

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO DE PRESIDENTE  
PRUDENTE**

**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E OTIMIZAÇÃO DA MONTAGEM NA INDÚSTRIA DE  
AMPLIFICADORES AUTOMOTIVOS**

Isabelle Maria Lima do Nascimento  
Murilo Alessio Cardoso

Presidente Prudente/SP  
2024

# **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E OTIMIZAÇÃO DA MONTAGEM NA INDÚSTRIA DE AMPLIFICADORES AUTOMOTIVOS**

Isabelle Maria Lima do Nascimento  
Murilo Alessio Cardoso

TC apresentado como requisito parcial de conclusão do curso e obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção, sob a orientação do Prof. Me. Tiago Grajanin de Souza

Presidente Prudente/SP  
2024

# **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E OTIMIZAÇÃO DA MONTAGEM NA INDÚSTRIA DE AMPLIFICADORES AUTOMOTIVOS**

TC apresentado como requisito parcial  
para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

---

Prof. Me. Tiago Grajanin de Souza

---

Prof. Guilherme Dela Viuda Padua Ferreira

---

Prof. Dr. Hiroshi Wilson Yonemoto

# AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E OTIMIZAÇÃO DA MONTAGEM NA INDÚSTRIA DE AMPLIFICADORES AUTOMOTIVOS

Isabelle Maria Lima do Nascimento<sup>1</sup>  
Murilo Alessio Cardoso<sup>2</sup>

## RESUMO

Com o aumento constante da população e com clientes cada vez mais exigentes, uma das preocupações das indústrias é não perder a competitividade, para isso, a automação vem para alavancar e aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos, padronizando e proporcionando uma produção em maior escala, otimizando processos e mão de obra, reduzindo desperdícios e conseqüentemente gerando margens de lucro maiores à empresa. Este trabalho busca estudar a possibilidade de automação, utilizando uma parafusadeira automática em uma parte da linha de produção de uma empresa de amplificadores de som automotivo e propor melhorias que promovam a otimização de processos e a redução de custos operacionais. Metodologicamente, este artigo utiliza bibliografias para fundamentar seus argumentos e relatos de experiência dos autores em uma empresa do setor de amplificadores de som para examinar uma situação real e embasar o debate. A pesquisa destaca a importância da automação da linha de montagem para a redução de custos operacionais e otimização além de apresentar uma proposta de introdução de uma parafusadeira automática na linha de montagem. Por fim, discutimos pontos relevantes como redução de desperdícios, vantagens da automação nas indústrias e seus benefícios, mapeamento de processos, fluxograma atual da linha de montagem, gráfico de balanceamento de operações, reflexões e esclarecimentos.

**Palavras-chave:** Automação, Mapeamento de processo, Controle de produção, Eficiência, Linha do Montagem e Industria.

---

<sup>1</sup> Discente do 5º ano do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente. Belinha0nas@gmail.com.

<sup>2</sup> Discente do 5º ano do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente. Murilo.alessio.c@gmail.com.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

### FIGURAS

FIGURA 1 – Método de definição de processo para a linha montagem .....	20
FIGURA 2 – O processo de operações na linha de montagem.....	22
FIGURA 3 – Gráfico Balanceamento de Operadores atual.....	23
FIGURA 4 – Gráfico de balanceamento por operador.....	25
FIGURA 5 – Gráfico de balanceamento por operador e máquina.....	27

### TABELAS

TABELA 1 – Tabela de tempo de atividade completa de cada operador.....	25
TABELA 2 – Tabela de tempo de ciclo de parafusamento por operador.....	26

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	7
1.1 Organização do trabalho.....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1 DESPERDÍCIOS .....	8
2.1.1 SUPERPRODUÇÃO.....	8
2.1.2 EXCESSO DE PROCESSAMENTO.....	10
2.1.3 EXCESSO DE ESTOQUES.....	10
2.1.4 EXCESSO DE TRANSPORTE OU MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL.....	11
2.1.5 PRODUÇÃO DE PEÇAS DEFEITUOSAS.....	11
2.1.6 EXCESSO DE TEMPO DE ESPERA .....	12
2.1.7 EXCESSO DE MOVIMENTO OU MOVIMENTAÇÃO DESNECESSARIA .	13
2.2 AUTOMAÇÃO .....	14
2.2.1 Principais vantagens da automação da produção .....	15
2.3 Gráfico de balanceamento de operações.....	16
2.4 Mapeamento de processo .....	17
3 RELATO DE EXPERIÊNCIA .....	18
3.1 Como o processo de montagem é definido .....	19
3.1.1 Validação do processo.....	19
3.2 LINHA DE MONTAGEM.....	21
4 PROPOSTA DE MELHORIA.....	24
4.1 Introduzindo uma parafusadeira automática.....	25
4.2 Resultados esperados .....	25
4.3 Ações futuras para validar o processo.....	28
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	32

## 1 INTRODUÇÃO

A execução deste trabalho teve como objetivo estudar a possibilidade de implantação de uma parafusadeira automática em uma linha de produção de uma empresa de amplificadores de som automotivo. Quando falamos em linha de produção, em um mercado cada vez mais competitivo, surge a necessidade da modernização e adesão de formas cada vez mais modernas e eficientes para suprir a demanda e a exigência dos clientes. Não se atualizar pode implicar em ficar para trás e perder campo de mercado, resultando muitas vezes até na falência de empresas.

É de extrema importância a otimização dos processos produtivos, gerando economia de tempo, mão de obra e conseqüentemente recursos financeiros.

O tema tem como finalidade principal analisar a possibilidade da implementação de uma parafusadeira automática. Assim ressaltando a importância da otimização dos processos industriais, indicando os possíveis problemas que podem ser causados se não tiver uma boa gestão, e também buscando a redução de desperdícios dentro da empresa, resultando assim, numa diminuição de esforço físico, redução de retrabalho, economia de recursos, espaço etc.

Com a possível implementação de um setor automatizado e seus benefícios, os tipos de desperdícios e o que mais se enquadra na empresa atualmente. Em seguida, analisando o gráfico de balanceamento de operações e o mapeamento do processo e por último no relato de experiência, a situação real da empresa e como funciona seu processo de montagem, fluxograma, implantação da parafusadeira e como isso implicaria se fosse validado.

Para a elaboração do artigo, utilizou-se bibliografias e o relato de experiência, usando materiais já elaborados para coletar informações e análises de uma situação prática para fundamentar a discussão.

### 1.1 Organização do trabalho

O artigo em questão está dividido em cinco capítulos. No capítulo 2, são apresentados os desperdícios e suas sete classificações, a fundamentação da automação com suas principais vantagens, o gráfico de balanceamento de operações (GBO) e o mapeamento do processo em questão. O capítulo 3, mostra a execução de como está o processo na empresa atualmente, relatando uma visão interna das

atividades realizadas em cada etapa, descrevendo a linha de montagem e fazendo análises sobre ela. O capítulo 4, conduz uma proposta de melhoria caso a parafusadeira fosse implementada na linha, e os possíveis resultados que essa ação forneceria, baseados nas premissas de que a introdução da máquina tivesse sucesso. Por fim, no 5º e último capítulo, consta as considerações finais e o relato se os objetivos foram alcançados.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo expõe a fundamentação teórica dos temas discutidos na dissertação, além de apresentar os principais conceitos e elementos que dão suporte ao estudo. Ao final, são introduzidas as metodologias testadas na pesquisa.

### **2.1 DESPERDÍCIOS**

A busca por posições mais competitivas no mercado é a parte essencial da evolução das empresas. Assim sendo, os desafios são enfrentados em duas áreas, a primeira ocorre no ambiente externo, onde a concorrência impõe regras sobre preços, qualidade e margens de lucro, a segunda, igualmente desafiadora, acontece internamente, com foco em garantir qualidade e reduzir custos, preparando a empresa para continuar competitiva. Nesse contexto, o desperdício se destaca como um dos principais fatores que afetam a qualidade quanto os custos.

Segundo Shingo (1996), os desperdícios podem ser inicialmente classificados em sete categorias: superprodução, excesso de processamento, excesso de estoque, movimentação desnecessária, produção de peças defeituosas, tempo de espera e movimento. A seguir, apresentaremos cada uma dessas categorias de desperdício e suas particularidades.

#### **2.1.1 SUPERPRODUÇÃO**

Segundo Ghinato (2000), de todos os sete desperdícios, o proveniente de superprodução é o mais prejudicial à empresa. Está relacionado ao fato de se



produzir mais do que a demanda dos clientes ou por produzir em um ritmo acima do necessário, gerando custos desnecessário.

Existem dois tipos de desperdícios por superprodução:

- Desperdício por Superprodução em Quantidade – Refere-se à perda causada pela produção além do volume planejado ou necessário, resultando em peças/produtos excedentes.
- Desperdício por Superprodução Antecipada – Trata-se da perda gerada ao produzir itens antes do momento ideal, fazendo com que as peças/produtos fabricados fiquem armazenados, aguardando até serem utilizados ou processados em etapas posteriores. A superprodução tende a mascarar problemas no processo produtivo, como defeitos ou ineficiências.
- Dennis (2008) diz que a produção em excesso dá origem a outros desperdícios:
  - Trabalhadores indisponíveis produzindo itens que não terão saída breve.
  - Transporte de produtos finais desnecessários, que precisam ser levados a depósito para estocagem.
  - Espaços de armazenamento ocupados por produtos sem giro.
  - Maior complicação para contabilizar um estoque de produtos finalizados, por haver muitos itens.
    - Compras de materiais ou componentes em duplicidade.
    - Fluxo de caixa apertado.
    - Energia operacional desperdiçada em vão.
    - Operadores desmotivados ou estressados.

A superprodução também oculta a questão da movimentação, uma vez que qualquer deslocamento de pessoas ou máquinas que não agregue valor é considerado um desperdício de movimento. Os equipamentos devem ser utilizados em sua máxima capacidade, mas se isso for feito sem levar em conta a demanda real, ocorrerá superprodução, resultando na fabricação de peças ou produtos que podem não ter comprador, gerando, assim, investimento ocioso.

Embora a superprodução possa dar a impressão de que todos estão ocupados e que as atividades estão fluindo normalmente, essa é uma ilusão. Volumes

elevados distorcem a realidade e encobrem problemas que podem surgir quando os excessos são eliminados.

### **2.1.2 EXCESSO DE PROCESSAMENTO**

O excesso de processamento está relacionado ao fato de acrescentar ao processo mais trabalho ou esforço do que o requerido pelas especificações dos clientes. São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço. Também classificam-se como desperdícios no próprio processamento, situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal, como por exemplo, a baixa velocidade de corte de um torno devido a problemas de ajuste ou de manutenção; o número de figuras estampadas em uma chapa metálica menor do que o máximo 24 possível devido a um projeto inadequado de aproveitamento de material, etc. (GHINATO, 2000).

A atividade de produção deve iniciar com um esforço deliberado para definir claramente o valor do produto em termos específicos, visando eliminar esforços desnecessários durante o processamento. Um aspecto crucial na avaliação do processamento é a utilização de ferramentas de previsão para examinar possíveis modos e efeitos de falha tanto no produto quanto no processo. Essa abordagem assegura a qualidade do produto final.

### **2.1.3 EXCESSO DE ESTOQUES**

Ghinato (2000) descreve o desperdício relacionado ao estoque como a perda que ocorre devido ao armazenamento de matéria-prima, materiais em processamento ou produtos finalizados. Esse desperdício acontece quando há um fornecimento excessivo de peças entre as etapas de produção ou quando fornecedores entregam uma quantidade excessiva de matéria-prima, componentes etc., visando abastecer a fábrica. Esse acúmulo de estoque além de exigir espaço de armazenamento, exige também capital de giro para sua gestão, resultando em custos adicionais e imobilizando recursos financeiros, caracterizando assim um desperdício. Portanto, quanto maior o estoque, maior será o desperdício associado.

Geralmente, os estoques servem apenas como uma proteção contra imprevistos, mas quando são excessivos, elevam os custos de armazenamento e ocupam mais espaço na empresa, resultando em custos adicionais pela sua ocupação.

Outro problema encontrado nas empresas com grandes estoques é que essa característica esconde a realidade das organizações, dificultando cada vez mais a identificação dos problemas existentes e, conseqüentemente, a sua eliminação. Quando ocorrem problemas com as peças de fornecedores,

também fica mais difícil identificar a verdadeira causa do problema, para que ações corretivas sejam iniciadas (FERREIRA, 2004).

Um excesso de materiais em estoque representa desperdício, pois ocorre uma produção além do necessário, resultando em lotes intermediários (estoques) devido à falta de um fluxo contínuo.

#### **2.1.4 EXCESSO DE TRANSPORTE OU MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL**

É considerado um desperdício o excesso de movimentação de material, materiais mais utilizados devem ficar próximos e disponíveis ao local de trabalho, tudo que é usado com frequência precisa estar mais próximo, e o que não é usado com recorrência mais distante. Desta forma, se economiza tempo procurando, energia, dentre outros incômodos ao operador.

Conforme descrito por Dennis (2008), produzir lotes menores e posicionar os processos mais próximos uns dos outros pode diminuir o desperdício associado ao transporte. Dessa forma, as melhorias mais relevantes em termos de redução de desperdícios de transporte são aquelas alcançadas por meio de mudanças no layout que eliminem ou reduzam as movimentações de materiais. Muitos processos são projetados com distâncias fixas entre as máquinas, o que favorece o uso de lotes de produção. O deslocamento desses lotes frequentemente obriga o operador a deixar seu local de trabalho para movimentar essas peças, configurando assim uma forma de desperdício. Ao planejar e projetar estações de trabalho, é fundamental considerar o arranjo, que deve ser o mais próximo possível das operações simultâneas exigidas pelos lotes.

#### **2.1.5 PRODUÇÃO DE PEÇAS DEFEITUOSAS**

O desperdício por produção defeituosa é quando o produto final não atende os requisitos exigidos no controle de qualidade, ou seja, há a perda do produto final ou este deve ser comercializado por um valor inferior ao de mercado, resultando em lucro cessante (quando se deixa de lucrar) ou até mesmo prejuízo. Se o produto não estiver acabado, ou seja, o defeito foi no meio do processo produtivo, pode ser que dê para consertar, mas ainda assim gera retrabalho, resultando em desperdício de energia e tempo dos operadores.

Os produtos devem ser manufaturados de forma correta, logo na primeira vez; caso contrário, serão adicionadas tarefas desnecessárias para sua finalização, que demandam, adicionalmente, energia, tempo de equipamento, mão-de-obra e outros que acrescentarão custos desnecessários para a correção do defeito encontrado. Considerando esse ponto de vista, pode-se dizer que correção é um fator de desperdício grave, pois a mesma pode gerar retrabalho custo de recuperação ou mesmo a perda total do esforço e material, além do elevadíssimo risco de perder clientes (FERREIRA, 2004).

Frequentemente, um problema é resolvido, mas sua causa raiz não é eliminada, o que pode resultar em problemas futuros na própria planta e nas operações subsequentes, além de aumentar o risco de falhas para o cliente final. Por essa razão, esse desperdício deve ser tratado com grande importância.

### 2.1.6 EXCESSO DE TEMPO DE ESPERA

Sob a perspectiva de Ghinato (2000), o desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção está sendo executado. O lote fica parado, à espera de sinal verde, para seguir em frente no fluxo de produção. Esse tempo de parada constitui um desperdício, refere-se, tanto à matéria-prima, quanto aos produtos semiacabados que esperam pelo processo seguinte, assim como o acúmulo de estoques excessivos a serem entregues. Pode-se citar também, à espera do operador por reabastecimento, ficando ocioso nesse período a espera de matéria prima para realizar sua função.

Segundo Dennis (2008), a espera aumenta o lead time, que consiste no tempo entre o momento em que o cliente fez o pedido e o momento em que ele o recebe. Pode-se considerar lead time da seguinte forma:

*Lead time = tempo de processamento + tempo de retenção*

Equação 1 – Cálculo do Lead Time (DENNIS, 2008)

Onde:

- Tempo de processamento: tempo total em que o produto está sendo processado
- Tempo de retenção: tempo em que o produto está no fabricante, ou em sua posse, porém aguardando algum tipo de processamento, seja ele em estado de matéria-prima, semiacabado (em processamento) ou produto final.

Três tipos de desperdícios por espera, segundo (GHINATO, 2000).

Desperdício por Espera no Processo:

O lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operadores estejam disponíveis para o início da operação (processamento, inspeção ou transporte). As esperas de processo também podem estar relacionadas às taxas de defeitos superestimadas, causando a espera do processamento do excedente, ou, devido à antecipação da programação, os estoques intermediários podem ser gerados por desbalanceamento, para a absorção de quebras, refugos e para segurança gerencial (FERREIRA, 2004).

#### Desperdício por Espera do Lote:

É a espera a que cada peça componente de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação, por exemplo: quando um lote de 1000 peças está sendo processado e a primeira peça, após ser processada, fica esperando as outras 999 peças passarem pela máquina para poder seguir no fluxo com o lote completo. Esta perda é imposta sucessivamente a cada uma das peças do lote. Supondo que o tempo de processamento na máquina M seja de 10 segundos, a primeira peça foi obrigada a aguardar pelo lote todo por 2 horas e 47 minutos (999 peças. x 10 segundos) desnecessariamente (GHINATO, 2000).

#### Desperdício por Espera do Operador:

Trata-se da ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento do início ao fim, ou devido ao desbalanceamento de operações (INVERNIZZI, 2006).

Enquanto os 28 operadores assistem ao trabalho da máquina, ele não tem possibilidade de fazer outra atividade; conseqüentemente, não agrega valor. Esse tipo de desperdício é literalmente um "tempo morto" (FERREIRA, 2004).

Em algumas organizações, ocorre frequentemente a utilização de operadores em ciclos automáticos, que acompanham o funcionamento da máquina sem desenvolverem atividades paralelas durante o tempo de processamento do equipamento. São necessários, portanto, estudos que possibilitem a menor intervenção possível do homem na operação, visando ao seu melhor aproveitamento durante o tempo de processamento do equipamento que opera. Para esses casos devem ser sempre utilizados conceitos de fluxo contínuo de fabricação, fazendo-se uso do bom senso, da lógica, criatividade e iniciativa, para o desenvolvimento de métodos eficazes (FERREIRA, 2004).

### **2.1.7 EXCESSO DE MOVIMENTO OU MOVIMENTAÇÃO DESNECESSARIA**

Para Ghinato (2000), os desperdícios por movimentação ligam-se aos movimentos ou ações desnecessários realizadas pelos operadores na execução de determinada atividade, envolvendo tanto movimento humano quanto mecânico. O desperdício de movimento humano está relacionado à ergonomia do local de trabalho, e os mecânicos por sua vez, são resultantes de equipamentos mal posicionados ou muito distantes. Os movimentos dos operadores devem ser realizados de forma estratégica, de maneira que se sintam à vontade, para evitar o cansaço físico, dores,

lesões, cansaço mental, por isso, necessita-se de um planejamento ergonômico, para não afetar a produtividade e não sobrecarregar os operadores com esforços repetitivos.

Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e métodos. Quando os movimentos de um operador são observados, pode-se comparar e analisar o valor agregado e o valor não agregado. Em um acompanhamento de estudo de tempos e métodos, é possível observar movimentos que podem ser agrupados, melhorados ou até mesmo eliminados, por meio de ações simples, como, por exemplo, a melhor disposição física da estação de trabalho (GHINATO, 2000).

Segundo Shingo (1996), as operações desse tipo podem ser executadas, tanto no processo de produção, como nas operações. Quando o modo de trabalho não é apropriado, as pessoas acabam fazendo trabalhos em vão, o que resulta em retrabalho ou menor produtividade.

As movimentações dentro do setor produtivo devem ser aquelas que são necessárias para o processamento de atividades. A racionalização dos movimentos nas operações é obtida também através da mecanização de operações, transferindo para as máquinas atividades manuais realizadas pelo operador. Contudo, vale alertar que a introdução de melhorias nas operações via mecanização é recomendada somente após terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário e eventuais mudanças nas rotinas das operações. (SHINGO, 1996).

## 2.2 AUTOMAÇÃO

Fundamentado em SLACK, BRANDON-JONES e BURGESS, (2023) nas últimas décadas, o avanço tecnológico notável em nossa sociedade trouxe soluções capazes de automatizar inúmeras tarefas humanas, tanto físicas quanto cognitivas. A automação, um conceito que surgiu há mais de cinquenta anos, evoluindo desde as ferramentas mais primitivas criadas pela humanidade, passando pela mecanização, até alcançar a formação da automação moderna.

É comum pensar que a automação resulta tão-somente do objetivo de reduzir custos de produção. Isso não é verdade: ela decorre mais de necessidades tais como maior nível de qualidade, expressa por especificações numéricas de tolerância, maior flexibilidade de modelos para o mercado, maior segurança pública e dos operários, menores perdas materiais e de energia, mais disponibilidade e qualidade da informação sobre o processo e melhor planejamento e controle da produção. (MORAES; CASTRUCCI, 2006, p. 12).

Como argumenta BITTAR (1993) a concepção de automação é amplamente empregado na linguagem cotidiana, o conceito de automação apresenta ambiguidade. Em uma visão geral, que frequentemente coincide com o uso comum do

termo, automação segundo o dicionário de Oxford pode ser definida como: o controle automático do processo de fabricação de um produto por meio de etapas sucessivas.

Estendendo os argumentos de BITTAR (1993) alguns autores não diferem o conceito de automação do de mecanização, assim definindo o como um método tecnológico que visa reduzir os custos de produção em termos de horas de trabalho por unidade de produto. O uso da automação como sinônimo de mecanização avançada pode desagradar o profissional técnico, mas atende aos interesses do economista. Por outro lado, alguns argumentam que mecanização e automação são conceitos essencialmente diferentes. A automação é uma tecnologia distinta da mecanização, pois seu foco está mais em substituir ou auxiliar o esforço mental humano do que o esforço físico.

### **2.2.1 Principais vantagens da automação da produção**

Como argumenta SLACK, BRADON-JONES e BURGESS (2023) a administração da produção não se limita apenas ao uso de máquinas para montar produtos de forma eficiente, mas também envolve o aproveitamento de conhecimento, pessoas e recursos internos e de parceiros. Além disso inclui o uso de experiência dos colaboradores para produzir, adaptar, vender ou moldar produtos, serviços ou ideias que correspondam, superem ou até encantem as expectativas e necessidades dos clientes ou da sociedade em geral.

A produção industrial está cada vez mais automatizada. Este progresso deve se:

- Automação de operadores que anteriormente realizavam tarefas manuais, como montagens e controles.
- Transformação de máquinas semiautomáticas para automáticas: Máquinas que exigiam algum nível de operação manual estão sendo convertidas para sistemas totalmente automáticos, otimizando a produção e reduzindo a necessidade de intervenção humana.
- Substituição de máquinas rígidas, que produziam apenas um tipo de produto, por máquinas flexíveis, capazes de operar em diversos tipos de produtos.

As principais vantagens da automação são as seguintes:

- Aumento na produtividade, com máquinas que podem operar 24 horas por dia, por 7 dias na semana sem a necessidade de pausa.

- Equipamentos programados para alcançar uma maior padronização, melhorando a qualidade comparado as falhas humanas
- A realização de operações impossível de controlar manualmente ou intelectualmente, por exemplo: as montagens de miniaturas, operações muito rápidas ou coordenações complexas. (BITTAR, 1993, p17).
- Aumenta a segurança ou diminui os riscos, tirando operadores de execuções perigosas,
- Reduz custos de mão de obra, encargos trabalhistas, entre outros.

Numa economia em crescimento, toda automação tem por objetivo facilitar a competitividade global do produto, seja diretamente (custos, qualidade), seja indiretamente (melhoria das condições de trabalho) (BITTAR, 1993, p. 17)

### **2.3 Gráfico de balanceamento de operações**

A busca pela eficiência dos recursos produtivos e dos menores custos de produção são preocupações constantes na maioria das empresas atuantes em mercados altamente competitivos. (MARTINEZ, 2012, p. 01)

Segundo Martinez (2012) o balanceamento de uma linha de montagem, tem como objetivo aumentar a produtividade e eliminar desperdícios, para o aprimoramento do desempenho e da competitividade da organização.

Para conquistar êxito no mercado altamente competitivo, as empresas necessitam produzir com a maior eficiência possível. O controle dos custos operacionais das atividades produtivas é condição essencial para que uma empresa possa competir em condições de igualdade com seus concorrentes (SOARES, 2007).

Baseado em Martinez (2012) o balanceamento de uma linha montagem visa reduzir custos operacionais diretamente ligados à produção de uma empresa, ao adequar os postos de trabalho para obter um fluxo contínuo, minimizando as ociosidades de pessoas e equipamentos.

De acordo com Gomes (2008) o gráfico de balanceamento de operações (GBO), é utilizado para estabelecer quais tarefas cada operador deve executar em seu posto de trabalho. As atividades são classificadas em operações que agregam valor ao produto e operações que não acrescentam. Assim, distribuindo as tarefas e balanceamento.



Dessa forma justifica-se o estudo do balanceamento em uma linha de montagem, com a finalidade de reduzir as perdas, aumentar a produtividade e a confiabilidade, proporcionando flexibilidade e capacidade em atender a demanda de forma rápida e eficiente. (MARTINEZ; 2012)

Balancear uma de linha de montagem é o processo por meio do qual a carga de trabalho é dividida entre os operadores em uma linha de produção de modo a atender o tempo. (TAPPING et al., 2002, p. 169).

Uma linha balanceada significa que cada estação de trabalho produz de forma sincronizada e na quantidade adequada, gerando um fluxo constante e sem interrupções em todas as estações da linha (ABDULLAH, 2003, p. 245).

## **2.4 Mapeamento de processo**

Baseado em Davenport (1994) a definição da palavra processo, é um conjunto de atividades constituído e medidas destinadas a resultar em um produto para determinado público ou mercado.

Segundo ALBUQUERQUE e ROCHA (2006) alinhar os processos com a estratégia da empresa, utilizando metodologias de gerenciamento e gestão de processos, é um passo crucial para transformar uma organização funcional em um sistema eficiente de produção de bens e serviços. Isso permite que a organização reaja e se adapte rapidamente às mudanças do ambiente externo, proporcionando uma vantagem competitiva no mercado em que atua.

Atuar da melhor forma possível faz parte dos objetivos de qualquer organização, seja pela qualidade na prestação de um serviço, seja na produção de um bem ou produto, com o propósito de entregar valor que satisfaça as necessidades dos seus clientes. (ROCHA, BARRETO, AFFONSO (2017)

As operações em uma linha de montagem são de, basicamente, acoplar subcomponentes ou peças no conjunto principal. Os produtos acabados são movidos para a próxima operação. (MEIRA ,2015, p. 36)

Várias metodologias de melhoria e mapeamento de processos vêm sendo elaboradas e estudadas ao longo do tempo. Essas metodologias, de forma generalizada, têm como principal objetivo representar graficamente, através de fluxos, mapas ou diagramas, um processo a ponto de que este possa ser entendido e assimilado por todas as partes interessadas. Estas metodologias possibilitam que se analisem os processos, como é a sua sequência de atividades atuais, e quais melhorias possam ser desenvolvidas (JUNIOR; SCUCUGLIA, 2011).

Conforme descrito por Rocha (2017) para assegurar a efetividade dos processos da organização, é essencial realizar uma avaliação de desempenho. Essa

avaliação tem como objetivo verificar se os processos estão sendo conduzidos conforme o planejado e se os resultados esperados estão sendo atingidos.

Dando continuidade aos argumentações de Rocha (2017) a avaliação possibilita identificar os pontos que requerem ajustes ou melhorias, visando ações preventivas ou corretivas para solucionar problemas ou gargalos detectados. Para tanto, é necessário definir um conjunto de indicadores de desempenho dos processos.

Outros objetivos como a redução dos prazos e a melhoria da qualidade e do atendimento ao cliente, traduzem-se ao que supõe, em maiores vendas ou numa produção menos cara. (Davenport, p4, 1994)

Utilizando as considerações de Junior e Scucuglia (2011) esta busca por processos mais eficientes envolver modelar os processos internos da empresa, o que significa descrever ou ilustrar a situação atual de cada um, assim representando graficamente a sequência de atividades que os compõem. Simultaneamente, são realizadas análises e propostas de modificações nesses processos, com o objetivo de transformá-los mais eficazes do ponto de vista dos clientes.

Em síntese, o gerenciamento eficaz dos processos internos, aliado a indicadores de desempenho bem definidos, promove redução de custos, melhoria da qualidade e maior satisfação dos clientes. Assim, a organização não apenas alcança maior eficiência operacional, mas também fortalece sua posição no mercado, atendendo de forma mais assertiva às demandas dos consumidores.

### **3 RELATO DE EXPERIÊNCIA**

O estudo foi desenvolvido em uma empresa fabricante de amplificadores de som automotivos, no departamento de Engenharia de processos e qualidade, onde o mesmo é responsável pelo método e processo de fabricação do produto.

O objetivo desse artigo é analisar o comportamento atual da linha de montagem final desta empresa e propor melhorias de automação e otimização com a introdução de uma parafusadeira automática, para esta análise foram disponibilizados dados reais e a experiência vivida no departamento.

### **3.1 Como o processo de montagem é definido**

Quando um produto novo é elaborado, desenvolvido, prototipado e testado, o protótipo é encaminhado para o departamento de Engenharia de Processos e Qualidade, que será responsável por definir todo o processo de montagem do produto. Inicialmente o processo é delineado com base em produtos similares e, em seguida, adaptado ao produto novo, incorporando pequenas melhorias.

O processo completo é formalizado em um documento chamado Instrução de Trabalho (ITR), o qual detalha todas as etapas de montagem. Este documento é elaborado distribuindo as tarefas entre cinco operadores, designando as atividades que cada operador irá executar. O ITR também inclui a utilização de ferramentas dispostas na linha de montagem, além de fotos, observações e descrição completa de como o produto deve ser montado e o resultado.

Antes do documento ser encaminhado para o líder da linha de montagem, o documento passa por uma revisão de uma pessoa distinta da que a elaborou, com o objetivo de identificar e corrigir possíveis falhas no processo de montagem.

#### **3.1.1 Validação do processo**

Após a entrega de Instrução de Trabalho (ITR) ao Líder da linha de produção, o processo deve ser validado pelo responsável da sua elaboração. As métricas utilizadas para essa validação incluem a verificação da eficácia da montagem do produto e a confirmação de que cada etapa está sendo realizada dentro do tempo previsto. Além disso é importante garantir que os cinco operadores estejam executando as tarefas sem dificuldades e que o tempo de operação esteja equilibrado entre eles.

Na prática, o documento é testado junto com o lote piloto, que corresponde ao primeiro lote a ser montado na fábrica. Esse lote inicial representa a primeira vez que o produto será efetivamente produzido na linha de montagem. Durante essa fase, tanto o documento quanto a matéria-prima são analisados em conjunto, garantindo que todos os aspectos do processo e dos materiais estejam alinhados com os padrões esperados.

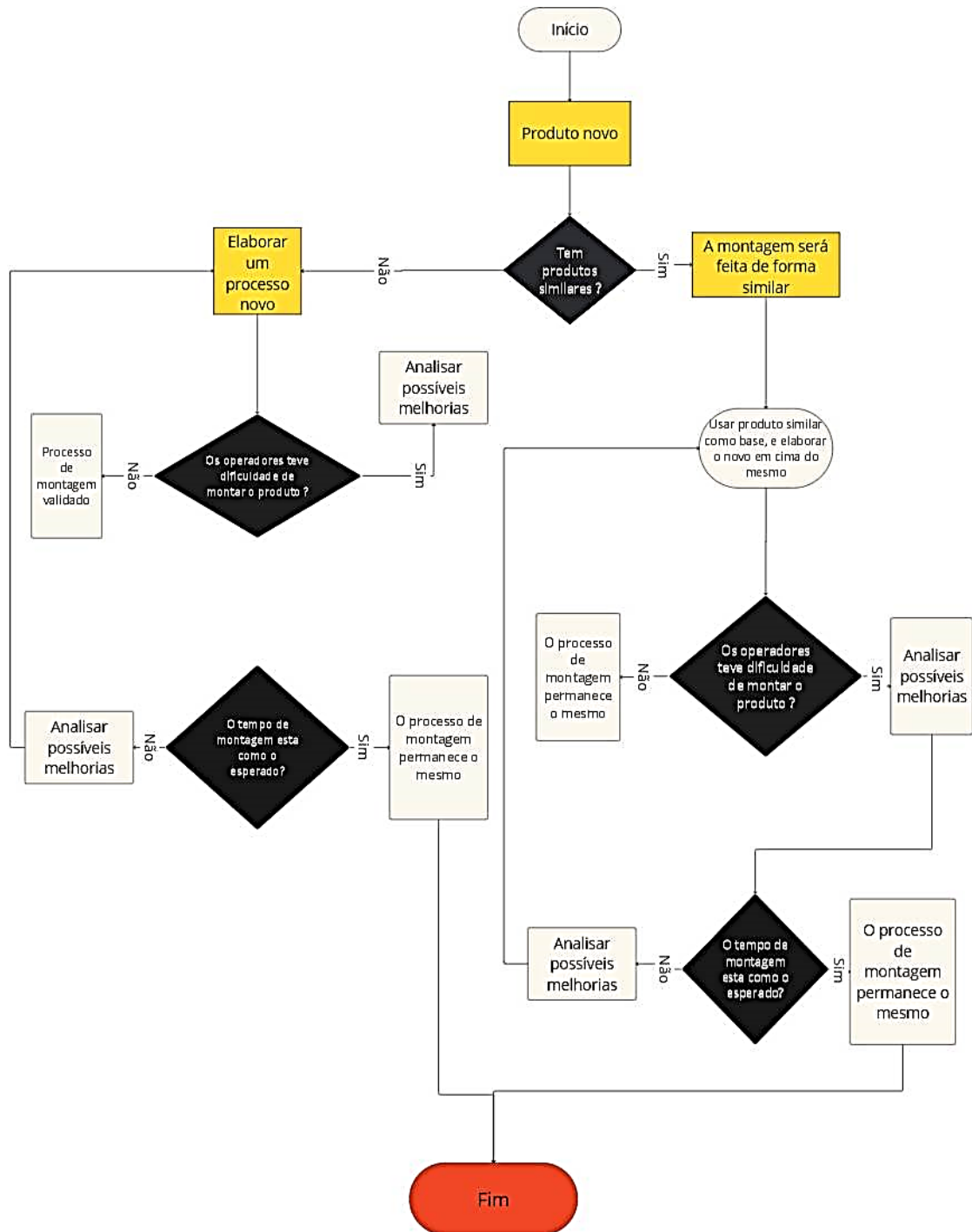
Caso sejam identificados queixas ou problemas no processo, seja pelo próprio elaborador, do líder ou dos operadores, cabe ao responsável pela elaboração

analisar a situação e propor as devidas correções ou melhorias, seja pelo processo de montagem ou pela matéria prima.

Assim, sendo feito melhorias no processo de montagem e novos testes na linha para garantir a eficiência na produção.

Para uma demonstração visual de como funciona o processo de validação foi feito um fluxograma mostrado na figura 1.

**FIGURA 1 – Método de definição de processo para a linha montagem**



Fonte: Elaboração dos autores.

### 3.2 LINHA DE MONTAGEM

Utilizando as falas de CSILLAG (1974), projetar uma linha de montagem envolve subdividir ou agrupar as tarefas necessárias de modo que cada grupo de trabalho tenha uma carga igual em termos de tempo necessário para a sua

execução. Se essa igualdade for alcançada, haverá um fluxo contínuo; caso contrário, as operações mais lentas ou longas na sequência registrarão o fluxo de toda a linha, limitando-o. Como resultado, o grupo mais lento ficará sobrecarregado, enquanto os demais terão tempo ocioso.

Na fábrica de amplificadores cada operador executa uma série de tarefas no produto que logo em seguida é transportado para o próximo operador com o auxílio de uma esteira. Em seguida, o próximo operador da continuidade a sequência de operações, assim seguindo para o próximo na linha até chegar na reta final com o produto testado e finalizado.

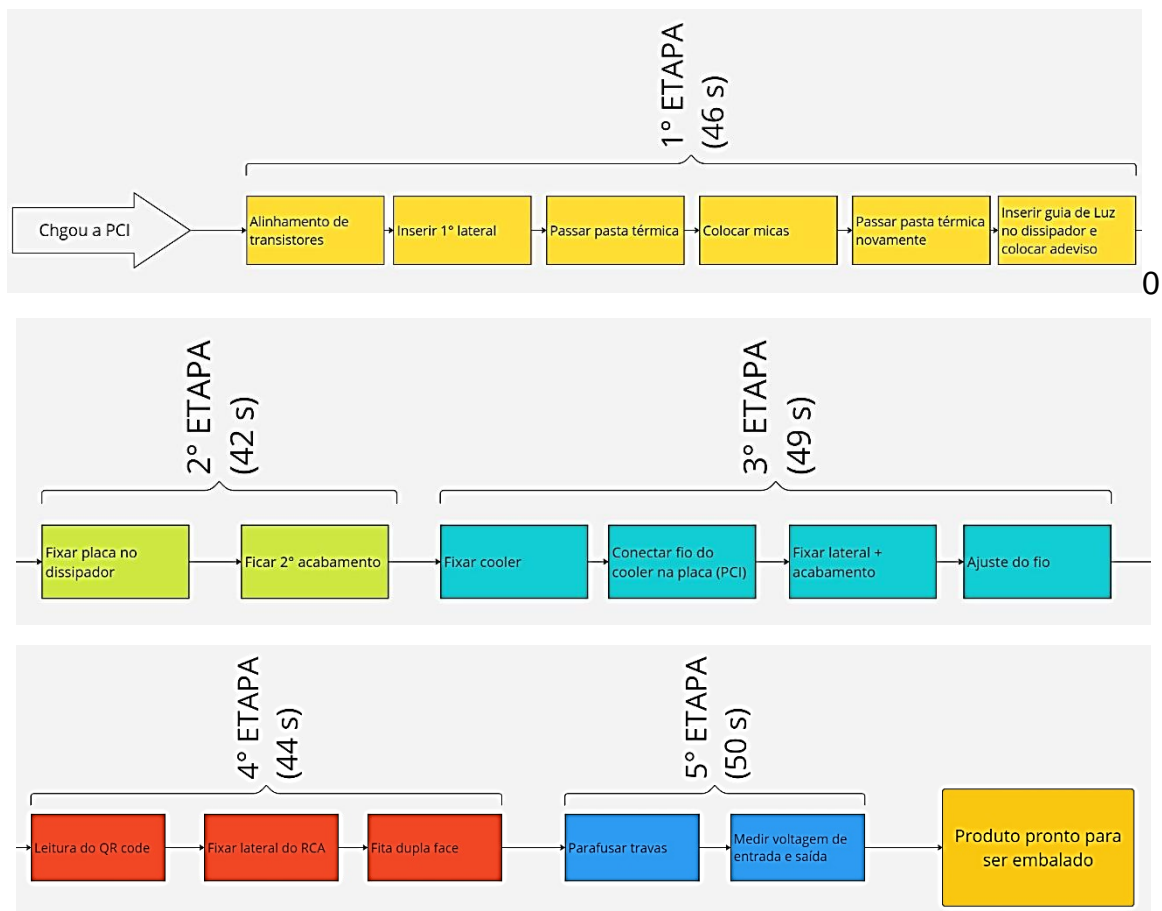
É muito difícil ou mesmo impossível na generalidade dos casos, dividir igualmente a quantidade total de trabalho entre os vários locais, ditos postos de trabalho. (CSILLAG, 1974, pg. 30)

Seguindo os conceitos de CSILLAG (1974), o tempo disponível por posto de trabalho, conhecido como tempo de ciclo, é definido pelo posto com a maior carga de trabalho, enquanto os demais postos têm algum tempo ocioso. O objetivo principal do balanceamento de linhas é reduzir esses tempos ociosos em cada posto, minimizando atrasos causados pelo desbalanceamento maximizando o uso dos recursos. A cada ciclo completo um produto acabado sai da linha, e o nível de produção é definido pelo tempo de ciclo, portanto, depende de postos em que a linha é dividida, considerando um volume de trabalho para o produto.

Na empresa de amplificadores, o produto é montado com cinco operadores, cada um com sua instrução de trabalho (ITR) em seu posto contendo a descrição de suas atividades e observações sobre o produto em específico, cada um terá um tempo disponível para executar sua tarefa.

A figura 2, através de um fluxograma expõe como processo acontece na empresa de amplificadores, onde marca as atividades de cada operador e o tempo total aproximado gasto em cada operação.

**FIGURA 2 – O processo de operações na linha de montagem.**



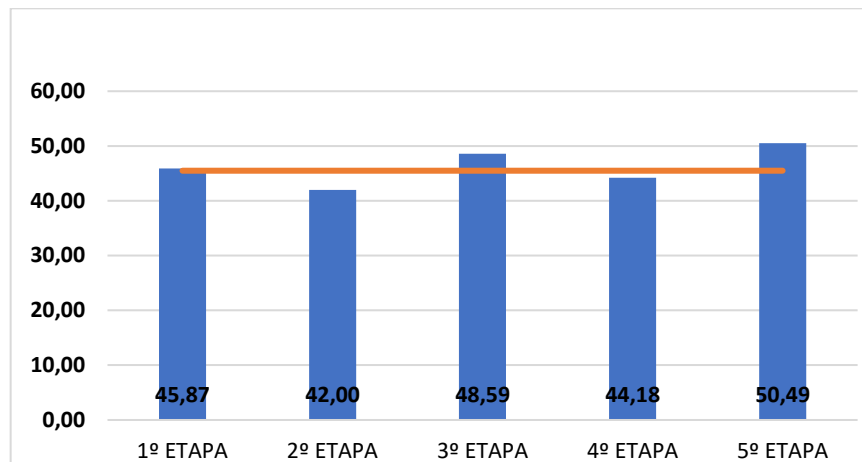
Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando a operação atual a linha montagem não totalmente balanceada, podendo ocorrer possíveis gargalos e erros humanos por falta de tempo.

### 3.3.1 – Análise de linha de montagem atual.

Em processos manuais, o torque aplicado e a velocidade para parafusar podem variar de operador para operador, o que impacta a qualidade, tempo de operação, que seriam os ciclos e consistência do produto.

A figura 3 demonstrar a variabilidade de operação manual de acordo com a média de tempo de cada operador que estão divididos por 5 etapas. Nota-se que a média é de aproximadamente 45 segundos, o gráfico mostra que somente as etapas 1, 3 e 5 estão acima desse valor, enquanto as etapas 2 e 4 estão abaixo, isso mostra que o processo sofre com algumas flutuações na linha de montagem.

**FIGURA 3 – Gráfico Balanceamento de Operadores atual.**

Fonte: Fábrica de amplificadores.

#### 4 PROPOSTA DE MELHORIA

Com o objetivo de mudar o cenário atual, buscando reduzir a movimentação de operadores e o tempo de produção, além de otimizar a linha de montagem, elevando a qualidade e a competitividade da empresa.

O Desperdício a ser qualificado nesta operação é excesso de movimento ou movimentação desnecessária. Onde o uso manual de parafusos envolve movimentos repetitivos e desnecessários, além de ser menos eficiente em comparação ao uso de uma parafusadeira automática. Assim automatizando esse processo, viabiliza na eliminação em partes deste desperdício relacionado ao esforço humano excessivo, tempo e possíveis erros, deste modo otimizando a operação.

Essa automação reduz o tempo de montagem e o retrabalho, já que a parafusadeira automática garante precisão e consistência. Além disso, pode reduzir o desperdício de materiais, como parafusos danificados ou usados incorretamente.

Empregando as falas de GARCIA (2008) é importante destacar que uma empresa que utiliza máquinas avançadas, desenvolve processos totalmente automatizados e produz itens de alta precisão e sem defeitos não necessariamente é uma organização eficiente em todos os aspectos, caso existam outros processos ineficientes e pessoas descomprometidas. Uma instituição, contudo, pode começar a melhorar certos processos e manter outros inalterados devido às limitações de recursos.



#### **4.1 Introduzindo uma parafusadeira automática**

A introdução de uma parafusadeira automática, que pode contribuir diretamente para a padronização e a precisão das operações de montagem. A implementação desse equipamento na linha de produção possibilita uma significativa economia de tempo, reduzindo o esforço físico dos operadores e otimizando o fluxo produtivo, o que se traduz em maior produtividade e competitividade para a empresa.

Uma parafusadeira automática aplicaria o mesmo torque e velocidade em todas as peças reduzindo a variabilidade entre as etapas e ajudando a manter os valores próximos da média desejada. Assim permitindo que a tarefa seja executada mais rapidamente e com precisão constante, podendo reduzir o tempo necessário para concluir cada etapa, melhorando o ritmo do processo e diminuindo riscos de atraso.

Além disso, a parafusadeira pode ser programada para aplicar o torque exato necessário, reduzindo o risco de parafusos soltos ou apertados demais, o que pode evitar retrabalho e desperdício de tempo e de parafusos.

Uma das grandes vantagens de equipamentos automatizados é que geralmente oferecem dados em tempo real sobre o processo, como, o torque aplicado, números de parafusos usados etc. Essas informações podem ser utilizadas para monitorar e ajustar o processo de forma rápida, caso qualquer desvio seja detectado, assim permitindo uma reação imediata evitando que etapas futuras fiquem abaixo da média.

#### **4.2 Resultados esperados**

Com a perspectiva de implementar a parafusadeira automática, os dados esperados na linha de produção provavelmente apresentariam melhorias na redução de tempo médio de fixação de parafusos, assim aumentando a eficiência de produção por unidade. O tempo atual para completar um ciclo completo de montagem é de 45 segundos, embora nem todas as etapas estejam alinhadas com esse valor. Com a introdução da parafusadeira deverá permitir que o tempo médio por etapa se aproxime ou até mesmo seja inferior do valor atual.

Para verificar o impacto, foi realizado uma análise com dados reais, envolvendo o mesmo produto e uma etapa única de parafusamento, executada por

operadores com o mesmo nível de experiência. A atividade consistia em parafusar onze parafusos fixando a placa (PCI) no dissipador, foram coletadas sete amostras de cada operador, executando a mesma atividade, mesmo parafuso e ferramentas com o mesmo produto.

A tabela 1 mostra os seguintes resultados: o primeiro operador teve um tempo de 37,94 segundos com desvio padrão de 3,7. O segundo obteve 29,75 com desvio de 3,3 e o terceiro e último operador alcançou média de 35,09 com desvio de 3,1. Se calcularmos a média desta três etapa seria de 34,26.

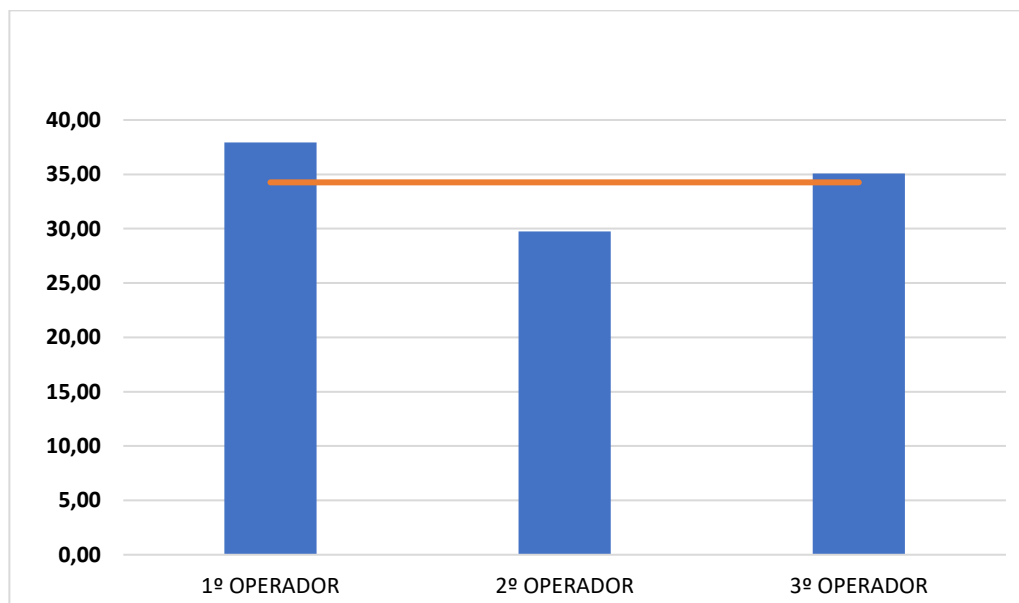
**TABELA 1 – Tabela de tempo de atividade completa de cada operador.**

LINHAS	SEGUN-DOS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
1º OPERADOR	37,94	34,26	3,7
2º OPERADOR	29,75	34,26	3,3
3º OPERADOR	35,09	34,26	3,1

Fonte: Elaboração dos autores.

A figura 4 exibe em um gráfico dos dados apresentados pela tabela 1, onde expressa em escala o tempo de cada operador e a média entre eles.

**FIGURA 4 – Gráfico de balanceamento por operador.**



Fonte: Elaboração dos autores.

A tabela 2 mostra se calcularmos o tempo de ciclo por parafuso, obtivemos os seguintes resultados: o primeiro leva em média 3,14 segundos para apanhar um parafuso e fixar na placa, o segundo uma média de 2,46 segundos por parafuso e o terceiro em média de 2,90 segundos.

**TABELA 2 – Tabela de tempo de ciclo de parafusamento por operador.**

OPERADOR	TEMPO MEDIO TOTAL	Nº PARAFUSOS	MÉDIA DE CICLO POR PARAFUSO
1º	34,5	11	3,14
2º	27,0	11	2,46
3º	31,9	11	2,90

Fonte: Elaboração própria

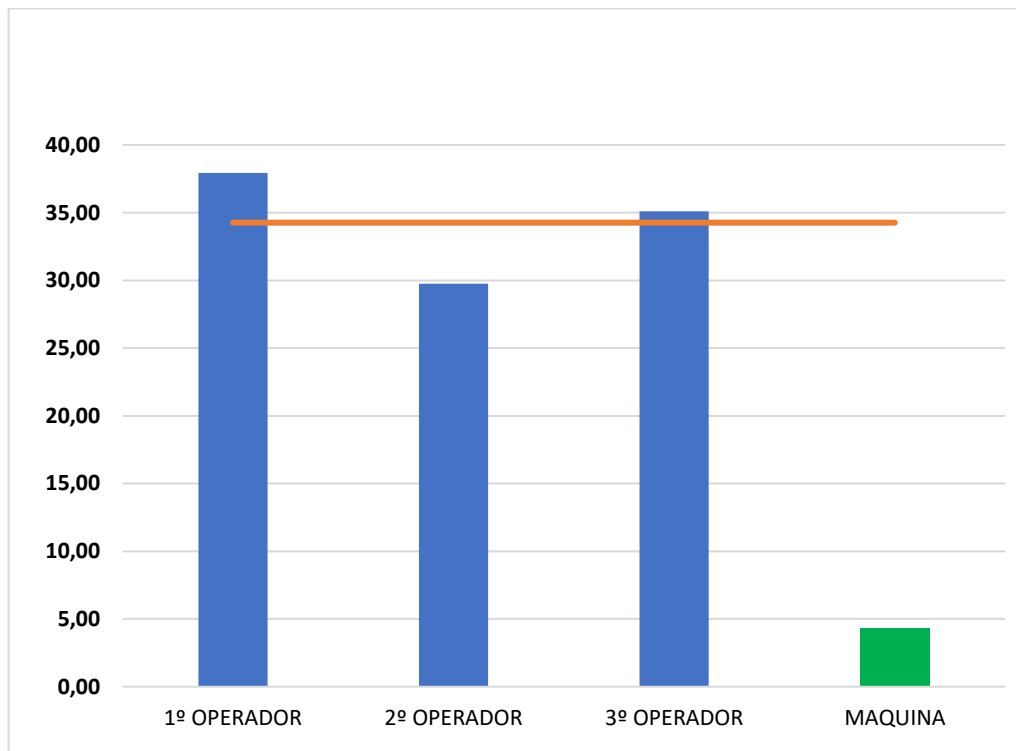
A automação deve trazer maior consistência ao processo, reduzindo a variabilidade e o desvio padrão do tempo de fixação, indicando um processo mais uniforme e previsível. Com isso o índice de parafusos danificados ou instalados incorretamente deve cair, com a premissa de que a máquina controla a força e a precisão de fixação, assim levando a economias em materiais.

As taxas de unidades produzidas por hora devem aumentar devido à redução de movimento e a eficiência da parafusadeira. Esse aumento pode ser medido comparando a produtividade antes e depois da implementação.

Essa implementação também pode impactar na qualidade do produto, pois, o número de peças rejeitadas ou que necessitam de retrabalho deve diminuir, ponderando maior qualidade no processo de montagem.

Conforme especificado na documentação técnica do equipamento, a depender da complexidade e condições de fixação de parafuso o tempo de ciclo por parafuso pode levar 0,39 segundos. Mas o mesmo ressalta que é importante validar com um teste prático para confirmar, pois, em operações reais, fatores como o movimento entre parafusos, ajustes de precisão e carga podem influenciar o tempo total por parafuso.

A figura 5 mostra se usarmos esse dado para os onze parafusos apanhados e fixados, o tempo de ciclo total esperado desta etapa pela máquina seria de 4,29 segundos, uma redução média de 27,61 segundos por operador, o que equivale a uma redução de aproximadamente 80% por ciclo, o tempo de máquina em relação ao operador está destacado em verde na figura.

**FIGURA 5 – Gráfico de balanceamento por operador e máquina.**

Fonte: Elaboração dos autores.

Supondo que os resultados finais seriam parecidos com os do gráfico de estudo, poderia ser uma excelente alternativa a implementação da parafusadeira automática.

### 4.3 Ações futuras para validar o processo

Para validar o processo e garantir que a parafusadeira automática melhora o processo e reduz desperdício, deve se realizar ações futuras com focos em testes práticos e análise de resultados obtidos.

Ao executar o projeto piloto implemente a parafusadeira automática em uma linha na área específica por um período de teste. Registre o desempenho, incluindo tempo de montagem, a quantidade de parafusos desperdiçados e a consistência dos resultados. Compare os dados com os resultados anteriores com o processo manual para que possa identificar melhorias específicas e quantificáveis.

Após os dados serem coletados com os detalhes de produção como, tempo de fixação, índice de falhas, quantidade de material desperdiçado e outros.

Pode-se analisar a média atual com a anterior, elaborar gráficos de melhoria assim tornando o resultado mais aparente e visualizando os ganhos.

Com a parafusadeira automática em teste pode se observar e documentar a ergonomia e produtividade do operador, registrando depoimentos dos operadores sobre o nível de esforço atual em comparação com o manual, assim podendo verificar a redução de movimentos desnecessários e anotando a satisfação dos operadores com o processo automatizado.

Outro elemento que pode ser analisado futuramente é o cálculo do ROI (Return on Investment), uma métrica que indica o retorno financeiro de um investimento em relação ao custo. Que é calculado como a diferença entre ganho obtido e o custo investido, dividido pelo custo, geralmente expresso em porcentagem. Um ROI positivo indica lucro, enquanto um ROI negativo indica prejuízo.

Com base nos dados coletados e em uma análise de custo-benefício, apresenta-se o tempo estimado para recuperar o investimento na nova tecnologia e as economias anuais esperadas.

Com a possível padronização de fixação pode se realizar uma análise se a automação traz um impacto positivo na qualidade do produto, verificando se há melhorias na uniformidade da fixação e resistência das peças montadas. Registrando os feedbacks do controle de qualidade antes e depois da fixação.

Uma possível atividade antes de modificar a linha de montagem seria usar um software de simulação para modelar a produção com e sem a parafusadeira automática. Isso permite observar o impacto da automação em diferentes cenários de produção e antecipar gargalos ou melhorias adicionais.

## **5 CONCLUSÃO**

Este estudo abordou a análise de viabilidade da implementação de uma parafusadeira automática na linha de montagem de uma fábrica de amplificadores de som automotivos, visando otimizar o processo de fixação da placa (PCI) no dissipador, que é uma parte das atividades dentro de todo o processo de montagem. A partir da revisão teórica e das análises realizadas, identificou-se que o processo manual atual, apesar de ser eficiente em alguns aspectos, apresenta certa inconsistência e variabilidade nos tempos de execução devido a fatores humanos, como variações no torque aplicado e na velocidade de operação de cada operador.

Vale ressaltar que é muito difícil ou quase impossível na generalidade dos casos, dentro de uma análise de gráfico de balanceamento de operadores dividir igualmente as atividades, dentre os operadores, ditos postos de trabalho. Por isso a parafusadeira possibilita otimização deste processo.

Foi realizado um estudo de caso com dados reais da fábrica sobre como funciona a atual linha de montagem, onde possui cinco operadores, cada um com seu posto de trabalho e suas atividades separadas. Os dados apresentaram uma variação de tempo entre cada operador, trazendo inconsistência no processo.

A implementação de uma parafusadeira automática oferece uma alternativa promissora para resolver tal problema, pois proporciona maior precisão, consistência e redução significativa do tempo de ciclo por parafusos. Os dados obtidos durante a análise de tempo de ciclos mostraram que o uso da máquina poderia reduzir o tempo médio de fixação em até 80% em relação ao processo manual atual. Isso representa uma melhoria significativa na eficiência operacional, permitindo que a fábrica aumente sua capacidade produtiva sem necessariamente ampliar o número de operadores.

Além do ganho de produtividade, automação do processo de montagem pode trazer benefícios em termos de qualidade e redução de desperdício. A fixação automática implica na minimização de falhas humanas, como torque inadequado e parafusamento incorreto, que pode comprometer a integridade do produto e levar a retrabalhos. A possibilidade de padronização proporcionada pela parafusadeira também contribui para a uniformidade dos produtos, essencial para manter altos padrões de qualidade e reduzir o índice de rejeição.

Visando as ações futuras para validar o processo no ponto de vista ergonômico, a automação possibilita a redução de esforços físicos repetitivos dos operadores, aliviando a carga de trabalho e possivelmente aumentando a satisfação e o bem-estar dos colaboradores. Esse aspecto, aliado à potência de redução de movimentos desnecessários, apoia a prática de trabalhos mais seguros e sustentáveis, criando um ambiente de produção mais eficiente e menos propenso a lesão ocupacional.

Para consolidar as melhorias identificadas, recomenda-se a realização de um projeto piloto com a implementação prática da parafusadeira automática em uma linha de montagem específica. Os dados de desempenho coletados durante o piloto deverão incluir tempo de ciclo, taxa de retrabalho, número de parafusos

desperdiçados e feedback dos operadores. Com esses dados, será possível realizar uma comparação robusta com o processo manual e validar as vantagens teóricas observadas no estudo.

Por fim, é recomendado o uso de simulações computacionais para avaliar o impacto da automação em diferentes cenários de produção. Essas simulações permitirão identificar antecipadamente possíveis gargalos ou ajustes necessários, auxiliando na tomada de decisão para uma expansão da automação para outras áreas de produção.

Um ponto adicional a ser destacado é o impacto positivo da implementação de uma parafusadeira automática na capacidade de atender às crescentes demandas do mercado. Com o aumento da eficiência e da consistência do processo, a fábrica poderá responder mais rapidamente a pedidos em maior volume, sem comprometer os padrões de qualidade. Essa agilidade operacional não apenas melhora o atendimento ao cliente, mas também posiciona a empresa de forma mais competitiva, permitindo que ela explore novas oportunidades de mercado e amplie sua participação no setor de amplificadores automotivos.

Este relato com os dados coletados, mostra que a otimização da linha é possível trazendo mais consistência e padronização para a fábrica de amplificadores, assim implicando na qualidade dos produtos.

Com os dados relatados foi concluído que implementação da parafusadeira automática representa, portanto, uma oportunidade estratégica para a empresa não apenas melhorar a produtividade e a qualidade dos seus produtos, mas também se alinhar a práticas modernas de manufatura, tornando-se mais competitiva no mercado de amplificadores automotivos.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, F. M.. Lean Manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel. Tese (Doutorado em Engenharia) – Department of Industrial Engineering - University of Pittsburgh, 2003

ALBUQUERQUE, Alan; ROCHA, Paulo. Sincronismo Organizacional. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BIAGIO, Luiz A. Como Administrar a Produção. Barueri: Manole, 2015. E-book. p.22. ISBN 9788520450055. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520450055/> . Acesso em: 07 out. 2024.

BITTAR, Rita de Cássia da Silveira Marconcini. A utilização do GRAFCET como ferramenta na automação industrial. 1993. 105f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1580656>.

CAPELLI, Alexandre. Automação Industrial - Controle da Movimento e Processos Contínuos. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013. E-book. ISBN 9788536519616. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519616/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

CARVALHO, André C. P. L. F de; MENEZES, Angelo G.; BONIDIA, Robson P. Ciência de Dados - Fundamentos e Aplicações. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2024. E-book. ISBN 9788521638766. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521638766/>. Acesso em: 09 ago. 2024.

CSILLAG, João Mário. O problema do balanceamento de linhas de montagem. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - FGV - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1974.

DAVENPORT, Thomas H. Reengenharia de processos. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 391 p. ISBN 85-7001-874-6.



DENNIS, Pascal. Produção lean simplificada. 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 191 p. E-book. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577802913/>. Acesso em: 01 nov. 2024.

FERREIRA, F.P. Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em uma Empresa de Autopeças. 2004. 178p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. Taubaté, 2004.

GARCIA, Aplicação da metodologia seis sigma para melhoria de processo utilizando automação industrial. Dissertações - Engenharia Mecânica - PPGEM/MEM. UNITAU. Universidade de Taubaté, Taubaté – SP. 2008.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. Administração da Produção e Operações. [S.l.]: Cengage Learning, 2002.

GHINATO, P. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. Editores Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. Recife: UFPE, 2000.

GOMES, J. E.; OLIVEIRA, J. L.; ELIAS, S. .J.; BARRETO, A. F.; ARAGÃO, R. L. Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva – Um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_tn\\_stp\\_069\\_496\\_12064.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_069_496_12064.pdf)

JUNIOR P. J.; SCUCUGLIA R. Mapeamento e Gestão por Processos – BPM (Business Process Management) São Paulo: M. Books, 2011

MARTINEZ, Rodrigo Martinez Gori. O balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem lean manufacturing. 2012. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: ENGEPE. Bento Gonçalves, RS, 2012. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012\\_TN\\_STO\\_157\\_919\\_19757.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_157_919_19757.pdf). Acesso em: 2024-10-15.

MEIRA, Marcelo da Silva. Otimização de produção de uma linha de montagem mista na indústria automotiva por meio de programação matemática. 2015. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de L. Engenharia de Automação Industrial, 2ª edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2006. E-book. ISBN 978-85-216-1976-5. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-1976-5/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

MORAIS, Leonidas Magno. Avaliação de desperdícios no ambiente de uma empresa metalúrgica. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté. Taubaté 2010. Disponível em: <http://repositorio.untau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/483/1/Leonidas%20Magno%20de%20Morais.pdf>

NVERNIZZI, G. O Sistema Lean de Manufatura aplicado em uma indústria de autopeças produtoras de filtros automotivos. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas. 17-03-2006.

OLIVEIRA, Ronne Mendes. Automação, IA e o impacto na eficiência do INSS. 2024. Dissertação (Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas Mestrado Profissional em Administração Pública) – Fundação Getúlio Vargas . Rio de Janeiro 2024. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/56b41777-558a-4003-8582-9fbefe5f1bef/content>

PAVANI JUNIOR, Orlando; SCUCUGLIA, R. Mapeamento. Gestão por Processos–BPM. São Paulo: M. Books, 2011.

ROCHA, Henrique M.; BARRETO, Jeanine S.; AFFONSO, Ligia M F. Mapeamento e modelagem de processos. Porto Alegre: SAGAH, 2017. E-book. p.8. ISBN 9788595021471. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595021471/>. Acesso em: 22 out. 2024.

SHINGO, Shigeo. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996. E-book. p.Capa. ISBN 9788577800995. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577800995/>. Acesso em: 01 nov. 2024.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; BURGESS, Nicola. Administração da Produção. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2023. E-book. ISBN 9786559775187. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559775187/>. Acesso em: 26 ago. 2024.

SOARES, Henry Stefan Di Giovanni. Globalização do sistema de manufatura baseado nas estratégias de melhoria contínua em uma empresa do setor automotivo. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/D.3.2007.tde-13032023-084025. Acesso em: 2024-10-15.

Tapping, D. (2002). Value Stream Management: Eight Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements (1st ed.). Productivity Press.

TOSHIBA MACHINE CO., LTD. THE400. SM 17050-3000-EI – Printed in Japan. Toshiba Machine's NEW model SCARA robot. Catalog TH40061-CES-01. Disponível em : <https://www.tmrobotics.com/uploads/THE400.pdf>