades com o objetivo de entender melhor o processo e separar as atividades em várias etapas curtas para poder gerar valores mais precisos na cronoanálise, movimentos que são desnecessários e também avaliar melhor os gargalos de cada etapa. O fluxograma do processo pode ser visto na figura 9.

Figura 9 – Fluxograma do produto A

Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.1 Tempos cronometrados

Para Barnes (1997), o número de ciclos a serem cronometrados em cada operação varia de 10 a 20 repetições. No produto A foi definido que em cada etapa seriam feitas 20 marcações tempo com o objetivo gerar um valor mais preciso e por ser um padrão da empresa. Os tempos cronometrados e as etapas são apresentados nas tabelas a seguir.

Etapa 1 - Nessa etapa o operador recebe o gabarito e coloca 5 componentes.

Tabela 5 – Tempos cronometrados da etapa 1

Etapa 1	22,20	20,21	16,67	24,98	21,29	21,51	18,28	20,00	16,32	16,91
	19,03	19,18	17,74	16,37	16,61	17,14	20,28	17,13	21,69	29,13

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 2 – Nessa etapa o operador colocar 2 componentes.

Tabela 6 - Tempos cronometrados da etapa 2

Etapa 2	19,03	16,78	10,53	13,98	25,23	11,60	9,38	15,16	17,23	20,84
	14,62	17,71	20,06	21,06	13,76	13,07	13,05	19,26	15,72	17,35

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 3 – Nessa etapa o operador é responsável por receber o gabarito com todos os componentes montados e realizar a soldagem de todos os pontos.

Tabela 7 - Tempos cronometrados da etapa 3

Etapa 3	13,61	10,99	10,33	10,26	13,51	10,22	10,35	15,64	12,69	10,92
	9,12	10,37	11,36	10,55	10,61	12,57	16,75	11,81	10,27	9,89

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 4 – Nessa etapa o operador é responsável por retirar a peça que foi soldada.

Tabela 8 - Tempos cronometrados da etapa 4

Etapa 4	9,06	13,91	26,69	7,63	14,61	12,85	9,68	10,45	12,78	8,68
	9,48	14,49	7,44	11,75	9,70	10,07	10,81	10,17	17,90	10,88

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 5 – O operador transporta as peças que foram soldadas até a próxima etapa.

Tabela 9 - Tempos cronometrados da etapa 5

Etapa 5	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84
	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 6 – É feita a rebarba das peças.

Tabela 10 - Tempos cronometrados da etapa 6.

Etapa 6	10,04	9,85	9,11	8,44	8,72	10,06	9,87	8,49	9,33	11,66
	8,37	11,90	8,95	10,95	9,35	11,14	13,24	8,05	13,72	11,75

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 7 – Transporte da peça até a etapa 8.

Tabela 11 - Tempos cronometrados da etapa 7

Etapa 7	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83
	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 8 – Calibragem das peças.

Tabela 12 - Tempos cronometrados da etapa 7

Etapa 8	29,08	55,02	24,74	40,82	14,32	34,00	36,85	25,30	18,65	30,73
	65,92	31,24	47,74	53,57	19,13	51,28	45,82	18,86	34,87	41,83

Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.2 Tempo normal

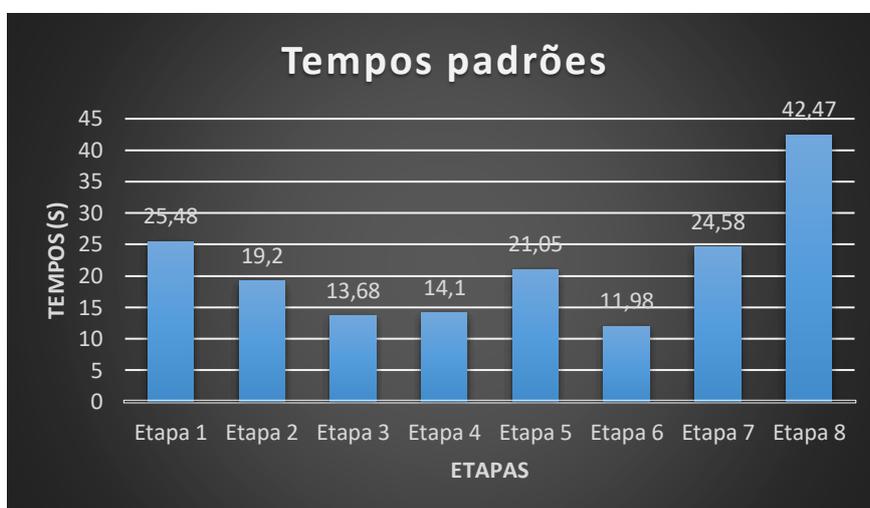
Conforme Barnes (1997), o tempo normal é o tempo cronometrado acrescido do ritmo do trabalhador. Foi considerado que os operadores realizaram a atividade em um ritmo normal de operação, tendo a escala de ritmo de trabalho variando de acordo com o operador, podendo ser observado no apêndice A.

4.2.3 Tempo padrão

O valor de tolerância foi definido através do quadro de tolerâncias do trabalho Lopes (2017), sendo 5% de tolerância para necessidades pessoais, 4% para fadiga, 5% para o nível de ruído alto e 4% para grau de monotonia elevada, totalizando um acréscimo de 18%.

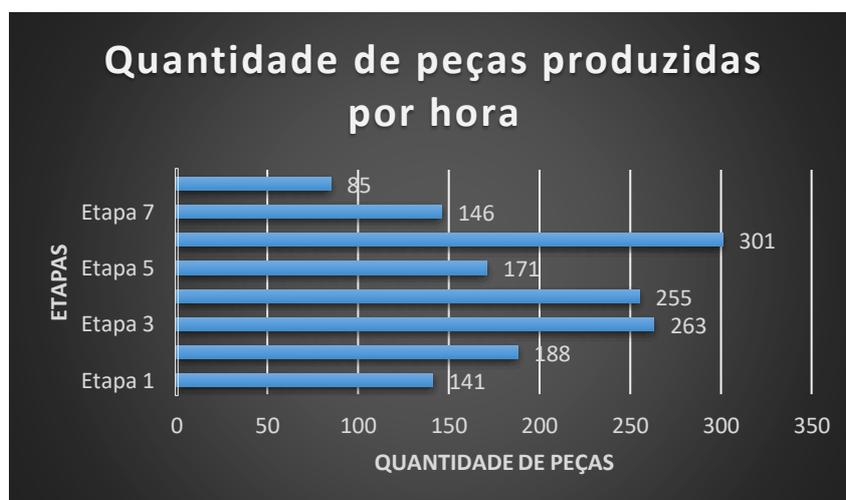
A partir dos parâmetros definidos anteriormente é possível determinar o tempo padrão de cada etapa do processo e a quantidade de peças produzidas por hora, como pode ser observado na figura 10 e 11 respectivamente. Os tempos padrões são encontrados no apêndice A.

Figura 10 – Tempos padrões antes das modificações



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 11 – Quantidade de peças produzidas por hora



Fonte: Autoria própria (2022)

4.3 Análise e discussão dos resultados

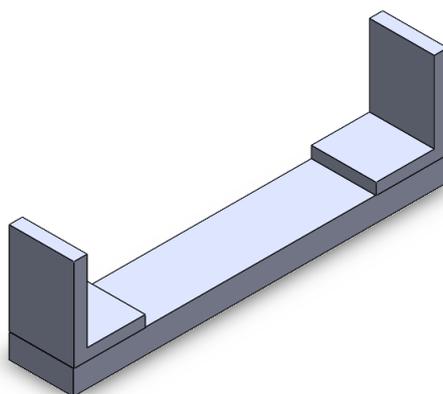
Com os resultados obtidos, foi identificado um desbalanceamento entre as etapas 1, 2, 3 e 4. A empresa tem uma meta de produção de 175 peças por hora para poder atender a demanda do cliente. Com o balanceamento dessa forma existem etapas que não conseguem atender a essa meta, gerando gargalos na produção. Dessa forma a etapa 1 tem capacidade de produção de 141 peças, enquanto a etapa 3 tem capacidade de 263 peças por hora, gerando acúmulo de peças entre as etapas.

Para tentar minimizar essa disparidade de produção foi realizado um balanceamento entre as etapas do processo, afim de deixar mais homogêneo o tempo entre os operadores. A meta estimada pela empresa é de 15 segundos por operador/etapa para obter um resultado satisfatório e consiga atingir a meta de 175, para entregar dentro do prazo ao cliente.

Também foi observado um gargalo na etapa 8, os tempos da calibragem estavam altos e não acompanhavam a produção média das etapas anteriores, o que ocasionava um desbalanceamento muito grande e um acúmulo de peças. Após análises, observou-se que as peças estavam chegando com um problema nas pontas, o que causava um desalinhamento e o tempo de calibragem ficava muito alto, atrasando toda a produção.

Foi preciso realizar uma análise completa do processo novamente para identificar em qual etapa estava acontecendo o problema. Descobriu-se que ao passar a peça pela rebarbadeira, o operador acabava estendendo o movimento e a ponta da peça entrava em contato com a máquina, desregulando todo o produto.

Foi necessário considerar uma modificação na máquina para limitar o movimento do operador, impedindo que ele avançasse com a peça além do necessário e evitando que atingisse as extremidades, o que poderia desregular a peça. Para solucionar esse problema, foi instalado um suporte na máquina, similar ao da figura 12, esse suporte tem uma limitação nos dois lados para impedir o avanço da peça.

Figura 12 – Suporte para impedir avanço da peça

Fonte: Autoria própria (2022)

Depois das modificações no processo, foi necessário realizar novamente a cronoanálise, para identificar se os gargalos identificados haviam sido eliminados. Os dados dos tempos das novas etapas podem ser vistos nas tabelas seguir. A nova análise dos tempos pode ser observada no apêndice B.

Etapa 1 – Nessa etapa são colocados 2 componentes.

Tabela 13 - Tempos da etapa 1 após modificações

Etapa 1	17,71	12,89	14,79	17,83	13,48	12,05	19,31	26,42	15,95	18,07
	12,30	13,41	19,91	14,94	15,46	20,98	25,21	21,48	18,74	11,66

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 2 – Nessa etapa são colocados 3 componentes.

Tabela 14 - Tempos da etapa 2 após modificações

Etapa 2	14,43	16,14	10,60	15,77	15,40	16,91	10,45	11,58	11,24	13,99
	9,92	11,15	10,56	12,83	11,67	12,17	11,93	10,37	9,42	14,43

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 3 – São colocados 2 componentes e o gabarito é fechado.

Tabela 15 - Tempos da etapa 3 após modificações

Etapa 3	9,42	9,62	9,21	9,42	9,28	8,73	8,98	9,50	9,94	7,84
	9,24	9,39	8,09	7,63	7,80	9,09	8,35	8,92	8,90	8,37

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 4 – Nessa etapa é feita a solda e a extração da peça.

Tabela 16 - Tempos da etapa 4 após modificações

Etapa 4	16,83	21,81	17,73	17,86	19,51	13,90	16,53	16,29	15,24	16,06
	16,45	20,13	15,85	15,36	15,77	18,51	19,02	14,52	18,54	18,26

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 6 – É feita a rebarba das peças.

Tabela 17 - Tempos da etapa 6 após modificações

Etapa 6	12,21	11,86	14,51	11,68	14,84	16,55	12,28	10,32	13,38	11,99
	12,79	13,66	12,45	11,83	13,62	11,97	12,63	14,56	12,66	12,82

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 8 – Calibragem das peças.

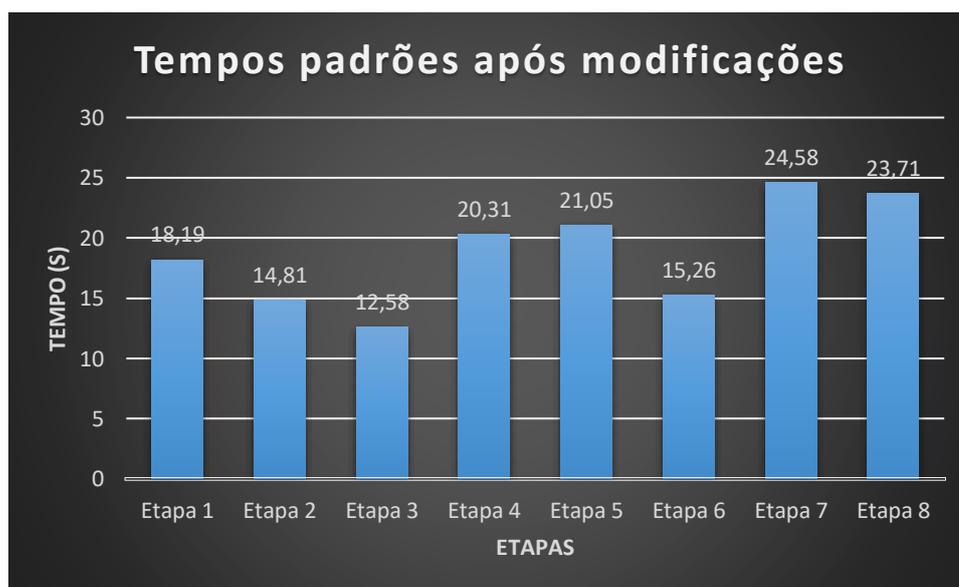
Tabela 18 - Tempos da etapa 8 após modificações

Etapa 8	25,58	17,91	12,79	12,88	14,57	17,60	27,12	11,58	31,03	13,88
	20,66	23,26	10,96	29,85	35,60	19,90	21,13	13,30	20,50	11,80

Fonte: Autoria própria (2022)

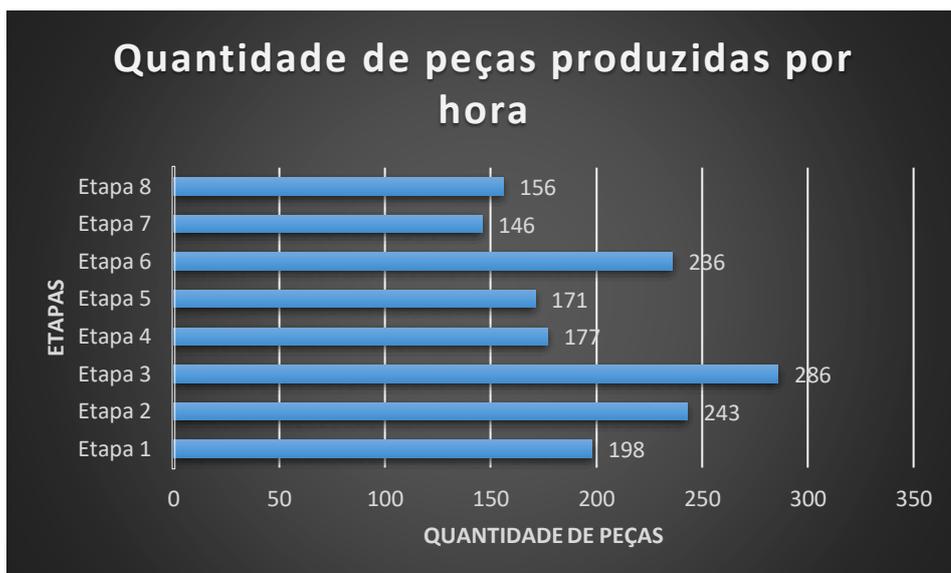
A partir da definição dos novos tempos, é possível determinar os tempos padrões e quantidade de peças por hora que são produzidas em cada etapa do processo após as modificações, como pode ser observado nas figuras 13, 14 e no apêndice B.

Figura 13 - Tempos padrões de cada etapa após modificações



Fonte: Autoria própria (2023)

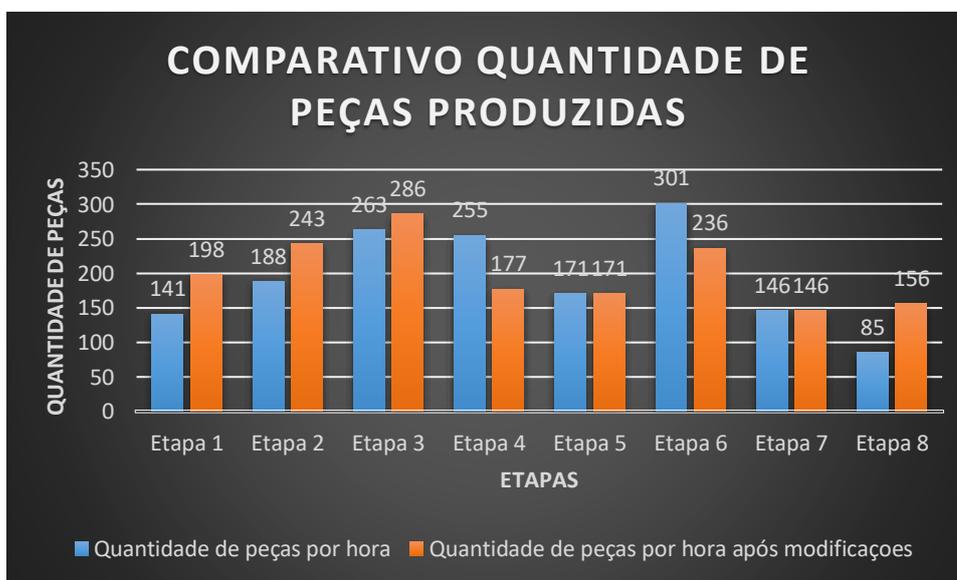
Figura 14 – Quantidade de peças produzidas por hora após modificações



Fonte: Autoria própria (2023)

Com essas modificações, os tempos de produção de cada etapa ficaram mais homogêneos, garantindo assim uma maior produtividade da mesa de operações, diminuindo o gargalo entre os postos de trabalho, como observado no gráfico de comparação da quantidade de peças produzidas, representado pela figura 15.

Figura 15 – Comparativo da quantidade de peças produzidas

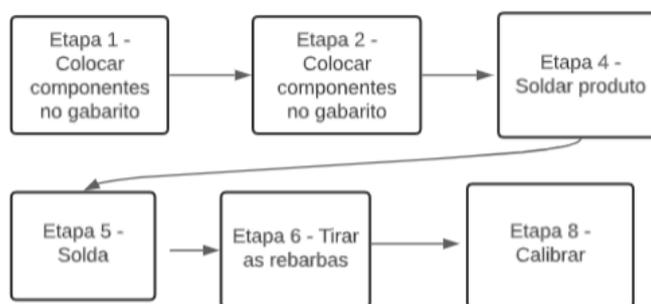


Fonte: Autoria própria (2023)

4.4 Mapeamento do processo do produto B

O processo de fabricação do produto B é dividido em 6 operações. A linha de fabricação tem início em uma mesa de operações, onde 3 operadores realizam atividades distintas. Nessa mesa os gabaritos são montados para poder ser realizada a solda. Após a solda, a peça é transportada até uma máquina para a soldagem do meio, retirar as rebarbas e posteriormente levada até a mesa de calibragem. Na mesa de calibragem um outro operador irá fazer a calibragem das peças para que elas fiquem dentro das tolerâncias pedidas pelo consumidor, o fluxograma do processo pode ser observado na figura 16.

Figura 16 – Fluxograma do produto B



Fonte: Autoria própria (2023)

4.4.1 Tempos cronometrados

Para Barnes (1997), o número de ciclos a serem cronometrados em cada operação varia de 10 a 20 repetições. No produto A foi definido que em cada etapa seriam feitas 20 marcações com o objetivo gerar um valor mais preciso e por ser um padrão da empresa. A análise só foi feita na mesa de operações, local mais crítico do processo, os tempos cronometrados e as etapas são apresentados a seguir.

Etapa 1 – Nessa etapa, o operador precisa retirar o produto que foi soldado, colocar um arco e 2 arames

Tabela 19 – Tempos da etapa 1

Etapa 1	8,12	9,67	9,14	10,34	8,12	9,43	10,14	9,51	9,61	9,36
	8,09	12,26	9,69	11,52	10,22	6,98	7,95	8,72	8,93	8,16

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 2 – Nessa etapa, o operador é responsável por colocar 5 componentes da peça e fechar o gabarito para ser realizada a solda.

Tabela 20 – Tempos da etapa 2

Etapa 2	6,14	6,82	6,28	5,60	6,26	5,74	5,35	6,89	6,95	7,34
	6,21	7,34	6,05	5,66	6,87	7,13	8,38	6,70	6,84	5,80

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 3 – Nessa etapa, o operador irá realizar a solda do produto

Tabela 21 – Tempos da etapa 3

Etapa 3	10,49	13,14	10,99	9,88	11,21	9,71	9,92	10,52	9,21	10,16
	11,38	11,72	10,44	10,44	10,54	10,80	9,67	10,83	12,51	11,34

Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.2 Tempo normal

Conforme Barnes (1997), o tempo normal é o tempo cronometrado acrescido do ritmo do trabalhador. Foi considerado que os operadores realizaram a atividade em um ritmo normal de operação, tendo a escala de ritmo de trabalho variando de acordo com o operador, podendo ser observado no apêndice C.

4.4.3 Tempo padrão

O valor de tolerância foi definido através do quadro de tolerâncias do trabalho Lopes (2017), sendo 5% de tolerância para necessidades pessoais, 4% para fadiga, 5% para o nível de ruído alto e 4% para grau de monotonia elevada, totalizando um acréscimo de 18%.

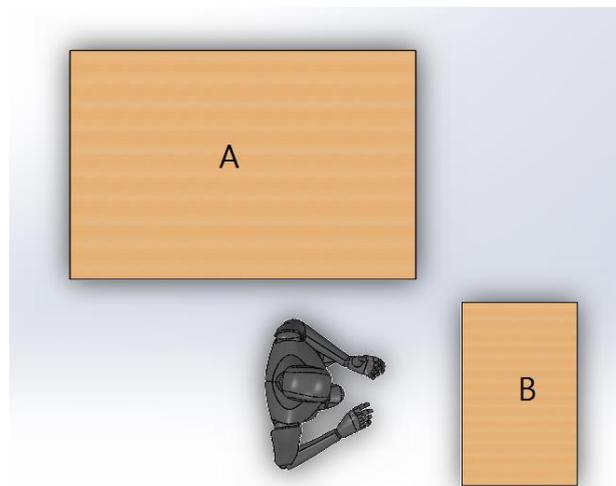
A partir dos parâmetros definidos anteriormente é possível determinar o tempo padrão de cada etapa do processo e a quantidade de peças produzidas por hora, como pode ser observado na figura 15. Os tempos padrões são encontrados no apêndice C.

4.5 Análise de resultados

Durante a análise do processo, percebeu-se que os arcos da etapa 1 ficavam muito afastados do operador. Ele precisava virar o corpo em cada ciclo para poder pegar o arco que estava localizado em uma bancada ao seu lado e depois levar até a mesa de operação, com essa movimentação o operador acaba entrando na zona C da *gold zone*. Esse movimento desnecessário e repetitivo de virar o corpo pode causar

fadiga e também um aumento do tempo do processo. Um exemplo dessa etapa pode ser observado na imagem 17.

Figura 17 – Movimentação do operador

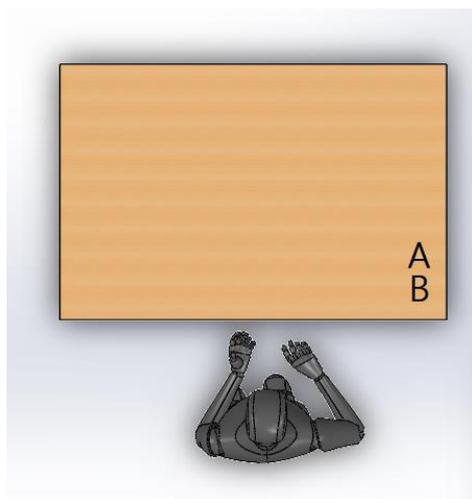


Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura é possível observar a bancada onde ficavam armazenados os componentes, representada pela letra B, e a bancada onde os são colocados no gabarito, representada pela letra A.

Para reduzir esses movimentos e aproximar os arcos do operador, foi feita uma modificação na mesa, uma estrutura foi colocada na frente do operador. Assim, os arcos podem ser armazenados na frente e não há a necessidade de virar toda hora, entrando na zona AA da *gold zone*. Todos os movimentos são realizados no campo de visão do operador, um exemplo dessa modificação pode ser encontrado na figura 18.

Figura 18 – Movimentação do operador após modificações



Fonte: Autoria própria (2023)

Após a modificação, foram feitas novas medições de tempo na etapa 1, os resultados podem ser vistos na tabela 22.

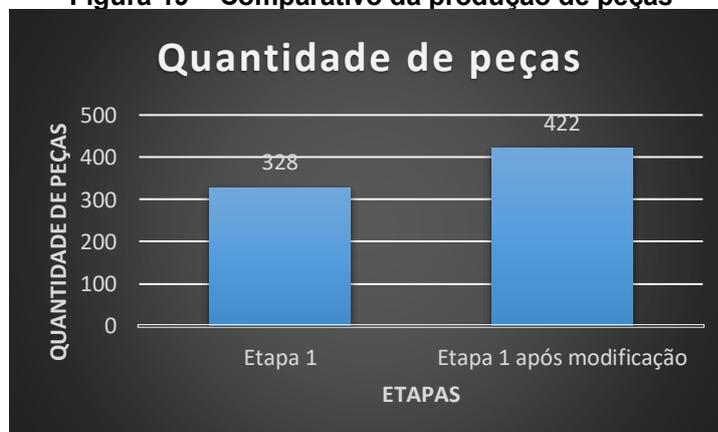
Tabela 22 – Novos tempos na etapa 1

Etapa 1	7,34	6,49	6,98	6,97	7,60	7,21	7,23	8,16	7,95	6,43
	6,87	7,16	6,44	7,27	8,79	7,55	6,51	7,09	7,47	7,07

Fonte: Autoria própria (2022)

Houve uma diminuição do tempo de operação, saindo de um tempo padrão de 10,97 segundos para 8,53, por conta da aproximação dos componentes, conseqüentemente ocorreu um aumento da produção nessa etapa, como pode ser observado na figura 19 e no apêndice D.

Figura 19 – Comparativo da produção de peças



Fonte: Autoria própria (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desse trabalho foi possível observar que a cronoanálise tem um papel fundamental no processo, com ela é possível determinar os tempos padrões de todas as etapas, elaborar metas, balancear linhas de produção e propor melhorias. Com isso a empresa definiu todos os tempos padrões de operação, garantindo uma maior produtividade, aumento dos lucros e conseguirá atender aos pedidos do cliente na data correta.

No produto A observou-se um desbalanceamento nas etapas das mesas de operações, foi preciso fazer algumas modificações na distribuição de atividades para gerar uma maior homogeneidade nos tempos. Na etapa 1 antes o operador precisava colocar 5 componentes e ficava desproporcional em relação aos outros, com a modificação passou a colocar 2 componentes. Na etapa 2 antes eram colocados 2 componentes e passaram a ser 3, mesmo tendo aumentado o número de componentes o tempo não foi afetado, uma vez que esses componentes são menores e mais fáceis de serem colocados. Nas etapas 3 e 4, as atividades foram reorganizadas. Anteriormente, havia um operador responsável pela soldagem e outro pela retirada do produto. Após as mudanças, essas atividades foram atribuídas a um único operador na etapa 4, enquanto na etapa 3 o operador ficou responsável por colocar 2 componentes.

Com as modificações implementadas, os tempos de produção de cada etapa se tornaram mais homogêneos, o que resultou em uma maior produtividade na mesa de operações. Isso permitiu alcançar a meta de produção de 175 peças por hora em cada etapa. Vale ressaltar que nas etapas 5 e 7, que correspondem aos tempos de movimentação das peças entre os postos de trabalho, não foram realizadas modificações nos tempos, uma vez que não impactam diretamente na execução das atividades de fabricação e não foi permitido alterações no *layout*.

Com as modificações realizadas na rebarbadeira e a implementação do suporte para limitar o avanço das peças, ocorreu uma mudança significativa na etapa de calibragem. O tempo padrão por peça foi reduzido de 42,47 segundos para 23,71 segundos, resultando em uma diminuição de 44,17% no tempo de fabricação nesse posto de trabalho.

No produto B, observou-se uma melhora na ergonomia do operador. Isso foi alcançado através da aproximação dos componentes utilizados, o que permitiu que a

atividade migrasse da zona C para a zona AA na *gold zone*. Nessa região o operador é capaz de realizar todos os movimentos necessários dentro de seu campo de visão, sem a necessidade de deslocar ou virar o corpo. Além disso, houve uma redução no tempo de operação, passando de 10,97 segundos para 8,53 segundos de tempo padrão, resultando em um aumento na capacidade de produção de 98 peças nessa etapa.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, fica a sugestão de um estudo dos layouts. O objetivo seria avaliar a viabilidade de alterações e buscar formas de aproximar as máquinas, visando minimizar as movimentações desnecessárias que impactam negativamente a eficiência e aumentam o tempo dos processos nas etapas 5 e 7 do produto A.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Vinicius. **Cronoanálise: Estudo de Caso em uma indústria de confecção**. 2011. Disponível em: < <https://www.monografias.com/pt/docs/Crono%C3%A1nalise-Estudo-de-Caso-em-uma-Ind%C3%BAstria-P3NDW4DHD9JP> >. Acesso em: 11 out. 2022
- BARNES, RALPH M. **ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS**. [DIGITE O LOCAL DA EDITORA]: EDITORA BLUCHER, 1977. E-BOOK. ISBN 9788521217312. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://INTEGRADA.MINHABIBLIOTECA.COM.BR/#/BOOKS/9788521217312/>. ACESSO EM: 12 OU. 2022.
- CORRÊA, Vanderlei M.; BOLETTI, Rosane R. Ergonomia: **fundamentos e aplicações (Tekne)**. Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582603154. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603154/>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- FALZON, Pierre. **Ergonomia**. [Digite o Local da Editora]: Editora Blucher, 2015. E-book. ISBN 9788521213475. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521213475/>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- HILARIO, Antonio. **Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras**. 2014. Disponível em: < <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11901/1/monopoli10009237.pdf> > . Acesso em: 25 set. 2022.
- KROEMER, Karl H E.; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Grupo A, 2005. E-book. ISBN 9788560031290. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788560031290/>>. Acesso em: 14 mai. 2023.
- LAUGENI, FERNANDO P.; PETRÔNIO GARCIA. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO**. EDITORA SARAIVA, 2015. E-BOOK. ISBN 9788502618367. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://INTEGRADA.MINHABIBLIOTECA.COM.BR/#/BOOKS/9788502618367/>. ACESSO EM: 12 OU. 2022.
- LIDÓRIO, Cristiane Ferreira. **TECNOLOGIA DA CONFECÇÃO**. 2008. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/7/73/Apostila_tecnologia_cris.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.
- LOPES, Luiza Camargo. **Estudo de tempos e movimentos: um estudo de caso em uma Indústria Química**. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19219>>. Acesso em: 15 out. 2022.
- MENEZES, Pedro. **O que é um Estudo de Caso?**. 2022. Disponível em: <https://www.significados.com.br/estudo-de-caso/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

MOREIRA, Rodrigo. **MUSTENBERG E CASAL GILBRETH: A INSTRUMENTALIZAÇÃO PSICOFÍSICA DOS EMPREGADOS NAS INDÚSTRIAS ESTADUNIDENSES NA PRIMEIRA DÉCADA DO SÉCULO XX**. 2018 Disponível em: <<https://www.marilia.unesp.br/Home/Eventos/2016/rodrigo-moreira-vieira.pdf>>. ACESSO EM: 2 OUT. 2022

PUREZA, Julia Bom. **ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE MONTAGEM DE RODAS EM UMA FÁBRICA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS**. 2019. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/labserg/files/2019/07/o_tcc_pureza_2019.pdf>. Acesso em: 05 out. 2022.

RIBEIRO, Yago. **Gold/strike zone**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/golden-strike-zone-yago-ribeiro-lima/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 06 maio. 2023.

SCHMIDT, Andrei Vogt. **Mapeamento de processos e análise de tempos e movimentos em uma indústria do setor metal mecânico**. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/2599>>. Acesso em: 11 out. 2022.

SILVA, Getúlio; SHIMOYA, Aldo; FATIMA, Marília; JESUS, Cristiane. **ESTUDO DE TEMPOS - UMA APLICAÇÃO NO ENVASE DE CACHAÇA DE ALAMBIQUE EM QUISSAMÃ/RJ**. 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/65945687-Estudo-de-tempos-aplicado-no-processo-de-finalizacao-da-producao-em-uma-fabrica-de-acai.html> . Acesso em: 15 out. 2022

SUGAI, Miguel. **Avaliação do uso do MTM (Methods-Time Measurement) em uma empresa metal-mecânica**. 2003 Disponível em: <<https://1library.org/document/yeo3n0eq-avaliacao-mtm-methods-time-measurement-empresa-metal-mecanica.html>>. Acesso em: 12 out. 2022.

APÊNDICE A - Planilha dos tempos do produto A sem modificação

Operação	Tempos cronometrados																	Média	Ritmo	Tempo normal	Tolerância	Tempo padrão	Quantidade de peças por hora
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17						
Etapa 1	22,20	20,21	16,67	24,98	21,29	21,51	18,28	20,00	16,32	16,91	19,63	110,00%	21,60	18,00%	25,48	141							
	19,03	19,18	17,74	16,37	16,61	17,14	20,28	17,13	21,69	29,13	16,27	100,00%	16,27	18,00%	19,20	188							
	19,03	16,78	10,53	13,98	25,23	11,60	9,38	15,16	17,23	20,84													
Etapa 2	14,62	17,71	20,06	21,06	13,76	13,07	13,05	19,26	15,72	17,35	16,27	100,00%	16,27	18,00%	19,20	188							
	13,61	10,99	10,33	10,26	13,51	10,22	10,35	15,64	12,69	10,92	11,59	100,00%	11,59	18,00%	13,68	263							
	9,12	10,37	11,36	10,55	10,61	12,57	16,75	11,81	10,27	9,89													
Etapa 4	9,06	13,91	26,69	7,63	14,61	12,85	9,68	10,45	12,78	8,68	11,95	100,00%	11,95	18,00%	14,10	255							
	9,48	14,49	7,44	11,75	9,70	10,07	10,81	10,17	17,90	10,88													
	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	100,00%	17,84	18,00%	21,05	171							
Etapa 5	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	100,00%	17,84	18,00%	21,05	171							
	10,04	9,85	9,11	8,44	8,72	10,06	9,87	8,49	9,33	11,66	10,15	100,00%	10,15	18,00%	11,98	301							
	8,37	11,90	8,95	10,95	9,35	11,14	13,24	8,05	13,72	11,75													
Etapa 7	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	100,00%	20,83	18,00%	24,58	146							
	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	100,00%	20,83	18,00%	24,58	146							
	29,08	55,02	24,74	40,82	14,32	34,00	36,85	25,30	18,65	30,73	35,99	100,00%	35,99	18,00%	42,47	85							
Etapa 8	65,92	31,24	47,74	53,57	19,13	51,28	45,82	18,86	34,87	41,83	35,99	100,00%	35,99	18,00%	42,47	85							

APÊNDICE B - Planilha dos tempos do produto A com modificação

Operação	Tempos cronometrados																	Média	Ritmo	Tempo normal	Tolerância	Tempo padrão	Quantidade de peças por hor	
Etapa 1	17,71	12,89	14,79	17,83	13,48	12,05	19,31	26,42	15,95	18,07								17,13	90,00%	15,42	18,00%	18,19	198	
	12,30	13,41	19,91	14,94	15,46	20,98	25,21	21,48	18,74	11,66														
	14,43	16,14	10,60	15,77	15,40	16,91	10,45	10,45	11,58	11,24	13,99													
Etapa 2	9,92	11,15	10,56	12,83	11,67	12,17	11,93	10,37	9,42	14,43									12,55	100,00%	12,55	18,00%	14,81	243
	9,42	9,62	9,21	9,42	9,28	8,73	8,98	9,50	9,94	7,84														
	9,24	9,39	8,09	7,63	7,80	9,09	8,35	8,92	8,90	8,37										120,00%	10,66	18,00%	12,58	286
Etapa 4	16,83	21,81	17,73	17,86	19,51	13,90	16,53	16,29	15,24	16,06									17,21	100,00%	17,21	18,00%	20,31	177
	16,45	20,13	15,85	15,36	15,77	18,51	19,02	14,52	18,54	18,26														
	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84														
Etapa 5	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84									17,84	100,00%	17,84	18,00%	21,05	171
	12,21	11,86	14,51	11,68	14,84	16,55	12,28	10,32	13,38	11,99														
	12,79	13,66	12,45	11,83	13,62	11,97	12,63	14,56	12,66	12,82														
Etapa 6	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83									20,83	100,00%	20,83	18,00%	15,26	236
	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83														
	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83														
Etapa 7	25,58	17,91	12,79	12,88	14,57	17,60	27,12	11,58	31,03	13,88									20,83	100,00%	20,83	18,00%	24,58	146
	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83														
	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83	20,83														
Etapa 8	25,58	17,91	12,79	12,88	14,57	17,60	27,12	11,58	31,03	13,88									19,60	100,00%	19,60	18,00%	23,12	156
	20,66	23,26	10,96	29,85	35,60	19,90	21,13	13,30	20,50	11,80														

APÊNDICE C - Planilha dos tempos do produto B sem modificação

Operação	Tempos cronometrados															Média	Ritmo	Tempo normal	Tolerâncias	Tempo padrão	Quantidade de peças por hora
	8,12	9,67	9,14	10,34	8,12	9,43	10,14	9,51	9,61	9,36	9,30	100,00%	9,30	18,00%	10,97						
Etapa 1	8,09	12,26	9,69	11,52	10,22	6,98	7,95	8,72	8,93	8,16	9,30	100,00%	9,30	18,00%	10,97	328					
	6,14	6,82	6,28	5,60	6,26	5,74	5,35	6,89	6,95	7,34	6,52	100,00%	6,52	18,00%	7,69	468					
Etapa 2	6,21	7,34	6,05	5,66	6,87	7,13	8,38	6,70	6,84	5,80	6,52	100,00%	6,52	18,00%	7,69	468					
	10,49	13,14	10,99	9,88	11,21	9,71	9,92	10,52	9,21	10,16	10,75	100,00%	10,75	18,00%	12,68	284					
Etapa 3	11,38	11,72	10,44	10,44	10,54	10,80	9,67	10,83	12,51	11,34	10,75	100,00%	10,75	18,00%	12,68	284					

APÊNDICE D - Planilha dos tempos do produto B com modificação

Operação	Tempos cronometrados															Média	Ritmo	Tempo normal	Tolerância	Tempo padrão	Quantidade de peças por hora
Etapa 1	7,34	6,49	6,98	6,97	7,60	7,21	7,23	8,16	7,95	6,43						7,23	100,00%	7,23	18,00%	8,53	422
	6,87	7,16	6,44	7,27	8,79	7,55	6,51	7,09	7,47	7,07											
Etapa 2	6,14	6,82	6,28	5,60	6,26	5,74	5,35	6,89	6,95	7,34						6,52	100,00%	6,52	18,00%	7,69	468
	6,21	7,34	6,05	5,66	6,87	7,13	8,38	6,70	6,84	5,80											
Etapa 3	10,49	13,14	10,99	9,88	11,21	9,71	9,92	10,52	9,21	10,16						10,75	100,00%	10,75	18,00%	12,68	284
	11,38	11,72	10,44	10,44	10,54	10,80	9,67	10,83	12,51	11,34											