



DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE SOLDAGEM SEMIAUTOMATIZADO PARA PEÇAS CILÍNDRICAS¹

DEVELOPMENT OF A SEMI-AUTOMATED WELDING DEVICE FOR CYLINDRICAL PARTS

Igor Daniel Bock Siqueira², Maicon Rafael Hammes³, Argemiro Luís Brum⁴

¹ Trabalho desenvolvido na Faculdade Horizontina – FAHOR.

² Acadêmico de Engenharia Mecânica da FAHOR – Faculdade Horizontina.

³ Professor do curso de Engenharia Mecânica da FAHOR – Faculdade Horizontina. Doutorando em Desenvolvimento Regional da UNIJUI.

⁴ Doutor em Economia Internacional e Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da UNIJUI.

RESUMO

Os dispositivos de soldagem são desenvolvidos com o intuito de garantir a qualidade no produto e aumentar a produtividade. Neste contexto, o trabalho tem como objetivo desenvolver o projeto de um dispositivo de soldagem semiautomatizado, como oportunidade de melhoria no processo produtivo a ser utilizado em uma Indústria Metalúrgica. A metodologia utilizada para a realização do projeto foi por meio de avaliações do projeto do produto base e informações do processo de soldagem atual utilizadas para a manufatura do produto. Estas informações foram coletadas a partir de observações e os tempos de produção medidos durante o processo produtivo onde foram considerados os dados seguintes: movimentações, montagem dos itens para formar o conjunto, pontos de acesso para a tocha efetuar a soldagem, adversidades durante o processo produtivo. Para o desenvolvimento e modelagem do projeto do dispositivo foi utilizado o software CAD 3D Creo disponibilizado pela própria empresa. Por meio de cronoanálise dos dados coletados, realizou-se uma comparação com o processo produtivo atual e supondo implementação do dispositivo projetado. Estima-se que é possível obter o ganho de até 60 horas, que resultam em mais de R\$ 10.000,00 no ano com a utilização do dispositivo desenvolvido no presente trabalho. Além disso, ganhos qualitativos podem ser mais significativos por conta da repetibilidade de um padrão de parâmetros e de processo que se pode obter. Por fim, o projeto foi aprovado pela empresa para ser produzido, e após a implementação do novo processo, obterá ganhos de produtividade, qualidade e custos de produção.

Palavras-chave: Projeto. Produtividade. Qualidade. Redução de Custos.

ABSTRACT

Welding devices are developed with the aim of guaranteeing product quality and increasing productivity. In this context, the work aims to develop the design of a semi-automated welding device, as an opportunity to improve the production process to be used in a Metallurgical Industry. The methodology used to carry out the project was through evaluations of the base product design and information from the current welding process used



for the manufacture of the product. This information was collected from observations and production times measured during the production process, where the following data were considered: movements, assembly of items to form the set, access points for the torch to perform welding, adversities during the production process. For the development and modeling of the device design, the CAD 3D Creo software provided by the company was used. Through chronoanalysis of the collected data, a comparison was made with the current production process and assuming implementation of the designed device. It is estimated that it is possible to obtain a gain of up to 60 hours, which results in more than R\$ 10,000.00 per year with the use of the device developed in the present work. In addition, qualitative gains can be more significant due to the repeatability of a pattern of parameters and process that can be obtained. Finally, the project was approved by the company to be produced, and after the implementation of the new process, gains in productivity, quality and production costs will be obtained.

Keywords: Project. Productivity. Quality. Cost Reduction.

INTRODUÇÃO

A criação de novos produtos para processos produtivos de solda são fundamentais para a melhoria dos mesmos e resultam em ganhos significativos para a indústria. A mão de obra utilizada no processo de soldagem deve ser qualificada, como também, se adequar às mudanças naturais decorrentes das novas tecnologias (ARAÚJO et al, 2012).

Para assegurar uma manufatura enxuta, busca-se atender aos requisitos do cliente, aumentar a segurança e produtividade, assim como observar necessidades e trazer soluções. Para que a solda seja realizada de forma adequada, há a necessidade de adequação dos equipamentos e processos (GERHARDT, 2014; DEVES, 2019).

Nesta perspectiva, verifica-se que há carências do mercado, assim como do cliente, ou seja, existem ainda muitas opções tecnológicas a serem desenvolvidas, dando ao mercado um produto que atenda a demanda do consumidor. As empresas necessitam de inovações para suportarem as demandas do mercado e estratégias para aumento da qualidade em seus produtos (LOPES et al, 2015).

Outros fatores citados na literatura, são referentes à produtividade eficaz, ou seja, ser mais eficiente do que seus concorrentes, além de trazer uma desenvoltura prática de produção. Logo, apresentar produtos novos e adequar os já existentes são deveres dos processos produtivos da solda (DEVES, 2019).



METODOLOGIA

O trabalho delimita-se no desenvolvimento do projeto de um dispositivo de soldagem semiautomatizado para peças cilíndricas. O dispositivo, no entanto, não será produzido e está elencado como sugestão para trabalhos futuros.

Dispositivos de soldagem tem vida útil com tempo determinado e são sistemas com propósito no aumento de produtividade e melhoria de qualidade nos processos de solda (BRAGA, 2016). Com a demanda maior, a quantidade de produtos aumentando, decorrente de a empresa estar em constante crescimento, pretende-se apresentar como uma solução para empresa o desenvolvimento do presente trabalho. Pela empresa apresentar muitos conjuntos soldados com formato cilíndrico, a proposta do trabalho é facilitar o processo, para otimizar o tempo e aumentar a produtividade ganhando também em qualidade. Neste sentido, segue o questionamento: como o desenvolvimento do projeto de um dispositivo de soldagem semiautomatizado para peças cilíndricas pode ajudar na melhoria do processo de soldagem na empresa?

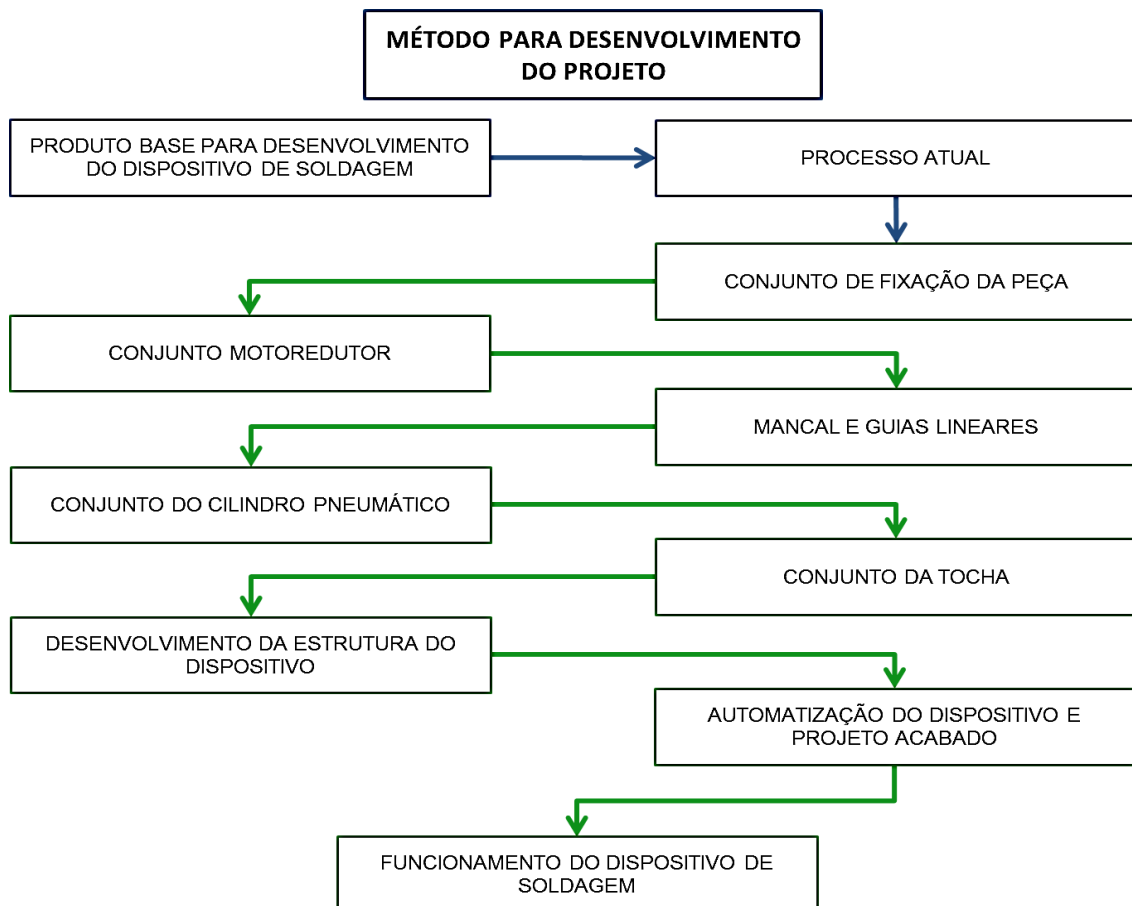
O objetivo do trabalho é projetar um dispositivo de soldagem semiautomatizado para peças cilíndricas para aumentar a produtividade e os lucros da empresa. O trabalho propõe como objetivos específicos: estudar o produto base, quanto às tolerâncias e os requisitos desejados; projetar o dispositivo de soldagem utilizando o software CAD Creo; apresentar o projeto para a empresa.

Conforme Soares (2006) é indicado o desenvolvimento de um dispositivo, avaliando a sua aplicação e a demanda de produção para a garantia de padronização no processo. Neste sentido, o desenvolvimento de um dispositivo de solda semiautomatizado para peças cilíndricas se justifica pela oportunidade de melhoria de processos produtivos, onde a empresa observa um aumento de produtividade em determinados produtos, que podem ser soldados com o mesmo dispositivo que está sendo estudado, garantindo a qualidade e produtividade. A demanda do produto base em que o dispositivo está sendo desenvolvido está aumentando. Para suprir a necessidade e atender aos requisitos de projeto do produto, o projeto do dispositivo torna-se urgente.

Para a realização do desenvolvimento do projeto do dispositivo de soldagem semiautomatizado para peças cilíndricas, foram utilizados os parâmetros baseados na oportunidade de melhoria que a Indústria Metalúrgica necessita em seus processos de soldagem. A empresa está em constante crescimento e com isso vem o aumento da produtividade e a necessidade de produzir com qualidade, garantindo as tolerâncias especificadas nos produtos.

Para tal, foi necessário buscar em bases de dados informações acerca do tema proposto, para que possam ser exemplificadas as abordagens utilizadas. Para um entendimento melhor do tema, segue o fluxograma que descreve o passo a passo do método utilizado para o desenvolvimento do projeto do dispositivo de soldagem, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de desenvolvimento do projeto



Fonte: Os autores (2022).



Estas informações foram coletadas a partir de observações e os tempos de produção medidos durante o processo produtivo do produto em questão, onde foram considerados os seguintes dados: movimentações, montagem dos itens para formar o conjunto, pontos de acesso para a tocha efetuar a soldagem, adversidades durante o processo produtivo.

O dispositivo foi modelado utilizando o software CAD PTC CREO, onde foram utilizados os parâmetros e unidades de medida em milímetros, quilogramas e segundos. Todos os conjuntos do dispositivo de soldagem, com suas dimensões foram detalhados nos desenhos técnicos, assim como suas tolerâncias para fabricação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Soldagem

Soldagem é um processo que ocorre tanto na fabricação quanto na recuperação de peças, sendo um meio de união de duas ou mais partes (MARQUES et al, 2009). É um processo produtivo importante na indústria, pois é muito utilizado e está em constante desenvolvimento. No processo de soldagem acontece uma junção de materiais base e adição, com isso se tem a solubilidade, a qual ocorre na fase líquida ou sólida (FELIZARDO, 2016). A soldabilidade tende um material que irá ser soldado nas suas circunstâncias da sua fabricação de forma a se adaptar a determinada situação (CASARIN, 2018).

Quando realizada a soldagem por meio de fusão a arco, na superfície a ser fundida, ocorre aumento severo de temperatura e, conseqüentemente, dilatação do material na área de fusão. Em regiões próximas à utilizada, também se percebe a sua dilatação, porém o crescimento de volume é diminuído. Com isso, dentro do material observa-se uma tensão de compressão por causa do calor (CASARIN, 2018).

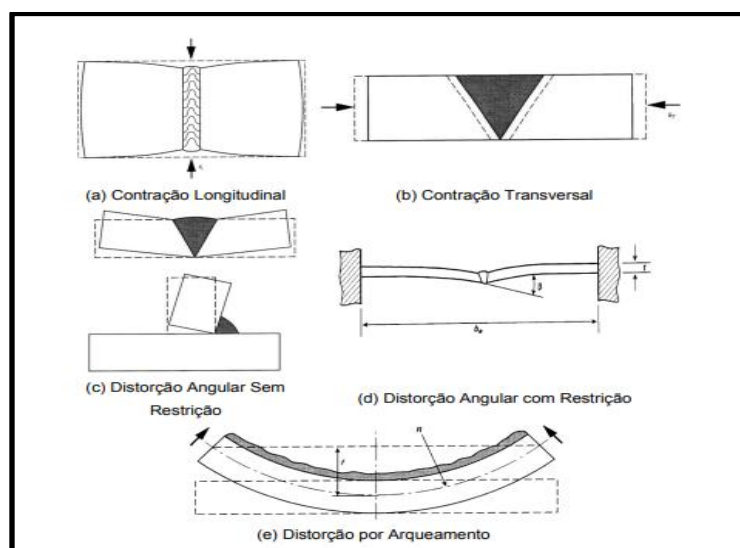
A distorção ocorre quando há uma alteração de dimensões e forma de itens soldados, em função das tensões térmicas durante o processo de soldagem. Visto que tais distorções decorrentes do processo podem ser reduzidas com a utilização de dispositivo de solda para melhor fixação dos itens e garantia de medidas e tolerâncias do projeto (SOARES, 2006).

Nas estruturas soldadas, as distorções observadas, ocorrem devido a três fatores dimensionais vistos durante a soldagem: a contração transversal (ocorre normalmente ao eixo



da solda), contração longitudinal (ocorre simultânea ao eixo da solda) e a distorção angular (modificação rotacional ao redor do eixo da solda) (ALVES, 2009). A Figura 2 apresenta os principais tipos de distorções que podem ocorrer no processo de soldagem (ARAÚJO et al, 2012).

Figura 2: Alguns tipos de distorções



Fonte: Araújo et al. (2012).

Contudo, estas distorções decorrentes do processo, podem ser reduzidas com a utilização de dispositivo de fixação e, conseqüentemente, garantir a qualidade, as medidas e as tolerâncias do projeto.

A velocidade de soldagem mostra-se com um valor linear pelo qual o arco se move ao longo do caminho da junta soldada em um período de tempo. Quando ocorre aumento de velocidade, o cordão de solda muda de geometria e há menos penetração, conseqüentemente, também fica mais fino; e ao contrário quando a velocidade é menor o cordão de solda fica maior. Todavia, o metal base não tem tanta fusão, o que resulta em um cordão de solda com largura e penetração diminuídos (ALVES, 2009).

Dispositivos de fixação para o processo de soldagem

Para a garantia de qualidade no produto aliada com a alta produtividade dentro do processo de soldagem, devem ser aplicados vários recursos que ajudem a garantir sua integridade (SOARES, 2006). Por isso, a utilização de dispositivos de fixação dentro do



processo é comum, pois são responsáveis por garantir as tolerâncias dimensionais e geométricas do produto, visto que a soldagem provoca alterações devido às tensões térmicas que são geradas. Para que ocorra um maior desenvolvimento do sistema produtivo da empresa, busca-se por uma produção em grande escala e que apresente flexibilidade.

Casarin (2018) explica que existem dois modelos de sistemas, o automático e o automatizado, que, respectivamente, apresenta facilidade em produzir tarefas pré-definidas sem necessidade de auxílio de um funcionário e, por conseguinte, necessita-se de intervenção humana, à medida que alguns parâmetros possam estar incorretos. Estes dispositivos realizam a fixação da peça e promovem movimentos que dê a quem solda o desempenho do cordão de solda de maneira ágil.

Na soldagem semiautomática ou automática, os produtos devem ser fixados e posicionados adequadamente, para que o soldador ou sistema de soldagem possa executar a soldagem sem interrupção. Para isso, são utilizados fixadores e posicionadores que podem ser mesas estacionárias com dispositivos de fixação através de grampos manuais e sistemas servo-motorizados com alimentação e descarga automática (MOTA, 1992). Para que se leve à automatização dos processos, passa-se por condições de trabalho favoráveis, elevada capacidade de demanda e assim como de produção (ALVES; 2009).

Os dispositivos de solda para o processo de soldagem robotizado são fabricados de acordo com a necessidade do cliente, buscando sempre o melhor acesso de soldagem para o manipulador, conforme ilustra a Figura 3, um dispositivo de solda robotizado.

Figura 3: Dispositivo de Solda Robotizado



Fonte: Dalca (2021).



Os dispositivos de solda semiautomáticos possuem mecanismos automáticos que acionam componentes de aperto de fixação, movimentação e posicionadores, por comandos elétricos que são pneumáticos e hidráulicos, dando eficiência e segurança ao processo (TORQUE METAL, 2014). A Figura 4 ilustra um dispositivo semiautomático.

Figura 4: Dispositivo Semiautomático



Fonte: Torque Metal (2021).

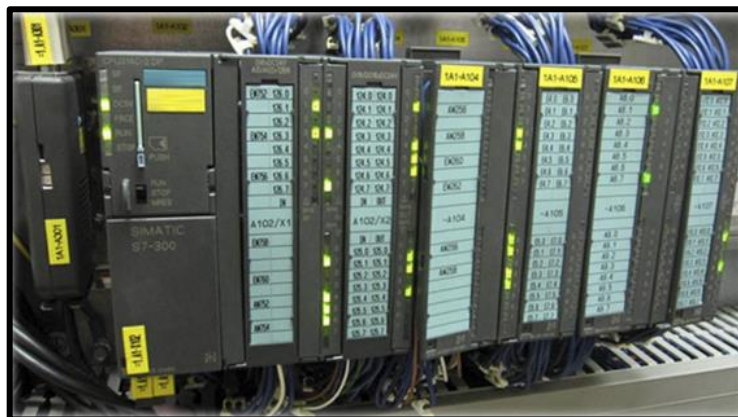
Equipamentos para automação

Os sensores apresentam como função a tarefa de fazer leitura de grandezas físicas do ambiente e convertê-las em pulsos elétricos, que se entende através do circuito eletrônico. Os mais importantes sensores são de proximidade indutiva, proximidade capacitiva, sensor ultrassônico e sensor óptico (SILVA, 2018). Os sensores apresentam-se de forma digital ou analógica e realizam a análise da existência de objetos que chegam perto dele causando os pulsos elétricos que serão compreendidos pela CLP.

O controlador lógico programável, conforme Figura 5, compreende-se por um aparelho físico e eletrônico que possui memória interna programável e que acumula orientações lógicas binárias. É onde realiza-se a obtenção de informações através do sistema automatizado; os quais convertem-se os sinais físicos como a pressão, nível da água, velocidade, em sinais analógicos. Realiza-se também a administração de atuadores, os quais fornecem o sinal de início e interrupção de motores (SILVA, 2018).



Figura 5: Controlador Lógico Programável



Fonte: Silva (2018).

Os inversores, por sua vez, ajustam a frequência dos motores elétricos, de modo a deixar em um valor baixo o rendimento nominal (LEITE, 2018). São aparelhos que exibem uma elevada habilidade para ajudar no acondicionamento de energia elétrica por meio de frequência de alimentação de motores pertinentes a demanda de carga. Alguns benefícios ainda observados são: o reduzido valor de potência reativa, o comando da corrente de partida e também o comando de tempo de aceleração.

O funcionamento se dá a partir da frequência de início no motor, onde se determina a velocidade síncrona do campo elétrico do qual o motor realiza a sua atividade. É a partir da alteração de frequência no início dela que o inversor exerce seu trabalho. Se a frequência se apresentar maior, por consequência a velocidade do motor também será, o inverso também se aplica, ou seja, se a frequência for baixa, a velocidade também estará baixa (LEITE, 2018).

Os motoredutores, são aparelhos que possibilitam modificar a rotação de saída contínua ou simples, apesar de o motor estar a todo o momento na rotação nominal, isto é, ocorre desperdício de energia. Apresentam diversos benefícios tendo em vista que apontam um composto de engrenagem que possibilita mais assertividade nos ajustes. Possui propriedades construtivas e, por isso, seu uso é restringido por algumas faixas de rotação e potência (LEITE, 2018).



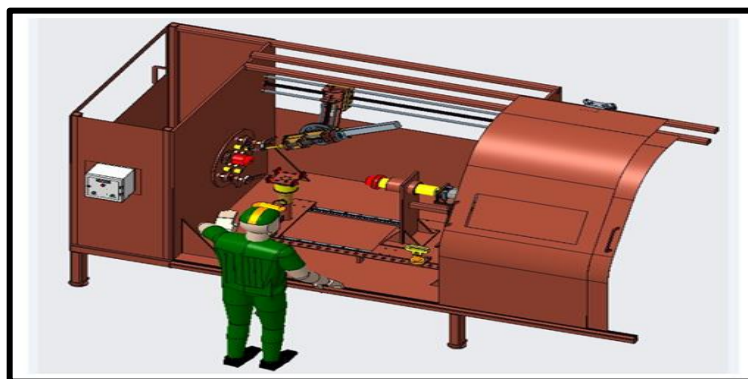
RESULTADOS E DISCUSSÃO

No desenvolvimento do projeto, foram feitas avaliações do projeto do produto base, onde se estudou tolerâncias especificadas nos desenhos e informações dos outros componentes que irão formar o conjunto soldado. Foi analisado o dispositivo e o processo de soldagem atual utilizado para a manufatura do produto, o mesmo ainda será necessário para pontear a peça antes de levá-la para soldar no novo dispositivo projetado.

O primeiro passo da sequência lógica utilizada no processo de desenvolvimento do dispositivo de soldagem semiautomatizado, foi a definição do sistema de fixação da peça, onde foram utilizados encostos, pinos posicionadores e apertos para garantir as tolerâncias especificadas no projeto de acordo com o produto base. Para o sistema de rotação da peça, foi criado o conjunto do motoredutor e em seguida, foi desenvolvido um mancal para sustentação e movimentação da peça. Após, foi criado o conjunto de indexação da mesma, feito com acionamento pneumático por um cilindro. Também foi definido o acionamento da tocha de solda, onde foi necessário desenvolver sistemas de regulagem por fuso e acionamento pneumático para acionar a tocha automaticamente.

A parte da estrutura na qual será montado o dispositivo foi desenvolvida para a utilização de tubos de sustentação de aço carbono e chapas metálicas de aço carbono SAE 1020. Para realizar a automatização do mesmo, foram usados conjuntos elétricos e eletrônicos no dispositivo, constituído de sensores, um inversor e um CLP. Na Figura 6, é possível ver o projeto do dispositivo pronto, com todos os conjuntos montados em suas posições.

Figura 6: Dispositivo de Soldagem Semiautomatizado para Peças Cilíndricas



Fonte: Os autores (2022).



Diante do problema de pesquisa apresentado no início do trabalho e dos resultados obtidos, com a ajuda de toda a base teórica pesquisada e os métodos utilizados, foi possível desenvolver todo o projeto do dispositivo de soldagem semiautomatizado para peças cilíndricas. A análise do produto base escolhido para o desenvolvimento do projeto do dispositivo foi fundamental para a definição do design do mesmo, das suas dimensões estruturais e conjuntos criados para sua fixação e garantia das tolerâncias requisitadas. Superando todas as dificuldades encontradas no projeto do dispositivo, a sequência lógica desenvolvida foi eficiente, ajudando a atingir o objetivo geral do trabalho.

Para análise de ganho em produtividade que se pode obter com a implementação do dispositivo projetado, em comparação com o processo atual, foi verificada a demanda da empresa, que hoje requer a produção de 6 peças por dia. Em comparação dos tempos registrados nas cronoanálises em apêndice no trabalho, do processo produtivo atual, supondo com tempos que podem ser obtidos com a fabricação do dispositivo projetado e que no ano terão 254 dias úteis para trabalho, se obtém os dados coletados, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Dados coletados

PRODUÇÃO PEÇA/ANO				
	DISPOSITIVO ATUAL (HORA)	DISPOSITIVO PROJETADO (HORA)	DIAS ÚTEIS / ANO	VALOR / HORA SETOR DE SOLDA
PRODUÇÃO DIA (6 PEÇAS)	2,22 HORAS	1,98 HORAS	254	R\$ 181,62
TOTAL HORAS / ANO	563,88	502,92		
TOTAL VALOR / ANO	R\$ 102.411,89	R\$ 91.340,33		

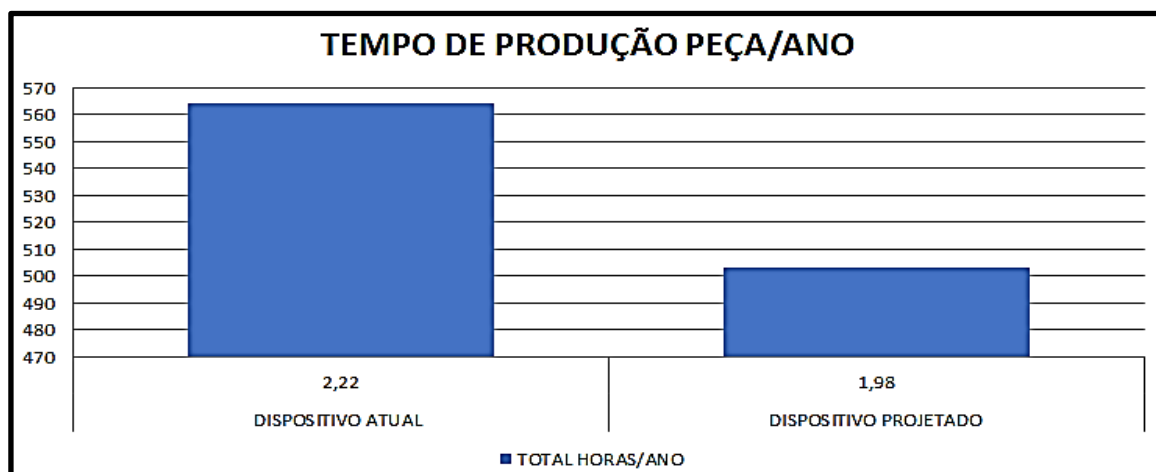
Fonte: Os autores (2022).

A obtenção dos dados advém de tempos cronometrados durante a produção atual da peça, onde foram considerados os mesmos tempos para o processo com o novo dispositivo de montagem do conjunto. O tempo de processo de pontear a peça, foi considerado igual, pois resulta no mesmo procedimento. No processo de soldagem, também foi considerado o mesmo tempo, pois a bucha possui o mesmo diâmetro, portanto, o tempo de soldagem para garantia

de parâmetros de solda e tamanho de cordão pode ser igual.

Conforme Alves (2009), quando ocorre aumento de velocidade, o cordão de solda muda de geometria e há menos penetração, conseqüentemente, também fica mais fino. Únicos processos considerados com tempos diferentes, são aqueles durante o processo de soldagem da peça, pois no novo dispositivo não é necessário ter paradas para o posicionamento da peça ou do dispositivo durante a aplicação de solda. Com estes dados, foi possível chegar ao resultado, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7: Gráfico de comparação do tempo de produção de peças no ano



Fonte: Os autores (2022).

É possível obter o ganho de até 60 horas, que resultam em mais de R\$ 10.000,00 no ano com a utilização do dispositivo desenvolvido no presente trabalho. Essa diferença advém, em sua grande maioria, da soldagem intermitente que o soldador precisa fazer no dispositivo atual, pelos problemas já mencionados. Os produtos devem ser fixados e posicionados adequadamente, para que o soldador ou sistema de soldagem possa executar a soldagem sem interrupção (MOTA, 1992). Os ganhos qualitativos podem ser mais significativos. Onde há repetibilidade de um padrão de parâmetros e de processo, que uma vez o dispositivo programado para produzir o produto em questão, sempre irá garantir a mesma qualidade.

Tendo em vista que a empresa tende a fabricar mais itens, a produção do dispositivo torna-se ainda mais relevante. Uma vez que produzido o dispositivo de soldagem, podem ser analisados novos produtos de formato cilíndrico para soldar no mesmo. Seguindo o conceito de projeto do dispositivo, de que só é necessária a troca do conjunto de fixação, que será



projetado de acordo com cada peça diferente que será soldada, o dispositivo pode trazer ganhos não só de produtividade e qualidade, mas também em custos de produção de novos dispositivos de soldagem que não serão mais necessários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do trabalho, conclui-se que foi possível desenvolver um dispositivo de soldagem semiautomatizado através de um estudo detalhado do produto base que irá aumentar a sua demanda. O resultado do projeto foi apresentado para a empresa e foi aprovado para ser detalhado e produzido, cumprindo com o objetivo mais importante do trabalho. Podendo já ser realizado o estudo para soldar mais produtos que possam ser adaptados no dispositivo.

Conclui-se que os objetivos gerais e específicos propostos foram atingidos. Também foi possível observar que projetos mecânicos que visam ganhos em processos produtivos, como a garantia de qualidade e a produtividade, são imprescindíveis para empresas que buscam constante crescimento. Para melhoria do projeto sugere-se apenas a criação de um espaçador entre as flanges, caso no processo produtivo da peça, haja distorções e variações de medida.

Para trabalhos futuros são sugeridos os seguintes tópicos: Produção do dispositivo de soldagem; Análise de custo de produção do dispositivo; Criação do manual de manutenção do dispositivo; Análise Ergonômica; Análise de elementos finitos em pontos considerados críticos do dispositivo, para afirmar se está coerente com os esforços que irão atuar, sem risco de comprometer o mesmo; Análise de automação do conjunto da tocha de solda, podendo ser utilizado servo motores no lugar das manivelas, e sensores em pontos específicos para os ajustes de posição. Assim o conjunto pode ser totalmente programável pelo CLP e ajustado automaticamente de acordo com cada peça que será soldada.

Assim, com a produção do dispositivo, pode-se obter um ganho em produtividade de até 60 horas, que resultam em mais de R\$ 10.000,00 no ano, além de que podem ser apresentados ganhos qualitativos, tendo repetibilidade de um padrão de parâmetros e de processo produtivo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. de J. **Desenvolvimento de envelopes operacionais para processo MIG/MAG robotizado com diferentes gases de proteção.** Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, UFRGS, 2009.

AMARAL, D. C. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

ARAÚJO, D. B. de, *et al.* Estudo de distorções em soldagem com uso de técnicas numéricas e de otimização. 2012.

CASARIN, S. J. **Manufatura Mecânica: Soldagem.** 1. ed. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2018. p. 1-245.

DALCA BRASIL. Dispositivos de Solda Robotizados. Disponível em: <https://www.dalcabrasil.com.br/solucoes/soldagem/>. Acesso em: 8 out. 2021.

DEVES, F. L. H. **Desenvolvimento de um dispositivo de solda para um implemento agrícola utilizando metodologia de projeto de produto.** Trabalho Final de Curso, Engenharia Mecânica, FAHOR, 2021.

FELIZARDO, I. Apostila Tecnologia da Soldagem. **CEFET Minas Gerais: Departamento de Engenharia Mecânica**, 2016.

GERHARDT, D. R. **Desenvolvimento de um dispositivo de fixação de soldagem para o piso da cabine de um pulverizador.** Trabalho Final de Curso, Engenharia Mecânica, FAHOR, 2014.

LEITE, F. A. **Comparativo Entre Variadores De Velocidade E Inversores De Frequência.** Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Federal De Educação Tecnológica De Minas Gerais, Araxá, 2018.

LOPES, D. E. S. *et al.* **Dispositivo inteligente, aplicado para o estudo de falhas em processos artesanais de solda a ponto, em microempresas metalúrgicas.** XII SEGeT, 2015.

MOTA, J.C. Robôs com Periferias Padronizadas Simplificam Operações em Soldagem. **Revista Soldagem & Materiais**, ABS, Vol. 4 - Nº 1. P. 21 -24, Jan./Mar 1992.

TORQUE METAL. **Dispositivos Soldas.** Disponível em: <http://www.torquemetal.com.br/?pag=dispositivos-soldas>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SILVA, A. D. N. **Automação de Dispositivos de Solda.** Trabalho de Conclusão de Curso, Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba, 2018.

SOARES H. C. G. **Estudo de sequência de soldagem para redução e eliminação de distorções.** Dissertação: Pós-Graduação – Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte 2006.



APÊNDICE A – FOLHAS DE CRONOANÁLISE

Figura 8: Folha de cronoanálise do dispositivo de soldagem atual

FOLHA DE CRONOANÁLISE												
Setor:		Solda		Operador:				- IGOR				
Posto:		Máquina:				DISPOSITIVO DE SOLDAGEM ATUAL		Data:		-		
Operação:		Solda		Código item:				- Hora: -				
DESCRÇÃO DOS ELEMENTOS	CICLOS (Segundos)								CÁLCULOS			
	Buscar item	Posicionar no dispositivo	Posicionar componentes	Pontear	Soldar	Retirar do dispositivo	Rebarbagem	Somatório	Ritmo (%)	Tempo Normalizado (TN)	Tolerâncias (%)	Tempo Padrão (TP)
1	Deslocamento até o Dispositivo	195						195	100%	195	25.0%	243,75
2	Posicionar item (Flange A)	5	10					15	100%	15	25.0%	18,75
3	Posicionar Dispositivo			10				10	100%	10	25.0%	12,50
4	Posicionar item (Flange B)	5	10					15	100%	15	25.0%	18,75
5	Posicionar Dispositivo			10				10	100%	10	25.0%	12,50
6	Posicionar item (Buchta)	5	35	10				50	100%	50	25.0%	62,50
7	Posicionar Dispositivo			10				10	100%	10	25.0%	12,50
8	Pontear Conjunto				40			40	100%	40	25.0%	50,00
9	Posicionar Dispositivo			40				40	100%	40	25.0%	50,00
10	Soldar interna (Solda 1) Conjunto				84			84	100%	84	25.0%	105,00
11	Posicionar Dispositivo (3 vezes)			25				25	100%	25	25.0%	31,25
12	Soldar interna (Solda 2) Conjunto				84			84	100%	84	25.0%	105,00
13	Retirar do Dispositivo					70		70	100%	70	25.0%	87,50
14	Posicionar Item (3 vezes)			30				30	100%	30	25.0%	37,50
15	Soldar externa (Solda 3) Conjunto				84			84	100%	84	25.0%	105,00
16	Posicionar Item (3 vezes)			30				30	100%	30	25.0%	37,50
17	Soldar externa (Solda 4) Conjunto				84			84	100%	84	25.0%	105,00
18	Rebarbagem						130	130	100%	130	25.0%	162,50
19	Posicionar Conjunto no Pallet					50		50	100%	50	25.0%	62,50
TOTAL								1056	#REF!	1056	TOTAL:	1320,00
											Tempo(min)	22.00
											Tempo(h)	0.37

Fonte: Os autores (2022).



Figura 9: Folha de cronoanálise do dispositivo de soldagem semiautomatizado

FOLHA DE CRONOANÁLISE												
Setor:		Solda		Operador:		-		Analista:		IGOR		
Posto:		Máquina: DISPOSITIVO DE SOLDAGEM SEMIAUTOMATIZADO						Data:		-		
Operação:		Solda		Código item:		-		Hora:		-		
DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	CICLOS (Segundos)							CÁLCULOS				
	Buscar item	Posicionar no dispositivo	Posicionar componentes	Pontear	Soldar	Retirar do dispositivo	Rebarbagem	Somatório	Ritmo (%)	Tempo Normalizado (TN)	Tolerâncias (%)	Tempo Padrão (TP)
1	Deslocamento até o Dispositivo	195						195	100%	195	25,0%	243,75
2	Posicionar item (Flange A)	5	10					15	100%	15	25,0%	18,75
3	Posicionar Dispositivo			10				10	100%	10	25,0%	12,50
4	Posicionar item (Flange B)	5	10					15	100%	15	25,0%	18,75
5	Posicionar Dispositivo			10				10	100%	10	25,0%	12,50
6	Posicionar item (Bucha)	5	35	10				50	100%	50	25,0%	62,50
7	Posicionar Dispositivo			10				10	100%	10	25,0%	12,50
8	Pontear Conjunto				40			40	0%	0	25,0%	0,00
9	Posicionar Dispositivo			40				40	0%	0	25,0%	0,00
10	Soldar interna (Solda 1) Conjunto					84		84	100%	84	25,0%	105,00
11	Posicionar Dispositivo (Tocha)			10				10	100%	10	25,0%	12,50
12	Soldar externa (Solda 2) Conjunto					84		84	100%	84	25,0%	105,00
13	Posicionar Dispositivo (Tocha)			10				10	100%	10	25,0%	12,50
14	Posicionar Dispositivo (Girar Peça)			20				20	100%	20	25,0%	25,00
15	Soldar interna (Solda 3) Conjunto					84		84	100%	84	25,0%	105,00
16	Posicionar Dispositivo (Tocha)			10				10	100%	10	25,0%	12,50
17	Soldar interna (Solda 4) Conjunto					84		84	100%	84	25,0%	105,00
18	Retirar do Dispositivo					70		70	100%	70	25,0%	87,50
19	Rebarbagem						130	130	100%	130	25,0%	162,50
20	Posicionar Conjunto no Pallet					50		50	100%	50	25,0%	62,50
TOTAL								1021	#REF!	941	TOTAL:	1176,25
											Tempo(min)	19,60
											Tempo(h)	0,33

Fonte: Os autores (2022).