



**Luis Felipe Müller**

**PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROCESSO PADRÃO  
EM UMA CÉLULA DE SOLDAGEM COM BASE NA CRONOANÁLISE**

**Horizontina - RS**

**2018**

**Luis Felipe Müller**

**PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROCESSO PADRÃO  
EM UMA CÉLULA DE SOLDAGEM COM BASE NA CRONOANÁLISE**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do professor Sirnei César Kach, Me.

**Horizontina - RS**

**2018**

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

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

**“Proposta para implementação de um processo padrão em uma célula de soldagem com base na cronoanálise”**

**Elaborada por:**

**Luis Felipe Müller**

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

Aprovado em: 30/11/2018

Pela Comissão Examinadora



Me Prof. Símei César Kach

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me Prof. Eloi Fernandes

FAHOR – Faculdade Horizontina



Me Prof. Francine Centenaro

FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS**

**2018**

## Dedicatória

Aos meus pais, por acreditarem na minha capacidade e jamais deixar com que eu me acomode.

## AGRADECIMENTO

Ao meu pai por me fazer acreditar que tudo seria possível, a minha mãe e meu irmão por todo cuidado prestado ao longo desta caminhada. Vocês são minha base.

A minha namorada Malú Castro pelo apoio e incentivo, sempre sendo uma grande companheira e estando ao meu lado nos momentos em que mais precisei.

A professora Marli Beuren Walter e a diretora Carmeli Maria Escher que me incentivaram a prosseguir nos estudos.

A todos os amigos que me apoiaram nesta caminhada e estiveram sempre presentes, em especial Jackes Walter e minha colega e grande amiga Maiara Storck. Como eu sempre afirmei, no final tudo vai dar certo.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para  
recomeçar com mais inteligência”.

(Henry Ford)

## RESUMO

O presente estudo aborda a base principal para a padronização de processos, que é a cronoanálise, sendo esta suportada por ferramentas específicas. Processo este que é importante em um mercado altamente competitivo, sendo fundamental a otimização das atividades para o aumento da produtividade. O presente trabalho ocorre sobre uma célula de soldagem, onde o problema encontrado é a falta de dados para estruturação de métodos padrões para realizar uma boa gestão da produção. Neste contexto, o trabalho propõe a aplicação da cronoanálise com o objetivo de entender o cenário atual e com isso atender ao objetivo principal que após aplicar métodos específicos, definir o tempo padrão. Realizar a padronização das atividades, além da criação de documentos para controle da produção e não conformidades. A metodologia para a realização deste trabalho foi de estudo de caso, elaborando uma proposta de uma condição ideal de processo que proporcione uma melhoria quando for implementada, com base na análise dos tempos e movimentos realizada na célula de soldagem. Os resultados alcançados foram uma metodologia para a coleta de dados sendo possível alcançar o tempo padrão, bem como a padronização do trabalho com as informações necessárias para que o operador possa realizar as atividades, além de documentos para tratativas de não conformidades em peças. Sendo assim, a empresa tem disponível os recursos para implementar o estudo nas demais células de solda e para implementação de novos produtos.

**Palavras-chave:** Cronoanálise. Padronização. Soldagem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Simbologia para diagrama de fluxo de processo .....	27
Figura 2: Ciclo PDCA .....	30
Figura 3: Delimitação do problema em forma de funil .....	33
Figura 4: Diagrama de <i>ishikawa</i> do atendimento em um restaurante .....	34
Figura 5: Ponteação do conjunto.....	40
Figura 6: Fluxograma do processo de ponteação .....	41
Figura 7: Problemas de qualidade no processo atual .....	42
Figura 8: Problemas ergonômicos no processo atual .....	42
Figura 9: Layout atual.....	43
Figura 10: Folha de cronoanálise.....	45
Figura 11: Gráfico da classificação dos elementos .....	48
Figura 12: Instrução de trabalho.....	53
Figura 13: Registro de não conformidade .....	54
Figura 14: Fase 1 - Identificação da não conformidade .....	55
Figura 15: Fase 2 - Medidas de contenção .....	56
Figura 16: Fase 3 - Investigação das causas.....	56
Figura 17: Fase 4 - Ações corretivas.....	57
Figura 18: Fase 5 - Comprovação de eficácia.....	58
Figura 19: Gestão a vista de acompanhamento de produção .....	59
Figura 20: Gráfico de produção planejada x realizada .....	60
Figura 21: Divisão em pré-conjuntos.....	61
Figura 22: Gráfico comparativo dos tempos.....	63
Figura 23: Proposta de <i>layout</i> .....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Divisão da operação em elementos .....	20
Quadro 2: Tolerância para esforço físico .....	22
Quadro 3: Tolerância para esforço mental .....	22
Quadro 4 - Tolerância para monotonia.....	23
Quadro 5: Tolerância para condições ambientais .....	23
Quadro 6: Estimativas de desempenho para avaliação de ritmo .....	25
Quadro 7: Elementos da operação.....	45
Quadro 8: Números de ciclos a serem cronometrado .....	47
Quadro 9: Classificação das tolerâncias .....	50
Quadro 10: Tempos cronometrados no processo .....	51
Quadro 11: Tempo dos pré-conjuntos.....	62

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 TEMA .....	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.4 HIPÓTESES.....	13
1.5 JUSTIFICATIVA .....	14
1.6 OBJETIVOS .....	15
1.6.1 Objetivo Geral .....	15
1.6.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1 ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA.....	16
2.2 DIVISÃO DO TRABALHO .....	17
2.3 ESTUDO DOS MOVIMENTOS .....	17
2.4 ESTUDO DOS TEMPOS.....	18
2.5 CRONOANÁLISE .....	19
2.5.1 Divisão da operação em elementos .....	19
2.5.2 Número de ciclos a serem cronometrados .....	21
2.5.3 Tolerâncias.....	21
2.5.4 Avaliação do ritmo de operações .....	24
2.5.5 Tempo normal .....	25
2.5.6 Tempo padrão .....	26
2.6 FLUXOGRAMA DE PROCESSO .....	26
2.7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) .....	28
2.8 BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO .....	28
2.9 <i>TACK TIME</i> .....	29
2.10 <i>KAISEN</i> .....	29
2.11 PDCA .....	30
2.12 DMAIC.....	32
2.13 TRABALHO PADRONIZADO.....	32
2.14 CINCO PORQUÊS.....	33
2.15 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - <i>ISHIKAWA</i> .....	34
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	36
3.2 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS.....	36
3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	38
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1 CENÁRIO ATUAL DA EMPRESA.....	39
4.1.1 Processo atual.....	40
4.2 COLETA DE DADOS.....	44
4.2.1 Classificação dos elementos da operação.....	45
4.2.2 Folha de cronoanálise.....	45
4.2.3 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados.....	47
4.2.4 Coleta de dados do processo.....	48
4.2.5 Concessão das tolerâncias.....	49
4.2.6 Avaliação do ritmo do operador.....	51
4.2.7 Tempo normal.....	51
4.2.8 Tempo padrão.....	52
4.3 PROPOSTAS DE MELHORIA.....	52
4.3.1 Padronização de trabalho.....	52
4.3.2 Relatório de não conformidade.....	54
4.3.3 Quadro de acompanhamento da produção.....	59
4.3.4 Proposta de mudança do processo.....	61
4.3.5 Proposta de mudança de <i>layout</i> .....	63
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A – COLETA DE DADOS.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE B – INSTRUÇÃO DE TRABALHO.....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE C – CUSTO DA NÃO QUALIDADE.....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com um mercado consumidor competitivo é fundamental fabricar os produtos no menor tempo possível e com o menor custo, preservando a qualidade que o cliente exige. Para isso se faz necessário uma otimização e padronização dos processos, eliminando os trabalhos que não agregam valor ao produto e que o cliente não está disposto a pagar.

A proposta de implementação de um método de coleta de dados na empresa em estudo surgiu devido a necessidade de obtenção de um tempo padrão confiável para realizar o planejamento da produção, garantir a pontualidade de entrega e ter maior assertividade na elaboração do custo do produto, além da melhoria no processo para maior qualidade.

Através de uma análise do processo de manufatura utilizando um modelo de coleta de dados baseado na cronoanálise será possível criar um método padronizado com base em documentos para as ações dos operadores na célula de soldagem visando alcançar melhores resultados de qualidade e gestão da produção. Através da identificação dos pontos críticos será possível propor melhorias no processo visando um ganho de produtividade.

Com a padronização do processo de manufatura e dos procedimentos na célula de soldagem a empresa terá disponível dados mais precisos e reais para o gerenciamento da produção e um processo mais estável. Com isso o operador terá mais informações disponíveis ao seu alcance para o desenvolvimento das atividades, bem como realizar as tratativas de não conformidades para melhoria na qualidade dos produtos.

Nesse contexto o projeto tem o objetivo realizar a coleta de dados em uma célula de soldagem com base na cronoanálise, alcançando o tempo padrão do processo e tornando visível as atividades que agregam valor ao produto. Da mesma forma ter uma maior precisão na elaboração do custo do processo ao produto, padronizando a melhor maneira de desenvolver a atividade.

## 1.1 TEMA

Este projeto tem como princípio realizar um estudo de tempos e movimentos em um processo de manufatura utilizando conceitos de otimização e padronização dos processos.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Delimita-se na proposta de um modelo de coleta de dados dos tempos e movimentos no processo de ponteação em uma célula de soldagem, utilizando como base a cronoanálise para determinação do tempo padrão do processo, atribuindo as tolerâncias necessárias.

O trabalho também propõe a padronização das atividades e a aplicação de ferramentas da qualidade gerando um plano de ação para investigação de não conformidades, bem como aplicação de ferramentas para controle e gestão da produção.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Uma boa gestão da produção necessita do tempo padrão de processo, bem como a padronização das atividades e qualidade do produto. O problema encontrado na empresa em estudo é a falta de dados para estruturação dos métodos necessários para realizar uma gestão da produção. Tendo em vista que o tempo padrão do processo é de total importância para uma boa gestão da produção, melhoria dos processos e percepção de resultados.

Portanto, a questão norteadora deste projeto é:

A cronoanálise do processo, ajustes na manufatura e a implementação de métodos padrões, seria a maneira mais efetiva de se implementar uma gestão robusta no processo e com isso poder gerenciar melhor os resultados planejados?

## 1.4 HIPÓTESES

O presente estudo tem como hipóteses:

- realizar a cronoanálise das atividades e obter o tempo padrão do processo, criando uma base para padronização das operações e dando suporte para a boa gestão da produção;

- efetuar melhorias no processo, diminuindo o tempo padrão e aumentando a produtividade.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Justifica-se este trabalho pela relevância em relação a procedimentação e determinação de como devem ocorrer os processos de manufatura especificamente no setor de solda. Para que a gestão da produção possa ser cada vez mais eficiente é fundamental ter dados sólidos para uma maior assertividade no gerenciamento da empresa e na tomada de decisões.

Considerando que atualmente a empresa trabalha sem um tempo padrão definido para cada processo e não há uma instrução de trabalho com a padronização das atividades, o desenvolvimento desta pesquisa almeja a elaboração de uma proposta de modelo para procedimentação e coleta de dados utilizando como base a cronoanálise.

Posteriormente a elaboração deste projeto a empresa terá disponível uma metodologia de coleta de dados e uma folha de cronoanálise padrão definida, o que poderá ser estendida para as demais células de solda. Além disso poderá ser aplicado para todas as peças, conjuntos soldados e montados, os procedimentos em instruções de trabalho, permitindo um processo mais estável e facilitando a rotatividade entre os funcionários sem a retenção do conhecimento sobre o processo no operador.

Ter a oportunidade de colocar em prática na indústria algumas técnicas e ferramentas estudadas no decorrer do curso é de grande importância para alavancar o crescimento profissional, tendo em vista que o projeto irá trazer benefícios para empresa e destacar a importância da padronização de processos e análise dos tempos para uma boa gestão da produção.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é propor um sistema padrão para o controle da manufatura com base em método específico, documentos, fichas técnicas. Proporcionar maior organização e otimização para alcançar melhores resultados, utilizando como base a cronoanálise.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

Foram definidos como objetivos específicos:

- a) Determinar uma célula de maior prioridade para estudo;
- b) Realizar uma descrição do processo no setor definido;
- c) Aplicar o método de cronoanálise na célula para coleta de dados;
- d) Identificar pontos críticos no processo e propor melhorias;
- e) Proposição de documentos padrões para gestão do processo;
- f) Proposição de tratativas para não conformidades.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA

De acordo com Chiavenato (2001) foi o engenheiro Frederick W. Taylor que deu início na escola da administração científica no começo do século XX com a preocupação de eliminar os desperdícios ganhando maiores níveis de produtividade com a aplicação de métodos e técnicas de engenharia industrial nas tarefas diárias do operador, através de uma qualificação da mão de obra e um posto de trabalho com condições adequadas, provocando assim uma revolução no mundo industrial de sua época deixando de lado a improvisação e atuando com planejamento.

Sugai (2003) reforça o conceito argumentando por Taylor de que na administração científica a improvisação deveria ceder lugar ao planejamento e o empirismo à ciência. Com esse pensamento Taylor teve um papel de destaque por ter sido pioneiro na realização de um trabalho extremamente metódico.

Chiavenato (2001) também afirma que para Taylor as bases de aplicação da administração científica são:

- Estudo de tempo e definição de padrões de produção.
- Supervisão funcional.
- Padronização de ferramentas e instrumentos.
- Planejamento das tarefas e dos cargos.
- Princípio da execução.
- Utilização da régua de cálculo e de instrumentos para economizar tempo.
- Fichas de instruções de serviço.
- Prêmios de produção pela execução eficiente das tarefas.
- Definição da rotina de trabalho.

A Administração Científica tem vários pontos de estudos, alguns deles estão citados abaixo como a divisão do trabalho, o estudo do tempo e o estudo dos movimentos.

## 2.2 DIVISÃO DO TRABALHO

Slack, Jones e Johnston (2018) afirmam que toda operação precisa ter um equilíbrio entre usar especialistas e generalistas e ressaltam a importância da divisão do trabalho:

- Promove maior rapidez na aprendizagem pois é mais fácil aprender como fazer uma tarefa simples e relativamente curta do que uma tarefa longa e complexa.
- A automação fica mais fácil, podendo dividir uma tarefa grande em pequenas partes, substituindo pessoas por tecnologia é consideravelmente mais fácil em tarefas curtas e simples do que para as longas e complexas.
- Redução do trabalho não produtivo. Em tarefas grandes e complexas, a proporção de tempo gasto em apanhar ferramentas e materiais, colocá-los de volta em seus lugares e, geralmente, encontrá-los, posicioná-los e procurá-los, pode ser de fato muito alta.

De acordo com Chiavenato (2001), a divisão do trabalho permite com que cada operário se torne especializado na execução de uma única tarefa ou de tarefas simples e elementares. 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 ideia predominante era a de que a eficiência aumenta com a especialização: quanto mais especializado for um operário, tanto maior será sua eficiência.

Slack, Jones e Johnston (2018) ressaltam também que as divisões do trabalho ocasionam desvantagens como a monotonia, lesão física, baixa flexibilidade e baixa robustez.

## 2.3 ESTUDO DOS MOVIMENTOS

Para Sugai (2003) o estudo dos movimentos é a determinação do método mais adequado para realização de uma atividade, após uma análise dos movimentos efetuados durante uma operação. Os movimentos que elevam o tempo devem ser eliminados ou diminuídos.

Barnes (1977) determina que o estudo dos movimentos é composto pelas duas partes principais:

- estudo de movimentos ou projeto de trabalho, onde é almejado alcançar o melhor método para realização de uma tarefa;
- estudo de tempos ou medida do trabalho, onde é necessário determinar o tempo-padrão que é necessário para realizar uma tarefa.

Peinado e Graeml (2007) ressaltam que para o estudo de movimentos é preciso submeter a uma análise detalhada para eliminar as atividades desnecessárias à operação, para que assim ela possa ser executada com o melhor e mais eficiente método.

## 2.4 ESTUDO DOS TEMPOS

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) o estudo do tempo é uma técnica de medida de trabalho para registrar o ritmo de trabalho para determinada tarefa, realizada sobre uma condição específica de trabalho, obtendo assim um tempo necessário para o desenvolvimento da atividade com um nível de desempenho definido.

Barnes (1977) afirma que o estudo dos tempos é sistemático e com os seguintes objetivos:

- desenvolver um sistema e o método com o menor custo;
- padronizar esse sistema;
- determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada trabalhando em um ritmo normal;
- orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Sugai (2003) apud Meyers (1999) afirma que a primeira pessoa a utilizar o cronômetro e estudar os tempos foi Taylor, fazendo a decomposição dos tempos possibilitando eliminar e simplificar os movimentos inúteis e também economizar os esforços fundindo os movimentos úteis.

## 2.5 CRONOANÁLISE

Segundo Peinado e Graeml (2007) a cronoanálise de tarefas é muito utilizada nas empresas brasileiras com o intuito de medir e avaliar o desempenho do trabalho dos operadores. Esse estudo de tempos busca determinar e mensurar através do uso de um cronômetro o tempo padrão para realização das atividades dentro de uma organização. Além de encontrar a melhor forma de trabalho a cronoanálise busca também um padrão que sirva de referência para o processo determinando a capacidade produtiva, elaboração dos programas de produção, elaboração de custos de mão-de-obra e balanceamento de produção.

Barnes (1977) define sete passos para a realização da Cronoanálise:

- Obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo;
- Dividir a operação em elementos;
- Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
- Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;
- Avaliar o ritmo do operador;
- Determinar as tolerâncias;
- Determinar o tempo padrão para a operação.

### 2.5.1 Divisão da operação em elementos

Segundo Peinado e Graeml (2007) para que o método de trabalho tenha uma medição precisa a operação que se deseja encontrar o tempo padrão deve ser dividida em partes, tomando o cuidado para que não seja exageradamente em muitas partes ou então demasiadamente em poucas. Para isso algumas regras podem ser seguidas: separar o trabalho em partes que sejam curtas mas que possam ser medidas com precisão utilizando cronômetro, separar as atividades que envolvem exclusivamente o operador ou a máquina e definir o atrasado que o equipamento e o operador ocasionam separadamente.

Barnes (1977) aponta algumas razões para a divisão de operações em elementos curtos com cronometragem individual:

- Através da subdivisão em um número definido de elementos mensuráveis é possível descrever a operação separadamente, estes elementos podem ser

definidos para um método padronizado da operação. Geralmente os primeiros elementos a serem especificados são os que ocorrem com regularidade e posteriormente os que são parte integrante da tarefa;

- A divisão permite criar tempos padrões para cada um dos elementos;
- A análise de um elemento separado pode mostrar variações que não são percebidas com facilidade quando analisadas de modo geral;
- Durante o ciclo ocorre uma variação no ritmo de trabalho do operador, a divisão em elementos permite uma avaliação dos ritmos de forma separada.

O Quadro 1 demonstra a divisão da operação em elementos para a cronometragem.

Quadro 1: Divisão da operação em elementos

Operação:	Abrir furo de 1/4"		
	Elementos	1	2
1. Levantar peça e colocá-la no gabarito	12	11	12
2. Apertar parafuso de fixação	13	12	12
3. Aproximar manualmente a broca	5	4	4
4. Abrir furo de 1/4"	57	54	56
5. Retirar a broca do furo	4	3	3
6. Retirar parafuso de fixação	6	6	7
7. Retirar peça do gabarito	8	9	8
8. Limpar cavacos com ar comprimido	13	10	12
9.			
10. (1)	12	11	13
11. (2)	12	14	12
12. (3)	4	4	4
13. (4)	54	53	55
14. (5)	3	3	3
15. (6)	6	6	6
16. (7)	8	8	9
17. (8)	14	12	10

**Fonte:** Adaptado de Barnes, 1977, pg. 278.

Podemos verificar que após o primeiro ciclo de registro de tempos os elementos divididos passam a se tornar padronizados para o novo ciclo de coleta de dados.

### 2.5.2 Número de ciclos a serem cronometrados

De acordo com Silva e Coimbra (1980) a quantidade de ciclos que devem ser cronometrados varia de acordo com o grau de precisão que o estudo deseja, bem como a duração e repetitividade da operação. Quando a tarefa não é repetitiva os valores de tempos cronometrados terão uma garantia representativa, caso a operação seja repetitiva e com curta duração uma maior precisão será requerida.

Barnes (1977) reforça que são diversos os fatores que interferem na variação do tempo cronometrado entre um ciclo e outro, como o posicionamento das peças e ferramentas que o operador utiliza, variação na leitura do cronômetro e diferenças no ponto de término. Devido a essas variações o estudo dos tempos é um processo de amostragem, então quanto maior o número de ciclos mais assertivos serão os resultados.

### 2.5.3 Tolerâncias

De acordo com Barnes (1977) para encontrar o tempo padrão do processo devemos acrescentar ao tempo normal todas as tolerâncias necessárias, aplicado elas separadamente para que os resultados obtidos sejam mais satisfatórios, pois a tolerância não faz parte do fator de ritmo.

Sendo assim ele divide em três grupo: tolerância pessoal, para a fadiga e para espera. A tolerância pessoal é o tempo reservado para que o operador faça suas necessidades especiais, sendo ela a mais importante de todas, deve ser reservado para a tolerância pessoal entre 2 a 5% da jornada de trabalho. A tolerância para fadiga é decorrente dos esforços que consomem energia do operador, podendo ser esforços físicos, mentais e das condições do ambiente de trabalho. As tolerâncias para espera são decorrentes de quebras de máquinas, pelo operador de forma inevitável ou por alguma força externa.

Silva e Coimbra (1980) afirmam que existem vários fatores que interferem na fadiga do operador, sendo eles: esforço físico e mental, monotonia e condições ambientais. O esforço físico é definido pelo desgaste fisiológico causado pela atividade, para determinar essa tolerância utiliza-se o Quadro 2.

Quadro 2: Tolerância para esforço físico

<b>Tolerância para esforço físico</b>		
Classificação	Descrição	Tolerância concedida (%)
Muito Leve	Trabalho sentado, serviço manual, operar pesos reduzidos, movimentos de braços e de mãos.	1,8
Leve	Trabalho sentado, serviço manual, pequena movimentação do corpo, pequeno esforço com membros superiores ou inferiores.	3,6
Médio	Trabalho em pé, pequena movimentação, operar pesos médios.	5,4
Pesado	Trabalho em pé, pode haver movimentação em torno do local, carregar, puxar ou sustentar pesos.	7,2
Muito Pesado	Operar de modo praticamente contínuo pesos grandes, movimentar-se por longas distâncias transportando pesos (até 20 kg).	9

**Fonte:** Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

Para Silva e Coimbra (1980) a classificação deve ser realizada utilizando os critérios definidos na coluna descrição, atribuindo a devida tolerância. O esforço mental ocorre quando o trabalhador requer atenção concentrada na atividade que está desempenhando, para determinar essa tolerância utiliza-se o Quadro 3.

Quadro 3: Tolerância para esforço mental

<b>TOLERÂNCIA PARA ESFORÇO MENTAL</b>			
Classificação	Representação	Descrição	Tolerância concedida (%)
Leve	L	Serviço repetitivo e invariável, pequena responsabilidade de segurança e qualidade, trabalho que não requer decisões.	0,6
Médio	M	Responsabilidade de segurança e qualidade, requer pequenas decisões e/ou o uso de instrumentos.	1,8
Pesado	P	Grande responsabilidade em segurança e qualidade, responsabilidade pelo trabalho de outros, grande necessidade de decisões.	3

**Fonte:** Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

Silva e Coimbra (1980) definem que as tolerâncias sobre esforço mental são referentes as decisões e responsabilidades que o operador precisa tomar durante sua jornada de trabalho. A monotonia é decorrente dos esforços repetitivos, onde é utilizado o feixe muscular em movimentos similares e constantes, para determinar essa tolerância utiliza-se o Quadro 4.

Quadro 4 - Tolerância para monotonia

Tolerância para monotonia		
Duração do ciclo		Tolerância concedida (%)
De (m)	Até (m)	
0	0,05	7,8
0,06	0,25	5,4
0,26	0,5	3,6
0,51	1	2,1
1,01	2	1,0
2,01	3	0,5
3,01	4	0,2

**Fonte:** Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

Silva e Coimbra (1980) determinam que deve ser desconsiderado a tolerância para monotonia em ciclos que possuem duração superior a 4 segundos. O desgaste do operador devido às condições ambientais é decorrente da temperatura, ruído, umidade, entre outros. O Quadro 5 apresenta as tolerâncias que devem ser consideradas.

Quadro 5: Tolerância para condições ambientais

TOLERÂNCIA PARA CONDIÇÕES AMBIENTAIS									
TÉRMICAS				ATMOSFÉRICAS			OUTRAS INFLUÊNCIAS		
Tipo	Temperatura		%	Tipo	Descrição	%	Tipo	Descrição	%
	De	à							
Gelada	0° C	7° C	3,6	Boas	Local bem ventilado ou ar fresco.	0	Ruído	Nível Baixo.	0
Baixa	8° C	15° C	1,8					Excessivo, obrigando o uso de protetor auricular.	1,8
Normal	16° C	26° C	0	Razoáveis	Local mal ventilado; Presença de mau cheiro ou fumaça não tóxica.	2,4	Umidade	Ambiente seco e agradável.	0
Alta	27° C	34° C	1,8	Más	Alta concentração de pó; Presença de fumaça ou pó tóxicos; Uso obrigatório de máscara facial.	5,6		Excessiva	Até 26° = 1,8 Até 40° 3,6
Excessiva	35° C	40° C	3,6				Vibração	Vibração do solo ou máquina.	1,8

**Fonte:** Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

#### 2.5.4 Avaliação do ritmo de operações

Para Peinado e Graeml (2017) o ritmo do operador pode estar acima do normal por alguns fatores como início de expediente, advertência do supervisor, prêmios de produtividade ou por estar sendo observado pelo cronoanalista, assim o tempo deve ser ajustado para cima. Também pode estar trabalhando abaixo do normal por se tratar de uma sexta-feira ou se sentir intimidado com o analista, assim o tempo deve ser ajustado para baixo.

De acordo com Barnes (1977, p. 298):

Avaliação de ritmo é o processo durante o qual o analista de estudo de tempos compara o ritmo do operador em observação ao seu próprio conceito de ritmo normal. Posteriormente, este fator de ritmo será aplicado ao tempo selecionado a fim de obter-se o tempo normal para esta tarefa (BARNES, 1977, p. 298).

Barnes (1977) define alguns sistemas para avaliação do ritmo, sendo eles:

- Avaliação do ritmo através de habilidade ou esforço: esta avaliação foi baseada nos estudos de tempos onde os padrões avaliativos eram expressos em pontos ou “B”, sendo avaliado a habilidade e o esforço do operador através de uma tabela de tolerância de fadigas. Para o operador estar trabalhando em ritmo normal ele deveria atingir 60 pontos.
- Sistema *Westinghouse* para avaliação do ritmo: este sistema leva em consideração os fatores habilidade, esforço, condições e consistência para ter a estimativa da eficiência do operador. Para realizar o cálculo deve-se utilizar como base o Quadro 6.
- Avaliação sintética do ritmo: neste método é realizado uma avaliação da velocidade do operador comparando a uma tabela de tempos sintéticos.
- Avaliação objetiva do ritmo: para esta avaliação é desprezado a dificuldade da tarefa, levando em consideração somente a velocidade do movimento e o grau de atividade. O observador avalia a velocidade do operador comparando com uma velocidade padrão única.
- Desempenho do ritmo: a avaliação do ritmo do operador é realizado um julgamento do ritmo e velocidade dos movimentos do operador comparando a um ritmo considerado normal, esse pode ser expresso em porcentagem.

Quadro 6: Estimativas de desempenho para avaliação de ritmo

Habilidade			Esforço		
+ 0,15	A	Super-hábil	+ 0,13	A	Excessivo
+ 0,11	B	Excelente	+ 0,10	B	Excelente
+ 0,06	C	Bom	+ 0,05	C	Bom
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
- 0,10	E	Regular	- 0,08	E	Regular
- 0,22	F	Fraco	- 0,17	F	Fraco
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
0,00	D	Média	0,00	D	Média
- 0,03	E	Regular	- 0,02	E	Regular
- 0,07	F	Fraca	- 0,04	F	Fraca

**Fonte:** Adaptado de Barnes, 1977, pg. 298.

Barnes (1977) afirma que a análise de desempenho para avaliação de ritmo utilizando o Quadro 6 deve ser realizada ao acompanhar o processo, verificando o desempenho do operador ao exercer suas atividades e atribuindo a nota para cada item.

### 2.5.5 Tempo normal

Peinado e Graeml (2017) afirmam que para determinar o tempo normal devemos levar em consideração o tempo cronometrado e a ritmo do operador, onde o cronoanalista compara o ritmo de trabalho do operador com seu conceito de ritmo normal.

Para Silva e Coimbra (1980) após realizar a coleta de dados e o registro das informações, dividindo as operações em elementos e definindo o ritmo do operador deve-se determinar o tempo normal através da fórmula  $TN = X \times FR$ , para obtenção do tempo normal (TN), onde a média (X) dos tempos cronometrados é multiplicado pelo fator de ritmo (FR).

### 2.5.6 Tempo padrão

Segundo Cruz (2008) o tempo padrão permite que seja analisado a capacidade produtiva de um processo levando em consideração os fatores que estão presentes na rotina de trabalho que interferem no tempo de fabricação. A utilização do tempo padrão está inserida nos princípios da administração científica, que visa o aumento da produtividade através da racionalização do trabalho.

Peinado e Graeml (2017) afirmam que após calcular o tempo normal que é o tempo cronometrado ajustado a uma velocidade normal deve-se também levar em consideração as condições em que o operador está desempenhando a atividade, o que é concedido através das tolerâncias.

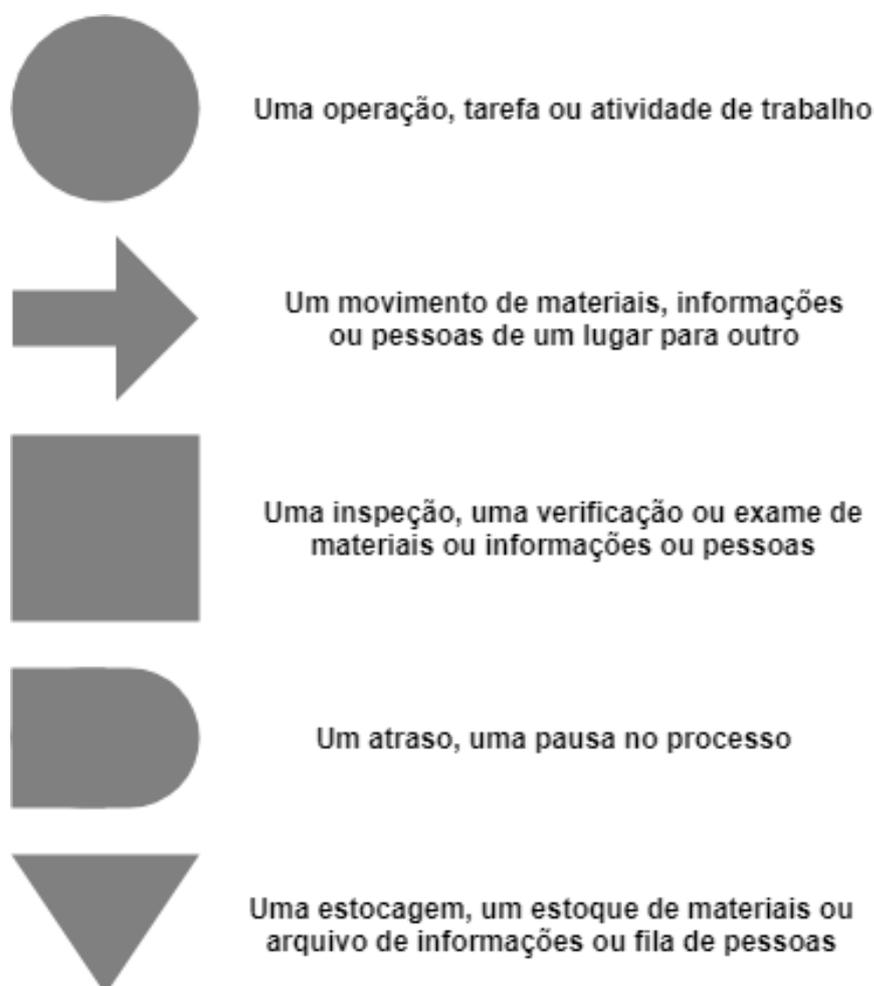
Silva e Coimbra (1980) determinam que o tempo padrão de uma operação é quando uma atividade é realizada por um operador qualificado, possuindo uma habilidade média, em determinadas condições, trabalhando com esforço médio durante sua jornada de trabalho conforme métodos e processos pré-estabelecidos. Para a obtenção do tempo padrão são adicionadas tolerâncias para a operação ao tempo normalizado.

Barnes (1977) apresenta a seguinte fórmula para determinar o tempo padrão (TP) de um processo:  $TP = TN \times [tol(\%)/100 + 1]$ .

## 2.6 FLUXOGRAMA DE PROCESSO

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) o fluxograma de processo é o diagrama mais utilizado para documentar e ilustrar os processos pois permite um melhor detalhamento e avaliação. Esse diagrama utiliza símbolos para diferenciar os tipos de atividades e assim facilitar a interpretação, alguns símbolos estão representados na Figura 1.

Figura 1: Simbologia para diagrama de fluxo de processo



**Fonte:** Adaptado de Slack et al., 1997, pg. 160.

Com a utilização da simbologia facilita a interpretação do fluxo do processo. Carreira (2009) também propõe que para realizar um fluxograma de processo deve-se entrevistar o funcionário que efetua as tarefas realizando um questionamento sobre os detalhes que são importantes no processo, realizando uma leitura do início ao fim e obedecendo a sequência dos procedimentos executados. Para simplificar a anotação das informações é utilizado uma representação gráfica que deve seguir a simbologia.

Barnes (1977) complementa que através do mapeamento do processo utilizando a representação gráfica de fluxograma certamente algumas melhorias serão evidenciadas, como operações e esperas que podem ser eliminadas e alterações no trajeto das informações, para que o custo do produto seja reduzido e a qualidade aumentada.

## 2.7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

Para Contador *et. al.* (1998) o planejamento e controle da programação é um sistema complexo que tem como objetivo comandar e coordenar os processos produtivos entre si e os demais setores da empresa, do fornecedor até os clientes, onde ressalta que é definido por quatro características fundamentais:

- Por ser um sistema, toda teoria dos sistemas é aplicável;
- É um conjunto de funções inter-relacionadas;
- Comanda todas as tarefas de produção e de apoio, como aquisição de materiais, ferramentas e equipamentos, preparação de máquinas, manutenção e ferramentaria;
- Coordena todas as informações que são centralizadas, processadas e distribuídas aos setores envolvidos.

Peinado e Graeml (2017) ressaltam que a fase de planejamento das quantidades a serem fabricadas realiza-se e o controle através de um acompanhamento das etapas de produção, fazendo uma gestão eficiente dos recursos a serem transformados e dos recursos transformadores, que são máquinas e mão-de-obra, são atividades realizadas pelos profissionais do planejamento e controle da produção.

Lobo e Silva (2014) complementam que não existe um planejamento da produção universalmente aplicado, pois varia de acordo com as estratégias das organizações e assim sendo diferente de uma empresa para outra. A emissão, programação e movimentação das ordens de produção, bem como gestão de estoques e acompanhamento da produção são funções de extrema importância para as empresas e que devem ser realizadas pelo planejamento e controle da produção.

## 2.8 BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

De acordo com Peinado e Graeml (2017) uma linha de produção pode variar na sua extensão dependendo da complexidade do processo, da mesma forma a quantidade de funcionários envolvidos. A sequência de atividades dentro do processo é definida pelo produto, sendo assim o balanceamento da linha deve ser realizado de maneira que as atividades sejam desenvolvidas pelos funcionários

dentro da linha na mesma medida de tempo, reduzindo a ociosidade do funcionário e da máquina.

Ainda Peinado e Graeml (2017) afirmam que para que o balanceamento seja realizado de uma maneira assertiva é importante ter cuidado no momento de dividir as atividades, para que tenha um fluxo de trabalho suave e contínuo.

## 2.9 TACK TIME

Rother e Shook (2003) afirmam que o *tack time* sincroniza o tempo de produção para acompanhar as vendas, esse tempo é a frequência que é necessária para produção da peça ou conjunto. Para calcular o *tack time* deve-se dividir o tempo disponível de trabalho pelo volume de demanda dos componentes, em uma produção puxada esse tempo é utilizado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo de vendas. Para produzir de acordo com o *tack time* é necessário ter alguns cuidados com paradas de máquinas não planejadas e fornecer uma resposta rápida para possíveis problemas.

Dennis (2008) complementa que o *tack time* não varia significativamente quando os processos são padronizados, porém quando a atividade é realizada com tempo maior que o *tack time* a operação é considerada um gargalo sendo necessário adicionar tempo para que acompanhe a programação da produção.

Para Liker e Meier (2007) o *tack time* é a frequência com que devemos produzir um produto, caso o tempo *tack* do ciclo é de um minuto significa que devemos ver a cada minuto um produto sendo acabado e se esse tempo estiver sendo excedido é necessário realizar um *kaizen* para eliminar o problema.

## 2.10 KAISEN

Segundo Contador *et. al.* (1998) *Kaisen* é uma busca sistemática de inovações incrementais, onde se busca realizar o processo de outra maneira através de pequenas alterações no posto de trabalho. Essa busca de melhoria reflete na qualidade do produto e no aumento da produtividade, onde existe uma gestão mais participativa entre todos níveis da organização, inclusive do trabalhador do chão de fábrica. O aumento da produtividade se dá através da eliminação da sobrecarga de

trabalho, desperdício de tempo e materiais, falta de regularidade nas operações e nas atividades.

Costa Junior (2008) reforça que *kaisen* é um processo de aprimoramento contínuo onde todos os colaboradores participam com o intuito de melhorar os problemas encontrados dentro da empresa, identificando pontos de melhorias em processos produtivos, métodos, produtos e procedimentos. Os princípios do *Kaisen* são: aprimoramento contínuo, aceitar que os problemas existem e resolver estes problemas, trabalhar com grupos de trabalho multifuncionais, desenvolver a autodisciplina e investir na capacitação dos colaboradores.

## 2.11 PDCA

Slack, Chambers e Johnston (2002) afirmam que o ciclo PDCA é uma sequência de atividades para o melhoramento de uma operação, com isso o processo de melhoria se torna contínuo. O ciclo inicia segue os seguintes passos:

- P (planejar), onde é realizado uma análise do estado atual e é feito a coleta de informações para que seja possível uma melhoria no desempenho;
- D (do, que na tradução significa fazer), onde é implementado o plano de ação formulado no processo anterior;
- C (de checar), neste ciclo é realizado uma avaliação da solução implementada;
- A (de agir), onde a mudança é padronizada caso tenha sido bem sucedida e caso contrário as lições aprendidas também são documentadas. Após o final do ciclo se inicia um novo, tornando-se assim uma melhoria contínua.

Costa Junior (2008) representa as 4 etapas do ciclo PDCA conforme Figura 2.

Figura 2: Ciclo PDCA



**Fonte:** Costa Junior, 2008, p. 20.

Ainda Costa Junior (2008) define as atividades que correspondem aos quadrantes representados na Figura 2, onde na etapa de Planejar que consiste em:

- elaborar um plano;
- definir os objetivos;
- determinar as condições e métodos;
- determinar as metas e as diretrizes;
- expressar os objetivos (numéricos);
- definir os responsáveis.

A etapa D, de fazer consiste em:

- executar o plano;
- colocar em práticas as ações;
- criar condições para executar o plano;
- educar e treinar todos participantes.

Na etapa C, de verificar deve-se:

- verificar os resultados;
- acompanhar a evolução das ações;
- corrigir eventuais anomalias;
- comprovar se os resultados foram alcançados;
- validar as ações praticadas.

E por último a etapa A, de agir que consiste em:

- atuar continuamente no processo;

- atuar com novas ações de melhorias;
- aprimorar as ações;
- praticar ações para prevenir a ocorrência de novas falhas;
- estender a ação a outros processos.

## 2.12 DMAIC

O método DMAIC é formado por 5 passos, pode ser aplicado em projetos que envolvem melhorias incrementais nos processos, ou em projetos com mudanças radicais, alcançando melhores resultados. Além disso, pode ser utilizado em processos que estão em desenvolvimento. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2010).

Werkema (2012) resume os 5 passos do método DMAIC:

- D - *Define* (Definir): Definir com precisão o escopo do projeto;
- M - *Measure* (Medir): Determinar a localização ou foco do problema;
- A - *Analyse* (Analisar): Determinar as causas de cada problema prioritário;
- I - *Improve* (Melhorar): Propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário;
- C - *Control* (Controlar): Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo.

## 2.13 TRABALHO PADRONIZADO

Para Dennis (2008) a padronização do trabalho é a chave para a criação de um desempenho consistente, pois para que a melhoria contínua tenha uma progressão o processo precisa estar estável. A padronização é o estabelecimento dos métodos que são eficazes e a forma que eles devem ser conduzidos de forma a orientar as pessoas.

Ainda segundo Dennis (2008) o passo inicial para padronizar um processo é desenvolver algumas melhorias, os passos desse processo são:

- Registrar as etapas do processo;
- Realizar um diagrama do deslocamento do trabalho;
- Identificar as perdas;

- Determinar melhorias;
- Incorporar a utilização e o fluxo do material;
- Documentar o método aperfeiçoado.

Para Liker e Meier (2007) o objetivo da padronização do trabalho é servir como base para as melhorias, pois não existe somente uma maneira de realizar uma tarefa. O trabalho padronizado também auxilia na estabilidade do processo através de uma repetição das atividades, além disso a experiência não ficar retida ao funcionário e quando ele sair o conhecimento fica na empresa, essa documentação servirá como ferramenta para treinamento de novos funcionários

Liker e Meier (2007) complementam que para ser possível trabalhar dentro de um padrão o processo deve atender alguns pré-requisitos:

- As peças recebidas não podem ter problemas de qualidade;
- Os gabaritos e ferramentas não podem apresentar problemas;
- Não pode ocorrer faltas de peças;
- O trabalho precisa ser seguro e ergonômico.

Segundo Barnes (1977) após a identificação do melhor método para execução da atividade é fundamental registrar, para que o método seja padronizado e se mantenha assegurado durante o passar do tempo. Um documento de instrução de trabalho pode conter as informações referentes ao processo no cabeçalho, seguido da descrição dos elementos do trabalho com imagens representativas e ao final apresentar os meios de controles.

## 2.14 CINCO PORQUÊS

Para Seleme e Stadler (2013) a técnica dos cinco porquês é uma ferramenta de análise de causa de um problema, onde propõe que seja respondido cinco vezes a pergunta “porquê?” para encontrar a verdadeira causa raiz. Algumas vezes não é necessário realizar cinco vezes, pois o problema pode ser mais superficial sendo detectado antes.

Liker e Meier (2007) complementa que devemos ir a fundo até que a causa raiz seja descoberta, comparando a um funil conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Delimitação do problema em forma de funil



**Fonte:** Liker e Meier, 2007, p. 319.

Ao afunilar o problema com a utilização da ferramenta dos cinco porquês a quantidade de causas vão reduzindo, encontrando assim a verdadeira causa raiz do problema.

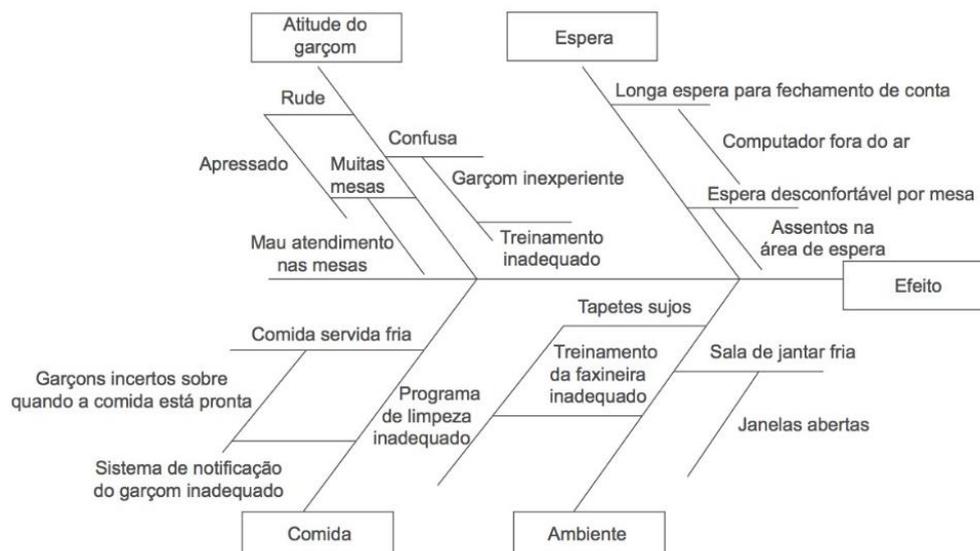
## 2.15 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - *ISHIKAWA*

De acordo com Seleme e Stadler (2013) o *ishikawa* também é conhecido por diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe, que é uma ferramenta utilizada para identificar as possíveis causas de um problema através da análise dos 6 Ms que caracterizam as ações que produzem os efeitos do problema, sendo eles:

- 1 M (materiais): deve-se analisar as características dos materiais;
- 2 M (máquina): se diz respeito ao funcionamento adequado do equipamento;
- 3 M (método): é referente a forma que as ações são desenvolvidas;
- 4 M (meio ambiente): avalia a situação da infraestrutura;
- 5 M (mão de obra): avalia a qualificação da mão de obra envolvida;
- 6 M (medida): caracteriza os métodos de medição.

Segundo Lobo, Limeira e Marques (2015) para a confecção do *ishikawa* é importante pensar em todas as variáveis envolvidas no processo, pois é através da identificação das causas que conseguimos resolver os problemas. A Figura 4 representa um diagrama de *ishikawa* da variação de atendimento em um restaurante.

Figura 4: Diagrama de *ishikawa* do atendimento em um restaurante



**Fonte:** Lobo et. al., 2015, p. 130.

Com a utilização do diagrama de *ishikawa* no exemplo da Figura 4 foi possível verificar as variadas possíveis causas do problema de variação no atendimento em um restaurante, utilizando apenas 4 Ms que se aplicaram a análise.

Lobo, Limeira e Marques (2015) ressalta também que os fatores críticos de sucesso do uso do diagrama são:

- propiciar a participação de todos envolvidos;
- não criticar nenhuma ideia;
- observar a visibilidade visando favorecer a participação;
- agrupar as causas conjuntamente;
- não sobrecarregar demais o diagrama;
- construir um diagrama separado para cada problema;
- imaginar as causas mais favoráveis;
- entender claramente cada causa.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

A fim de buscar conhecimento e coletar dados do processo foram realizadas visitas na célula de solda que foi selecionada juntamente com o gerente de produção da empresa, onde é realizada a soldagem do conjunto chamado de corpo da plataforma basculante que possui grande volume de vendas. Além disso foi necessário realizar algumas entrevistas com o operador do processo e com o coordenador da linha de solda, com o intuito de entender a forma de trabalho.

De acordo com Gil (2002) o tipo de delineamento adotado é o estudo de caso, que pode ser definido como um tipo de pesquisa que se aprofunda em um ou poucos casos, permitindo um amplo e detalhado conhecimento.

Com o estudo realizado para verificação das características da empresa e com base na revisão da literatura foi definido o método de cronoanálise para coleta dos tempos e determinação do tempo padrão, para que assim o processo seja padronizado.

### 3.2 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

Através da pesquisa bibliográfica foi determinado um modelo de cronoanálise seguindo os passos mencionados por Barnes (1977): obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo, dividir a operação em elementos, observar e registrar o tempo gasto pelo operador, determinar o número de ciclos a serem cronometrados, avaliar o ritmo do operador, determinar as tolerâncias, determinar o tempo padrão para a operação.

Para realizar a classificação dos elementos da operação foi tomado como base os seguintes critérios:

- Preparação: antes de iniciar o trabalho os operadores usam os equipamentos de proteção individual e também efetuam a regulagem do equipamento, bem como limpeza da mesa de trabalho e do bocal da tocha de soldagem;
- Separação de peças: o estoque das peças é realizado na própria célula de solda, a cada peça que é necessário inserir ao conjunto o colaborador

desloca-se às caixas que estão dispostas ao redor da mesa de trabalho, caso alguma peça esteja em falta é comunicado ao líder para que seja providenciado.

- Posicionar peças: o posicionamento das peças é realizado de forma manual, incorporando ao conjunto que está sendo ponteadado havendo apenas um dispositivo para posicionamento de peças que possuem tolerâncias de posicionamento mais críticas. Devido à ausência de uma instrução de trabalho o conhecimento da sequência de montagem do produto fica restrito aos operadores que pertencem à célula de solda, tendo como base um desenho técnico com as dimensões.
- Ponteação: é realizado a união das peças com pontos de solda, caso as peças não se encaixem de forma correta é realizado um retrabalho com uma rotativa com disco de desbaste para facilitar o encaixe das peças.
- Destinação: Ao concluir o processo o operador faz o preenchimento da ordem de produção que é presa ao conjunto ponteadado e realiza a remoção, deixando posicionando em uma área determinada para que seja coletado pelo operador que realiza a soldagem em uma célula ao lado.

Para realizar a coleta de dados na célula de solda e documentar em uma planilha eletrônica as informações coletadas foi elaborado uma folha de cronoanálise padrão, nela contém todas informações necessárias sobre o processo. Juntamente a folha foi determinado uma tabela padrão para o número dos ciclos que devem ser cronometrados.

As tolerâncias aplicadas foram divididas conforme a pesquisa bibliográfica em fator pessoal, esforço físico e mental, fadiga, espera, monotonia e condições ambientais. Através da análise do processo em estudo foram consideradas as tolerâncias para cada fator, onde com os tempos coletados foi possível encontrar o tempo padrão do processo em estudo.

Para que esse processo de retrabalho, sucateamento e avaliação seja realizada precisa ser aplicado um método padronizado de solução de problemas, gerando um plano de ação para criar uma solução a não conformidade evitando que seja esquecida.

### 3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para realização do projeto foram necessários os seguintes recursos:

- a) Notebook;
- b) Material de apoio para pesquisa;
- c) Prancheta;
- d) Cronômetro;
- e) Planilhas;
- f) Equipamentos de registro (lápiz, canetas, borrachas etc.);
- g) Pastas para arquivo;
- h) Impressora;
- i) Câmera fotográfica;
- j) Celular;
- k) Equipamento de proteção individual.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente trabalho foi realizado em uma empresa do ramo metal mecânico de médio porte da região noroeste do Rio Grande do Sul, onde são fabricados implementos agrícolas que buscam atender as necessidades do produtor rural, de forma a aumentar a produtividade na lavoura e facilitar a jornada de trabalho. Atualmente conta com mais de 230 funcionários e um parque fabril com 16 mil metros quadrados. Para manter confidencialidade não será divulgado a razão social da empresa.

Com o grande crescimento da empresa nos últimos anos é fundamental aumentar a produtividade e diminuir o prazo de entrega ao cliente, além de reduzir os custos de produção e assegurar a qualidade. Para tornar possível uma boa gestão da produção é necessário ter registros de tempos e também analisar o processo a fim de verificar possíveis melhorias, trabalhando com processos padronizados e com procedimentos definidos. O setor envolvido para a aplicação da cronoanálise é uma célula de soldagem de um conjunto que pertence ao produto carro chefe da empresa.

### 4.1 CENÁRIO ATUAL DA EMPRESA

Antes de determinar o tempo padrão do processo o sequenciamento de produção e programação da soldagem do item em estudo era realizado através de uma estipulação de tempo médio através do conhecimento empírico dos profissionais envolvidos. A sequência das atividades no processo e os movimentos desnecessários realizados pelo colaborador não eram avaliados.

O conhecimento do processo se restringia ao operador pelo fato de não ter uma instrução de trabalho que relata o procedimento padrão a ser seguido, bem como a ausência de tratativa através de procedimentos para resolução de não conformidades no processo. A gestão da produção era realizada apenas pelo controle de ordens de produção que o operador preenchia, onde o líder muitas vezes não acompanhava a produtividade da célula.

#### 4.1.1 Processo atual

Atualmente dois operadores executam a ponteação do conjunto sem a utilização de dispositivo, realizando o processo de forma centralizada respeitando uma sequência de montagem das peças fazendo o uso de algumas régua que auxiliam no posicionamento das peças. A Figura 5 demonstra o conjunto escolhido para o estudo sendo ponteado sobre uma mesa.

Figura 5: Ponteação do conjunto

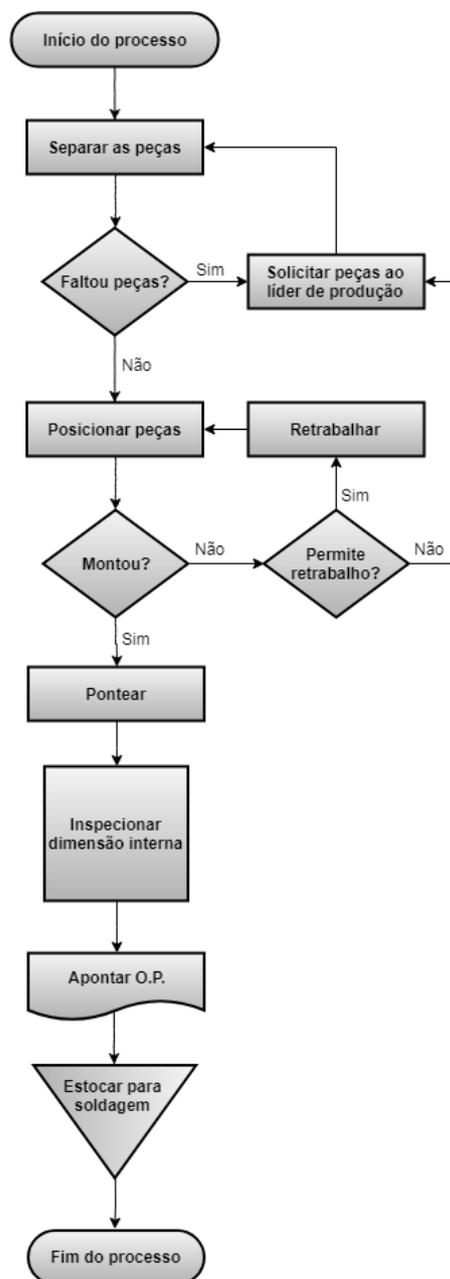


**Fonte:** Autor, 2018.

Um operador é responsável por buscar as peças armazenadas em embalagens metálicas dispostas no entorno da célula e prestar o auxílio no posicionamento, para que seja realizado o processo de ponteamento. Em determinados momentos o operador responsável por buscar as peças encontra-se obsoleto.

Com o objetivo de ter uma visão sistêmica do processo de ponteação do conjunto que é realizado na célula de solda em estudo e também expressar as atividades desenvolvidas foi realizado um fluxograma do processo, representado na Figura 6.

Figura 6: Fluxograma do processo de ponteação



**Fonte:** Autor, 2018.

No fluxograma é possível identificar as atividades que os operadores precisam realizar como separação das peças, posicionamento e ponteação. Para que o produto seja destinado dentro do dimensional é importante inspecionar o dimensional e realizar o apontamento da ordem de produção.

A célula de ponteamento em estudo é responsável por abastecer três células de soldagem, porém é importante ressaltar que os operadores que recebem o conjunto ponteado precisam aguardar alguns minutos até a finalização do processo. Com o processo sendo realizado sem a utilização de dispositivos de solda com grampos de fixação alguns problemas de qualidade são detectados, como por exemplo o aparecimento de frestas entre peças, como pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7: Problemas de qualidade no processo atual



**Fonte:** Autor, 2018.

Além dos problemas de qualidade outro aspecto identificado no acompanhamento do processo foi referente a questões ergonômicas, onde é comum o operador realizar o trabalho agachado devido à mesa de trabalho ser baixa, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8: Problemas ergonômicos no processo atual

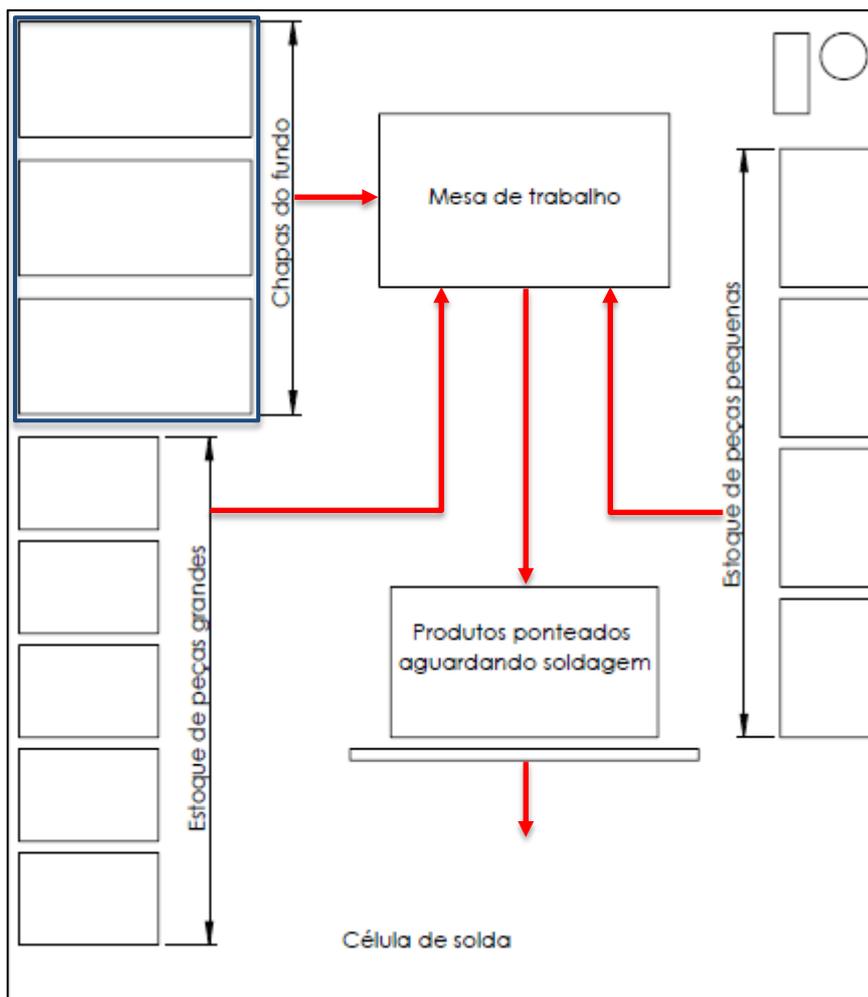


**Fonte:** Autor, 2018.

Ao concluir o processo de ponteação o conjunto é posicionado no local de coleta para os soldadores realizarem o processo seguinte. O espaço físico da célula de soldagem em estudo é amplo, permitindo armazenamento das peças dentro do próprio setor, o que reduz a movimentação dos operadores dentro da fábrica. Porém a separação das peças para a soldagem é realizada pelos próprios operadores, sendo necessário destinar tempo do processo para buscar as peças nas embalagens, onde em alguns casos chega a 10 metros de distância.

Na Figura 9 podemos visualizar o *layout* atual da célula em estudo, onde as setas destacadas em vermelho representam o fluxo do processo.

Figura 9: Layout atual



**Fonte:** Autor, 2018.

Como é possível visualizar na Figura 9 a célula tem um espaço físico bem amplo para a produção, bem como uma grande área para armazenamento de peças, chama atenção a parte destacada em azul que é destinada para o armazenamento das chapas do fundo em vários locais pelo chão e também o grande espaço inutilizado entre a mesa de trabalho e o local para depósito de conjuntos prontos.

#### 4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados do processo em estudo se inicia com a classificações dos elementos da operação observados durante as visitas no setor, com isso o analista sabe o momento em que devem ser realizadas as tomadas de tempo.

#### 4.2.1 Classificação dos elementos da operação

As atividades classificadas como VA (*Value Added*) são as que agregam valor ao produto, como por exemplo: cortar, dobrar, pontear, soldar, pintar, montar. A sigla SVA (*Semi Value Added*) foi utilizada para definir os elementos que possuem atividades com valor semi-agregado, como por exemplo: posicionar, segurar, prender grampos, colocar pinos posicionadores. Já o NVA (*Non Value Added*) foi atribuído para as atividades que não agregam valor ao produto mas que estão presentes no processo, como por exemplo: transportar, retrabalhar, esperar, caminhar. O Quadro 7 representa os elementos da operação e sua classificação:

Quadro 7: Elementos da operação

Elementos da operação	VA	SVA	NVA
Preparação			x
Buscar peças			x
Posicionar peça		x	
Pontear	x		
Retrabalhar			x
Conferir dimensional		x	
Movimentar item			x

**Fonte:** Autor, 2018.

Os elementos foram classificados por VA, SVA e NVA com o propósito de identificar quais são as operações que agregam valor ao produto e que não agregam, facilitando a interpretação para tomada de decisão e ações de melhoria para eliminação dos desperdícios.

#### 4.2.2 Folha de cronoanálise

Quando o analista se desloca para fábrica para coletar os dados ele deve efetuar a impressão da folha em branco e posteriormente realizar o lançamento dos dados, obtendo o tempo padrão do processo através do cálculo das fórmulas. A Figura 10 demonstra a folha de cronoanálise elaborada.

Figura 10: Folha de cronoanálise

LOGOMARCA		FOLHA DE CRONOANÁLISE							
Setor:		Código:		Analista:					
Linha:		Descrição:		Data:					
Posto:		Máquina:		Hora de Início:					
Operador:		Nº IT:		Hora de Término:					
Nº	Descrição da atividade:	Ações (segundos)				Tempo total	Classificação		
		Movim.	Posicionar	Pontear	Retrabalhar		VA	SVA	NVA
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
<b>Tempo do ciclo (minutos)</b>	<b>Nº Med.</b>	<b>Tempo total (s):</b>							
< 5	10	<b>Tempo total (m):</b>							
≥ 5 e < 10	8	<b>Tempo total (%):</b>							
≥ 10 e < 20	6	<b>Tolerâncias:</b>	23,2%	<b>Tempo Normal (s):</b>		<b>Tempo Padrão (s):</b>			
≥ 20 e < 45	5		<b>Tempo Normal (m):</b>		<b>Tempo Padrão (m):</b>				
≥ 45 e < 60	4	<b>Fator de Ritmo:</b>	111%	<b>Tempo Normal (s):</b>		<b>Tempo Padrão (s):</b>			
≥ 60	3		<b>Tempo Normal (m):</b>		<b>Tempo Padrão (m):</b>				

**Fonte:** Autor, 2018.

Com o propósito de elaborar uma folha de cronoanálise padrão que pode ser utilizada para coletar dados em diversas áreas da empresa, foi definido um cabeçalho que contém as informações para identificação do processo, como é possível observar na Figura 10. O analista deve preencher as seguintes informações:

- Setor onde o estudo está sendo realizado, podendo ser ponteação, solda, pintura, montagem, expedição, etc.
- Linha, de acordo com a identificação da empresa;
- Posto de trabalho dentro da linha;
- Operador que realiza o processo;
- Código do item que está sendo produzido;
- Descrição do item;
- Máquina ou equipamentos que são utilizados no processo;
- Número da instrução de trabalho;
- Nome do analista que irá coletar os dados;
- Data e horários de início e fim da análise, pois são fatores que podem implicar no desempenho do operador e devem ser analisados posteriormente.

Abaixo do cabeçalho de identificação o analista irá anotar no campo “descrição da atividade” as etapas realizadas para elaboração do produto, como por

exemplo, inserir a peça lateral direita no dispositivo. Logo ao lado da descrição da atividade deve ser anotado o tempo em segundos que esse processo levou, já realizando a classificação entre movimentar, posicionar, pontear e retrabalhar. Algumas operações podem ter mais de uma classificação.

Essa classificação é importante e deve ser preenchida com muita atenção, pois é com base nesse tempo que é definido se a atividade tem valor agregado, semi agregado ou então não agrega valor ao produto. Na planilha eletrônica esse cálculo é realizado automaticamente através da classificação:

- VA = Pontear;
- SVA = Posicionar;
- NVA = Movimentar e retrabalhar.

Após todas etapas apresenta-se o somatório dos tempos em segundos e em minutos, bem como uma representação percentual para facilitar a interpretação da representatividade desse tempo ao total do processo. Esses tempos são utilizados para os cálculos de tempo normal e padrão logo abaixo, onde é utilizado também as tolerâncias atribuídas e o fator de ritmo do operador. Para que o analista saiba quantos ciclos deve cronometrar, ao realizar a primeira tomada de tempo ele consulta a tabela de números de ciclos que acompanha a folha de cronoanálise.

#### 4.2.3 Determinação do número de ciclos a serem cronometrados

Com o objetivo de expandir a cronoanálise para diversas áreas da empresa e evitar a necessidade de realizar cálculos para cada processo que será analisado optou-se em criar uma tabela padrão para determinar o número de ciclos que devem ser cronometrados. Conforme Silva e Coimbra (1980) a quantidade de ciclos que devem ser cronometrados varia de acordo com o grau de precisão que o estudo deseja, bem como a duração e repetitividade da operação.

Através de um levantamento de tempos de ciclos presentes nos conjuntos que a empresa produz, que variam de 3 a mais de 60 minutos, chegou a elaboração do Quadro 8.

Quadro 8: Números de ciclos a serem cronometrado

Tempo do ciclo (minutos)	Número de medições
< 5	10
≥ 5 e < 10	8
≥ 10 e < 20	6
≥ 20 e < 45	5
≥ 45 e < 60	4
≥ 60	3

**Fonte:** Autor, 2018.

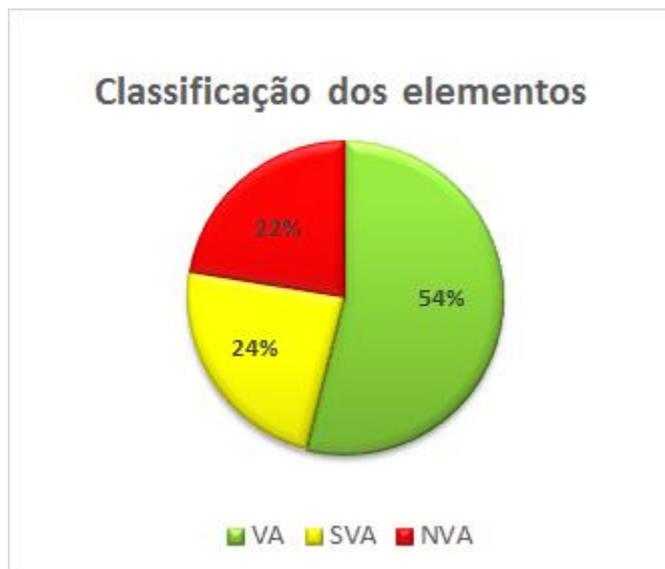
O tempo de ciclo do produto em estudo apresentou na primeira tomada de tempo 35 minutos, sendo assim, ao consultar a tabela identificou-se que é necessário realizar 5 medições. Para facilitar essa identificação para o analista, o quadro é anexado ao verso da folha de cronoanálise.

#### 4.2.4 Coleta de dados do processo

Após definir o produto a ser estudado e o modelo de coleta de dados foi realizado a tomada de tempos do processo, para isso realizou-se a impressão da folha de cronoanálise e se dirigido a célula em estudo utilizando uma prancheta e cronômetro. Os dados coletados foram lançados na planilha eletrônica para análise, o Apêndice A demonstra uma das coletas.

Foram realizadas 5 cronoanálise do processo, conforme indicado no número de ciclos que devem ser coletados. Na coleta demonstrada no Apêndice A o tempo total foi de 1971 segundos, ou 32 minutos e 51 segundos, sendo que apenas 54% das atividades agregam valor ao produto, outros 24% tem valor semi agregado e 22% não agregam valor, conforme demonstrado no gráfico da Figura 11.

Figura 11: Gráfico da classificação dos elementos



**Fonte:** Autor, 2018.

A classificação dos elementos representadas na Figura 11 foi realizada de acordo com o Quadro 7, onde as atividades que não agregam valor são movimentações realizadas pelos operadores quando buscam as peças que são armazenadas na célula, esse tempo gasto é um desperdício pois o cliente não está disposto a pagar por essa atividade, algumas ações de melhorias foram propostas para diminuir esse percentual.

#### 4.2.5 Concessão das tolerâncias

Com base na literatura onde Barnes (1977) afirma que para encontrar o tempo padrão do processo devemos acrescentar ao tempo normal todas as tolerâncias necessárias, aplicado elas separadamente para que os resultados obtidos sejam mais satisfatórios, pois a tolerância não faz parte do fator de ritmo.

O fator pessoal, onde deve ser reservado o tempo para o operador realizar suas necessidades fisiológicas e beber água, a revisão bibliográfica indica uma tolerância entre 2 e 5%. Levando em consideração que o trabalho no setor de solda requer bastante hidratação foi determinado a tolerância de 5%.

Para esforço físico, que deve ser considerada para compensar o desgaste físico do operador ao realizar a atividade. Conforme o Quadro 2 da revisão bibliográfica o esforço do operador para pontear o item em estudo se classifica em

“Médio”, onde realiza o trabalho em pé com pequenas movimentações e operando pesos médios, recendo assim a tolerância de 5,4%.

O esforço mental ocorre quando o trabalhador requer atenção concentrada na atividade que está desempenhando, para determinar essa tolerância foi consultado a Tabela 3 na revisão bibliográfica e classificado como “Médio” atribuindo a tolerância de 1,8%, por possuir responsabilidade de segurança e qualidade, onde requer pequenas decisões e/ou o uso de instrumentos.

O desgaste do operador devido às condições ambientais é decorrente da temperatura, ruído, umidade, entre outros fatores. Utilizando como base o Quadro 5 identificou-se nas condições térmicas como “Excessiva”, devido ao uso de vestimentas de proteção e ao calor proveniente do processo de soldagem, classificando a tolerância em 3,6%. Para condições atmosféricas foi atribuído a tolerância de 5,6% devido ao uso obrigatório de máscara facial, indicando a presença de fumos metálicos. Além disso foi considerado 1,8% para a influência do ruído excessivo, sendo obrigatório o uso de protetor auricular.

A tolerância de monotonia é para compensar os esforços repetitivos, onde é utilizado o feixe muscular em movimentos similares e constantes. Através da consulta na revisão da literatura no Quadro 4 identificou-se que não é necessário considerar este fator, pois o tempo de ciclo é superior a 4 minutos.

O Quadro 9 representa as tolerâncias que são aplicadas ao processo.

Quadro 9: Classificação das tolerâncias

<b>Tolerâncias</b>	
Fator pessoal	5,0%
Esforço físico	5,4%
Esforço mental	1,8%
Condições térmicas	3,6%
Condições atmosféricas	5,6%
Ruído	1,8%
<b>Total:</b>	<b>23,2%</b>

**Fonte:** Autor, 2018.

Sendo assim a tolerância de 23,2% deve ser considerada para obtenção do tempo padrão do processo.

#### 4.2.6 Avaliação do ritmo do operador

Utilizando o Quadro 6 do referencial teórico que trata das estimativas de desempenho atribuindo os valores para os fatores de habilidade, esforço, condições e consistência, obteve-se a seguinte classificação:

- Habilidade: C (Bom) = +0,06;
- Esforço, C (Bom) = +0,05;
- Condições, E (Regular) = -0,03;
- Consistência, B (Excelente) = +0,03.

A soma desses fatores resulta em 0,11 que transformado em percentual obtém-se 11%. Através destes valores se totalizou um fator de ritmo de 111%, que será utilizado para determinar o tempo normal do processo.

#### 4.2.7 Tempo normal

Para determinar o tempo normal que é tempo levado pelo operador para realizar a tarefa em um ritmo normal sem a adição das tolerâncias foi utilizado a fórmula  $TN = X \times FR$  sugerida por Silva e Coimbra (1980) na revisão da literatura, onde para obter o TN (Tempo Normal) deve-se multiplicar a média dos tempos cronometrados (X) pelo fator de ritmo (FR). O Quadro 10 demonstra as cinco tomadas de tempos do processo necessárias para determinação da média.

Quadro 10: Tempos cronometrados no processo

<b>Tempo cronometrado</b>	
Ciclo	Tempo (s)
1	1971
2	2023
3	1823
4	1989
5	2245
Média (X)	2010

**Fonte:** Autor, 2018.

Com base nestas informações o tempo normal do processo resulta da multiplicação da média dos tempos de 2010 pelo fator de ritmo de 111%, obtendo um tempo normal de 2211 segundos, ou então 36 minutos e 51 segundos.

#### 4.2.8 Tempo padrão

O tempo padrão é o tempo necessário para realizar um processo através de um método estabelecido, com um operador treinado e trabalhando em condições normais, durante toda a jornada de trabalho. Para determinar o tempo padrão do processo é adicionado ao tempo normal as tolerâncias concedidas. Barnes (1977) apresenta a seguinte fórmula para determinar o tempo padrão (TP) de um processo:  $TP = TN \times [tol(\%)/100 + 1]$ .

Através da determinação do tempo normal do processo e com as tolerâncias definidas, realiza-se o cálculo do tempo padrão:  $TP = 2211 \times [23,2\%/100 + 1]$ . Sendo assim, o tempo padrão para o processo em estudo é de 2724 segundos, ou então 45 minutos e 24 segundos. Através desse tempo é possível determinar a capacidade produtiva do processo prevendo os fatores que possam interferir no desempenho da produção, tendo assim maior confiabilidade na programação da produção.

### 4.3 PROPOSTAS DE MELHORIA

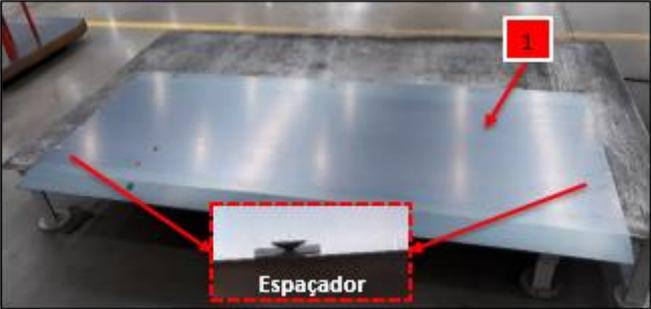
#### 4.3.1 Padronização de trabalho

Para padronizar o trabalho foi criado uma instrução de trabalho, onde consta as informações necessárias para que o funcionário que irá exercer a atividade saiba como desempenhar a função. No cabeçalho da instrução apresenta-se as informações referentes a identificação do produto e local de trabalho, com código e descrição do produto e setor que deve ser feito. Para identificar a instrução ela deve ser acompanhada de um código que irá constar junto a ordem de produção, para que no momento que o operador iniciar o trabalho saiba qual instrução deve seguir.

Logo abaixo do cabeçalho detalha-se as informações pertinentes ao processo, no caso da célula em estudo ser de soldagem foi desenvolvido a instrução de trabalho com a explicação de como pontear o produto. Para facilitar a

interpretação ao operador foi descrito a operação e ao lado demonstrado através de uma imagem conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12: Instrução de trabalho

LOGOMARCA		INSTRUÇÃO DE TRABALHO - IT			
Código:	SB400031, SB400032, SB400033, SB400034, SB400035				Número da IT:
Descrição:	Conj. Sold. Corpo Plataforma (Todos modelos)				
Arrame:	1.0 mm	Tensão:	23 volts	Corrente:	200 A
Elaborado por:	Luis Felipe Müller	Data:	25/09/2018	Célula:	B6
Última revisão:		Data:		Categoria:	Ponteação
DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO			IMAGEM ILUSTRATIVA		
Posicionar a chapa inferior (1) sobre a bancada de trabalho e demarcar com giz os locais para pontear, utilizando espaçador de 150mm.					
Chapa inferior	Código				
1,30 mt.	40100050				
1,50 mt.	40100055				
1,70 mt.	40100062				
2,00 mt.	40100069				
2,20 mt.	40100076				

**Fonte:** Autor, 2018.

A padronização do trabalho pode ser expandida para os demais processos subsequentes, como soldagem, limpeza e pintura, montagem e embalagem. Isso garantirá que o produto seja realizado dentro de o mesmo padrão, indiferente de qual operador estiver envolvido no processo, respeitando a mesma sequência de eventos e meios de controle. No Apêndice B é possível visualizar a instrução de trabalho completa.

Para melhorar o processo de produção de peças que abastecem as células de solda a instrução de trabalho também pode ser aplicada, tendo em vista que por diversas vezes o desenho técnico possui muitas informações para o operador, podendo desviar a atenção para detalhes que não são relevantes ao seu processo. Para uma peça que possui mais de uma operação, como por exemplo, corte em guilhotina, dobra e furação deve-se criar instrução de trabalho para cada etapa, com as devidas cotas que devem ser controladas e as tolerâncias que precisam ser respeitadas para permitir a montagem no processo posterior.

A qualidade das peças é vital para um bom desempenho nas células de solda, pois garante uma boa produtividade quando não é necessário retrabalhar as peças, além de assegurar a qualidade. A instrução de trabalho auxiliará para que os problemas sejam detectados antes de chegarem até a célula de solda.

#### 4.3.2 Relatório de não conformidade

Apesar de controlar as tolerâncias solicitadas na instrução de trabalho e desenho técnico é passível de erro do operador que algumas peças chegam até a solda em não conformidade, gerando alguns problemas de qualidade que devem ser analisadas e retrabalhadas.

Quando o operador identificar que algum processo anterior falhou ele deve preencher a um registro de não conformidade, com o intuito de realizar o primeiro registro. A Figura 13 demonstra o registro que ficará disponibilizado para os operadores.

Figura 13: Registro de não conformidade

LOGO	REGISTRO DE NÃO CONFORMIDADE			
Código:		Descrição:		
Quantidade:		Conjunto:	Data:	
Colaborador:		Célula:		
Descrição da não conformidade:				
Ouve retrabalho? Sim ( ) Não ( ) Como foi realizado o retrabalho:				
Retrabalho realizado por:				
Hora de início:		Hora de término:		
Ouve sucateamento? Sim ( ) Não ( ) Quantidade:				

**Fonte:** Autor, 2018.

Através do preenchimento deste registro as informações chegarão mais completas até a engenharia de qualidade e de processos, permitindo que a análise seja mais precisa. Outra informação importante neste registro é o retrabalho e sucateamento, onde será possível determinar o custo da não qualidade.

As informações coletadas no posto de trabalhos pelo operador devem ser lançadas na planilha de custo da não qualidade, para que fique evidenciado a importância de tratar o assunto. Nesta planilha será realizado o cálculo do custo da não qualidade, levando em consideração o tempo despendido pelo operador para realizar a recuperação da peça multiplicado pelo valor da hora de trabalho ou se necessário hora máquina, somando o custo da peça caso houver sucateamento. O Apêndice C demonstra o lançamento dos registros de não conformidade em uma planilha de *excel* com dados estimados, gerando o custo da não qualidade.

Para que os problemas de qualidade registrados recebam uma tratativa e sejam devidamente solucionados foi proposto um modelo de relatório de não conformidade, denominado pela sigla de RNC. O procedimento para investigação da causa raiz do problema e definição das ações corretivas foi dividido em cinco fases: identificação, medidas de contenção, investigação, ações corretivas e comprovação de eficácia.

Na primeira fase do documento em forma de planilha no *excel* ocorre a identificação da não conformidade, onde o colaborador da engenharia de qualidade ou processos abre o documento preenchendo os campos de identificação com base nos registros anotados pelo operador na fábrica. A Figura 14 demonstra os campos que devem ser preenchidos para uma boa identificação, imagens também podem ser incluídas no arquivo.

Figura 14: Fase 1 - Identificação da não conformidade

LOGO		RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE - RNC Nº			
FASE 1 - IDENTIFICAÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE					
Código:		Descrição:			
Conjunto:		Colaborador:			
Quantidade:		Célula:		Data:	
Problema é recorrente:		Responsável pela ação corretiva:			
Última OP produzida		Data:		Quantidade:	
Custo da não qualidade:		Quantidade sucateada:			
Descrição da não conformidade:					

**Fonte:** Autor, 2018.

Após a identificação é avançado para segunda fase onde deve ser realizado as medidas de contenção do problema. Nesta etapa é necessário realizar uma

busca em todos os pontos da fábrica que possa ter a peça estocada e realizar a contenção para que não avance no processo com a não conformidade, realizando uma inspeção 100% para avaliação e liberação.

A Figura 15 representa a fase 2 do documento da RNC, onde deve ser preenchido com a quantidade de peças que foram detectadas nos setores que a peça é encontrada, podendo ser no estoque, produção, pintura ou em poder de terceiros.

Figura 15: Fase 2 - Medidas de contenção

FASE 2 - MEDIDAS DE CONTENÇÃO			
Locais de verificação		Qtd não conforme	Qtd aprovada
Existem peças acabadas no estoque?			
Existem peças em produção?			
Existem peças na pintura?			
Existem peças em terceiros (zincagem, usinagem)?			
Contenção foi realizada como:			
Responsável pela contenção:			Data:

**Fonte:** Autor, 2018.

Com a contenção realizada inicia a investigação das causas na fase 3, fazendo o uso de ferramentas da qualidade como diagrama de *ishikawa* e a técnica dos cinco porquês com o intuito de chegar a causa raiz do problema. A Figura 16 ilustra a fase 3, com os devidos campos a serem preenchidos.

Figura 16: Fase 3 - Investigação das causas

FASE 3 - INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS	
Prazo para investigação das causas:	Responsável:
DIAGRAMA DE ISHIKAWA	
5 PORQUÊS	
Perguntas (porquês)	Respostas encontradas
Qual a célula geradora da não conformidade:	
Causa raiz do problema:	

**Fonte:** Autor, 2018.

Para que esse processo tenha uma evolução é necessário atribuir um prazo para realização da investigação, delegando um responsável que será devidamente cobrado pelo avanço das atividades. Para que a análise tenha um resultado mais certo é importante envolver uma equipe multifuncional, com experiência em diversas áreas da fábrica que tenham para contribuir com o conhecimento sobre o processo.

Com a causa raiz do problema identificada avança-se para fase 4 onde são definidas as ações corretivas. Além de delegar uma pessoa que seja responsável pela fase 4 deve-se atribuir responsáveis pelas ações estipulando prazos de entregas, bem como registro de custo das ações realizadas. A Figura 17 demonstra os campos que precisam ser preenchidos na fase 4.

Figura 17: Fase 4 - Ações corretivas

FASE 4 - AÇÕES CORRETIVAS				
Prazo para ações corretivas:		Responsável:		
Ações para eliminar a causa raiz:				
Ação:	Responsável:	Data planejado:	Data realizado:	Custo:

**Fonte:** Autor, 2018.

Para finalizar o relatório de não conformidade é necessário passar pela comprovação de eficácia na fase 5, onde é preciso aguardar a fabricação de três lotes a reincidência do problema. Caso o problema volte a ser detectado é necessário retornar para a fase 3 e realizar uma nova investigação das causas, pois pode ter ocorrido um equívoco na definição da causa raiz.

A Figura 18 ilustra a fase 5 do relatório de não conformidade, onde o responsável identifica a eficácia das ações tomadas.

Figura 18: Fase 5 - Comprovação de eficácia

FASE 5 - COMPROVAÇÃO DE EFICÁCIA		
Prazo para confirmação de eficácia:		Responsável:
Foram produzidos 3 lotes após as ações corretivas?	Sim ( )	Não ( )
Todas ações corretivas foram executadas?	Sim ( )	Não ( )
Descrição de comprovação de eficácia:		
A causa raiz foi eliminada?	Sim ( )	Não ( )
É necessário realizar mais algum procedimento?	Sim ( )	Não ( )
Caso não conformidade voltar a acontecer, voltar para fase 3 - Investigação das causas		

**Fonte:** Autor, 2018.

Através desse procedimento padrão de tratativas realizado com base na metodologia DMAIC os problemas de qualidade não afetarão a produtividade na

célula de soldagem, pois a frequência de não conformidades tende a diminuir na medida que os problemas são tratados ou detectados em processos anteriores.

Outro aspecto importante é que quando detectados as medidas de contenção e retrabalhos devem ser realizados fora da célula, permitindo que os operadores prossigam nas suas atividades.

#### 4.3.3 Quadro de acompanhamento da produção

Para realizar uma gestão visual da produção na célula de soldagem foi proposto a utilização de um quadro de acompanhamento mensal da produção, de forma a realizar uma gestão visual do andamento das atividades e estipulando metas diárias de produção.

O quadro deve ser exposto em uma folha em tamanho A0 na célula de soldagem, onde deve ser marcado com um pincel atômico a meta diária de produção pelo coordenador da área. Ao final do dia o operador demarca a quantidade realizada na coluna ao lado, destacando em verde se atingiu a meta ou então em vermelho caso não atendido.

A Figura 19 representa o quadro proposto para acompanhamento da produção na célula em estudo.

Figura 19: Gestão a vista de acompanhamento de produção

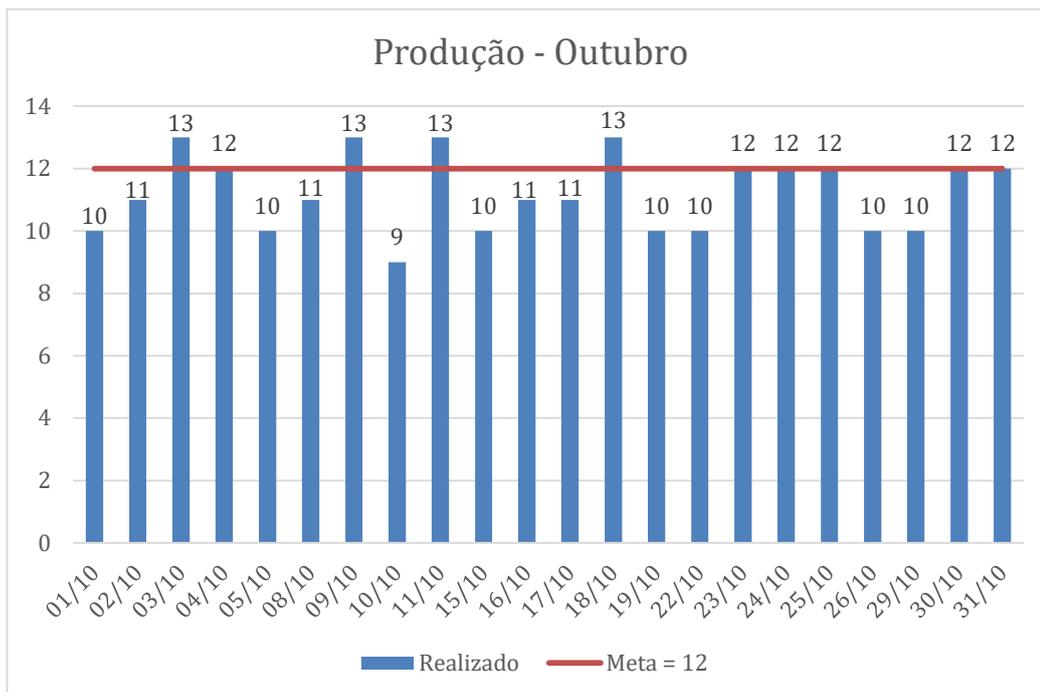
LOGOMARCA					QUADRO DE ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO - OUTUBRO				
CÉLULA :		B6		TACK TIME:	45 MIN/CONJ.	RESPONSÁVEL:	CLAUDIONEI		
DIA	PLANEJADO	REALIZADO	CAUSAS DO NÃO ATENDIMENTO DO PLANEJADO						
1/10 Segunda-feira	12	10	Retrabalho de peças						
2/10 Terça-feira	12	11	Falta da chapa lateral 40100108						
3/10 Quarta-feira	12	13							
4/10 Quinta-feira	12	12							
5/10 Sexta-feira	12	10	Aparelho de solda estragou						
8/10 Segunda-feira	12	11							
9/10 Terça-feira	12	13							
10/10 Quarta-feira	12	9	Operador alternativo						
11/10 Quinta-feira	12	13							
12/10 Sexta-feira	-	-	Feriado						
15/10 Segunda-feira	12	10	Retrabalho de peças						
16/10 Terça-feira	12	11	Aparelho de solda estragou						

**Fonte:** Autor, 2018.

Quando a meta diária não for atendida é necessário que o operador indique também a causa do não atendimento planejado, para que o coordenador tome conhecimento do que ocorreu durante o trabalho diário. As informações registradas no quadro de acompanhamento servirão como base para a geração e gráficos produtividade, um dos indicadores da célula.

O objetivo da utilização do quadro de acompanhamento é demonstrar que o desempenho dos colaboradores está sendo monitorado, além de verificar o que precisa ser feito quando as metas não são atendidas e também estimular os operadores ao atingimento das mesmas, visando sempre uma melhoria na produtividade da célula de soldagem. Para que esse acompanhamento fique mais explícito aos operadores deve-se destacar na célula de soldagem o gráfico da produção mensal conforme Figura 20 para melhor visualização do desempenho.

Figura 20: Gráfico de produção planejada x realizada



**Fonte:** Autor, 2018.

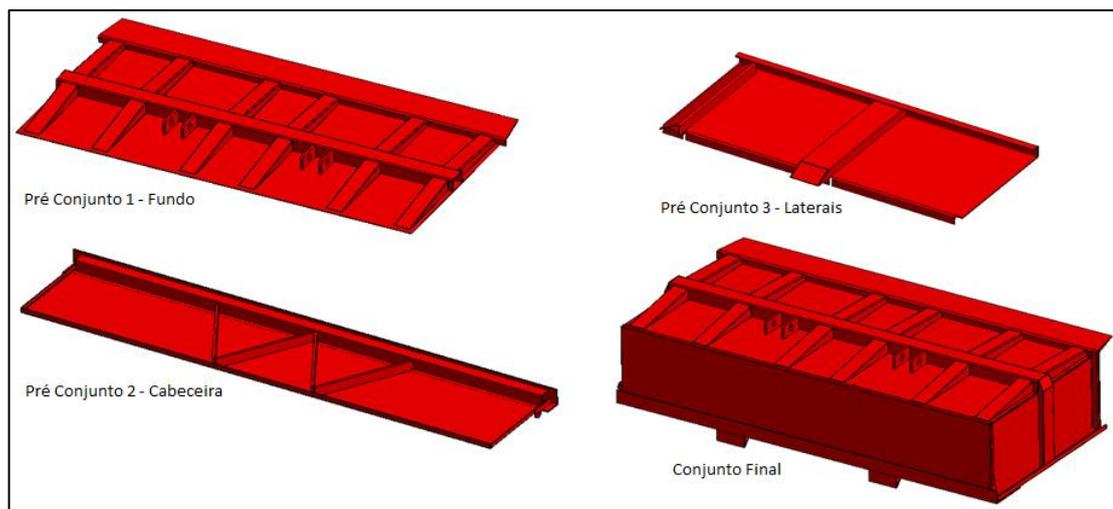
Os dados utilizados para realização do gráfico foram retirados do quadro de gestão a vista representado na Figura 19, onde são dados previstos e não efetivamente reais.

#### 4.3.4 Proposta de mudança do processo

Conforme visto na cronoanálise do processo o tempo padrão atual é 45 minutos e 24 segundos, onde a média dos tempos coletados é de 2010 segundos (33 minutos e 30 segundos) adicionando as tolerâncias definidas. O objetivo da proposta de mudança do processo é alcançar uma redução no *tack time*, aumentando a produtividade da célula com o mesmo número de operadores.

Para que isso seja possível o processo de ponteação deve ser realizado com o uso de dispositivos de solda em pré-conjuntos, realizando a divisão do conjunto principal em três partes e o processo de união chegando ao conjunto final. Com a utilização de dispositivos de solda cada um dos operadores irão realizar dois processos, a divisão do conjunto pode ser visualizada na Figura 21.

Figura 21: Divisão em pré-conjuntos



**Fonte:** Autor, 2018.

Através da classificação do tempo médio de processo coletado na cronoanálise referente a cada peça do pré-conjunto obtém-se os seguintes tempos, conforme Quadro 11.

Quadro 11: Tempo dos pré-conjuntos

Conjunto	Tempo (s)	Tempo (m)
Fundo	652	10,9
Laterais	375	6,3
<b>Total:</b>	<b>1027</b>	<b>17,1</b>
Cabeceira	548	9,1
Conj. Final	435	7,3
<b>Total:</b>	<b>983</b>	<b>16,4</b>
<b>Somatório:</b>	<b>2010</b>	<b>33,5</b>

**Fonte:** Autor, 2018.

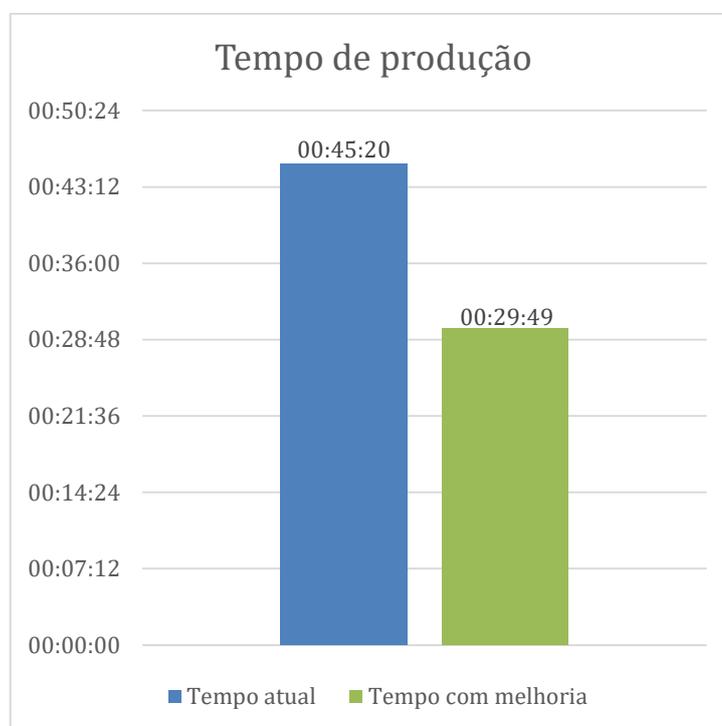
Com base nos tempos do Quadro 11 podemos observar que é possível dividir as operações dentro da célula de solda para que cada operador efetue dois pré-conjuntos, buscando um balanceamento de produção através da seguinte forma:

- Pré-conjuntos do fundo e laterais, com tempo de 17 minutos e 7 segundos;
- Pré-conjunto da cabeceira e montagem do conjunto final, com tempo de 16 minutos e 23 segundos.

Tendo em vista que a utilização de dispositivos acrescenta novas operações mas também elimina perdas por movimentação a estimativa de tempo para cada operador disponibilizar os conjuntos é de 22 minutos, reduzindo assim o *tack time* de produção em 35%.

Através dos cálculos obtém-se um novo tempo padrão de 29 minutos e 49 segundos, o que significa uma estimativa de ganho na produtividade de 6 conjuntos ao dia, o que reflete em ganhos de 132 ao mês e 1584 ao ano. O gráfico representado na Figura 22 demonstra essa diferença no tempo de processo.

Figura 22: Gráfico comparativo dos tempos



**Fonte:** Autor, 2018.

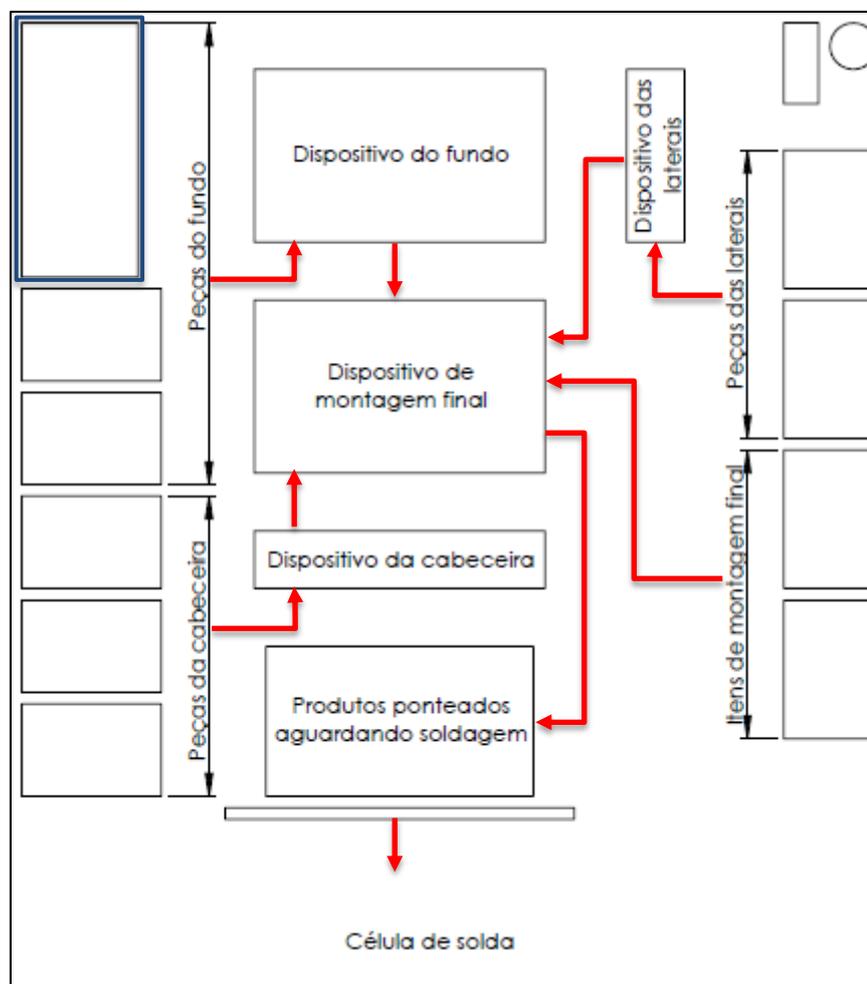
A diferença significativa no tempo do processo representada no gráfico requer alterações na célula de soldagem, mas também ocorre os ganhos de produtividade e ergonomia dos operadores.

#### 4.3.5 Proposta de mudança de *layout*

Para que seja possível a mudança de processo com a utilização de dispositivos de solda é necessária uma alteração no layout da célula em estudo. A

Figura 23 demonstra uma proposta de *layout*, onde ocorre uma organização das embalagens de peças e uma distribuição dos dispositivos ao longo do setor.

Figura 23: Proposta de *layout*



**Fonte:** Autor, 2018.

As setas em vermelho destacam o fluxo de materiais dentro da célula de soldagem, criando uma centralização do dispositivo de montagem final do conjunto com o objetivo de deixar próximo ao dispositivo do fundo, para que os dois colaboradores possam auxiliar na elevação de peças pesadas, quando necessário.

Com o objetivo de ganhar espaço físico propõe-se a utilização de uma estrutura que verticalize o armazenamento das chapas do fundo na região destaca em azul na Figura 23, criando condições para abastecimento por empilhadeira pelo lado do corredor e a retirada pelo operador dentro do setor, utilizando apenas um terço do espaço que é usado atualmente. Para que os operadores não precisam

deslocar grandes distâncias é necessário realocar as peças nas embalagens próximas aos dispositivos de soldagem.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho abordou a proposta de implementação de procedimentos padrões em uma célula de soldagem utilizando como base a cronoanálise, onde foi possível verificar a importância do assunto dentro de uma indústria tendo em vista a necessidade de procedimentação das atividades com grande crescimento da empresa.

O objetivo geral de propor um sistema padrão para o controle da manufatura gerando documentos, fichas técnicas, tendo maior organização e otimização para alcançar melhores resultados foi alcançado. A empresa terá disponível um método de coleta de dados confiáveis através da cronoanálise do processo, onde através da concessão das tolerâncias chegará ao tempo padrão do processo, podendo ser aplicado para os demais processos produtivos.

O presente trabalho atingiu os objetivos específicos de definir uma célula de prioridade para estudo, realizando um mapeamento do processo e aplicando o método de cronoanálise para coleta de dados, determinando o tempo padrão de processo e identificando pontos críticos, propondo melhorias. Também foi proposto a padronização do processo com instrução de trabalho e um procedimento para registro e tratativas de não conformidades, bem como sistema de indicadores para a gestão da produção.

Com estas propostas fica a cargo da empresa seguir as implementações para as demais células de solda e outros setores produtivos, bem como no desenvolvimento de novos itens, realizando a cronoanálise do processo e padronização em instruções de trabalho. As não conformidades devem seguir o procedimento das tratativas com o intuito de eliminar a causa raiz do problema.

Com o grande aumento da indústria e conseqüentemente a rotatividade de seus funcionários se torna estratégico transcrever o conhecimento do operador do processo para uma instrução de trabalho, eliminando assim a dependência sobre o operador. Sendo assim, foi de grande valia para o acadêmico poder auxiliar a empresa com a proposta de padronização.

## REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M. **Estudo de Tempos e Movimentos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6ª ed. Americana. Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota; revisão técnica Miguel de Simoni e Ricardo S. da Fonseca. 6. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- CARREIRA, D. **Organização, Sistemas e Métodos**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- CHIAVENATO, I. **Teoria geral da administração**. V. 1. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.
- CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- COSTA JÚNIOR, E. D. **Gestão em Processos Produtivos**. Curitiba: Ibplex, 2008.
- CRUZ, J.M. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Pearson, 2010.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota: manual de aplicação**. Trad. de L. B. Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LOBO, R. N.; LIMEIRA, E. T. N. P.; MARQUES, R. do N.. **Controle da qualidade: Princípios, inspeção e ferramentas de apoio na produção de vestuário**. São Paulo: Editora Érica, 2015.
- LOBO, R. N.; SILVA, D. L. da. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2014.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.
- ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Lean, 2003.
- SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Intersaberes, 2013.
- SILVA, A. V., COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.
- SLACK. N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Trad. Daniel Vieira; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 8ª ed. Atlas. São Paulo, 2018.
- SLACK. N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Trad. Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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.

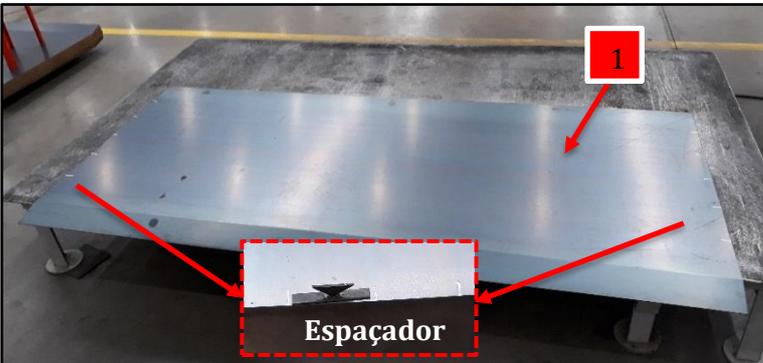
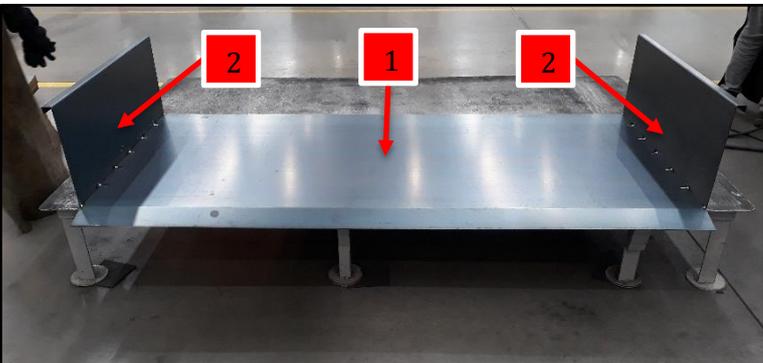
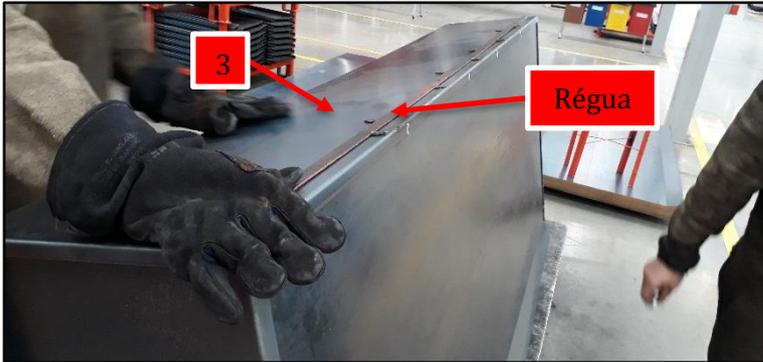
WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

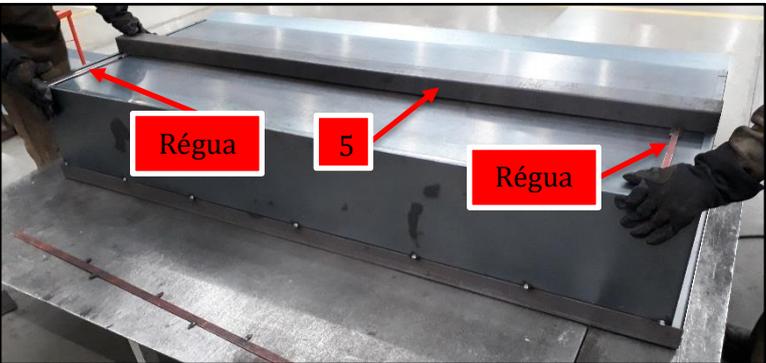
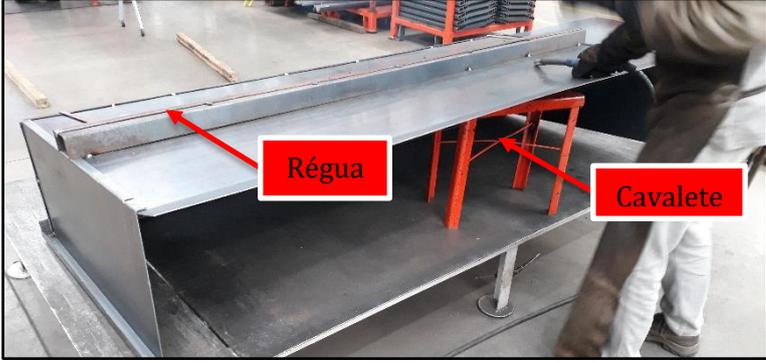
## APÊNDICE A – COLETA DE DADOS

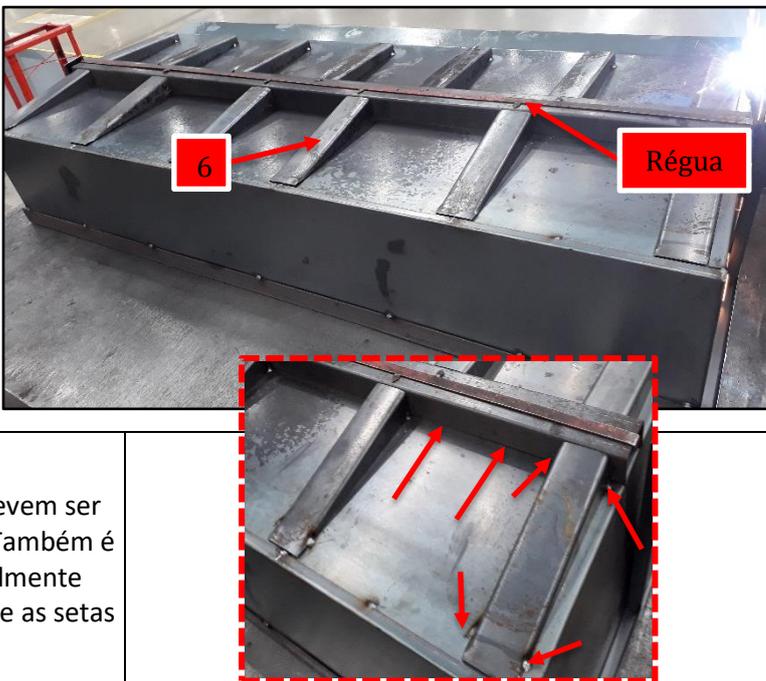
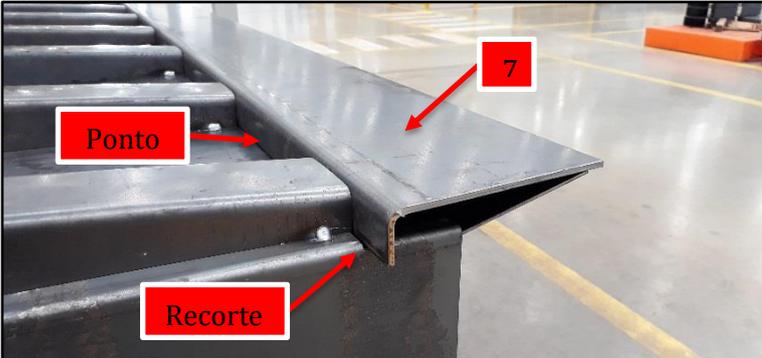
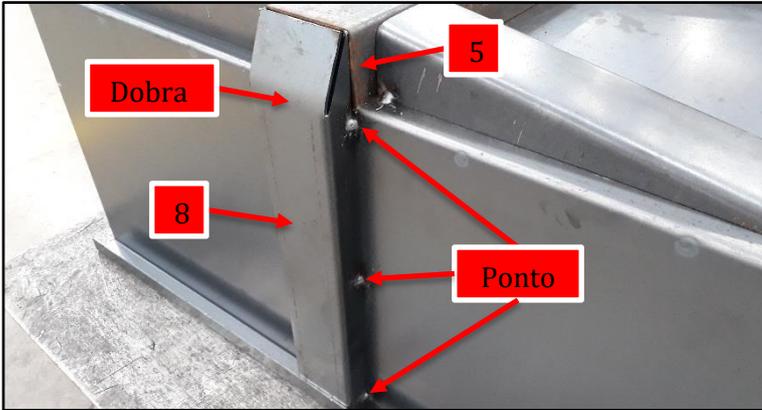
LOGOMARCA		FOLHA DE CRONOANÁLISE								
Setor:	Ponteação/Solda	Código:	SB400015			Analista:	Luis F. Müller			
Linha:	B	Descrição:	Plataforma basculante 2,00 mt			Data:	17/08/2018			
Posto:	6	Máquina:	ESAB 500			Hora de Início:	12:55			
Operador:	2 soldadores	Nº IT:				Hora de Término:	13:30			
Nº	Descrição da atividade:	Ações (segundos)					Classificação			
		Movim.	Posicionar	Pontear	Retrabalhar	Tempo total	VA	SVA	NVA	
1	Inserir fundo	8	45	0	0	53	0	45	8	
2	Inserir lateral esquerda	5	8	22	0	35	22	8	5	
3	Inserir lateral direita	2	7	21	0	30	21	7	2	
4	Girar plataforma	16	0	0	0	16	0	0	16	
5	Inserir cabeceira	6	32	46	0	84	46	32	6	
6	Inserir cantoneira externa	7	8	59	0	74	59	8	7	
7	Girar plataforma	6	0	0	0	6	0	0	6	
8	Inserir perfil inferior maior	14	12	109	0	135	109	12	14	
9	Aplicar anti respingo	0	8	0	0	8	0	8	0	
10	Inserir perfil inferior menor frontal	25	22	81	0	128	81	22	25	
11	Inserir perfil inferior menor traseiro	42	23	79	0	144	79	23	42	
12	Inserir perfil lateral esquerdo	4	12	25	0	41	25	12	4	
13	Inserir perfil lateral direito	4	13	34	0	51	34	13	4	
14	Inserir lâmina	12	7	28	0	47	28	7	12	
15	Girar plataforma	11	0	0	0	11	0	0	11	
16	Inserir dispositivo do engate inferior	18	0	0	0	18	0	0	18	
17	Inserir peças do engate inferior	9	73	75	0	157	75	73	9	
18	Remover dispositivo do engate	32	0	0	0	32	0	0	32	
19	Girar plataforma	13	0	0	0	13	0	0	13	
20	Calibrar laterais a 90º	0	27	0	0	27	0	27	0	
21	Aplicar anti respingo	0	14	0	0	14	0	14	0	
22	Inserir peças do engate superior	42	75	151	0	268	151	75	42	
23	Inserir reforço nas extremidades	10	7	25	0	42	25	7	10	
24	Girar plataforma	9	0	0	0	9	0	0	9	
25	Inserir guia da tampa esquerdo	5	10	25	0	40	25	10	5	
26	Inserir guia da tampa direito	2	10	20	0	32	20	10	2	
27	Pontear lâmina por dentro	0	0	42	0	42	42	0	0	
28	Inserir reforço lateral externo esquerdo	9	5	41	0	55	41	5	9	
29	Inserir reforço lateral externo direito	9	10	42	0	61	42	10	9	
30	Inserir fechamento da lâmina esquerdo	4	6	16	0	26	16	6	4	
31	Inserir suporte de içamento esquerdo	4	4	22	0	30	22	4	4	
32	Inserir fechamento da lâmina direito	4	5	18	0	27	18	5	4	
33	Inserir suporte de içamento direito	4	6	17	0	27	17	6	4	
34	Inserir cantoneira interna	9	5	15	0	29	15	5	9	
35	Inserir barras internas	10	12	50	0	72	50	12	10	
36	Remover para coleta	62	0	0	0	62	0	0	62	
37	Apontar ordem de produção	25	0	0	0	25	0	0	25	
<b>Tempo do ciclo (minutos)</b>	<b>Nº Med.</b>	<b>Tempo total (s):</b>	442	466	1063	0	1971	1063	466	442
< 5	10	<b>Tempo total (m):</b>	7,37	7,77	17,72	0,00	32,85	17,72	7,77	7,37
≥ 5 e < 10	8	<b>Tempo total (%):</b>	22%	24%	54%	0%		54%	24%	22%
≥ 10 e < 20	6	<b>Tolerâncias:</b>	23,2%	<b>Tempo Normal (s):</b>	2188	<b>Tempo Padrão (s):</b>	2695			
≥ 20 e < 45	5									
≥ 45 e < 60	4	<b>Fator de Ritmo:</b>	111%	<b>Tempo Normal (m):</b>	36,5	<b>Tempo Padrão (m):</b>	44,9			
≥ 60	3									

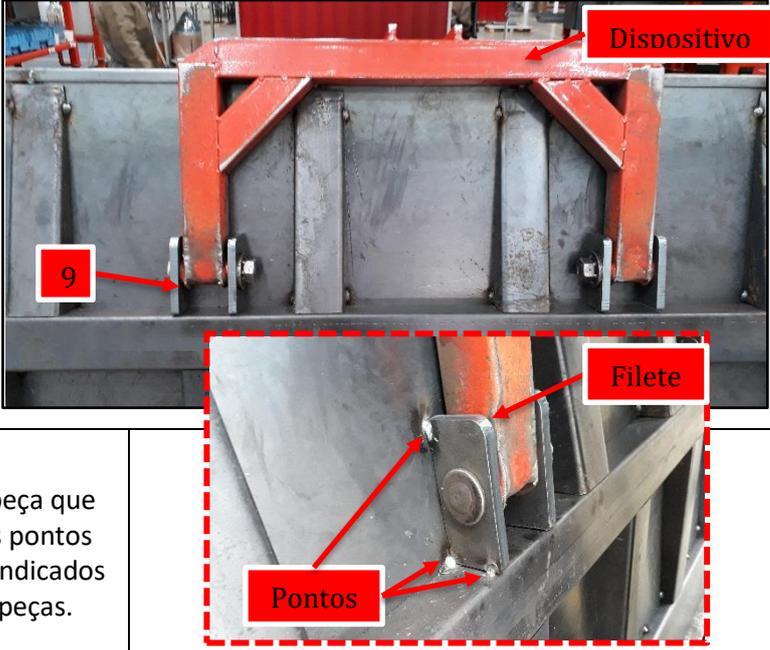
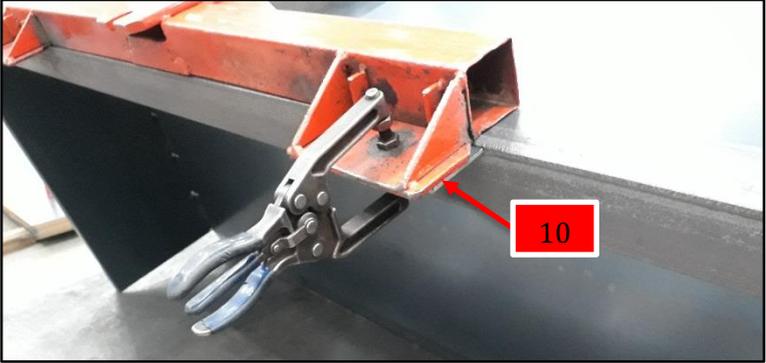
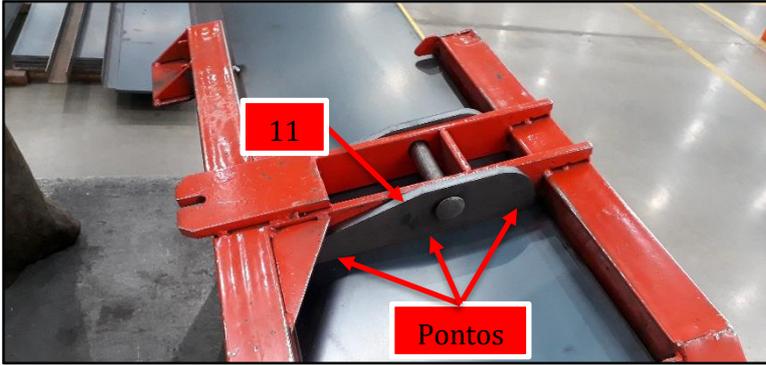
Fonte: Autor, 2018.

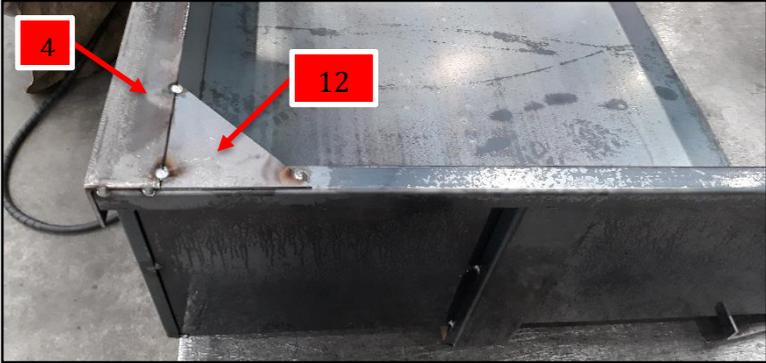
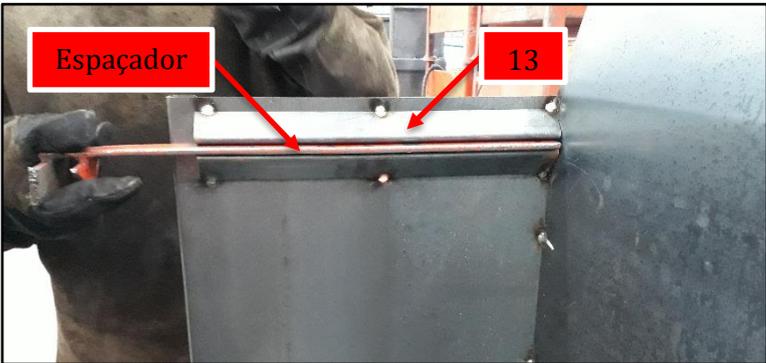
## APÊNDICE B – INSTRUÇÃO DE TRABALHO

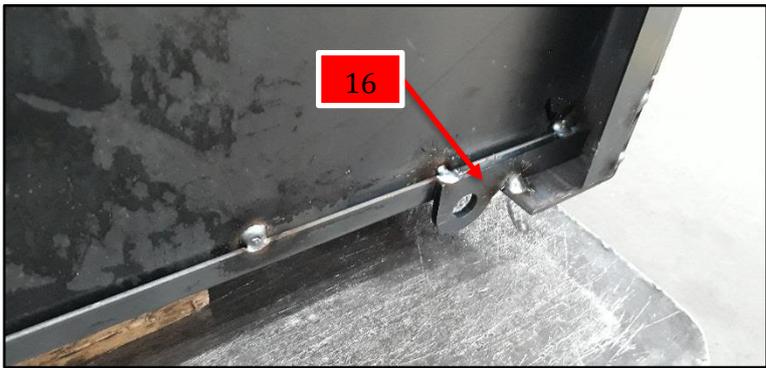
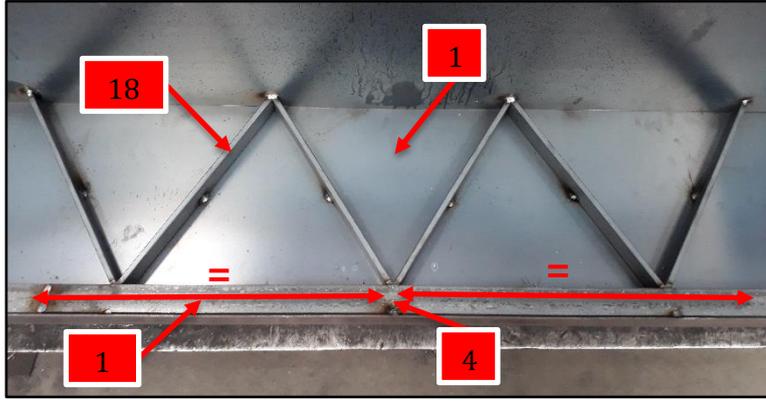
LOGOMARCA		INSTRUÇÃO DE TRABALHO - IT					
Código:	SB400031, SB400032, SB400033, SB400034, SB400035					<b>Número da IT:</b>	
Descrição:	Conj. Sold. Corpo Plataforma (Todos modelos)						
Arrame:	1.0 mm	Tensão:	23 volts	Corrente:	200 A	<b>400015/01</b>	
Elaborado por:	Luis Felipe Müller	Data:	25/09/2018	Célula:	B6		
Última revisão:		Data:		Categoria:	Ponteação		
DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO		IMAGEM ILUSTRATIVA					
<p>Posicionar a chapa inferior (1) sobre a bancada de trabalho e demarcar com giz os locais para pontear, utilizando espaçador de 150mm.</p>							
Chapa inferior	Código						
1,30 mt.	40100050						
1,50 mt.	40100055						
1,70 mt.	40100062						
2,00 mt.	40100069						
2,20 mt.	40100076						
<p>Posicionar a chapa lateral (2) perpendicularmente a chapa inferior (1), inserindo a aba debaixo da chapa inferior e alinhando com a borda. Esse processo deve ser repetido nas duas extremidades.</p>							
Chapa lateral	Código						
Esquerda	40100108						
Direita	40100109						
<p>Deixar o conjunto na posição vertical e inserir a cabeceira (3). Pontear conforme régua indicativa.</p>							
Cabeceira	Código						
1,30 mt.	40100051						
1,50 mt.	40100056						
1,70 mt.	40100063						
2,00 mt.	40100070						
2,20 mt.	40100077						

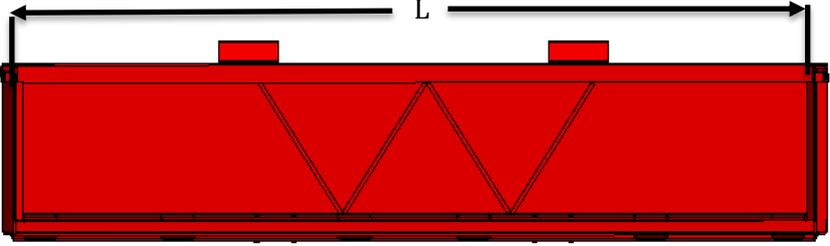
DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO		IMAGEM ILUSTRATIVA
<p>Inserir a cantoneira externa (4) sobre a cabeceira, deixando centralizada e ponteando conforme distância de 350mm da régua.</p>		
Cantoneira	Código	
1,30 mt.	40100046	
1,50 mt.	40100059	
1,70 mt.	40100066	
2,00 mt.	40100073	
2,20 mt.	40100080	
<p>Deixado o conjunto novamente na posição horizontal deve-se inserir o perfil inferior (5) utilizando a régua, deixando centralizado na largura.</p>		
Perfil inferior	Código	
1,30 mt.	40100049	
1,50 mt.	40100057	
1,70 mt.	40100064	
2,00 mt.	40100071	
2,20 mt.	40100078	
<p>Deve-se pontear o perfil nas extremidades e utilizar a régua para determinar a distância dos pontos. Para eliminar o afastamento entre as peças deve-se utilizar um cavalete na parte inferior.</p>		
<p>No alinhamento dos pontos do perfil longo utilizando a régua deve ser posicionado os perfis menores frontais (5). Nas extremidades deve ser encostado contra as laterais.</p>		
40100043	Quantidade	
1,30 mt.	4	
1,50 mt.	5	
1,70 mt.	5	
2,00 mt.	6	
2,20 mt.	7	

DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO		IMAGEM ILUSTRATIVA
<p>Utilizando o mesmo método no outro lado para os perfis menores traseiros (6). Nas extremidades deve ser encostado contra as laterais.</p>		
40100042	Quantidade	
1,30 mt.	4	
1,50 mt.	4	
1,70 mt.	4	
2,00 mt.	6	
2,20 mt.	6	
<p>Para fixação da peça (6) os pontos devem ser realizados nas quatro extremidades. Também é necessário aplicar dois pontos igualmente distribuídos no perfil inferior conforme as setas da imagem ao lado.</p>		
<p>Inserir a lâmina (7) no recorte das laterais e encostar nos perfis menores, centralizando lateralmente. Aplicar ponto entre os perfis frontais.</p>		
Lâmina	Código	
1,30 mt.	40100048	
1,50 mt.	40100058	
1,70 mt.	40100065	
2,00 mt.	40100072	
2,20 mt.	40100079	
<p>A dobra destacada na imagem deve ser realizada no setor, de forma manual. Para posicionar o perfil lateral (8) deve-se inserir dentro da dobra da lateral e centralizar lateralmente com o perfil inferior (5). Aplicar 3 pontos conforme destacado na imagem.</p>		
Perfil lateral	Quantidade	
40100039	2	

DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO		IMAGEM ILUSTRATIVA
<p>Para fazer o posicionamento do engate da torre (9) o conjunto deve ficar na posição vertical e deve ser inserido o dispositivo, centralizando lateralmente. As peças devem ser posicionadas através do parafuso.</p>		
Eng. da torre	Quantidade	
40100037	4	
<p>Deve ser observado que o lado da peça que tem o filete deve ficar para fora. Os pontos devem ser aplicados nos três locais indicados na imagem ao lado, repetir nas 4 peças.</p>		
<p>Quando a plataforma for do modelo com acionamento manual deve ser inserido a chapa menor do engate (10) na parte superior do dispositivo, utilizando um grampo para prender. Aplicar pontos nas duas extremidades.</p>		
Eng. superior	Quantidade	
40100035	2	
<p>Quando a plataforma for do modelo com acionamento hidráulico deve ser inserido no dispositivo o suporte da articulação do cilindro (11), posicionando com o pino conforme a imagem ao lado. Aplicar três pontos.</p>		
Suporte art.	Quantidade	
40100091	2	
<p>Após remover o dispositivo do engate da torre deve-se colocar o conjunto na horizontal e realizar a calibração das abas laterais para deixar em 90°, utilizando um martelo de borracha e aferindo com esquadro, conforme imagem.</p>		

DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO		IMAGEM ILUSTRATIVA
<p>O reforço das extremidades (12) deve ser posicionado contra a cantoneira externa (4), alinhando na lateral. Os três pontos devem ser aplicados conforme a imagem ao lado.</p>		
Ref. extremid.	Quantidade	
40100044	2	
<p>Com o conjunto na posição vertical, o guia da tampa (13) deve ser posicionado a 10mm da borda e encostado ao fundo. Para garantir o afastamento de 6mm entre as duas peças deve utilizar o espaçador. Aplicar pontos conforme a imagem.</p>		
Guia da tampa	Quantidade	
40100041	4	
<p>Para finalizar a ponteação da lâmina na parte interna do conjunto deve ser utilizado o dispositivo de forma a aproximar as peças, os pontos devem ser feitos a cada 150mm.</p>		
<p>O reforço externo (14) deve ser posicionado a 5mm da borda da lateral. Para pontear é utilizado o dispositivo para pressionar a peça contra a lateral. Aplicar 3 pontos de solda, nas extremidades e ao meio.</p>		
Ref. externo	Quantidade	
40100040	2	
<p>O fechamento da lâmina (15) deve ser ponteadado nas duas extremidades da lâmina e ponteadado conforme imagem ao lado.</p>		
Fechamento	Quantidade	
40100045	2	

DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	IMAGEM ILUSTRATIVA														
<p>O suporte de içamento (16) é posicionado na lateral e encostado contra a cantoneira, deixando o furo livre na parte traseira do corpo da plataforma. Aplicar pontos conforme imagem ao lado.</p>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sup. içamento</th> <th>Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40100105</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Sup. içamento	Quantidade	40100105	2											
Sup. içamento	Quantidade														
40100105	2														
<p>A cantoneira interna (17) deve ser posicionada de forma perpendicular a cabeceira (3), formando um "quadrado" com a cantoneira externa (4). Os pontos devem ser aplicados a cada 300mm.</p>															
<p>As barras internas (18) devem ser apoiadas no fundo (1) e na cantoneira interna (17). O ponto central das barras internas deve ficar centralizado ao conjunto.</p>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Barras internas (18)</th> </tr> <tr> <th>40100038</th> <th>Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,30 mt.</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1,50 mt.</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1,70 mt.</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2,00 mt.</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2,20 mt.</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Barras internas (18)		40100038	Quantidade	1,30 mt.	4	1,50 mt.	4	1,70 mt.	4	2,00 mt.	4	2,20 mt.	6	<p>Realizar os pontos conforme imagem acima. Após finalizar o processo o conjunto deve ser removido com a talha ao ponto de coleta determinado, aguardando o processo de soldagem. Deve ser realizado o preenchimento da ordem de produção, a mesma deve acompanhar o conjunto.</p>
Barras internas (18)															
40100038	Quantidade														
1,30 mt.	4														
1,50 mt.	4														
1,70 mt.	4														
2,00 mt.	4														
2,20 mt.	6														
<p>Remover o conjunto com segurança através da talha, utilizando o dispositivo. É necessário realizar o travamento do parafuso no dispositivo para garantir a segurança na movimentação.</p>															
															

INSPEÇÃO E MONITORAMENTO				
Código	Inspeccionar:		Instrumento	Frequência:
1	Dimensão interna do conjunto conforme imagem abaixo, consultando a tabela.		Trena	100%
Modelo	L (mm)			
1,30 mt.	1300 ±3			
1,50 mt.	1480 ±3			
1,70 mt.	1700 ±3			
2,00 mt.	2000 ±3			
2,20 mt.	2200 ±3			
CONTROLE DE ALTERAÇÕES				
Código	Alteração:	Solicitado:	Realizado:	Data:
1	Elaboração da I.T.	Cadastro	Luis Felipe	25/09/2018

**Fonte:** Autor, 2018.

## APÊNDICE C – CUSTO DA NÃO QUALIDADE

LOGOMARCA		CUSTO DA NÃO QUALIDADE									
CÓDIGO	Data	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	MODO DE FALHA	REINCIDADENTE	HS DE RETRABALHO	Nº DE PESSOAS	SUCATEAMENTO	CNDQ		
40100042	09/09/2018	Perfil Inf. Tras. Plat. Basc.	55	Dimensional fora do especificado	Sim	0,5	1	12	R\$ 80,00		
40100039	05/09/2018	Perfil Lateral Corpo Plat. Basc.	320	Rebarba no estampo	Não	1,5	1	0	R\$ 45,00		
40100071	12/09/2018	Perfil Central Inf. Corpo Plat. Basc. 2,00mt	30	Ângulo de dobra fora do especificado	Sim	0,6	2	2	R\$ 90,00		
40100037	17/09/2018	Orelha Corpo Plataforma Basculante	200	Diâmetro do furo menor	Não	4	1	0	R\$ 70,00		
40100067	18/09/2018	Cant. Interna Corpo Plat. 1,70	60	Comprimento fora do especificado	Não	1,5	1	0	R\$ 45,00		
40100069	01/10/2018	Chapa Inf. Corpo Plat. Basc. 2,00mt	50	Ângulo de dobra fora do especificado	Não	1	2	0	R\$ 120,00		
40100077	08/10/2018	Cabeceira Corpo Plat. Basc. 2,20mt	5	Dimensional fora do especificado	Não	0	0	5	R\$ 40,00		
40100045	12/10/2018	Reforço Lamina Plat. Basc.	300	Dimensional fora do especificado	Não	0	0	300	R\$ 150,00		
40100039	15/10/2018	Perfil Lateral Corpo Plat. Basc.	150	Rebarba no estampo	Sim	0,8	1	0	R\$ 25,00		
40100032	17/10/2018	Reforço Interno Plataforma	600	Rebarba de corte	Não	2,5	1	0	R\$ 60,00		

Fonte: Autor, 2018.