

Técnico em Eletromecânica

MÁQUINA DE SOLDA A PONTO

SPOT WELDING MACHINE

TAVARES, Alexandre Scarpin¹

BISCAIM, Aneliza Vieira²

ROSA, Leonardo Augusto³

GARCIA, Lucas Fantinati⁴

BARONI, Wesley Fernandes⁵

RESUMO: Solda a ponto é uma técnica amplamente utilizada na indústria para unir peças metálicas através do contato e da aplicação de corrente elétrica. Esse processo, fundamentado no princípio da resistência elétrica e na aplicação de pressão controlada, permite a obtenção de soldas com alta qualidade e repetibilidade. O desenvolvimento deste projeto ressaltou a crucial importância da seleção criteriosa dos materiais e do controle preciso do tempo de aplicação da corrente elétrica para assegurar a integridade da solda final. Embora eficaz, a aplicação da solda a ponto apresenta desafios específicos, como a sua limitação a chapas de baixa espessura e um potencial aumento nos custos em produções de larga escala. No entanto, essa técnica oferece vantagens significativas, auxiliando no alinhamento preciso das peças e mantendo a sua correta posição durante o processo de soldagem definitivo. Essa característica evita deslocamentos indesejados, garantindo a precisão da união e um acabamento de alta qualidade. O protótipo desenvolvido visou a união eficaz de materiais, buscando alta qualidade, resistência e um baixo custo de fabricação. Através de sua construção e testes, demonstrou-se de forma didática o funcionamento e a qualidade da solda a ponto, comprovando sua capacidade de realizar a união de materiais de maneira segura e eficiente. Os diversos testes

¹Técnico em Mecânica, Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP
alexandre.tavares13@etec.sp.gov.br

²Ensino Fundamental, EMEF Olegario Bueno, Chavantes – SP
aneliza.biscaim@etec.sp.gov.br

³Ensino Médio Completo, E.E. Professor Homero Calvoso, São Pedro do Turvo – SP
leonardo.rosa73@etec.sp.gov.br

⁴Técnico em Mecânica, Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP
lucas.garcia105@etec.sp.gov.br

⁵Técnico em Mecânica, Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP
wesley.baroni@etec.sp.gov.br

conduzidos em diferentes chapas, espessuras e materiais permitiram concluir que o protótipo apresenta maior eficiência em chapas finas de aço carbono de até 1,0mm e de aço galvanizado (como as utilizadas em calhas) de até 1,5mm, utilizando os parâmetros definidos para evitar o superaquecimento dos componentes eletrônicos e o desgaste prematuro das hastes de cobre.

Palavra-chave: Indústria; Processo; Metalúrgica; Soldagem.

ABSTRACT: Spot welding is a widely used technique in the industry to join metal parts through contact and the application of electric current. This process, based on the principle of electrical resistance and the application of controlled pressure, allows obtaining welds with high quality and repeatability. The development of this project highlighted the crucial importance of careful material selection and precise control of the electric current application time to ensure the integrity of the final weld. Although effective, the application of spot welding presents specific challenges, such as its limitation to thin sheets and a potential increase in costs in large-scale production. However, this technique offers significant advantages, aiding in the precise alignment of parts and maintaining their correct position during the definitive welding process. This characteristic prevents unwanted displacements, ensuring the precision of the joint and a high-quality finish. The developed prototype aimed at the effective joining of materials, seeking high quality, resistance, and low manufacturing cost. Through its construction and tests, the operation and quality of spot welding were didactically demonstrated, proving its ability to join materials safely and efficiently. The various tests conducted on different sheets, thicknesses, and materials allowed concluding that the prototype presents greater efficiency in thin carbon steel sheets up to 1.0mm and galvanized steel (such as those used in gutters) up to 1.5mm, using defined parameters to avoid overheating electronic components and premature wear of copper rods.

Keywords: Industry. Process. Metallurgy. Welding.

1 INTRODUÇÃO

A soldagem de metais é uma necessidade na indústria metalúrgica e na criação e recuperação de peças metálicas, sendo elas complexas ou simples.

Tendo como objetivo principal a união permanente de chapas, o equipamento fabricado cumpriu com o esperado realizando sua função.

A solda a ponto tem como vantagem a utilização para união de chapas finas, com perfeito acabamento, sem deixar respingos como as demais soldas e sem ocasionar a dilatação da chapa, não afetando as propriedades do material.

Essa solda é feita por meio da corrente elétrica que aquece a área de contato (eletrodos e chapas) realizando a união dos materiais.

A seguir serão apresentados os seguintes capítulos: fundamentação teórica, tipos de solda, materiais utilizados, desenvolvimento do projeto, qualidade da solda a ponto, vantagens e desvantagens da solda a ponto e as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os processos de soldagem estão sendo amplamente utilizados na indústria. Basicamente, este processo promove a união de peças de metal, fazendo com que elas se comportem como uma só, sem comprometer as propriedades físicas e químicas dos materiais base. O desenvolvimento dos processos de soldagem moderna iniciou-se juntamente com a revolução industrial, a partir da descoberta do arco elétrico, em 1801.

Na idade do bronze (3300 AC – 1200 AC) peças metálicas eram unidas colocando-se uma delas em um banho de metal líquido, apoiando-a em outra peça e deixando o metal líquido se solidificar soldando suas partes. Ainda nesse período, pequenas caixas circulares de ouro foram feitas por meio de solda por pressão.

A partir da idade do ferro (1200 AC – 200 AC) foi utilizado o processo de solda por forjamento. Neste processo, duas partes de ferro eram aquecidas a

altas temperaturas (rubro) sendo posteriormente unidas por pressão (conhecida como forjamento).

2.1 Tempos Modernos: Desenvolvimento da Soldagem Moderna

O desenvolvimento da soldagem moderna teve elevado avanço a partir da Revolução Industrial, principalmente em razão da descoberta do arco elétrico, ocorrida em 1801. Já em 1877 foi desenvolvida a soldagem por resistência, que era um processo de soldagem bastante prático.

Em 1885, foi desenvolvido a soldagem por arco elétrico, que fazia uso de um eletrodo de grafite. Mais tarde houve a substituição por um arame metálico que décadas depois se tornaria o processo de solda mais popular entre todos até os dias de hoje.

Os processos de soldagem continuaram a se desenvolver amplamente nos anos seguintes, sendo que em 1907, foi depositada a patente do primeiro eletrodo revestido, que rapidamente se tornou um dos processos de soldagem mais estáveis.

Já a primeira máquina de solda portátil foi inventada em 1911, sendo que em 1916, foi desenvolvida a primeira versão do processo de soldagem MIG (Metal Inert Gas).

Durante os anos de 1930, a soldagem foi um dos fatores que contribuiu para o estabelecimento da indústria naval de estaleiros. Neste período também se iniciaram os estudos para o desenvolvimento do processo de soldagem TIG (Tungsten Inert Gas), que usa eletrodos de tungstênio em atmosfera de gás inerte, sendo patenteado em 1942.

Em 1935, inventou-se o processo de solda por arco submerso conhecido por suas potentes fontes de energia e alto poder de deposição de material.

Na década de 40 surgiu a soldagem a arco de gás tungstênio – TIG (GTAW). Já na década seguinte surgiu a solda com gás carbônico (CO²), tornando a solda MAG ainda mais barata, fazendo com que ela dominasse os processos produtivos em aço.

2.2 Futuro dos processos de soldagem: Indústria 4.0

O setor da indústria já está na sua 4ª revolução, também conhecida como Indústria 4.0. Iniciado em meados de 2010, esse momento é caracterizado pela elevada inteligência artificial, aliada a robótica e monitoramento constante das atividades. E é claro, que os processos de soldagem também seguem a mesma tendência.

Hoje em dia já há indústrias que realizam a soldagem de forma quase toda robotizada possibilitando a conferência de mais qualidade, consistência e repetibilidade dos processos de soldagem, impactando diretamente na qualidade das peças soldadas.

Outro fator que vem crescendo rapidamente nos últimos anos tem relação direta com a segurança e cuidados inerentes a saúde do soldador, principalmente quanto a eficiência na extração dos fumos e escórias, que são tóxicas e decorrentes dos processos de soldagem.

Ao longo dos anos, muitos foram os avanços, mas a evolução está longe de acabar, isso porque o desenvolvimento de novos materiais e a busca pela perfeição irão exigir novos métodos de soldagem, por isso a evolução continuará constante.

3 TIPOS DE SOLDA

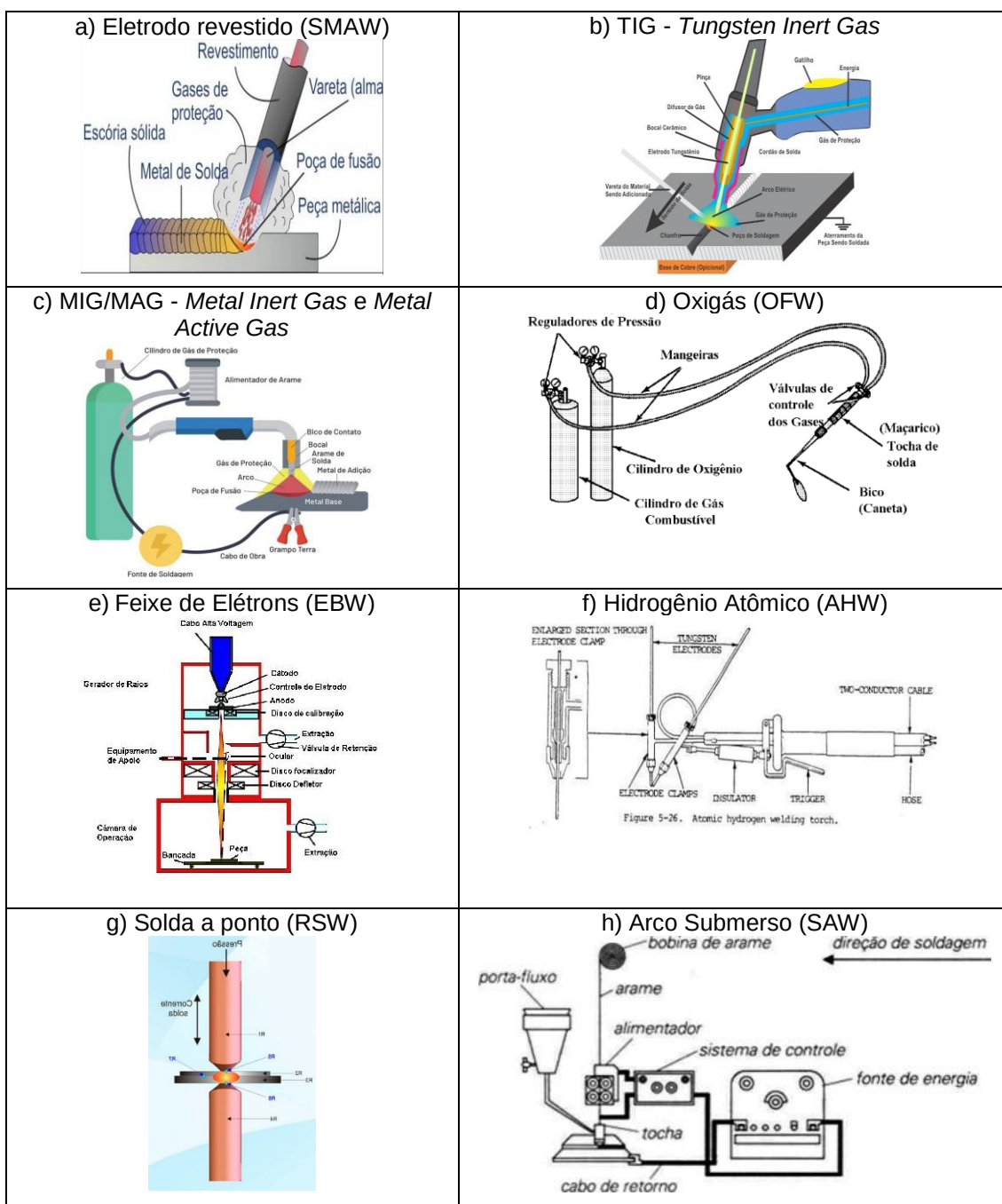
De acordo com BARRIOS (2011), existem vários tipos de processos de soldagem, os processos mais comuns e utilizadas na indústria mecânica são:

- a) Eletrodo revestido (SMAW) - *Shielded Metal Arc Welding*, é um condutor metálico que permite a passagem de corrente elétrica, essa técnica é a mais comum entre os processos de soldagem devido ao baixo custo e simples operação;
- b) TIG - *Tungsten Inert Gas*, esse processo libera um gás que tem a função de proteger o oxigênio do ar, para que o arco elétrico (curto circuito que faz com que os materiais se unam) aconteça e o processo de soldagem aconteça. Nesse processo utiliza-se o eletrodo sólido de tungstênio não consumível;

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

- c) MIG/MAG - *Metal Inert Gas* e *Metal Active Gas*, processo similar ao TIG, o eletrodo utilizado é de arame maciço e a proteção gasosa dar-se-á com a utilização de um gás inerte (MIG) ou gás ativo (MAG);
- d) Oxigás (OFW) – Solda a partir do maçarico, este processo inclui qualquer operação que usa a combustão de um gás combustível com oxigênio como meio de calor, o processo envolve a fusão do metal base e normalmente de um metal de preenchimento, usando uma chama produzida na ponta do maçarico;
- e) Feixe de Elétrons (EBW) – *Electron Beams Welding*, esse processo utiliza um feixe de elétrons que passam pelo anodo perfurado e devido a inercia causada pela grande aceleração são direcionados para a peça, com o impacto, os elétrons convertem instantaneamente a energia cinética em energia térmica, gerando altas temperaturas e realizando a fusão das peças;
- f) Hidrogênio Atômico (AHW) – *Atomic Hydrogen Welding*, esse processo utiliza um arco elétrico entre dois eletrodos metálicos de tungstênio em uma atmosfera de hidrogênio, onde o arco elétrico eficiente dissocia as moléculas de hidrogênio e ao recombinarem produzem uma enorme quantidade de calor e também é conhecido como maçarico de hidrogênio;
- g) A solda a ponto (RSW) – *Resistance Spot Welding*, é um processo no qual pontos de contato da superfície do metal são unidos pelo calor obtido a partir aplicação de uma corrente elétrica.
- h) Arco Submerso (SAW) – *Submerged Arc Welding*, neste processo de soldagem o eletrodo de arame solido ou tubular são unidas através de arco elétrico, onde a peça a ser soldada e poça de fusão ficam totalmente submersos em um fluxo granulado que garante a proteção contra os efeitos da atmosfera, o fluxo granulado funde-se parcialmente, formando uma camada de escoria liquida, que depois se solidifica;

Tabela 1 – Exemplos dos Processos de Soldagem.



4 MATERIAIS UTILIZADOS NO TCC

Tabela 2 – Materiais necessários para o desenvolvimento do projeto.

Item	Descrição Técnica	Dimensões / Dados Técnicos	Qtde	Fonte de Recurso ou Preço
1	Ventoinha	127v	1	Doação
2	Haste de cobre	45mm x 5/16"	2	Doação
3	Parafuso sextavado	1/4" x 6"	3	Doação

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

4	Parafuso para madeira	3/16" x 15mm	25	Doação
4	Parafuso para madeira	3/16" x 40mm	10	Doação
5	Parafuso sextavado	3/16" x 50mm	2	Doação
6	Chapa de aço carbono SAE 1020	460x300mm #1/8	1	Doação
7	Chapa de inox SAE 316	50x40mm #1/8	2	Doação
8	Puxador de inox	5"	1	Doação
9	Roldana tecnil	Ø25x Ø1/4" x 30mm	2	Doação
10	Braço de tecnil	125mm x 20mm x 25mm	1	Doação
11	Cabo flex	25mm	1	Doação
12	Terminal	Ø25mm	2	Doação
13	Tinta spray	Preto fosco	1	Doação
14	Disjuntor	20A	1	Doação
15	Temporizador	127V	1	Doação
16	Transformador	127v	1	Doação
17	Botão	On/off	1	Doação
18	Botão	Push	1	Doação
19	MDF	140x70mm	4	Doação
20	MDF	300x40mm	2	Doação
21	MDF	140x500mm	1	Doação
22	MDF	140x150mm	1	Doação
23	Mola Tração	Ø8mm x 40mm	1	Doação
24	Cabo flex	1.5mm	2	Doação
25	Porca sextavada	5/16"	4	Doação
26	Porca sextavada	3/16"	2	Doação
27	Porco sextavada	1/4"	3	Doação
28	Arruela	5/16"	4	Doação
29	Arruela	1/4"	3	Doação

5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A construção do projeto foi discutida entre os integrantes do grupo e chegou-se a um acordo de realizar o protótipo 'Maquina de solda a ponto'. Deu-se o início com a procura de um transformador que encaixasse a necessidade do projeto, em seguida o corte das madeiras MDF com medidas desejadas como descrito na tabela 2, essas medidas foram estudadas para que todos elementos ficassem de maneira correta. Foi feita uma modificação no transformador retirando a bobina secundária, ocorreu a fixação do mesmo na base de MDF com a utilização de parafusos, realizou-se o enrolamento da bobina secundaria com duas voltas de cabo flex 25mm. Seguindo a montagem foi instalado o braço fixo e o braço móvel com suas bases de apoio auxiliadas com roldanas de

centralização em tecnil e parafusos. Com auxílio da solda TIG foi soldado uma porca em ambas as chapas de inox, já fixadas nos braços, colocou-se as hastes de cobre para que haja o contato com o material à ser soldado. Dando continuidade realizou-se a prensagem dos terminais nas pontas dos cabos flex, e travados juntamente as hastes, com a utilização de abraçadeiras e porcas, também foi utilizado um cooler para o resfriamento do transformador que teve sua fixação na parte traseira do projeto. A instalação elétrica foi feita com um cabo 1.5mm² para alimentar o disjuntor que em sequência alimenta o botão on/off. Quando acionado o botão, em sua função on alimenta o acionador (botão push), quando pressionado fornece a energia ao temporizador que foi programado para atuar durante três segundos, após o tempo, para voltar a acionar deve-se apertar novamente o botão push. Para a finalização e segurança do protótipo foi construída uma chapa de proteção com alça de apoio para melhorar seu deslocamento.

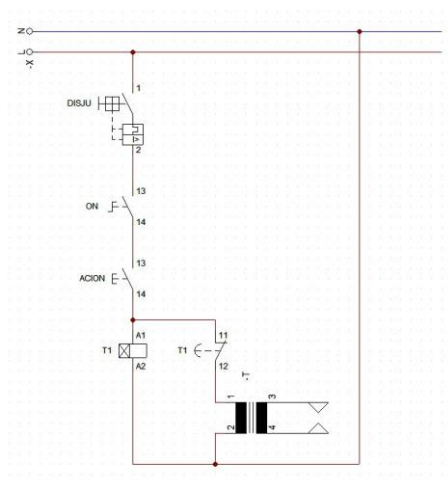


Figura 1 - Diagrama elétrico

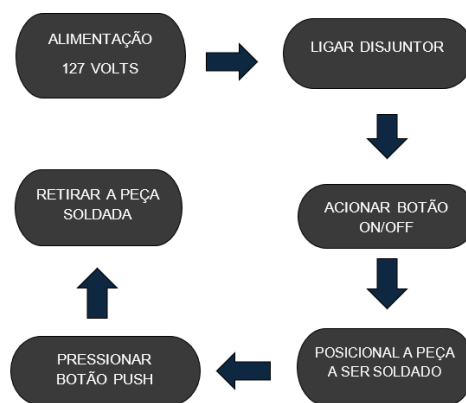


Figura - 2 Fluxograma

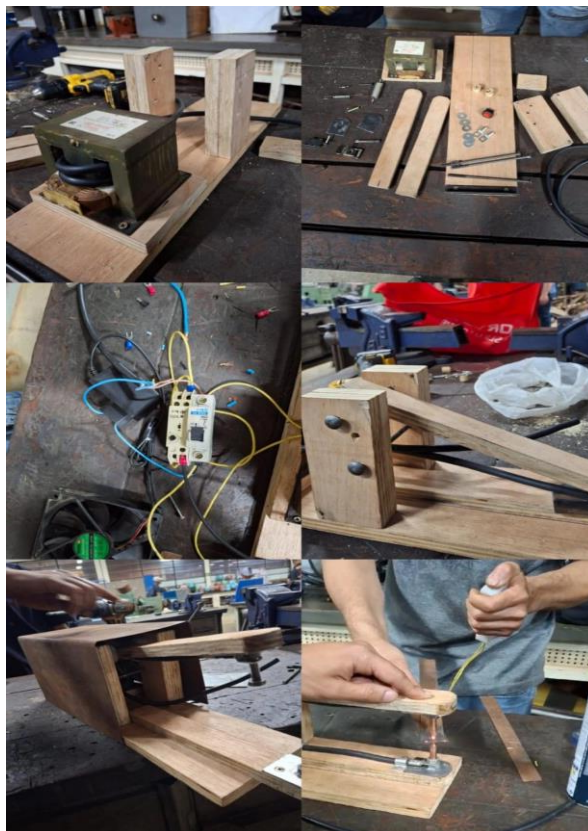


Figura 3 - Projeto

6 QUALIDADE DA SOLDA A PONTO

Segundo FELIZARDO (2016), a solda a ponto de boa qualidade deve apresentar as seguintes características:

- Boa aparência superficial;
- Dimensões apropriadas;
- Boa resistência mecânica;
- Boa ductilidade;
- Ausência de descontinuidade.

Os fatores que influenciam diretamente na qualidade da solda são:

- Espaçamento entre eletrodos;
- Condições dos materiais;
- Uniformidade dos pontos de solda;

- Rebarbas e ondulações;
- Aquecimento;
- Tempo;
- Pressão;
- Resistência mecânica.

7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA SOLDA A PONTO

Segundo FELIZARDO (2016), as vantagens da solda a ponto são:

- Adaptabilidade para automação em montagens de chapas em linhas de fabricação:
- robotização.
- Alta velocidade.
 - Econômico.
 - Precisão dimensional.

E suas desvantagens seriam:

- Dificuldade para manutenção e reparo.
- Geralmente o equipamento é mais caro que o para soldagem a arco.
- Demanda mais energia da rede elétrica.
- Baixa resistência à tração e a fadiga.
- Cada ponto é um ponto!!!

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo alcançou seus objetivos propostos com sucesso, a solda das chapas de espessuras desejadas, durante a fabricação do protótipo foi encontrado dificuldades por falta de materiais disponíveis, ocasionando o atraso da montagem, com a colaboração dos integrantes foi concluído a máquina com ótimo funcionamento. O protótipo foi construído para mostrar como é realizado este estilo de solda, sendo apenas um equipamento portátil, um mecanismo

construído de maneira simples tendo a mesma função em menor escala, que maquinários de alta tecnologia utilizados em indústrias. Tendo sua contribuição na sociedade o uso por empresas de pequeno porte, utilização por um calheiro na junção de chapas finas sendo um equipamento de baixo custo para fabricação e gerando grande rendimento.

9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRIOS D.B. et al. Mecânica. Métodos e Processos Industriais. São Paulo, SP: Fundação Padre Anchieta, 2011. Acesso em 27/02/2025.

FELIZARDO, Ivanilza. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS - CEFET-MG - APOSTILA - TECNOLOGIA DA SOLDAGEM Versão 02/2016 - 03/08 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA DEM - CAMPUS II. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1EkUKz5fJlI3UV7qfOx-PZNiPYigvsSEI/view> Acesso em 19/04/2025.

<https://alusolda.com.br/wp-content/uploads/2020/09/tipo-de-soldagem-por-hidrogenio-atomico-AHW.jpg>; Acesso em 17/03/25

<https://blogbarragas.files.wordpress.com/2016/05/procec3a7o-de-solda-tig-corte.jpg>; Acesso em 17/03/25

[https://blog.binzelabior.com/hsfs/hubfs/BBR%20\(Binzel%20Brazil\)/ABIBLOG%20BRASIL/M%C3%A1quinas%20de%20Solda/electrode_process_scheme_blog_01.jpg?width=870&name=electrode_process_scheme_blog_01.jpg](https://blog.binzelabior.com/hsfs/hubfs/BBR%20(Binzel%20Brazil)/ABIBLOG%20BRASIL/M%C3%A1quinas%20de%20Solda/electrode_process_scheme_blog_01.jpg?width=870&name=electrode_process_scheme_blog_01.jpg); Acesso em 17/03/25

<https://i0.wp.com/infosolda.com.br/wp-content/uploads/2013/03/Soldagem-Oxi-gas-20-11-18.jpg?w=500&ssl=1>; Acesso em 17/03/25

<https://i0.wp.com/infosolda.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Soldagem-por-Feixe-de-Eltrons-05-03.jpg?w=600&ssl=1>; Acesso em 17/03/25

ISOTRON, empresa no ramo industrial, 1996

<https://isotron.com.br/solda-por-resistencia/> Acesso em 20/03/2025

<https://www.codinter.com.br/wp-content/uploads/sites/7/2023/03/processo-soldagem-MIG-PT-1024x1024.jpg>; Acesso em 17/03/25

TREAL EXAUSTAO E FILTRAGEM. Disponível em: <https://www.treal.com.br/blog/historia-e-evolucao-dos-processos-de-soldagem/> Acesso em 20/02/2025.