

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
GABRIEL HENRIQUE BARBOSA FELIPE**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA FABRICAÇÃO DE PLACAS DE
SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO E INCÊNDIO**

VARGINHA

2021

GABRIEL HENRIQUE BARBOSA FELIPE

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA FABRICAÇÃO DE PLACAS DE
SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO E INCÊNDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de engenharia mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Me. Eduardo Emanuel Vieira Guedes.

Varginha

2021

GABRIEL HENRIQUE BARBOSA FELIPE

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA FABRICAÇÃO DE PLACAS DE
SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO E INCÊNDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: /

Prof. Me. Eduardo Emanuel Vieira Guedes

Prof.

Prof.

OBS:

A Deus pelo Dom da vida e por ter me presenteado durante essa caminhada com o meu filho **Theodoro**.

A minha incentivadora, amiga, c3njugue **Naira** que me incentivou sempre.

Aos meus pais **Adriana** e **Mauro** que me incentivaram e me ensinaram os valores da vida.

AMO VOC3S

AGRADECIMENTOS

Ao mestre Eduardo Emanuel Vieira Guedes que me embarcou comigo neste desafio e auxiliou-me na construção deste trabalho.

Ao corpo docente do Centro Universitário do Sul de Minas que contribuíram para o meu processo de aprendizagem.

A empresa que autorizou e contribuiu com realização do estudo.

Para vocês muito obrigado!!!

“O passado serve para evidenciar as nossas falhas e dar nos indicações para o progresso do futuro”

Henry Ford

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a construção de um equipamento para adesivar placas de sinalização. Tratou-se de uma pesquisa aplicada, e de abordagem quantitativa, conduzido em uma empresa de pequeno porte no Sul de Minas Gerais. Antes e após a da construção do equipamento, realizou-se a observação da empresa e utilizou-se o Diagrama de Ishikawa e o Gráfico de Pareto, com vista a identificar os problemas e solucioná-los. Os principais problemas identificados foram: baixa produção de placas, perdas excessivas de placas em decorrência de falhas na produção e queixa de dor nos trabalhadores que adesivam as placas. Constatou-se a viabilidade para construir o equipamento para adesivar as placas de sinalização. O equipamento produzido contribuiu positivamente para empresa em estudo, uma vez que aumentou a produção, reduziu o tempo para a confecção das placas, diminui o número de placas com defeitos, conseqüentemente aumento a rentabilidade da empresa. Além de ter reduzido o desgaste físico do funcionário com movimentos repetitivos, e que minimizou a queixa de dor. Conclui-se que a construção do equipamento para adesivagem de placas de trânsito foi viável e contribui para aumentar a produção da empresa.

Palavras chave: Construção de equipamento; Placas de sinalização; Adesivo; Aumento de Produtividade.

ABSTRACT

This work had as objective the development and construction of an equipment to stick signboards. It was an applied research, with a quantitative approach, conducted in a small business in the South of Minas Gerais. Before and after the construction of the equipment, the company was observed and the Ishikawa Diagram and the Pareto Chart were used, in order to identify the problems and solve them. The main problems identified were: low production of plates, excessive loss of plates due to production failures and complaints of pain in workers who stick the plates. It was verified the feasibility of building the equipment to stick the signposts. The equipment produced contributed positively to the company under study, as it increased production, reduced the time for making the boards, reduced the number of boards with defects, consequently increasing the company's profitability. In addition to having reduced the employee's physical wear with repetitive movements, which minimized the complaint of pain. It is concluded that the construction of the equipment for the adhesive of traffic signs was feasible and contributed to increase the company's production.

Keywords: Equipment construction; Traffic signs; Adhesive; Productivity increase.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Carga radial a que atua na direção dos raios do rolamento	16
FIGURA 2	Carga axial: atua no eixo longitudinal do rolamento	16
FIGURA 3	Carga combinada: atua na axial e na radial	17
FIGURA 4	Equipamento de adesivar placas de sinalização desenvolvido no presente estudo	24
FIGURA 5	Ilustração do equipamento com a identificação dos materiais em vista isométrica	25
FIGURA 6	Ilustração do equipamento com vista frontal e a identificação dos materiais	26
FIGURA 7	Processo de adesivação da placa de trânsito com o uso do equipamento	26

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Comparativo entre a produção real de placas e a meta de produção no período anterior a utilização da máquina	21
GRÁFICO 2	Comparativo entre perca real e a meta de percas de placas de trânsito no período anterior a utilização do equipamento	22
GRÁFICO 3	Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito anterior ao uso da máquina	23
GRÁFICO 4	Comparativo entre a produção real de placas e a meta de produção no período anterior a utilização da máquina	28
GRÁFICO 5	Comparativo entre perca real e a meta de percas de placas de trânsito no período de utilização do equipamento.	29
GRÁFICO 6	Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito posterior ao uso da máquina	30

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Nível de produção de placas de trânsito anterior a utilização do equipamento desenvolvido	20
QUADRO 2	Quantidade de placas perdidas durante a sua fabricação e meta de perda definida pela empresa	22
QUADRO 3	Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito anterior ao uso da máquina	22
QUADRO 4	Nível de produção de placas de trânsito com a utilização do equipamento desenvolvido	27
QUADRO 5	Número de placas de trânsito perdidas com a utilização do equipamento desenvolvido	28
QUADRO 6	Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito posterior ao uso da máquina	29
QUADRO 7	Custo para a construção do equipamento	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	AUTOMATIZAÇÃO	13
3	MÁQUINA PARA ADESIVAR	14
3.1	ESTEIRA TRANSPORTADORA OU TRANSPORTADOR	14
3.2	ESTRUTURA DO EQUIPAMENTO PRODUZIDO	15
3.3	ROLETES.....	15
3.4	LAMINADOR DE SILICONE	15
3.5	SISTEMA DE REGULAGEM DE ALTURA	15
3.6	ROLAMENTOS	16
3.7	MANCAL	17
3.8	MANIVELA	18
4	PROCEDIMENTOS DE ADESIVAGEM	18
5	METODOLOGIA.....	19
5.1	Ferramentas utilizadas para a identificação do problema	19
5.2	Identificação do problema	20
5.2.1	Nível de produção	21
5.2.2	Defeito de procedimento na produção das placas	21
5.2.3	Ergonomia do Trabalhador	23
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
7	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

É notório que nos tempos atuais em decorrência da crise econômica mundial, as empresas estão em busca de soluções que sejam capazes de reduzir o custo e aumentar a qualidade de seus produtos para que possam manter-se no mercado.

Sabe-se que o desenvolvimento de mecanismos capazes de diminuir o trabalho humano contribuem para melhorias no ambiente de trabalho, aumento na produção e na qualidade do produto final.

A empresa onde o estudo será realizado fica localizada no sul de Minas Gerais sinalização. Foi observado a necessidade de desenvolver um equipamento capaz de adesivar as placas de trânsito de: pare, proibido estacionar e dentre outras placas planas para aumentar a produção, a qualidade e reduzir os refugos e o desgaste físico dos operários.

Mediante este contexto a seguinte indagação foi formulada: Qual a viabilidade do desenvolvimento de um equipamento para adesivar placas de sinalização para a presente empresa? Assim o presente estudo tem como objetivo geral desenvolver e um equipamento para adesivar placas de sinalização de trânsito e incêndio. O objetivo específico é investigar a viabilidade e seus efeitos na produção.

A metodologia utilizada para este estudo é aplicada, e de estudo de caso. No qual foi identificado um problema e apresentado uma solução que foi o desenvolvimento do equipamento. Posteriormente, investigou-se os índices de produção antes e após a utilização do equipamento.

2 AUTOMATIZAÇÃO

Com a revolução industrial o processo de automação contribuiu largamente com a produção de máquinas e equipamentos, o que trouxe benefícios para a cadeia de produtividade (LIU, 2018; SOUZA et al., 2019).

É evidente que o processo de automação causa preocupações nos operários, uma vez que os mesmos temem a perda do emprego (BOSCO; GRANDO, 2017), o que é referenciado pela literatura que a mesma reduz o tempo da produção, o trabalho humano e o número de funcionários (MARAFON et al., 2018). Mediante esta situação, faz-se necessário políticas públicas que invistam

na capacitação direcionada a cursos com menor tendência de automatização (ALBUQUERQUE et al., 2019).

Acrescenta-se que automação refere-se a produção de equipamentos que auxilia o dia-dia do indivíduo, podem ser comerciais, industriais, domésticas ou no campo. Os fatores que contribuíram para o que seres humanos invistam nas tecnologias se relaciona ao conforto, a comodidade, a diminuição dos custos e ao desperdício gerado (MARAFON et al., 2018; SOUZA et al., 2019).

A literatura fomenta que o uso de máquinas gera um aumento de produtividade, consequências no *layout* e no tempo de processo (SILVA et al,2017). O que coaduna com Silva, Vasconcelos, Campos (2019), referenciando que o uso de tecnologias contribui para minimização do erro humano, também para as questões financeiras e aperfeiçoamento dos processos fabris.

Evidencia-se também que a implementação de máquinas na fabricação, anteriormente realizada manualmente, reduz os problemas ergonômicos (SILVA et al; 2018), além do aumento da eficiência de seu produto, redução do custo, contribuindo também para a linha de produção funcionar 24 horas por sete dias da semana (ALBUQUERQUE et al., 2019; MARAFON et al.,2018).

Neste contexto, a produção de equipamentos gera um estilo de processo fabril competitivo e dinâmico, resultando em um produto final de baixo custo, qualidade e uniformidade (MARAFON et al., 2018; SILVA, VASCONCELOS, CAMPOS; 2019). O resultado desse produto o ofertado ao mercado contribui para satisfação dos clientes (MARAFON et al; 2018).

3 MÁQUINA PARA ADESIVAR

Para a compreensão da máquina construída no presente estudo foi necessário a descrição dos componentes que a compõem, que estão elencadas a seguir:

3.1 Esteira transportadora ou transportador

É uma ferramenta horizontal ou inclinada, composta por estrutura metálica e componentes mecânicos e elétricos, que visa a manipulação ou transporte contínuo de materiais (LUÍS et al; 2016).

No equipamento em estudo foi utilizado este conceito para auxiliar no fluxo de produção.

3.2 Estrutura do equipamento produzido

Em relação a estrutura sua principal função é a sustentação, ela pode ser composta por treliças, suportes e torres, além dos componentes mecânicos fixados em sua estrutura (CAMPOS, 2013).

Para o presente estudo foi utilizado metalon 50 x 50 milímetros e uma chapa com 1,4 x 0,5 metros para compor a base do equipamento. Este material selecionado através da experiência dos funcionários do setor de fabricação e conhecimento dos equipamentos já existentes que são correlatos.

3.3 Roletes

Estes guiam o produto em uma direção, possuem uma geometria em forma de cilindro, são subdivididos em: roletes de impacto, roletes de carga, roletes auto alinham-te, rolete de transição, rolete de retorno, rolete em catenária e rolete guias (SACRAMENTO, 2010).

No equipamento em estudo foi utilizado o rolete guia em Pvc com o diâmetro de 50 milímetros e comprimento de 1,4 metros, esse diâmetro foi selecionado para que o rolete fique adjacente a base.

3.4 Laminador de silicone

O laminador é um cilindro revestido de silicone próprio para laminação, que é um processo semelhante a adesivação.

3.5 Sistema de regulagem de altura

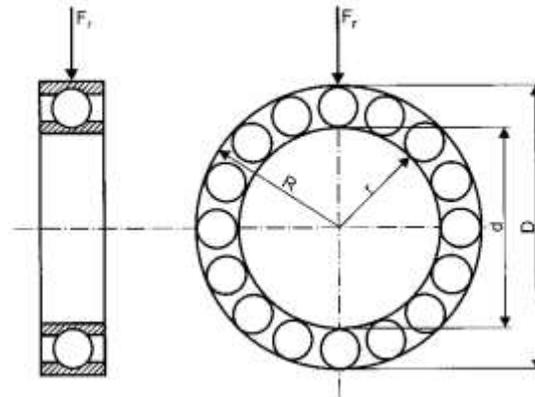
Como as placas variam de espessura é necessário que o laminador de silicone possua regulagem de altura entre a sua face e a base do equipamento. Por tanto foi desenvolvido um sistema de regulagem de altura nas extremidades. Este sistema é composto por:

- ✓ Duas roscas quadradas cada uma fixada em um mancal livre na vertical;
- ✓ Dois rolamentos

3.6 Rolamentos

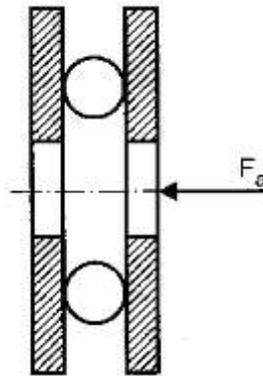
Para a escolha dos rolamentos é necessário analisar o tipo de cargas atuantes, radial ou axial sobre o mesmo (MELCONIAN, 2002). Sabe-se que a carga exercida sobre os rolamentos são radiais.

Figura 1- Carga radial a que atua na direção dos raios do rolamento



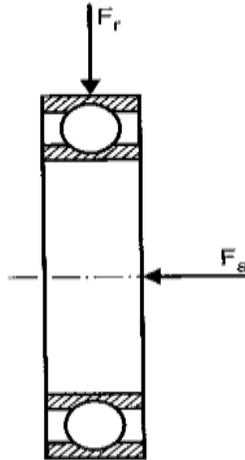
Fonte: MELCONIAN (2002)

Figura 2- Carga axial: atua no eixo longitudinal do rolamento



Fonte: MELCONIAN (2002)

Figura 3- Carga combinada: atua na axial e na radial



Fonte: MELCONIAN (2002)

Assim foi identificado através de uma análise empírica que a carga atuante é combinada, portanto optou-se por utilizar rolamentos fixos de uma carreira só, devido ao fato de que esses suportam cargas radiais de intensidade média e axial leve (MELCONIAN, 2002).

O próximo passo é identificar se a carga atuante no rolamento é estática ou dinâmica. Sendo estática quando a rotação do eixo for menor que 10 rpm e dinâmica quando maior ou igual a 10 rpm (MELCONIAN, 2002).

Como o acionamento é manual não se sabe ao certo a rotação do eixo impossibilitando o cálculo da capacidade de carga do rolamento. Por tanto, o dimensionamento da largura e do diâmetro externo do mancal foi realizado de forma empírica, tendo como único parâmetro para o eixo laminador o diâmetro do eixo menor e para os roletes o diâmetro interno do tubo.

3.7 Mancal

O mancal é um elemento mecânico o qual tem a função de apoiar eixos e rolamentos, minimizar o atrito e aumentar o rendimento do sistema mecânico. São classificados em duas categorias: mancais de deslizamento e mancais de rolamento (FRANCESCHI; ANTONELLO, 2014). No presente estudo foi aplicado mancais de rolamento.

3.8 Manivela

Elemento mecânico responsável pela transformação da força aplicada sob o mesmo em movimento circular. Dessa forma o eixo laminador transfere o adesivo para a placa sem deixar ar.

4 PROCEDIMENTOS DE ADESIVAGEM

O procedimento de adesivagem de placas menores (exemplo: 50x50 cm) realizada na empresa era manual e seguia as seguintes etapas:

- ✓ **Primeira etapa:** Recebia o adesivo separava-se o adesivo do line somente na ponta;
- ✓ **Segunda etapa:** Passa-se a espátula sobre o adesivo na ponta sem o line;
- ✓ **Terceira etapa:** Passa-se a espátula sobre o adesivo no restante da placa enquanto retira o line de forma gradual.

O procedimento de adesivagem de placas menores (exemplo: 50x50 centímetros) com a utilização do equipamento em estudo foi descrito nas etapas a seguir:

- ✓ **Primeira etapa:** Regular distância entre o laminador e a chapa de aço. Sendo esse processo realizado somente quando há a troca da espessura da chapa;
- ✓ **Segunda etapa:** Recebido adesivo separa-se o adesivo do line somente na ponta;
- ✓ **Terceira etapa:** Pressiona-se o eixo laminador sobre a ponta sem line e de forma gradual passe a placa sob o laminador enquanto retira o line.

Com relação a processo de adesivagem em placas maiores (exemplo: 1 x 0,4 metros) de forma manual ocorria nas seguintes etapas:

- ✓ **Primeira etapa:** Reparte-se o adesivo em quatro partes iguais com aproximadamente 0,25 x 0,40 metros.

A segunda, terceira e quarta etapas eram realizadas em cada uma das quatro partes, conforme descrita a seguir:

- ✓ **Segunda etapa:** Separa-se o adesivo do line somente na ponta;

- ✓ **Terceira etapa:** Passa-se a espátula sobre o adesivo na ponta sem line;
- ✓ **Quarta etapa:** O line restante é retirado e o restante do adesivo é adesivado.

O processo em placa maiores adesivado pelo equipamento e o mesmo que em placas menores.

5 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa aplicada, e de abordagem quantitativa. A pesquisa aplicada gera conhecimento para solução de problemas específicos (GIL, 2010).

A pesquisa quantitativa tem como objetivo realizar comparações numéricas de um determinado fenômeno investigado (MUSSI et al., 2019).

5.1 Ferramentas utilizadas para identificação do problema

Primeiramente, antes da construção do projeto, realizou-se a observação da empresa de pequeno porte, localizada no Sul de Minas Gerais, a qual exerce atividade laboral durante o período de 10 meses, com vista a identificar os problemas e solucioná-los. Para o alcance desse objetivo utilizou-se o Diagrama de Ishikawa, que se apresenta efetivo na definição das raízes do problema (SLAKC, 2009). Para identificar as principais causas que influenciavam na produtividade desta empresa optou-se por utilizar o Gráfico de Pareto.

O ciclo PDCA é um método utilizado para garantir o alcance de metas. Onde cada letra consiste em uma fase do processo, sendo: P a etapa de identificação do problema, observação, análise do processo e plano de ação; a fase D é de execução do plano de ação com o intuito de bloquear as causas fundamentais; na fase C a verificação da efetividade do plano de ação é realizada; na fase A existem duas etapas, as quais são: Padronização e a de conclusão. Padronização consiste em eliminar definitivamente as causas para que o problema não ocorra novamente, conclusão é a etapa onde é realizada uma revisão das atividades e planejamentos para futuros trabalhos. Se na fase C for notado que o plano de ação não é válido, deve-se voltar à etapa P (plan). (ANDRADE, 2003)

5.2 Identificação do Problema

No presente estudo, a utilização do Diagrama de Ishikawa, identificou –se os seguintes problemas:

- ✓ Nível de produção
- ✓ Defeito de procedimento na produção das placas
- ✓ Ergonomia do trabalhador

5.2.1 Nível de produção

No período em que o estudo foi realizado à empresa possuía uma demanda de 1.000 placas de trânsito para ser confeccionada por mês, para o cumprimento de contratos de licitação.

Na empresa não havia uma gestão da produção, conseqüentemente não se sabia ao certo o número de placas produzidas no período anterior a janeiro de 2021. Portanto, estabeleceu-se pela equipe da empresa a meta aleatória de placas a serem produzidas.

No quadro 1 apresenta-se os níveis de produção de placas de trânsito anterior a utilização do equipamento desenvolvido e a meta de produção.

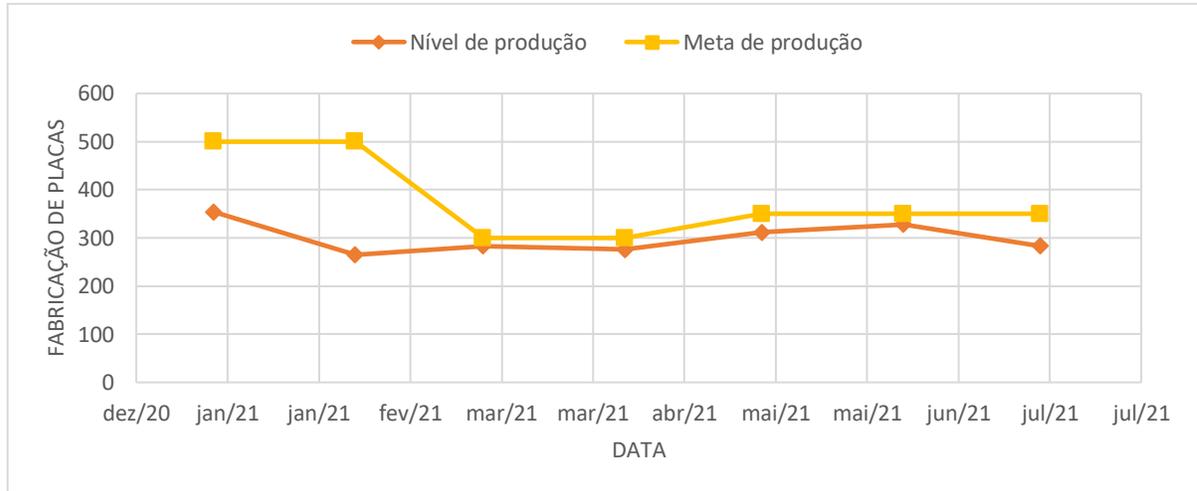
Quadro 1- Nível de produção de placas de trânsito anterior a utilização do equipamento desenvolvido.

Data	Nível de produção	Meta de produção
Janeiro/2021	354	500
Fevereiro/2021	265	500
Março/2021	283	300
Abril/2021	276	300
Maior/2021	312	350
Junho/2021	328	350
Julho/2021	283	350

Fonte: O autor.

Análise também foi realizada graficamente para melhor visualização dos dados.

Gráfico 1- Comparativo entre a produção real de placas e a meta de produção no período anterior a utilização da máquina.



Fonte: O autor.

Mediante a análise dos dados apresentados anteriormente observou-se que a empresa tinha um déficit em média de 78 placas por mês em relação a meta de produção.

Cálculo para obtenção da média:

$$\text{Média} = \frac{((354-500)+(265-500)+(283-300)+(276-300)+(312-350)+(328-350)+(283-350))}{7} = 78,429$$

5.2.2 Defeito de procedimento na produção das placas

Na empresa em que o estudo foi realizado adota-se o procedimento de avaliação das placas de trânsito no setor de expedição. Caso está placa apresente defeitos ela é descartada e o motivo pela qual a mesma não foi aprovado é relatado pelo responsável.

Em decorrência da falta de uma contabilização do número de placas perdidas no período anterior a janeiro de 2021 estabeleceu-se pela empresa a meta de perca com vista a avaliar a situação.

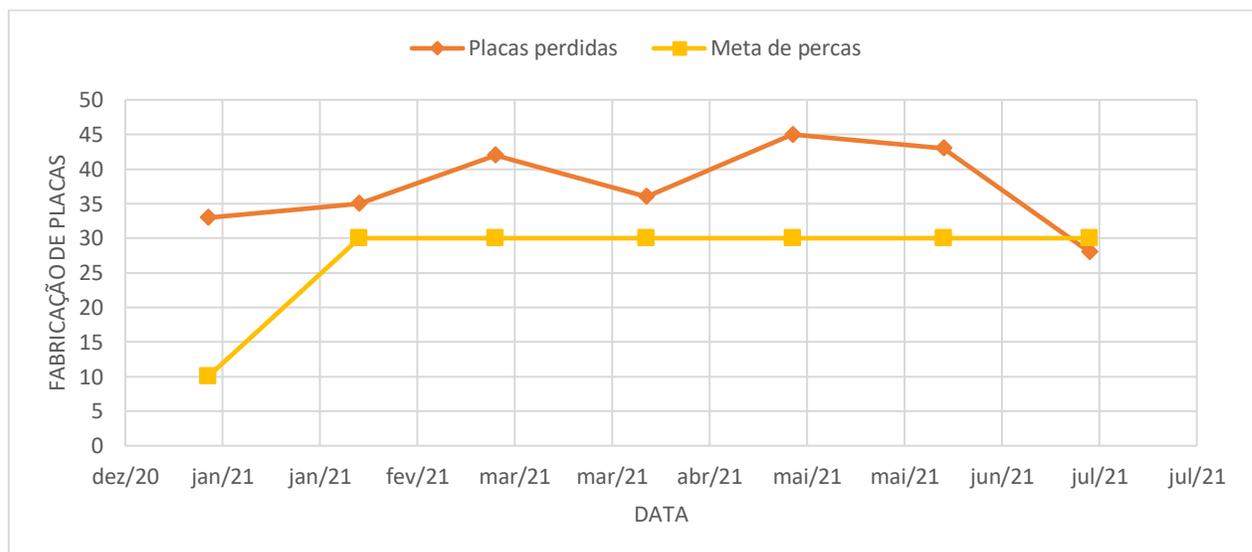
No quadro 2 retrata-se a quantidade de placas de trânsito perdidas durante a sua fabricação, no período anterior a utilização do equipamento.

Quadro 2- Quantidade de placas perdidas durante a sua fabricação e meta de perda definida pela empresa

Data	Placas	Meta de perda
Janeiro/2021	33	10
Fevereiro/2021	35	30
Março/2021	42	30
Abril/2021	36	30
Maior/2021	45	30
Junho/2021	43	30
Julho/2021	28	30

Fonte: O autor.

Gráfico 2- Comparativo entre perda real e a meta de percas de placas de trânsito no período anterior a utilização do equipamento



Fonte: O autor.

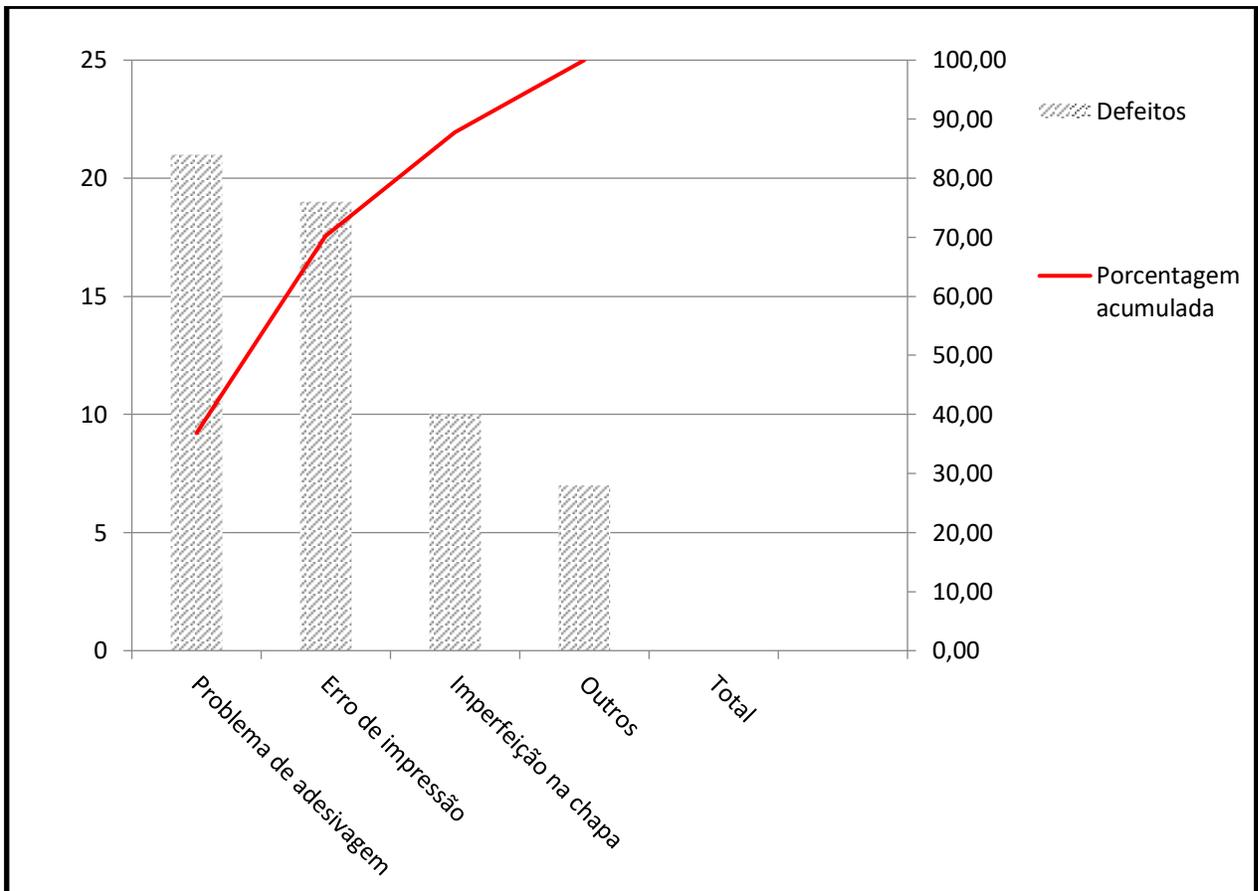
No quadro 3 e na tabela 3 apresenta-se o quantitativo de placas fabricadas não aprovadas pelo setor de expedição e as principais causas identificadas.

Quadro 3- Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito anterior ao uso da máquina

Defeitos em procedimentos	Total	Porcentagem	Porcentagem acumulada
Problema de adesivagem	238	86,11	86,11
Erro de impressão	14	9,03	95,14
Imperfeição na chapa	12	4,17	99,31
Outros	2	0,69	100,00
Total	262		

Fonte: O autor.

Gráfico 3- Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito anterior ao uso da máquina



Fonte: O autor.

Evidenciou-se que o principal problema na fabricação das placas de trânsito se refere ao processo de adesivagem, em decorrência da formação de bolhas e muitas não havia ajuste entre um adesivo e outro, principalmente em placas maiores.

5.2.3 Ergonomia do trabalhador

Além das questões relacionadas a produção das placas, um outro fato importante a ser destacado refere-se: ao cansaço, a queixa de dores no ombro e na região lombar dos profissionais do setor de adesivação, mencionada informalmente pelos mesmos.

Mediante o Diagrama de Ishikawa foi detectado a necessidade da construção de uma máquina de adesivar para minimizar os problemas referenciados anteriormente.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equipamento construído com o objetivo de adesivar placas de sinalização de trânsito e incêndio apresenta-se na figura abaixo:

Figura 4 – Equipamento de adesivar placas de sinalização desenvolvido no presente estudo.



Fonte: O autor

O equipamento desenvolvido é constituído dos seguintes matérias:

- ✓ Metalon 50 x 50 milímetros que compõem a base do equipamento, com altura de 1,30 m;
- ✓ Chapa 18 medindo 0,5x1,4 metros.
- ✓ Dois roletes guia em Pvc com o diâmetro de 50 milímetros e comprimento de 1,4 metros;
- ✓ Dois rolamentos internos dentro de cada rolete de PVC e dois rolamentos presentes no sistema de

- ✓ Um laminador de silicone;
- ✓ Dois sistemas de regulagem de altura um em cada extremidade do eixo laminador, sendo o mesmo constituído por uma rosca quadrada, um mancal e um rolamento;
- ✓ Manivela

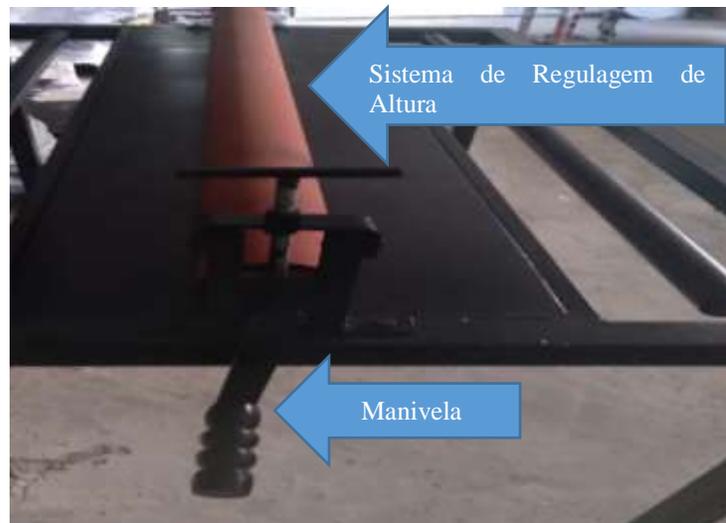
Na figura 5 e 6 encontra-se a ilustração do equipamento com a identificação dos materiais utilizados na sua construção:

Figura 5- Ilustração do equipamento com a identificação dos materiais em vista isométrica.



Fonte: O autor.

Figura 6- Ilustração do equipamento com vista frontal e a identificação dos materiais.



Fonte: O autor.

A adesivação da placa de trânsito com a utilização do equipamento pode ser visualizada na figura 7.

Figura 7 - Processo de adesivação da placa de trânsito com o uso do equipamento.



Fonte: O autor.

Posterior a utilização do equipamento, foi possível conduzir a observação da produção da placa no período entre agosto, setembro e outubro de 2021 da mesma forma em que ocorreu no período anterior a sua implementação, com a utilização do diagrama de Ishikawa e o gráfico de Pareto.

Vale ressaltar que após a implantação do equipamento era necessário o auxílio de dois colaboradores para efetuar processo, sendo: um para guiar a placa e segurar o adesivo e o outro para aplicar o movimento de rotação da manivela. Sem o equipamento é necessário apenas um colaborador. Contudo, eram fabricadas em média uma placa por hora por cada colaborador, no presente momento, após a utilização do equipamento, a média é de 6 placas por hora para cada dois trabalhadores.

A seguir estão os cálculos das médias da produção das placas realizadas anterior e posterior a utilização do equipamento.

$$\text{Média de placas anterior a utilização do equipamento/ Mês} = \frac{(354+265+283+276+312+328+283)}{7} = 300,143 \text{ placas/mês.} \quad (1)$$

Considerando que cada mês tem 20 dias úteis e 8 horas trabalhadas.

$$\text{Média anterior a utilização do equipamento/ Dia} = \frac{300,143}{20} = 15 \text{ placas/dia} \quad (2)$$

$$\text{Média anterior a utilização do equipamento/ Hora} = \frac{15}{8} = 1,876 \text{ placas/horas} \quad (3)$$

$$\text{Média com a utilização do equipamento/ Mês} = \frac{(643+984+1023)}{3} = 883,333 \text{ placas/mês} \quad (4)$$

Considerando que cada mês tem 20 dias úteis e 8 horas trabalhadas.

$$\text{Média com a utilização do equipamento/ Dia} = \frac{883,333}{20} = 44,167 \text{ placas/dia} \quad (5)$$

$$\text{Média com a utilização do equipamento/ Hora} = \frac{44,167}{8} = 5,521 \text{ placas/horas} \quad (6)$$

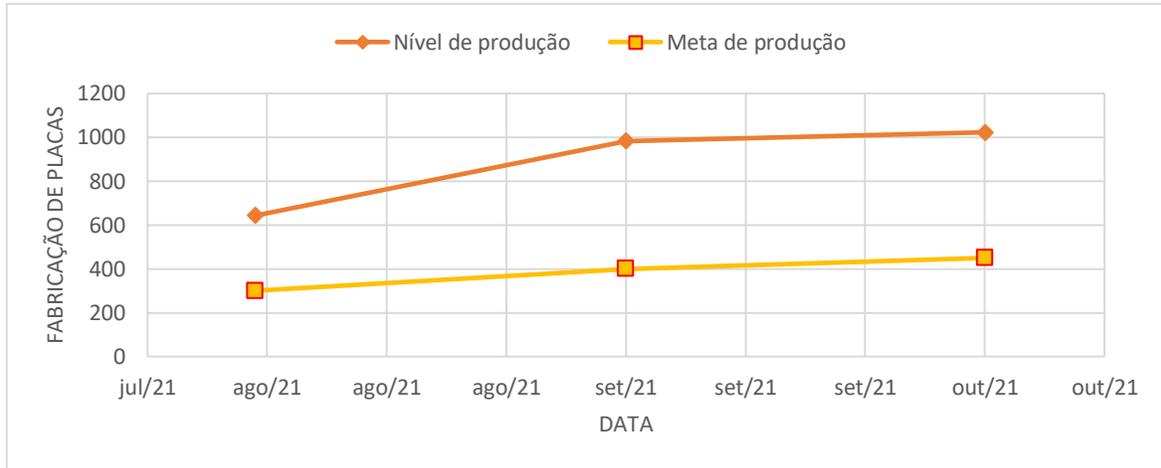
Quanto ao nível de produção das placas de trânsito, posterior a implementação do equipamento é apresentado no quadro 4 e no gráfico 4.

Quadro 4- Nível de produção de placas de trânsito com a utilização do equipamento desenvolvido.

Data	Nível de produção	Meta de produção
Agosto/21	643	300
Setembro/21	984	500
Outubro/21	1023	450

Fonte: O autor.

Gráfico 4 - Comparativo entre a produção real de placas e a meta de produção no período anterior a utilização da máquina.



Fonte: O autor.

Com a implementação da máquina observou o aumento da produtividade, uma vez que anterior a utilização do equipamento a empresa produzia em média 300 placas e posterior a média de produção foi de 883 placas.

Nesse contexto, pode-se mencionar que a construção do equipamento teve um benefício positivo para a empresa. Martins (2012) descreve que a produção de equipamento tem papel de grande relevância para as empresas, uma vez que garante melhoria do processo produtivo e possibilita a competição no mercado de trabalho. A capacidade de adaptação da empresa com a utilização de novos equipamentos, permite que a mesma seja capaz de atender as demandas do mercado (SILVA et al; 2017).

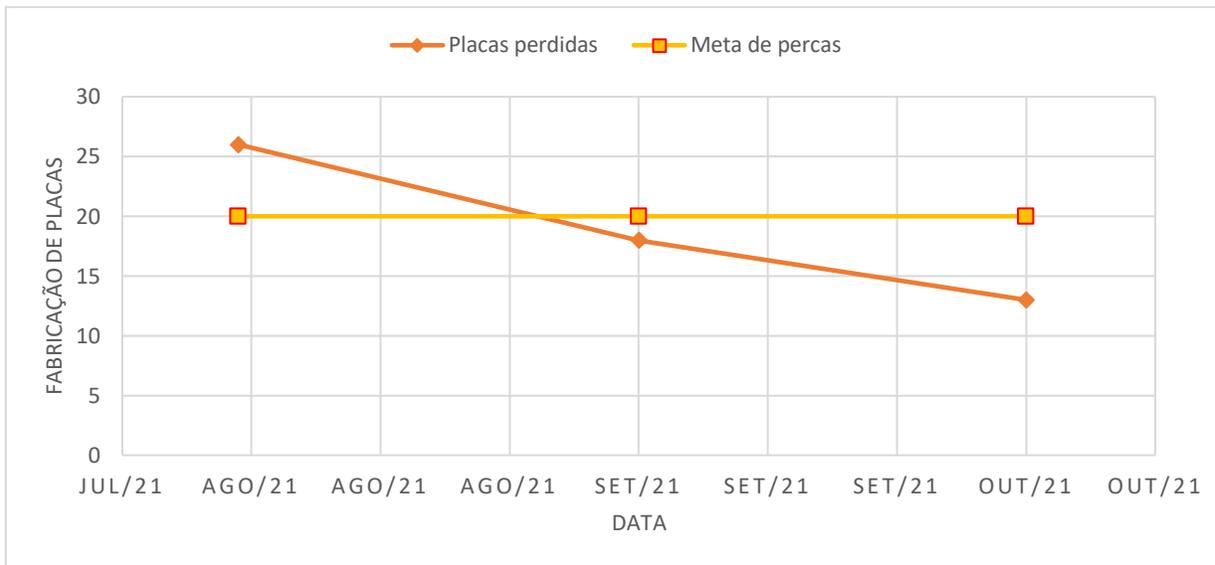
No quadro 5 e no gráfico 5 encontra-se a quantidade de placas de trânsito perdidas durante a sua fabricação, no período posterior a utilização do equipamento

Quadro 5- Número de placas de trânsito perdidas com a utilização do equipamento desenvolvido.

Data	Placas perdidas	Meta de percas
Agosto/21	26	20
Setembro/21	18	20
Outubro/21	13	20

Fonte: O autor.

Gráfico 5- Comparativo entre perda real e a meta de percas de placas de trânsito no período de utilização do equipamento.



Fonte: O autor.

$$\text{Média de perda nos últimos três meses} = \frac{26+18+13}{3} = 19 \quad (7)$$

$$\text{Média de perda nos meses anteriores a utilização do equipamento} = \frac{26+18+13}{3} = 19 \quad (8)$$

Constatou-se uma redução da média de placas produzidas com defeitos após a implementação da máquina, uma vez que foi de 19 placas perdida posterior e anterior ao uso do equipamento a perda era 37,5 placas no mês.

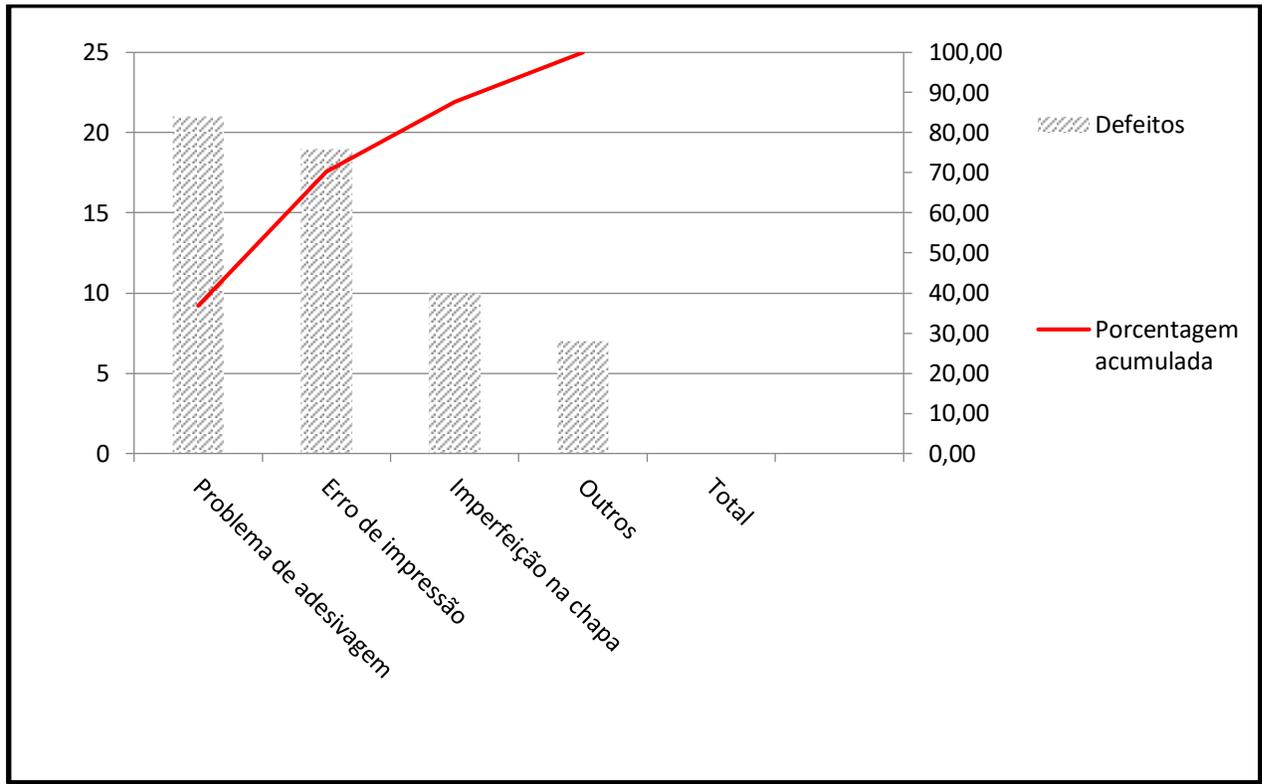
A seguir serão elencadas no quadro 6 e no gráfico 6, as principais causas de defeito na produção das placas de trânsito posterior ao uso da máquina

Quadro 6- Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito posterior ao uso da máquina.

Defeitos em procedimentos	Total	Porcentagem	Porcentagem acumulada
Problema de adesivagem	21	36,84	36,84
Erro de impressão	19	33,33	70,18
Imperfeição na chapa	10	17,54	87,72
Outros	7	12,28	100
Total	57		

Fonte: O autor.

Gráfico 6- Principais causas de defeito na fabricação de placas de trânsito posterior ao uso da máquina



Fonte: O autor.

Ficou evidente uma redução de 49,3 % dos defeitos de adesivagem na produção de placas de sinalização com a utilização do equipamento. A literatura tem descrito que a produção de equipamentos otimiza os recursos, aumenta a produção do produto e redução do erro humano (SILVA; VASCONCELOS; CAMPOS, 2019), o que foi perceptível no presente estudo.

Destaca-se também que o equipamento contribuiu positivamente para a saúde dos colaboradores em relação a sua postura durante a atividade laboral e para a redução dos danos ergonômicos como a dor. Sabe-se que o cuidado e assistência com a saúde do colaborador é necessária dentro da empresa contribuindo para maior conforto e segurança, uma vez que movimentos repetitivos e a posição utilizada para realizar as atividades podem gerar alteração na saúde (PALUDO; BRAVIN, 2015). Sendo assim, é fundamental garantir a integridade, a saúde e satisfação dos colaboradores (TURELLA, 2011).

Quanto aos custos para a construção do equipamento foram listados no quadro 7.

Quadro 7- Custo para a construção do equipamento

Material	Quantidade	Unidade	Valor (R\$)
Metalon 50X50 mm	2	Barras	350,00
Rosca quadrada	2	Unidades	200,00
Mancal 6303 zz	2	Unidades	0,00
Rolamento	6	Unidade	150,00
Mão de obra	-	-	800,00
Rolo de laminadora com 1,6 metros	1	Unidade	280,00
Manivela	1	Unidade	0,00
Chapa 0,5x 1,4 metros	1	unidade	0,00
Total			1.780,00

Fonte: O autor.

Esse novo sistema possui custo médio de fabricação mas contrapartida aumento a produtividade média e o lucro da empresa. Considerando-se que uma placa custa em média 120,00 reais e a produção média era de 300 placas a empresa arrecadava 36.000,00 reais por mês. Atualmente a empresa arrecada 105.600,00 ao mês.

7 CONCLUSÃO

Mediante ao objetivo geral do estudo pode-se concluir que a construção de um equipamento para adesivar placas de sinalização de trânsito e incêndio foi alcançado. E quanto ao objetivo específico nota-se que o equipamento produzido contribuiu positivamente para empresa em estudo, uma vez que aumentou a produção, reduziu o tempo para a confecção, diminui o número de placas com defeitos, consequentemente aumento a rentabilidade da empresa. Além de ter reduzido o desgaste físico do funcionário com movimentos repetitivos, e que minimizou a queixa de dor.

Neste contexto, é importante considerar que o engenheiro mecânico tem um papel fundamental no planejamento e na construção de equipamentos que auxilia na produção de material de qualidade, no aumento da produtividade e na rentabilidade das empresas, além de favorecer a saúde dos colaboradores.

Faz-se necessário considerar que o presente estudo apresenta algumas limitações como: inviabilidade do equipamento em utilizar adesivos recortados e o tempo para a coleta de dados ter sido apenas de três meses.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P.H. M. et al. Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2019. Disponível em: <

https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/190329_td_2457.pdf>. Acesso: 14 de março de 2021.

ANDRADE, F. F. de. O método de melhorias PDCA. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

doi:10.11606/D.3.2003.tde-04092003-150859. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04092003-150859/pt-br.php>>. Acesso em: 2021-11-07.

BOSCO, M; GRANDO, M.L. Proposta de implantação de automação no processo de alimentação dos misturadores de farinha em uma indústria do oeste catarinense. **Revista Tecnológica**. v. 6, n. 1, p. 163 - 178, sep. 2017. Disponível em:

<<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/240>>. Acesso em: 02 maio de 2021.

CAMPOS, A.L. Dimensionamento de um transportador contínuo inclinado de esteira côncava aplicado ao transporte de minério de bauxita considerando aspectos estáticos e dinâmicos.

Monografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em:

<https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7119/1/2013_AndreLuizRomeroFernandesCampos.pdf>. Acesso em: 03 de maio de 2021.

FRANCESCHI, A.; ANTONELLO, M.G. **Elementos de máquinas**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2014. Disponível em:

<<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/342/2020/04/ELEMENTOS-DE-M%C3%81QUINAS.pdf>>.

Acesso em: 01 de outubro de 2021

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <

<https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/12361>>. Acesso em: 05 de maio de 2021

LIU, L. The Process to Design an Automation System. **Journal of Physics: Conference Series**.

2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1087/4/042001>> Acesso em: 13 março de 2021.

LUÍS, A. et al. Esteira transportadora. Instituto Federal de Minas Gerais. Disponível em:

<https://www.ifmg.edu.br/arcos/ensino-1/tai/20162_TAI1_Esteiratransportadora.pdf>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

MARAFON, C. et al. Benefícios do investimento em automação no processo de empacotamento de farinha de trigo. **Anais da Engenharia de Produção/ ISSN 2594-4657**, v. 2, n. 1, p. 72 – 87.

Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/200>>. Acesso em: 03 de maio de 2021.

MARTINS, G. M. Princípios de Automação Industrial. 2012. Disponível em:

<<https://www.passeidireto.com/disciplina/automacao-industrial>>. Acesso em março 2018

MELCONIAN, SARKIS. **Elementos de Máquinas**. 9. Ed. Érica, 2009. Disponível em:

<https://www.academia.edu/25285851/Elementos_de_m%C3%A1quinas_Sarkis_Melconian>.

Acesso em: >. Acesso em: 03 de maio de 2021.

MUSSI; R.F.F. et al. Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos. Revista Sustinere.

v.7, n.2, p.414-30, 2019. Disponível em:<<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/41193/32038>>.

Acesso em: 23 março de 2021.

PALUDO, V; BRAVIN, H.C. M. Análise ergonômica do trabalho (AET) aplicado no processo de salga da carne de uma fábrica de charque. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção. 2015. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_209_244_26698.pdf>. Acesso em: 03 de maio de

2021

SACRAMENTO, R. C. F. Apostila de Transportadores de Correia. Universidade Federal da Bahia – UFBA, pp. 20 – 47. Disponível em: < http://www.transportedegraneis.ufba.br/apostila/cap5_tc.pdf>. Acesso em: 03 de maio de 2021

SILVA, R.C. et al. Improvement of Santa Terezinha Farm Productivity in the Egg Classification Sector, with Application to Automation: A Case Studys. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**. v.3, n. 10, p. 226-237, 2017. Disponível em: <<https://itegam-jetia.org/artigos/2017/6/33.pdf>>. Acesso em: 13 março de 2021.

SILVA, A.L.E. et al. Proposta de Automação Industrial em uma Empresa Fabricante de Borrachas **Revista GEINTEC**. v. 8, n.1, p.4259-4172, 2018. Disponível em: < <http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/733>> Acesso em: 13 março de 2021.

SILVA, S.A da; VASCONCELOS, R.S; Campos, P.S. Industry 4.0: a theoretical contribution to the current scenario of technology in Brazil. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**. v. 5, n.19, p.56-60, 2019. Disponível em: < <https://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/493/361>> Acesso em: 14 de março 2021. 11.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo, Atlas, 2009.

SOUZA, A.R. M. et al. Automação residencial e eficiência energética: um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**. v. 5, n. 8, p. 13086-13101, 2019. Disponível em: < <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2899>>. Acesso em: 02 maio de 2021.

TURELLA, K.V. et al. Ergonomia no processo produtivo: estudo de caso em uma indústria da Serra Gaúcha. In: XVIII Simpósio de Engenharia da Produção, SIMPEP, 2011, Bauru, Anais