

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**THAYNARA EMBOAVA DE SOUZA DEMARCHI**

**FABRICAÇÃO DE DISPOSITIVO DIDÁTICO PARA SOLDAGEM EM  
DIFERENTES POSIÇÕES**

**DOURADOS – MS**

**2023**

THAYNARA EMBOAVA DE SOUZA DEMARCHI

**FABRICAÇÃO DE DISPOSITIVO DIDÁTICO PARA SOLDAGEM EM  
DIFERENTES POSIÇÕES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de conhecimento: 3.05.05.00-3 - Processos de Fabricação.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Nunes Pollnow.

DOURADOS – MS

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ANEXO D - AVALIAÇÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aluno: **THAYNARA EMBOAVA DE SOUZA DEMARCHI**

Título do trabalho e subtítulo (se houver): **FABRICAÇÃO DE DISPOSITIVO DIDÁTICO PARA SOLDAGEM EMCDIFERENTES POSIÇÕES.**

**BANCA EXAMINADORA**

**1. Presidente (orientador):**

Prof. Dr. Edilson Nunes Pollnow, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

**2. Membro:**

Prof. Dr. Rafael Ferreira Gregolin, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

**3. Membro:**

Prof. Dr. Rafael Henrique Avanço, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

De acordo com o grau final obtido pelo aluno, nós da banca examinadora, declaramos APROVADO (Aprovado/Reprovado) o aluno acima identificado, na componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso (TCC-II) de Graduação no Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados, 26 de Abril de 2023.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** EDILSON NUNES POLLNOW  
Data: 28/04/2023 20:04:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Edilson Nunes Pollnow

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** RAFAEL HENRIQUE AVANÇO  
Data: 27/04/2023 20:32:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

  
Prof. Dr. Rafael Ferreira Gregolin

Prof. Dr. Rafael Henrique Avanço

## FABRICAÇÃO DE DISPOSITIVO DIDÁTICO PARA SOLDAGEM EM DIFERENTES POSIÇÕES

Thaynara Emboava de Souza Demarchi, [thaynara.demarchi059@academico.ufgd.edu.br](mailto:thaynara.demarchi059@academico.ufgd.edu.br)<sup>1</sup>  
Edilson Nunes Pollnow, [edilsonpollnow@ufgd.edu.br](mailto:edilsonpollnow@ufgd.edu.br)<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados; Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária- FAEN, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

**Resumo.** A soldagem é um processo de junção por meio do aquecimento de dado material, podendo ser através do uso de pressão ou de fontes de calor que afetam diretamente a estrutura da peça, fazendo com que o material esteja sujeito a descontinuidades durante e após o procedimento. A soldagem por eletrodo revestido (SMAW) utiliza o arco elétrico como fonte de calor para geração da poça de fusão enquanto o revestimento auxilia na estabilidade do arco gerado. Por ser um método de fácil manuseio e baixo custo, além da versatilidade, possibilitando soldas em todas as posições, o soldador precisa estar habituado com todas as posições de soldagem para eventual necessidade. Este trabalho consiste na construção de um dispositivo didático para realizar o posicionamento de chapas metálicas para soldagem em posições variadas. O dispositivo foi instalado no laboratório de soldagem da UFGD, permitindo o posicionamento de chapas metálicas para soldagem em diferentes posições e contribuindo com as aulas práticas e projetos de pesquisa e extensão.

**Palavras chave:** Posições de soldagem. Eletrodo revestido (SMAW). Dispositivo didático.

**Abstract.** Welding is a joining process through the heating of a given material, which may be through the use of pressure or heat sources that directly affect the structure of the part, making the material subject to discontinuities during and after the procedure. Shielded Metal Arc Welding (SMAW) uses the electric arc as a heat source to generate the weld pool, while the flux helps stabilize the generated arc. Because it is an easy-to-handle, low-cost method, in addition to its versatility, allowing welding in all positions, the welder needs to be used to all welding positions for any eventual need. This work consists in the construction of a didactic device to carry out the positioning of metallic plates for welding in varied positions. The device was installed in the UFGD welding laboratory, allowing the positioning of metallic plates for welding in different positions and contributing to practical classes and research and extension projects.

**Keywords:** Welding positions. Coated electrode (SMAW). Didactic device.

### 1. INTRODUÇÃO

Cada processo de soldagem apresenta um tipo de fonte, sendo a soldagem por arco elétrico uma das mais utilizadas devido ao seu baixo custo e fácil manuseio. Para a formação do arco elétrico, é necessária uma diferença de potencial entre dois polos, e que esta diferença seja superior a resistência do ar. O arco elétrico consegue se manter devido a formação ou presença de gases que atuam como meio condutor e é através destes gases que este conduz calor até a peça, que em determinadas situações acaba fundindo. Um dos processos de soldagem por arco elétrico mais utilizado é a soldagem por eletrodo revestido (Shielded Metal Arc Welding - SMAW).

O eletrodo revestido é constituído de um metal, também conhecido como alma metálica, que é adicionado a poça de fusão durante a soldagem e, além disso, possui um revestimento que cria uma proteção contra a atmosfera e ajuda no controle do cordão de solda e estabilidade do arco elétrico.

Para a soldagem do tipo SMAW, é necessária uma fonte de energia, cabos para interligação que são conectados a peça e ao eletrodo, um porta eletrodo com garras que fixam e posicionam o eletrodo e equipamentos de proteção individual (EPI's) como capacetes com filtros de proteção contra radiação, roupas de proteção para o corpo e sapatos adequados (Tecco, 2004). A figura 1 mostra os equipamentos utilizados durante a soldagem com eletrodo revestido e como são posicionados para realização do procedimento.

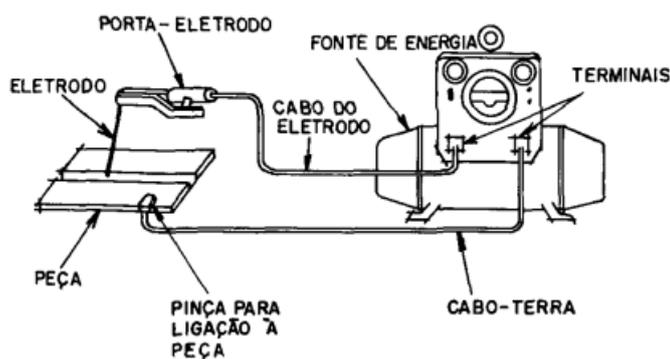


Figura 1. Equipamentos utilizados para soldagem com eletrodo revestido  
Fonte: Tecco (2004).

Devido a sua versatilidade, a soldagem com eletrodos revestidos pode ser aplicada em todas as posições (plana, horizontal, vertical e suspensa). No caso da soldagem plana, o material é posicionado na posição plana e a solda depositada de maneira horizontal, sendo a forma mais comum e mais simples de ser aprendida. A soldagem na posição horizontal varia de acordo com o tipo de solda a ser empregado, podendo ser feita com o metal posicionado com a face em posição vertical ou até mesmo com metais onde as faces vertical e horizontal são posicionadas formando um ângulo de 90° entre si (ESAB, 2022). Na Figura 2 é possível visualizar o posicionamento do material para soldas do tipo chanfro e filete na posição horizontal.



Figura 2. Soldagem na posição horizontal  
Fonte: Machado (1996).

De acordo com a ESAB (2022), a soldagem nas posições vertical e suspensa são feitas geralmente em materiais em que não é possível alterar sua posição. A solda na posição vertical pode ser realizada de maneira ascendente ou descendente, já a soldagem suspensa é realizada acima da cabeça do soldador e requer maior cuidado, especialmente devido aos respingos gerados.

O processo de soldagem é muito utilizado na área industrial e muitas vezes em ambientes de difícil acesso, onde não há a possibilidade de reposicionar o material, fazendo com que o soldador precise se adaptar às condições impostas, sendo assim, é necessário conhecimento em todas as posições de soldagem, principalmente nas posições vertical e suspensa que sofrem com a influência da gravidade no metal fundido e exigem maior habilidade para garantir uma solda sem descontinuidades. Para assegurar a capacitação dos soldadores, os centros de ensino necessitam de um suporte capaz de posicionar peças para soldagem em todas as posições.

## 2. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é produzir um dispositivo didático que auxilie na fixação de materiais para soldagem com eletrodo revestido em posições variadas, de modo a ser aplicado no laboratório de soldagem da Universidade Federal da Grande Dourados para utilização em aulas práticas e projetos de extensão e pesquisa.

## 3. REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Soldagem

De acordo com a Sociedade Americana de Soldagem (AWS) (1987), soldagem é um processo de coalescência de materiais através do aquecimento a temperaturas adequadas, fazendo ou não o uso de pressão, ou ainda, através da

aplicação de pressão isolada. Além disso, pode-se ou não realizar a adição de material no processo (Machado, 1996).

A soldagem geralmente é considerada um método de união de materiais, entretanto, alguns processos de soldagem são utilizados para revestimento com características especiais ou melhora de acabamento superficial visando a recuperação de peças desgastadas, por meio da deposição de material (Marques *et al.*, 2012).

No caso de peças a serem unidas, têm-se uma região entre elas, chamada de junta. As juntas podem ser de topo, de ângulo, de canto e de aresta, podendo ter penetração total ou parcial, que podem ser escolhidas de acordo com o desempenho esperado, entretanto, soldas de penetração total são mais difíceis de se atingir (Modenesi, 2008).

O processo de soldagem pode ser realizado a frio, através da aplicação de uma pressão elevada entre as peças a serem unidas causando uma deformação plástica no material, ou através da fusão, aplicando calor nas juntas a serem soldadas, onde o metal fundido se solidifica, unindo as peças (Felizardo, 2016).

Na soldagem por fusão, a solda é realizada com a aplicação de calor no metal base, gerando então a poça de fusão, podendo ou não adicionar um outro material, chamado de metal de adição, que são especificados principalmente pelas normas da Organização Internacional para Padronização (ISO) e AWS de acordo com o tipo de metal base adotado (Modenesi, 2008).

### 3.2 Descontinuidades Na Soldagem Por Fusão

A soldagem por fusão pode gerar descontinuidades já que o metal passa por uma mudança estrutural com a aplicação do calor durante o procedimento, como é o caso da porosidade, que ocorre durante a solidificação do metal pela evolução de gases após a poça de fusão. A porosidade geralmente surge quando há contaminações na peça, no material de soldagem ou nos consumíveis. Na soldagem do tipo SMAW, podem ocorrer porosidades devido a excesso de corrente aplicada (Modenesi, 2008).

Devido ao aquecimento que a peça é submetida, é possível que ocorra uma mudança em sua forma, chamada de distorção. A distorção pode ser amenizada com um bom planejamento de soldagem, fazendo uso de técnicas especiais de soldagem ou até mesmo realizando o desempenho da peça depois do processo (Luca, 2014).

O posicionamento do soldador pode dificultar uma manipulação correta do eletrodo, além disso, o ajuste dos parâmetros de soldagem podem levar a um aquecimento inadequado para geração da poça de fusão, ou ainda, resultar em um cordão de solda que não atinge a penetração adequada e, em ambos os casos, as descontinuidades concentram tensões na solda e reduzem a seção efetiva capaz de resistir a esforços mecânicos (Modenesi, 2008).

Uma outra descontinuidade que pode ocorrer é a inclusão de escória na solda, que acontece quando partículas de óxido e sólidos não-metálicos ficam entre passes de solda devido a uma manipulação inadequada do eletrodo ou má remoção da escória entre os passes a serem realizados. A presença de escória no cordão soldado age como concentrador de tensão, favorecendo o surgimento de trincas (Modenesi, 2008).

Além disso, segundo Zeemann (2003), durante o procedimento de soldagem onde parte da peça é aquecida até a formação da poça de fusão, a região adjacente a da poça, também conhecida como zona termicamente afetada (ZTA), sofre com o surgimento de tensões residuais de tração. Como o metal tende a expandir durante o aquecimento e comprimir com o resfriamento e, também passa por mudanças microestruturais, a parte próxima à zona de fusão é afetada, entretanto, como o restante da peça segue sem mudança de temperatura, esta parte não consegue expandir ou comprimir, gerando tensões residuais que podem ser aliviadas realizando um pré-aquecimento na peça. No pós-soldagem, podem ser realizados tratamentos térmicos de alívio de tensões (TTAT) ou martelamento para aliviar as tensões geradas.

Os casos citados acima podem gerar trincas, que são o tipo mais grave de descontinuidades. De acordo com Modenesi (2008), trincas ocorrem quando há uma aplicação de tensão em um material que não possui resistência adequada a elas e podem até mesmo surgir em operações posteriores a soldagem, deste modo, é necessário realizar uma inspeção para que se verifique a conformidade com os parâmetros especificados e a presença de descontinuidades no cordão de solda.

### 3.3 Eletrodo Revestido

A soldagem por eletrodo revestido é um dos tipos de soldagem por fusão que utiliza o arco elétrico como fonte de calor. Segundo Tecco (2004), apesar de não ser o processo mais eficiente, a soldagem por eletrodo revestido é um dos processos mais utilizados, sendo um processo barato e com várias aplicações, onde o fácil manuseio e necessidade de poucos equipamentos influenciam na escolha deste tipo de soldagem.

De acordo com Marques *et al.* (2009) o eletrodo possui um revestimento responsável por estabilizar o arco elétrico, adicionar elementos químicos ao cordão para realização de ajuste, eliminação de impurezas, gerar escoria para proteção do cordão de solda e fornecer características operacionais. O revestimento pode ser celulósico, rútflico, básico ou ácido.

Por se tratar de um revestimento com alto teor de material orgânico, o revestimento celulósico produz muitos gases que surgem pela combustão dos materiais. A atmosfera gerada pelos gases durante o processo possui baixo teor de oxigênio e gases oxidantes, protegendo o metal, entretanto, pelo alto nível de hidrogênio gerado, este tipo de revestimento não pode ser aplicado em materiais suscetíveis a trincas. Apesar das limitações, o revestimento celulósico é muito utilizado para soldagem na posição vertical ascendente em tubulações, gerando pouca escória e apresentando alta penetração (Machado,

1996).

O revestimento rutilico apresenta oxido de titânio que é obtido através da inserção de areia de rutilo ou ilmenita. Este tipo de revestimento apresenta boa estabilidade do arco elétrico, baixas tensões e respingos, resultando em uma solda com boa resistência mecânica e bom acabamento superficial, além disso, pode ser adicionado até 15% de celulose para geração de gases protetores ou pó de ferro para obter maiores taxas de deposição (Tecco, 2004).

Com altos teores de carboneto de cálcio e fluorita, o revestimento básico apresenta dificuldade de ser trabalhado em corrente alternada, o cordão gerado apresenta média penetração e a escória apresenta facilidade de remoção. Este tipo de revestimento gera uma solda de ótima qualidade, pois ocorre um controle de impurezas devido aos componentes (Machado, 1996).

O revestimento ácido atualmente é pouco produzido e utilizado por se tratar de um revestimento que resulta em uma solda com resistência mecânica afetada e favorece o surgimento de trincas. Este revestimento geralmente é constituído de óxidos de ferro, manganês e silicatos, gerando bastante escória. Sendo assim, o revestimento ácido não é indicado para soldagem de aços com teor de carbono superior a 0,25% e enxofre acima de 0,05% e a soldagem fora de posição é dificultada. Apresenta altas taxas de deposição e penetração, baixo nível de respingo e um bom acabamento superficial (Tecco, 2004).

O eletrodo revestido, segundo a norma A 5.1 da AWS para aço carbono comum, é classificado de acordo com o limite de resistência mecânica a tração, tipo de revestimento, penetração da solda, tipo de corrente, polaridade e posições de soldagem, o código é iniciado com a letra E que representa o eletrodo revestido e segue uma sequência de números que são organizados de acordo com a Figura 3 e está presente na extremidade do eletrodo (César, 2004).

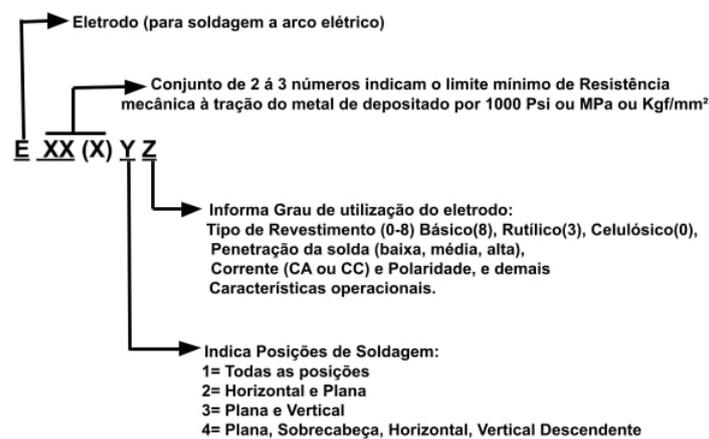


Figura 3. Classificação de eletrodo revestido segundo norma AWS A 5.1.

Fonte: César (2004).

Como dito anteriormente, o eletrodo revestido permite a soldagem em todas as posições, entretanto, o tipo de revestimento adotado limita as posições de acordo com a poça de fusão gerada, além disso, o tipo de revestimento também costuma indicar a penetração que será atingida durante o processo.

### 3.4 Posições De Soldagem Com Eletrodo Revestido

Dentro da soldagem de chapas, é possível realizar o procedimento em quatro diferentes posições, sendo elas: plana, vertical, horizontal e sobre cabeça ou suspensa. As posições de soldagem são classificadas com números de 1 a 4 e, além disso, cada posição é dividida em dois tipos de juntas, onde a junta do tipo filete ou ângulo é representada pela letra "F" e as juntas de topo, com chanfro, são identificadas pela letra "G" (SUMIG, 2022). A Figura 4 mostra como funciona a classificação de posições de soldagem.

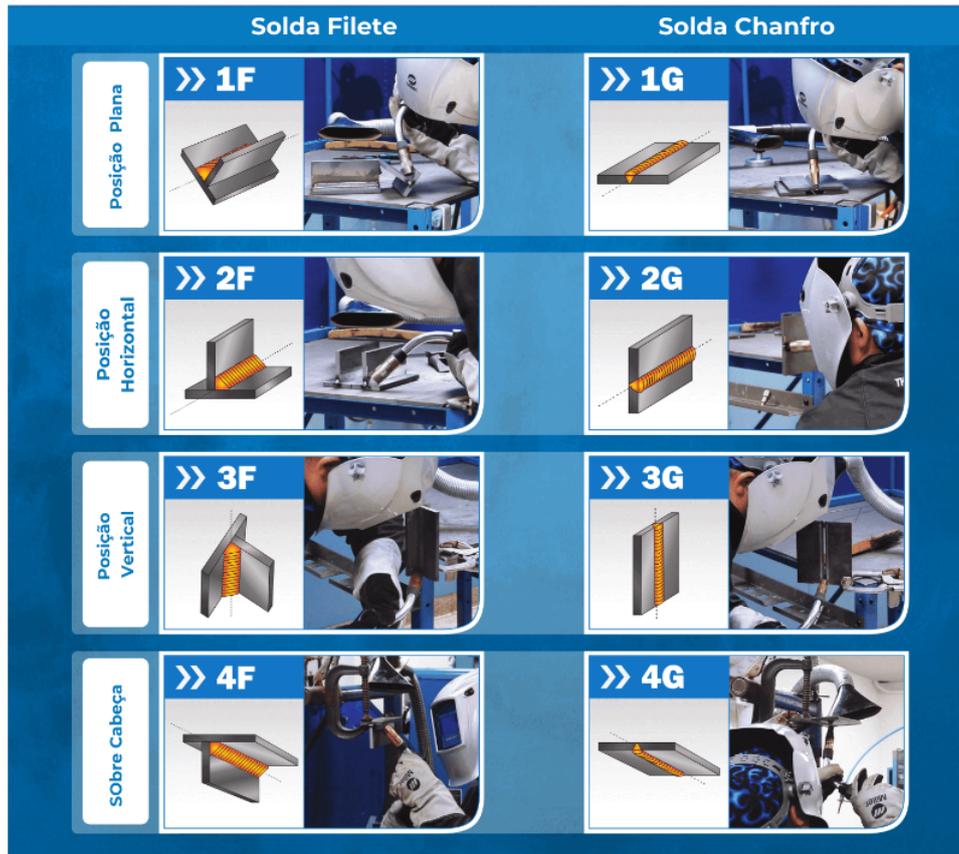


Figura 4. Posições de soldagem  
Fonte: AVENTA (2019).

Segundo Marques *et al.* (2009), a posição de soldagem afeta a produtividade e está relacionada a dificuldade do procedimento, sendo assim, a posição plana é a que apresenta menor dificuldade de manipulação e conseqüentemente, maior produtividade. A posição escolhida para o processo varia de acordo com a disposição da peça a ser soldada, que nem sempre pode ser colocada em posições de fácil manuseio.

O estudo realizado por Morais Jr. (2015) fez uma análise de desempenho em variadas posições através de variância utilizando eletrodos com diferentes resistências mecânicas, concluindo que a soldagem executada na posição 1G apresentou melhor resultado quanto a força de ruptura, além disso, a dispersão de resíduos nas posições 3G e 4G foi maior que nas demais posições possivelmente pela falta de experiência do soldador para realização do procedimento.

O estudo realizado por Dihlmann (2016) com o aço ASMT A 36 concluiu que a posição plana é a que apresenta melhores resultados, indicando que o ideal seria posicionar a peça para soldagem nesta posição sempre que possível. Quando a posição plana é inviabilizada, sugere-se o posicionamento para soldagem na horizontal, mesmo com uma menor resistência mecânica. A posição de soldagem sobre cabeça deve ser evitada sempre que possível já que apresenta maior possibilidade da ocorrência de descontinuidades, caso não seja possível optar por outra posição, o soldador deve ter domínio sobre o tipo de soldagem e serem realizados ensaios não destrutivos para avaliar a qualidade da solda.

#### 4. METODOLOGIA

Idealizou-se o projeto de modo a possibilitar a soldagem de chapas metálicas em posições variadas, utilizando os materiais disponibilizados pela Universidade Federal da Grande Dourados. A figura 5 mostra as vistas lateral e isométrica do desenho conceito utilizado para a construção do dispositivo, com as dimensões em milímetros. O desenho apresenta uma haste vertical feita com um tubo cilíndrico, uma haste horizontal posicionada na haste vertical através de uma abraçadeira soldada a ela, possibilitando rotação e ajuste de altura. Também é possível visualizar a base do dispositivo, feita com cantoneiras para fixação na mesa de soldagem por conta da geometria da mesa e um grampo para fixar as chapas utilizadas durante as práticas de soldagem.

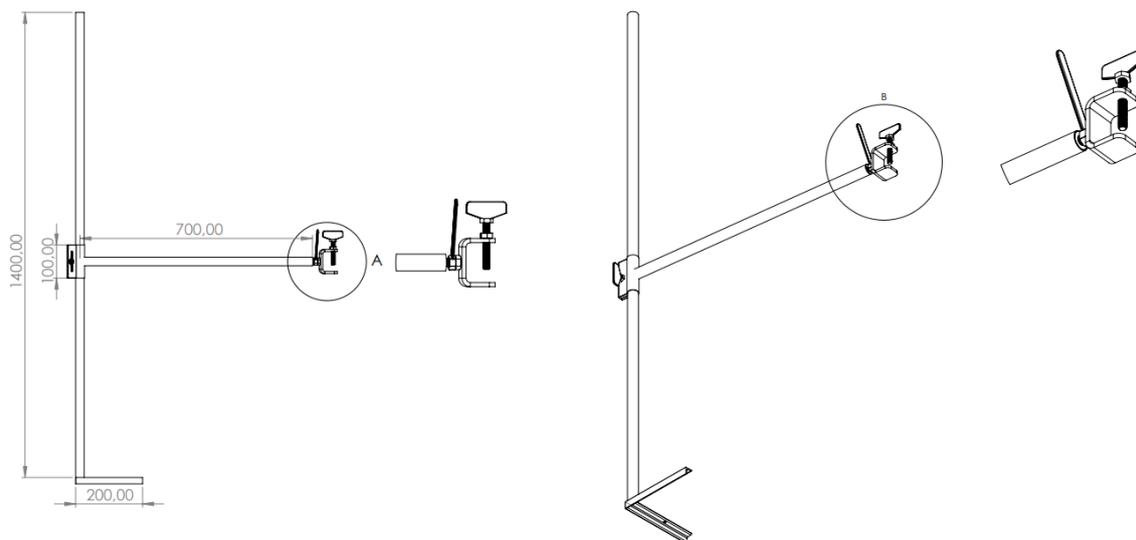


Figura 5. Desenho conceito do dispositivo  
Fonte: Acervo do autor (2023).

#### 4.1 Haste Vertical E Base do Dispositivo

Para a construção da haste vertical do dispositivo, utilizou-se um tubo de aço galvanizado de 1", devido a sua resistência à corrosão. O tubo foi cortado com o auxílio de uma cortadora de metais policorte de 14" para obter 1400mm de comprimento. A base do dispositivo foi construída utilizando dois pedaços de cantoneiras de abas iguais de aço de baixo carbono com dimensões de 3/4 x 1/8" e 200mm de comprimento cada, como mostra a figura 6, além de furos utilizando broca de 7,5mm com centro posicionado em 80mm da extremidade e 8mm da lateral da peça.



Figura 6. Base do dispositivo  
Fonte: Acervo do autor (2023).

Utilizou-se o eletrodo E6013 para soldar a base do dispositivo na haste vertical em função da utilização de material de baixo carbono. O eletrodo E6013 apresenta revestimento do tipo rutílico, com baixa a média penetração, pode ser soldado em todas as posições e o metal de adição apresenta uma resistência à tração de 60000 psi. A base foi parafusada na mesa de soldagem do laboratório utilizando dois parafusos de 1/4 x 2" de comprimento confeccionados a partir de uma barra roscada e, quatro porcas e quatro arruelas de 1/4" para fixação.

#### 4.2 Abraçadeira

Utilizou-se o tubo de aço galvanizado de 1" com 100mm de comprimento para execução do sistema de movimentação vertical com regulagem de altura. O tubo foi cortado e alargado para que encaixasse na superfície da haste vertical e duas barras chatas de 1 x 1/4" com 100mm de comprimento cada foram soldadas ao tubo cortado (Figura 7-A). As chapas foram furadas após a soldagem com broca M10 e furos com centro posicionado em 50mm da extremidade, ao centro da

chapa, e 10mm de distância da lateral. Para o ajuste da abraçadeira, foram utilizados um parafuso de 3/8 x 1 1/2" e uma porca de 3/8" soldada em uma das chapas (Figura 7-B).



Figura 7. (A) Abraçadeira;

(B) Porca soldada à chapa

Fonte: Acervo do autor (2023).

#### 4.3 Haste Horizontal

O tubo de aço galvanizado de 1" foi utilizado também na haste horizontal do dispositivo, com 700mm de comprimento. Realizou-se um corte boca de lobo na extremidade para encaixe na abraçadeira e facilitar na hora de uni-los com o cordão de solda, além disso, soldou-se uma barra chata de 1 x 1/8" com 60mm de comprimento ao parafuso utilizado na abraçadeira para auxiliar com o torque de ajuste, de modo a evitar uso de ferramentas durante o uso do dispositivo, como mostram as figuras 8-A e 8-B.



Figura 8. (A) Corte no tubo;

(B) Tubo soldado à abraçadeira

Fonte: Acervo do autor (2023).

Para conseguir posicionar as chapas utilizadas durante a soldagem, foi necessário soldar uma porca M12 no interior do tubo utilizado na haste horizontal (Figura 9), para que seja possível realizar a rotação do grampo responsável pela fixação das chapas e, assim, encontrar a posição adequada para execução do procedimento de soldagem.



Figura 9. Porca soldada no interior do tubo  
Fonte: Acervo do autor (2023).

#### 4.4 Grampo Para Posicionamento De Chapas Metálicas

Com ambas as hastes cortadas e posicionadas, produziu-se então, um grampo capaz de posicionar as chapas metálicas utilizadas durante o procedimento de soldagem. Para o grampo, utilizou-se uma viga em perfil U de aço de baixo carbono e dimensões de 60 x 45 x 40mm, com furo passante de centro posicionado em 20mm da extremidade e 12mm da lateral em um dos lados. Soldou-se uma porca M10 no furo citado anteriormente para realizar a fixação dos corpos de prova através do aperto gerado com um parafuso M10 x 70mm de comprimento, como mostra a figura 10.



Figura 10. Grampo para fixação dos materiais  
Fonte: Acervo do autor (2023).

No parafuso utilizado no grampo, também se realizou a soldagem de uma barra chata de 1x1/8" com 60mm de comprimento para auxiliar no ajuste sem necessitar do uso de uma ferramenta e, além disso, a ponta do parafuso foi lixada para que durante as fixações do material, o parafuso não deforme impossibilitando sua retirada e possível substituição (Figura 11).



Figura 11. Parafuso para fixação dos materiais  
Fonte: Acervo do autor (2023).

Soldou-se um parafuso M12 x 35mm de comprimento no grampo para realizar o encaixe na haste horizontal e rotacionar de modo a colocar as chapas a serem soldadas nas posições desejadas. Para realizar o ajuste de posição, utilizou-se uma porca M12 onde soldou-se uma barra chata de 1/2 x 1/8" com aproximadamente 70mm de comprimento para auxiliar no torque durante o uso. Na figura 12 é possível visualizar como o grampo foi posicionado na haste horizontal.



Figura 12. Grampo posicionado na haste horizontal  
Fonte: Acervo do autor (2023).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 13 mostra o dispositivo finalizado e instalado no laboratório de soldagem da Universidade Federal da Grande Dourados. Após a instalação, foram realizados testes para verificar se o dispositivo atinge o objetivo proposto, os testes consistiram em posicionar chapas metálicas para soldagem nas posições 3G e 4G.



Figura 13. Dispositivo concluído  
Fonte: Acervo do autor (2023).

As chapas são ajustadas e rotacionadas através do parafuso soldado ao grampo, onde com a rotação há a possibilidade de encontrar as posições para soldagem vertical e sobre cabeça. Com a regulagem de altura realizada através da abraçadeira, pensando na ergonomia, é possível posicionar o dispositivo em alturas que garantam conforto ao soldador durante o procedimento, prevenindo lesões. As figuras 14-A e 14-B representam o posicionamento das chapas para soldagem nas posições 3G e 4G respectivamente, com o dispositivo se adequando a altura do soldador.



Figura 14. (A) Soldagem Vertical;



(B) Soldagem sobre cabeça

Fonte: Acervo do autor (2023).

## 6. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos durante o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que foi possível construir um dispositivo capaz de posicionar chapas metálicas para soldagem em posições variadas. O dispositivo atua de forma didática, para que durante aulas práticas seja possível familiarizar os discentes com as diferentes posições de soldagem e a dificuldade de cada uma, de modo a evitar descontinuidades no processo.

As principais dificuldades encontradas durante o desenvolvimento deste projeto foram relacionadas aos materiais disponíveis. O projeto foi desenvolvido pensando na utilização dos materiais disponibilizados pela Universidade Federal da Grande Dourados, entretanto, foram necessárias algumas adaptações durante a construção do dispositivo, principalmente em relação aos parafusos e porcas utilizados. Pensou-se em furos para utilização de parafusos específicos mas, em alguns

casos, foi necessário confeccionar parafusos a partir de barras roscadas e adquirir porcas no comércio local para conclusão do projeto.

Por se tratar de um dispositivo para posicionamento de chapas metálicas pequenas, não é possível posicionar peças que fujam dessa especificação, além disso, o dispositivo permite apenas o posicionamento de uma peça, impossibilitando a soldagem de união de materiais de forma direta, sendo necessária uma junção prévia que mantenha-se durante o posicionamento para a realização da soldagem.

Para posteriores trabalhos, recomenda-se o desenvolvimento de uma peça capaz de posicionar duas ou mais chapas para realizar a soldagem de união de forma simplificada, assim posicionando todas as peças diretamente no dispositivo para realização do procedimento. Outra sugestão seria o desenvolvimento de um sistema de movimentação horizontal com o grampo através da haste para aumentar as possibilidades de posicionamento.

## 7. REFERÊNCIAS

- AVENTA, 2019. “Posições de soldagem.” Acesso em: 28 Set. 2022. Disponível em: <<https://aventa.com.br/novidades/posicoes-soldagem>>.
- César, P., 2004. “Como escolher eletrodo revestido.” Alusolda. Acesso em: 28 Set. 2022. Disponível em: <<https://alusolda.com.br/como-escolher-eletrodo-revestido-aco-carbono-parte-1/>>.
- Dihlmann, J.L., 2016. “Avaliação das propriedades mecânicas em juntas soldadas do aço astm a 36 pelo processo de eletrodo revestido em diferentes posições de soldagem.” Centro Universitário Estadual da Zona Oeste. Rio de Janeiro.
- ESAB, 2022. “Quatro principais tipos de posições de soldagem.” Acesso em: 07 Ago. 2022. Disponível em: <[https://esab.com/br/sam\\_pt/esab-university/blogs/4-main-types-of-welding-positions/](https://esab.com/br/sam_pt/esab-university/blogs/4-main-types-of-welding-positions/)>.
- Felizardo, I., 2016. “Tecnologia da soldagem.” Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Departamento de Engenharia Mecânica. Acesso em: 30 Out. 2022. Disponível em: <<https://www.dem.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/39/2017/09/Apostila-Tecnologia-da-Soldagem.pdf>>.
- Luca, R., 2014. “Descontinuidades na soldagem.” InfoSolda. Acesso em: 30 Out. 2022. Disponível em: <<https://infosolda.com.br/wp-content/uploads/Downloads/Artigos/met/Descontinuidadesnasoldagem.pdf>>.
- Machado, I.G., 1996. *SOLDAGEM E TÉCNICAS CONEXAS: Processos*. Editado pelo autor, Porto Alegre.
- Marques, P.V., Modenesi, P.J. and Bracarense, A.Q., 2009. *SOLDAGEM: fundamentos e tecnologia*. UFMG, Belo Horizonte, 3rd edition.
- Marques, P.V., Modenesi, P.J. and Santos, D.B., 2012. “Introdução à metalurgia da soldagem.” Universidade Federal de Minas Gerais Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Acesso em: 02 Set. 2022. Disponível em: <<https://portalidea.com.br/cursos/auxiliar-de-servicos-gerais-metalurgicos-apostila04.pdf>>.
- Modenesi, P.J., 2008. “Terminologia usual de soldagem e símbolos de soldagem.” Universidade Federal de Minas Gerais Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Acesso em: 02 Set. 2022 <<https://demet.eng.ufmg.br/wpcontent/uploads/2012/10/terminologia.pdf>>.
- Morais Jr., R.R., 2015. “Estudo do desempenho da soldagem por eletrodo revestido em diferentes posições por meio da análise de variância.” Universidade Federal do Pampa. Bagé.
- SUMIG, 2022. “Qual a melhor posição de solda?” SUMIG. Acesso em: 30 Set. 2022. Disponível em: <<https://www.sumig.com/pt/blog/post/qual-a-melhor-posicao-de-solda->>.
- Tecco, G.T., 2004. “Processo de soldagem com eletrodo revestido”. In *SOLDAGEM: Processos e Metalurgia*. - E Wainer, S D Brandi, F D H Mello. SP: Edgard Blucher, São Paulo, p. 31.
- Zeemann, A., 2003. “Tensões residuais de soldagem.” INFOSOLDA. Acesso em: 30 Out. 2022. Disponível em: <<https://infosolda.com.br/wp-content/uploads/Downloads/Artigos/met/tenses-residuais-na-soldagem.pdf>>.