Automação de Guilhotina para Solda Prata



Carlo Giovani De Zorzi[1]; Marlon Santos Pinto[1]; Alexandre Francisco de Andrade[2-]

[1-2] UNIFACEAR – Centro Universitário;

RESUMO

Um processo de corte em uma guilhotina manual possibilitou a identificação de algumas melhorias a serem aplicadas neste equipamento, para aperfeiçoar o corte da solda prata usado na confecção de serra circular e fresa cabeçote, como material de adição na solda por brasagem entre o metal base e o metal duro. Este estudo tem como objetivo automatizar este processo de corte por guilhotina, eliminando o esforço físico repetitivo, aumentar a capacidade produtiva e reduzir o tempo de regulagem do equipamento. A confecção deste protótipo foi comparada com o equipamento já existente, para poder mensurar o tempo de regulagem e a capacidade de produção de ambas as máquinas. A partir de testes realizados, foi possível observar um ganho percentual de mais de 80% sobre o tempo de regulagem utilizado anteriormente e um aumento percentual de 25% na produtividade, contribuindo para a eficiência da linha de produção. Essa redução de tempo e aumento na produção, simulada neste protótipo, pose ser um fator contribuinte para a evolução da automação industrial, por se tratar de um produto inovador, podendo ser o início de um programa de melhoria contínua.
Palavras chave: Automação, Guilhotinas, Protótipo.

ABSTRACT

A cutting process in a manual guillotine made it possible to identify some improvements to be applied in this equipment to improve the cutting of the silver solder used in the making of circular saw and milling cutter as addition material in brazing between the base metal and the hard metal. This study aims to automate this process by guillotine cutting, eliminating repetitive physical effort, increasing productive capacity and reducing the equipment regulation time. The construction of this prototype was compared with the existing equipment, in order to be able to measure the adjustment time and the production capacity of both machines. From the tests performed, it was possible to observe a percentage gain of more than 80% over the regulation time previously used and a 25% increase in productivity, contributing to the efficiency of the production line. This reduction of time and increase in production, simulated in this prototype, can be a contributing factor for the evolution of industrial automation, since it is an innovative product and may be the beginning of a continuous improvement program.
Keywords: Automation, Guillotines, Prototype.

1. INTRODUÇÃO

Com uma visão tecnológica, a maior parte dos processos produtivos no Brasil combina o seguimento tradicional com outros métodos, com o efeito em uma automatização parcial dos métodos de processos produtivos.

A execução de trabalhos de inovação tem por missão final o aperfeiçoamento das ações da empresa. Essas inovações podem ter o propósito de efetivar novos produtos e processos, novos recursos de promoções e vendas dos produtos e/ou mudanças nas técnicas e na sustentação institucional da companhia (MANUAL DE OSLO, 2006, pag.45).

Devido ao crescimento produtivo, aumentou-se também a procura de equipamentos que realizem trabalhos com eficiência e rapidez. Algumas empresas nos dias de hoje, possuem processos produtivos desatualizados devido à falta de interesse em melhorias ou falta de recursos. Com isso, surgem oportunidades para desenvolver novas adequações para máquinas ou equipamentos até que atendem as normas regulamentadoras de segurança.

Com a variedade de serras circulares para os mais diversos tipos de equipamentos, que podem ser instaladas em máquinas estacionárias como serras circulares de bancada, serras circulares esquadrejadeiras e seccionadoras, e também para serras manuais elétricas, sem dúvida que a automação dessa guilhotina manual representará um importante passo para ampliar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos que dela se cria, e também se obterá uma diminuição nos desperdícios e geração de resíduos, com visível diminuição no consumo de bens naturais, com consequência uma mercadoria mais atenciosa com o meio ambiente, sendo sinônimo de princípios de evolução sustentável.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. AUTOMAÇÃO E INOVAÇÕES INDUSTRIAIS

Rosário (2009, p.17), pontua que o começo das automações iniciou-se nas empresas de processo, através de desenvolvimento de dispositivos de controle e de medição elétrica e pneumática. No entanto, a palavra automação ganhou expressão com o aparecimento da máquina de comando numérico em 1949/50. Feita com possibilidade para criar certas operações antecipadamente programadas sem a mediação direta de um funcionário, esse equipamento deu origem a um ponto de vista para mudanças profundas na produção industrial.

Lamb (2015, p.2), diz que automação é o uso de comandos lógicos programáveis e de dispositivos mecânicos para realizar as execuções manuais que geram tomadas de decisões e comandos-respostas das pessoas. A industrialização, no entanto, vai além da mecanização, pois reduz a utilidade de requisitos sensoriais e mentais humanos, com isso melhorarem significativamente a produtividade.

Para Schreiber (2013, p.531), A integração dos negócios acrescentou a importância da inovação, considerar as exigências da sociedade de caráter inovador e ágil tem sido uma responsabilidade das organizações. O progresso de novos produtos tem sido o diferencial na disputa da empresa e de seus produtos no futuro distante.

2.1.1. Inovação de produto

Conforme Lorino (1992, p182), a inovação de produto instiga a identificação passageira do produto que, se assemelha a uma necessidade oculta do comércio, que cresce com a sua necessidade, consegue com ele um acréscimo de alcance ligado ás características diferentes, que ele mantem de forma provisória e de modo individual.

Crawford (1994), demonstra uma definição de um novo produto que autoriza uma clara abrangência mediante três componentes: forma, tecnologia e necessidade. A FIGURA 01 simboliza a correlação entre esses três elementos.

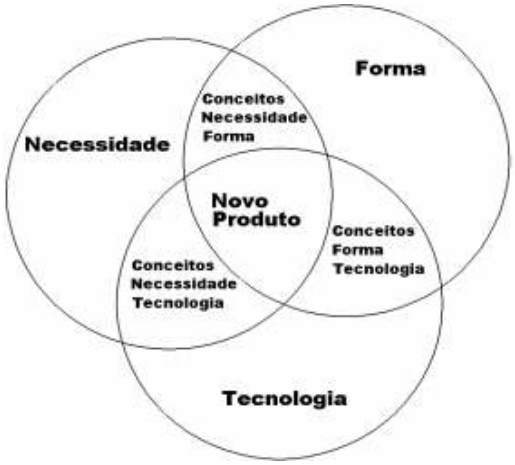

FIGURA 01 – O CONCEITO DE NOVO PRODUTO
FONTE: CRAWFORD (1994)

2.1.2. Inovação de processo

De acordo com Scholtissek (2012, p.14), as inovações em processos inovadores cercam processos novos ou ajustados que unem diferentes motivos e ações. Elas são praticadas para criar produtos ou processos inovadores ou para adicionar velocidade,

aumentar a qualidade ou diminuir o valor da produção de artefatos existentes e do fornecimento de trabalhos existentes.

Uma inovação de processo é a execução de uma ferramenta de produção ou organização nova ou consideravelmente melhorada. Acrescentam-se mudanças substancialmente em técnicas, dispositivos e/ou *softwares* (MANUAL DE OSLO, 2006, p.58).

2.2. MATERIAL QUE É CORTADO NA GUILHOTINA - SOLDA PRATA

Com seu amplo campo de aplicação, a solda prata auxilia na produção de materiais elétricos, eletrodomésticos, refrigeração, ar condiciona óculos aparelhos odontológicos, instrumentos musicais, joias e aplicação na indústria metalúrgica. Conforme catálogo do fabricante Cennabras a solda prata é fornecida de diversas formas: vareta, vareta revestida com fluxo, lâmina, fio, pó e arame (BRASTAK, 2017).

A solda prata trimetal também conhecida como “solda sanduíche” possui uma lâmina de cobre entre duas camadas de solda prata, ilustrada na FIGURA 02.



FIGURA 02 – SOLDA TRIMETAL
FONTE: CENNABRAS (2017)

Esse tipo de solda é mais utilizado em brasagem de metal duro que são usados por indústrias de ferramentas de corte, essas pastilhas também chamada de “*widea”* operam sob severas condições como: choque, calor, impacto contra diversos materiais e vibração.

3. METODOLOGIA

O estudo de inovação de produto e automação industrial apresentado nesse trabalho e a criação do protótipo da guilhotina automatizada foram desenvolvidos e montado na empresa metalúrgica TITO FERRAMENTAS LTDA atuante no setor de ferramentas para corte de madeira, localizada no bairro Parolin na cidade de Curitiba – PR.

Para desenvolvimento e fundamentação deste trabalho, foi realizado estudo de tempo de regulagem de ambas as máquinas, capacidade de corte das guilhotinas manual e automática.

3.1 ESTUDO DE CASO

O equipamento utilizado para cortar solda prata foi criado pelos próprios colaboradores da empresa como mostra na FIGURA 03, trata-se de uma guilhotina manual, onde o funcionário do setor de almoxarifado é responsável por cortar a solda prata. O estudo de caso foi realizado a partir dos cálculos efetuados para dimensionar o GPM (golpes por minuto) da guilhotina automatizada, levando em conta a segurança do operador. Uma das alterações mais significativas desse produto é a eliminação do esforço físico repetitivo feito pelo operador e o desvio de função do próprio.

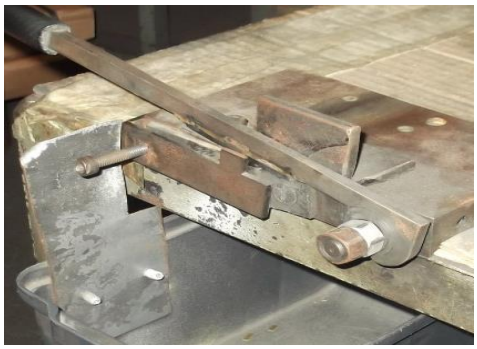

FIGURA 03: GUILHOTINA MANUAL
FONTE: (AUTORES, 2017)

Este é um equipamento bem simples e de fácil operação, mas requer certa prática do operador para realizar o corte para não “esmagar” o material.

3.2. MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Para realizar a montagem do protótipo da guilhotina automatizada, antes, calculou-se a força mínima necessária para realizar o corte da solda prata, ou seja, uma força de corte mínima que fosse maior que a força de tensão de escoamento do material a ser cortado.

3.2.1. Material

A solda prata mais utilizada para fabricação das ferramentas é a prata conhecida por “*trimetal”*. A resistência ao cisalhamento da solda prata em questão está indicada na TABELA 01.

TABELA 01 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E TENSÃO DE CISALHAMENTO

CÓDIGO	COMPOSIÇÃO QUIMICA (% EM PESO)				TEMP. TRABALHO (°C)	INTERV. DE FUSÃO (°C)	RESIST. CISALHAMENT. (kp/mm²)
	Ag	Cu	Mn	Ni			
BT-TRIMETAL	49,0	27,5	2,5	0,5	670	670-690	25-35

FONTE: HARRIS BRASTAK (2018)

Aplicando a fórmula de tensão de cisalhamento temos que:

Dados:

τe = 343 N/mm² (especificação do fabricante) convertido para N/mm²

A = 0,045 mm² (área de corte)

Substituindo na equação (1), temos que:

$$\sigma e = \frac{F}{A} \therefore F = \sigma e.A \rightarrow F = 343 \,.\, 0{,}045 \rightarrow F = 15{,}4N \quad (1)$$

Onde:

τe = tensão de escoamento [N/mm²]

F = força cortante [N]

A = área de corte [mm²]

Verificou que seria necessária uma força maior que 15,4N para cortar o material

3.2.2. Escolha do motor

Para confecção do protótipo utilizou-se o micromotor AK555-11.1, são compactos com caixa de redução acoplada diminuindo sua velocidade e aumentando seu torque. Conforme especificação técnica do motor mostrada na TABELA 02, os cálculos para encontrar a força tangencial que irá atuar como força cortante.

TABELA 02 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICA DO MOTOR

MÁXIMO RENDIMENTO				PARTIDA	
ROTAÇÃO	CORRENTE	TORQUE	POTÊNCIA	CORRENTE	TORQUE
83 RPM	1.6 A	11,1 kgf.cm	5 W	6.0 A	53 kgf.cm

FONTE: TECHMAKERS (2018)

A força tangencial atingida durante o corte pode ser estimada pela equação 3, descrita por Melconian (SARKIS MELCONIAN, 2008).

Substituindo valores temos que:

$$Ft = \frac{Mt}{r} \rightarrow Ft = \frac{1{,}08}{0{,}052} \rightarrow Ft = 20{,}77\ N \quad (2)$$

Onde:

Ft – força tangencial [N]

Mt – torque [N.m]

r – raio da peça [m]

Obs: convertendo o valor do toque do motor 11,1kgf.cm = 1,08N.m

Nota-se a existência de um raio, esse raio [m] é dado pela peça acoplada no motor para acionar a navalha móvel da guilhotina. Conclui que a força de corte é maior que a força mínima necessária para que ocorra a fratura do material.

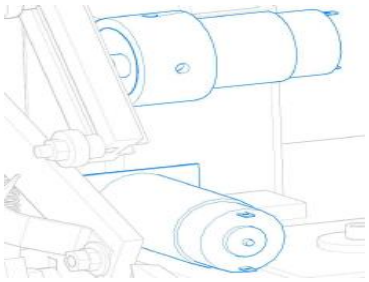

FIGURA 04: ILUSTRAÇÃO DOS MOTORES UTILIZADOS NO PROTÓTIPO
FONTE: (AUTORES, 2018)

Para este protótipo de guilhotina mecânica foram utilizados dois motores do mesmo modelo, um para o acionamento da faca móvel outro para empurrar o material para ser cortado, ilustrado na FIGURA 04.

3.2.3. Acionamento da guilhotina

Um ponto essencial para à escolha do tipo de acionamento foi em, como aumentar o GPM (golpes por minuto). Com isso foi desenvolvido uma peça que para cada volta do motor, acionasse duas vezes a guilhotina, assim dobrando sua capacidade efetiva de GPM, como o motor trabalha em uma rotação contínua de 83 RPM, para cada resolução do motor a guilhotina é acionada duas vezes, passando a ter uma capacidade de 166 GPM, ilustrado na FIGURA 05.

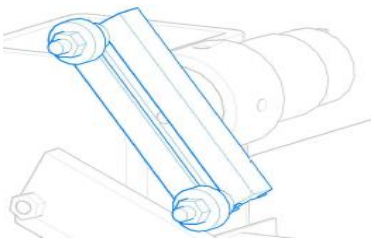

FIGURA 05: ILUSTRAÇÃO DO ACIONAMENTO DA GUILHOTINA
FONTE: (AUTORES, 2018)

Fixamos também dois rolamentos um em cada ponta para reduzir o atrito em contato com a faca móvel da guilhotina.

3.2.4. Guilhotina

As facas de corte utilizadas no protótipo são fabricadas em aços especiais com tratamento térmico. A montagem da guilhotina foi o processo um pouco mais complicado, são vários fatores que devem ser levados em conta: posicionamento da faca superior, ângulo de corte, apoio e folga.

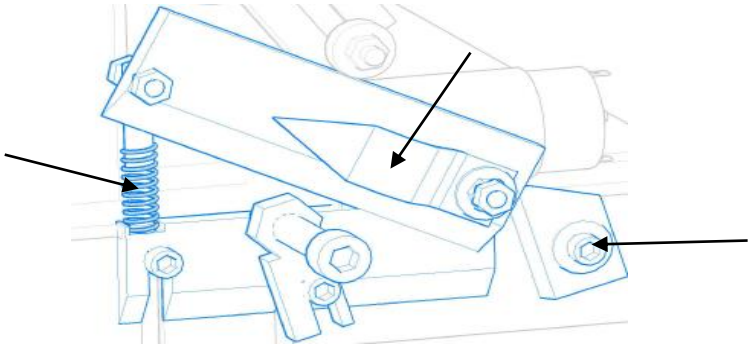

FIGURA 06: ILUSTRAÇÃO DA GUILHOTINA
FONTE: (AUTORES, 2018)

Para posicionar e manter a navalha móvel superior no lugar correto foi utilizado uma mola helicoidal aberta, como mostra a FIGURA 06. Assim quando a navalha superior desce a mola empurra para sua posição de origem.

Foi acoplado um calço na outra extremidade da navalha para que a mesma não volte totalmente para trás, saindo de sua posição de corte. Também fixado uma pequena chapa de zinco na navalha móvel superior para diminuir para quase zero a folga da guilhotina, obtendo um bom corte do material. Também Ilustrado com setas na FIGURA 06.

3.2.5. Suporte e alimentação da solda prata

A solda prata é fornecida em formato de fita com 7 mm de largura e 0,3 mm de espessura. Para alimentar a guilhotina, optou-se pelo método de rodas de atrito, mostrado na FIGURA 07, uma maneira simples e eficiente para empurrar a solda prata. Para o acionamento dessa roda de atrito foi utilizado um motor de mesmo modelo que aciona a guilhotina conforme dito no subtítulo 3.2.2.

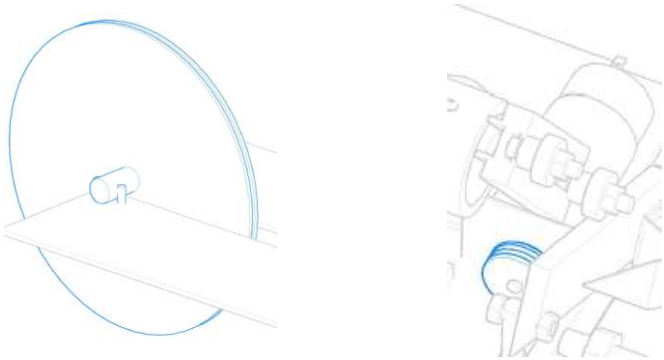

FIGURA 07: ROLO DE SOLDA PRATA E RODA DE ATRITO
FONTE: (AUTORES, 2018)

A roda de atrito em si, é feita de metal 1045 com um furo central para fixar no motor e revestida com uma capa de borracha para dar aderência no material e poder empurrá-lo.

3.2.6. Base estrutural da máquina

Feita em uma chapa de aço 1045 de 4 mm de espessura, uma cantoneira de 50 mm de largura cada lado e alguns outros materiais. Realizado processos de corte a lazer, furação e também solda para fixa suporte do motor na estrutura.

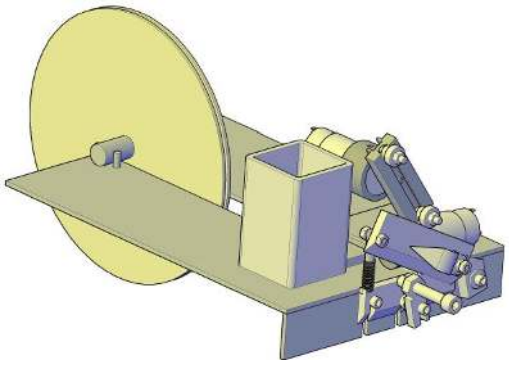

FIGURA 08: IMAGEM TRIDIMENSIONAL DA MÁQUINA
FONTE: (AUTORES, 2018)

Após termos realizado todo processo de corte, furação, soldagem e montado todos os componentes, ficou assim o protótipo da guilhotina para corte de solda prata, mostrado FIGURA 08.

3.2.7. Painel de controle

Para uma melhor praticidade e fácil manuseio de operação da guilhotina, foi confeccionado um painel de comandos para a máquina, um dos componentes principal é o contador digital. Ilustrado na FIGURA 09.



FIGURA 09: PAINEL DE CONTROLE
FONTE: (AUTORES, 2018)

É através do contador digital que o operador irá programar quantos pedaços de solda prata a máquina irá cortar.

4. DADOS HISTÓRICOS

Utilizou-se como referência a produção diária de serras circulares fabricadas, os dados coletados referem-se à segunda semana do mês de abril de 2018. Conforme demonstrado a seguir:

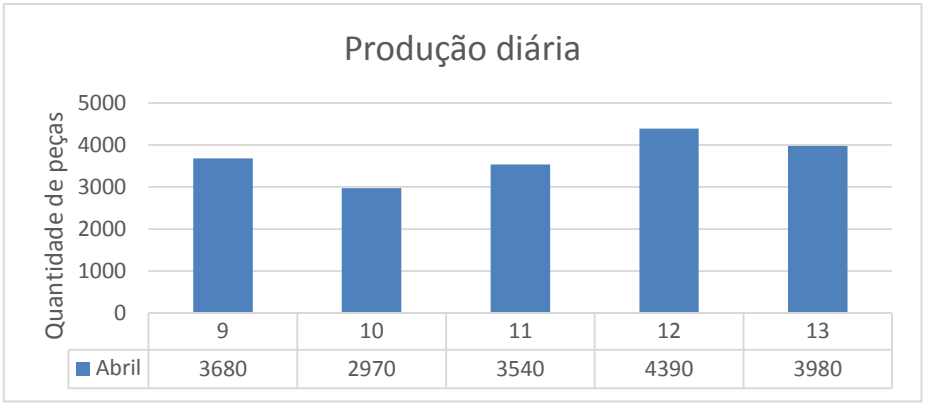

GRÁFICO 01: TOTAL DE PEÇAS PRODUZIDAS POR SEMANA
FONTE: (AUTORES, 2018)

Essa produção semanal corresponde a 18.560 dentes de serra soldados, que dá uma média de 3.712 dentes de serras soldados por dia. Contou-se a quantidade de solda

prata cortada em 3 tempos diferentes, 1 minuto, 2 minutos e 3 minutos, conforme demonstrado a seguir:

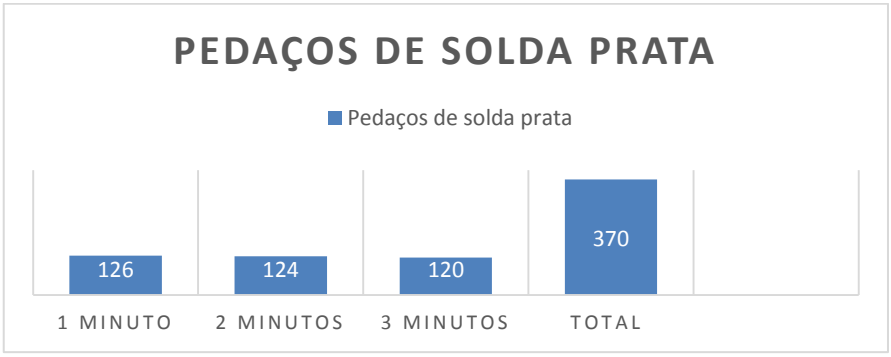

GRÁFICO 02: QUANTIDADE DE SOLDA PRATA CORTADA MANUALMENTE
FONTE: (AUTORES, 2018)

Nota-se que a cada minuto que passa, diminui a quantidade de pedaços cortado, isso se dá ao fato do esforço repetitivo e desgaste do operador. Também foi determinado o tempo médio que o operador leva para regular a mudança de tamanho que irá cortar a solda prata e o tempo para medir a amostra.

TABELA 03 – TEMPO MÉDIO DAS PERDAS PLANEJADAS

PROCEDIMENTO	TEMPO MÉDIO (s)
Mudança de formato	28
Medir amostra	5

FONTE: (AUTORES, 2018)

Para determinar esse tempo médio de perdas planejadas, foram realizadas 3 medições com o mesmo operador.

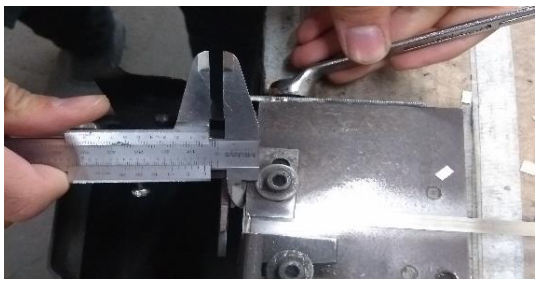

FIGURA 10: AJUSTE DE MEDIDA DA SOLDA PRATA NA GUILHOTINA MANUAL
FONTE: (AUTORES, 2018)

Para ajustar essa mudança de medida, o operador necessita de um paquímetro e uma chave 14 estrela ou boca. Após ajustar o tamanho desejado o operador efetua o corte de uma amostra para medi-la, só então começa a realizar o corte do material.

4.1. DADOS DA GUILHOTINA AUTOMATIZADA

De acordo com as especificações técnicas do motor elétrico, constatamos que sua capacidade de projeto é 166 GPM, assim podemos afirmar que:

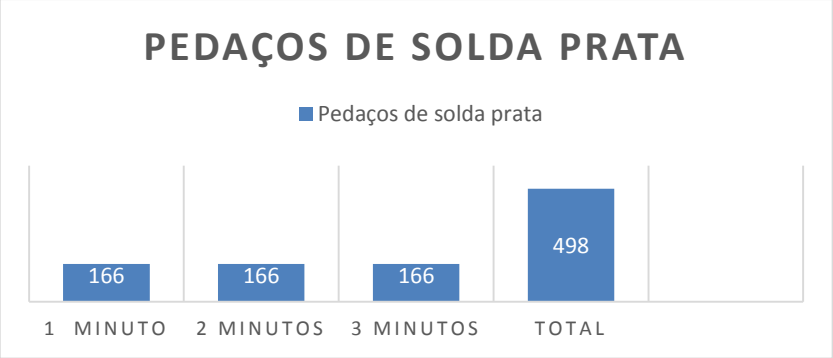

GRÁFICO 03: QUANTIDADE DE SOLDA PRATA CORTADA AUTOMATICAMENTE
FONTE: (AUTORES, 2018)

Nota-se que a quantidade de pedaços cortados mantem-se constante, essa é uma das vantagens de ter um motor trabalhando, o processo ocorre de modo contínuo e uniforme. Do mesmo modo que se mediu o tempo de regulagem da guilhotina manual, determinou-se o tempo médio para regular a mudança de tamanho da solda prata da guilhotina automatizada.

TABELA 04 – TEMPO MÉDIO DAS PERDAS PLANEJADAS

PROCEDIMENTO	**TEMPO MÉDIO (s)**
Mudança de formato	5

FONTE: (AUTORES, 2018)

Também foram feitas 3 medições para determinar o tempo médio de perdas.



FIGURA 11: AJUSTE DE MEDIDA DA SOLDA PRTA
FONTE: (AUTORES, 2018)

Para este procedimento de ajuste o operador basta apenas regular o micrômetro no tamanho desejado. Esse é o grande diferencial da máquina, pois se eliminou a perca de tempo para medir a amostra pois é um equipamento de extrema confiabilidade e precisão. Após regular o tamanho desejado, a máquina está pronta para começar a operar.

5. TESTE E ANÁLISE DE DADOS

Após as definições da capacidade teórica de projeto e as perdas planejadas, a guilhotina automatizada foi submetida à testes prático onde a mesma apresentou os seguintes resultados:

- Facilidade e qualidade no corte por guilhotina;
- Precisão na quantidade e no formato dos pedaços de solda prata;
- Zero de perda com matéria prima.

5.1. COMPARATIVO ENTRE AS GUILHOTINAS

Realizou-se um comparativo entre os tempos médios para regulagem das máquinas, conforme ilustrado no GRÁFICO 04.

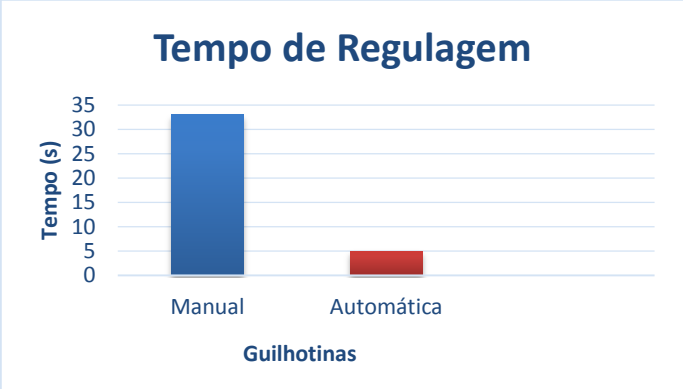

GRÁFICO 04: REPRESENTAÇÃO DOS TEMPOS DE REGULAGEM
FONTE: (AUTORES, 2018)

De acordo com o GRÁFICO 04, representa um ganho de quase 85% do tempo de regulagem da guilhotina automatizada para a guilhotina manual. Outra vantagem em automatizar o processo, assim, elimina o tempo que o operador levaria para cortar todos os pedaços de solda prata.

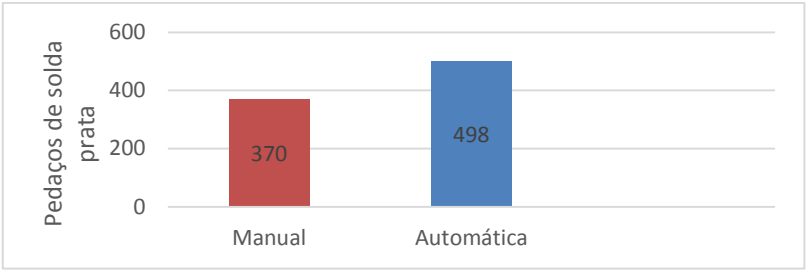

GRÁFICO 05: COMPARAÇÃO CAPACIDADE DE CORTE
FONTE: (AUTORES, 2018)

Nota-se no GRÁFICO 05, um aumento de um pouco mais de 25% na capacidade produtiva. Com a implementação da guilhotina automatizada, obteve-se a redução no tempo de regulagem, mostrado no GRÁFICO 04, um ganho na capacidade de corte representado no GRÁFICO 05. Além de eliminar o esforço físico e repetitivo do operador, também houve uma melhora significativamente na qualidade do pedaço de solda prata cortado, peça sem rebarbas e pronta para uso.

6. CONCLUSÃO

Por tratar-se de um produto inovador não tem parâmetros para comparar os resultados com equipamento similar, comparação realizada com a guilhotina utilizada anteriormente na empresa metalúrgica TITO-FERRAMENTAS. O protótipo demonstrou efetividade e alcançaram-se os objetivos, devido à precisão de corte, simples operação, e manutenção. Atendendo as necessidades da empresa na obtenção do produto final.

Portanto para o primeiro objetivo especificado, reduziu-se o tempo de regulagem em 5 segundos, eliminando o tempo para medição da amostra, mantendo a confiabilidade do tamanho dos pedaços de solda prata cortados, comprovados através dos testes realizados.

Para o segundo objetivo, houve um aumento significativo na produção de peças cortadas, comprovou-se a possibilidade de aumento na produtividade da empresa, o que comprava o benefício da automação realizada no equipamento.

Por fim, para melhorias futuras, sugere-se a implementação de um sistema ligado a um computador através de *arduíno* ou *software* onde o operador pode programar quantidades e tamanhos.

7. REFERÊNCIAS

BRASTAK, Harris. **Produtos para brasagem**. Disponível em: <http://www.harris-brastak.com.br/produtos/consumiveis/brasagem-metal-duro>. Acesso em: 07 dez. 2017.

CENNABRAS, **Solda para brasagem**. Disponível em: http://www.cennabras.com.br/produtos/soldas-para-brasagem/soldas_metal_duro/>. Acesso em: 07 dez. 2017.

CRAWFORD, C. Merle. ***New Products Management***, 4th ed. Burr Ridge. I11, Irwin. Ed. McGraw-Hill Education, 2014.

LAMB, Frank. **Automação Industrial**: na prática, São Paulo, Ed. AMGH Ltda,. 2015.

LORINO, Philippe. **Economista e o Administrador**: elementos de microeconomia para uma nova gestão, São Paulo, Ed. FCA, 1992.

MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de Maquinas**, 8° edição. São Paulo: Ed. Érica Ltda, 2008.

OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), Eurostat (Gabinete estatístico das Comunidades Europeias), FINEP (Financiadoras de Estudos e Projetos), **Manual de Oslo**, 3° edição, Editora FINEP (Financiadoras de Estudos e Projetos), 1997.

ROSÁRIO, João Mauricio. **Automação Industrial**, São Paulo, Ed. Baraúna Ltda, 2009.

SCHOLTISSEK, Stephan. **Excelência em Inovação**: como criar mercados promissores nas áreas de energia e de recursos naturais, São Paulo, Ed. Elsevier Ltda, 2012.

SCHREIBER, Duran. **Inovação e Aprendizagem Organizacional**, Rio Grande do Sul, Ed. Feevale, 2013.