

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG
Curso de Engenharia Mecânica

MATEUS HENRIQUE SOARES
DIOGO AUGUSTO SOUSA VIEIRA

**COMPARAÇÃO DE RESISTÊNCIA ENTRE OS PROCESSOS DE SOLDAGEM
MIG E ELETRODO REVESTIDO NA UNIÃO DE CHAPAS METÁLICAS PARA
APLICAÇÕES INDUSTRIAIS**

Publicação Nº 04

Goianésia - GO
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

SOARES, MATEUS HENRIQUE. VIEIRA, DIOGO AUGUSTO SOUSA

Comparação de resistência entre os processos de soldagem MIG e eletrodo revestido na união de chapas metálicas para aplicações industriais [Goiás] 2024 04, 22P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Mecânica, 2024).

ARTIGO – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Mecânica.

- | | |
|-------------|-----------------------|
| 1. Soldagem | 2. Líquido penetrante |
| 3. GMAW | 4. SMAW |
| I. FACEG | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOARES, M. H. VIEIRA, D. A. S Comparação de resistência entre os processos de soldagem MIG e eletrodo revestido na união de chapas metálicas para aplicações industriais. Artigo, Publicação 04 2024/1 Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 04p. 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Mateus Henrique Soares e Diogo Augusto Sousa Vieira

TÍTULO DO TRABALHO DO ARTIGO: Comparação de resistência entre os processos de soldagem MIG e eletrodo revestido na união de chapas metálicas para aplicações industriais.

GRAU: Bacharel em Engenharia Mecânica ANO: 2024

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, EM FORMA DE ARTIGO,
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA FACEG**

Aprovados por:

**Alessandro Morais Martins, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**Ariane Martins Caponi Lima, mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**Ivandro Jose de Freitas Rocha, mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

COMPARAÇÃO DE RESISTÊNCIA ENTRE OS PROCESSOS DE SOLDAGEM MIG E ELETRODO REVESTIDO NA UNIÃO DE CHAPAS METÁLICAS PARA APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Mateus Henrique Soares¹, Diogo Augusto Sousa Vieira²
e Alessandro Morais Martins³

¹Acadêmico de Engenharia Mecânica/FACEG Email: mateushenrique@outlook.com

²Acadêmico de Engenharia Mecânica /FACEG Email: diogoasv2001@outlook.com

³Orientador e Professor do Curso de Engenharia Mecânica/FACEG Email: a_mmartins@yahoo.com.br

Resumo: A soldagem é um processo fundamental nas práticas industriais atuais. A Soldagem MIG, conhecida por sua alta taxa de deposição e controle preciso, é contrastada com a Soldagem com Eletrodo Revestido (SMAW), reconhecida por sua versatilidade em ambientes desafiadores. A resistência das uniões de chapas metálicas é crucial para aplicações industriais sujeitas a cargas variadas. A pesquisa busca preencher uma lacuna na compreensão das propriedades mecânicas resultantes de cada processo, visando uma seleção informada na indústria. Para isso, produziram-se 20 corpos de prova de aço ASTM A36, dez com cada técnica de soldagem, realizou-se ensaio de líquido penetrante para constatar a ausência de descontinuidades nas mesmas, e posteriormente realizou-se testes de tensão e dureza. Foi observado uma média com valor de 445,8 MPa como limite de resistência para os corpos de prova de GMAW e 436,7 MPa para SMAW, bem como uma média de dureza Vickers de 136 para GMAW e 135 para SMAW. Dessa forma o GMAW apresentou maior resistência à tração e dureza, que são fundamentais para garantir a integridade e a durabilidade das estruturas metálicas. Além disso, o GMAW tem uma taxa de deposição mais alta, exige menos retrabalho e proporciona um controle de qualidade mais eficiente. Isso o torna a melhor escolha para projetos de soldagem que exigem alta resistência e durabilidade. Portanto, o GMAW é recomendado para aplicações críticas onde a resistência dos materiais é essencial.

Palavras-chaves: Propriedades mecânicas; Resistência; Ensaio tensão e dureza

Abstract: Welding is a fundamental process in current industrial practices. MIG Welding, known for its high deposition rate and precise control, is contrasted with Stick Welding (SMAW), recognized for its versatility in challenging environments. The strength of sheet metal joints is crucial for industrial applications subject to varying loads. The research seeks to fill a gap in understanding the mechanical properties resulting from each process, aiming for an informed selection in the industry. To this end, 20 ASTM A36 steel specimens were produced, ten with each welding technique, a liquid penetrant test was carried out to verify the absence of discontinuities in them, and tension and hardness tests were subsequently carried out. An average value of 445.8 MPa was observed as the resistance limit for the GMAW specimens and 436.7 MPa for SMAW, as well as an average Vickers hardness of 136 for GMAW and 135 for SMAW. Therefore, no significant differences were observed in the resistance and hardness of the pieces. From this, it is understood that the choice of welding technique can be based on factors other than resistance and hardness, such as the location where the welding will be carried out, impossibility of transporting machinery, investment, among other factors.

Palavras-chaves: Mechanical properties; Resistance; Tension and hardness test

INTRODUÇÃO

A união de chapas metálicas é uma prática essencial para a construção e manufatura de diversos produtos. A soldagem é um processo fundamental nesse cenário, permitindo a junção de materiais de maneira eficiente e robusta. Dentre os vários métodos de soldagem disponíveis, a soldagem por Arco Elétrico com Gás de proteção inerte (SMAW) e o Eletrodo Revestido surgem como duas técnicas proeminentes, cada uma com suas próprias características, vantagens e aplicações específicas [1].

A soldagem desempenha um papel central em inúmeras indústrias, incluindo fabricação de automóveis, construção naval, estruturas metálicas, aeroespacial, entre outras. Esse processo permite a criação de junções permanentes entre materiais metálicos, tornando-se uma

técnica essencial para a produção e manutenção de estruturas e equipamentos. A qualidade da união das chapas metálicas é crucial, uma vez que afeta diretamente a integridade estrutural e o desempenho dos produtos finais [2].

A sociedade internacional Sociedade Americana de Testes e Materiais (do inglês *American Society for Testing and Materials* - ASTM) especifica o aço A36, que é um dos aços estruturais mais comuns e amplamente empregado na indústria devido às suas propriedades mecânicas favoráveis, boa usinabilidade e soldabilidade. Sua aplicação abrange uma variedade de setores, incluindo construção civil, maquinário industrial e estruturas metálicas [4].

A avaliação da resistência das uniões realizadas por esses métodos de soldagem é fundamental para garantir

a durabilidade e confiabilidade das estruturas e equipamentos industriais. Aspectos como resistência à tração e dureza são critérios cruciais para determinar a adequação de um processo de soldagem em diferentes contextos industriais. Compreender e comparar a resistência gerada por esses métodos é vital para a seleção criteriosa da técnica mais apropriada para cada aplicação [4].

Este artigo visa comparar e avaliar a resistência gerada pelos métodos de soldagem GMAW e SMAW na união de chapas metálicas de aço ASTM A36, com foco em suas implicações para aplicações industriais. Esta pesquisa se justifica pois fornecerá informações valiosas para engenheiros, fabricantes e profissionais da indústria no processo de seleção do método de soldagem mais adequado às demandas específicas de suas aplicações, levando em consideração a resistência da junta soldada.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Soldagem por Arco Elétrico com Gás de Proteção, é um processo que utiliza um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo contínuo e a peça a ser soldada. Um gás inerte é liberado para proteger a poça de fusão da interferência atmosférica, contribuindo para a qualidade da junta. Este método oferece uma soldagem eficiente, alta taxa de deposição de metal e é amplamente utilizado em aplicações industriais [3].

A Soldagem com Eletrodo Revestido (do inglês *Shielded Metal Arc Welding - SMAW*), emprega um eletrodo revestido que é utilizado como material de adição. A proteção do arco e da poça de fusão é alcançada através de um revestimento que cobre o eletrodo, gerando uma atmosfera protetora. O Eletrodo Revestido é amplamente reconhecido por sua versatilidade e facilidade de aplicação em locais de difícil acesso, sendo um método bastante difundido na indústria [3].

A Soldagem MIG ou GMAW é um dos métodos mais amplamente utilizados na indústria devido à sua versatilidade e eficiência. Este processo envolve a criação de um arco elétrico entre um eletrodo consumível,

geralmente na forma de um arame contínuo, e o metal de base. Durante a operação, um gás de proteção inerte, como argônio ou uma mistura de gases, é empregado para proteger o arco e o metal fundido da contaminação atmosférica [5].

A Soldagem MIG é reconhecida por sua alta taxa de deposição, o que significa que pode produzir rapidamente grandes quantidades de solda. Isso a torna ideal para aplicações industriais onde a produtividade é essencial. Além disso, a capacidade de controlar com precisão os parâmetros do processo, como a corrente de soldagem, a velocidade de alimentação do arame e a composição do gás de proteção, permite obter soldas de alta qualidade e precisão [5].

Na Soldagem MIG é importante a seleção adequada do metal de solda e do gás de proteção. A escolha desses materiais pode influenciar significativamente as propriedades mecânicas e químicas da junta soldada. A utilização de um gás de proteção inadequado ou a seleção de um metal de solda com composição inadequada pode resultar em defeitos, como porosidade ou inclusões, que comprometem a integridade da solda [6].

A soldagem MIG pode ser automatizada, o que aumenta ainda mais sua eficiência e consistência. A automação permite a execução de soldas em série com alta precisão e repeatabilidade, reduzindo a intervenção humana e os custos associados [7].

A Soldagem com Arco Elétrico utilizando eletrodo revestido, ou SMAW, é um dos processos de soldagem mais antigos e amplamente utilizados. Neste método, um arco elétrico é estabelecido entre um eletrodo revestido e o metal de base. O revestimento do eletrodo desempenha várias funções, incluindo a geração de gás de proteção, a estabilização do arco e a formação de escória para proteger a poça de fusão [8].

A Soldagem SMAW é conhecida por sua portabilidade e versatilidade, sendo frequentemente empregada em locais de difícil acesso ou em condições adversas. No entanto, a presença do revestimento do eletrodo pode introduzir impurezas na solda, o que pode

afetar suas propriedades mecânicas e químicas. Por isso, é importante selecionar cuidadosamente o tipo de eletrodo e o processo de soldagem adequados para cada aplicação específica [8].

Uma das vantagens da Soldagem SMAW é sua capacidade de produzir soldas de alta qualidade em uma variedade de materiais, incluindo aços carbono, aços inoxidáveis e ligas de alumínio. No entanto, é importante realizar procedimentos de inspeção e controle de qualidade para garantir a integridade das juntas soldadas [9].

A resistência das juntas soldadas é uma consideração crítica em muitas aplicações industriais, especialmente em estruturas submetidas a cargas mecânicas ou ambientais severas. A soldabilidade de um material, ou seja, sua capacidade de formar uma junta soldada sem defeitos significativos, é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo composição química, microestrutura e processabilidade [9].

Durante o processo de soldagem, ocorrem mudanças nas propriedades mecânicas do material de base e da zona afetada pelo calor (ZAC) adjacente à junta soldada. Por exemplo, a região fundida pode experimentar um aumento na dureza devido ao resfriamento rápido, enquanto a ZAC pode sofrer uma diminuição na dureza devido à exposição ao calor [10].

A presença de descontinuidades, como inclusões, porosidade ou trincas, pode comprometer a resistência da junta soldada. Portanto, é essencial realizar testes de qualificação e inspeção, como o ensaio de líquido penetrante, para garantir que as soldas atendam aos requisitos de resistência e qualidade especificados pelos códigos e normas aplicáveis [10].

Os ensaios de líquido penetrante são um método comumente utilizado de ensaios não destrutivos para avaliar a integridade superficial de metais. Essa técnica é particularmente eficaz na detecção de descontinuidades, como fissuras, trincas, porosidades e inclusões, que podem estar presentes na superfície dos materiais metálicos. O processo de ensaio de líquido penetrante envolve a aplicação de um líquido penetrante na superfície do metal,

que preenche qualquer abertura presente. Em seguida, é aplicado um revelador que destaca o líquido penetrante retido, revelando a presença de defeitos [11].

Os ensaios de líquido penetrante são amplamente utilizados em várias indústrias, incluindo aeroespacial, automotiva, construção e fabricação de equipamentos. Eles oferecem uma maneira rápida e econômica de inspecionar grandes áreas de superfície de metal em busca de possíveis falhas. Além disso, esse método é adequado para diferentes formas e tamanhos de componentes metálicos, permitindo uma inspeção abrangente. A detecção precoce de descontinuidades por meio dos ensaios de líquido penetrante ajuda a garantir a qualidade dos materiais e a prevenir possíveis falhas ou acidentes decorrentes de defeitos superficiais não detectados [11].

A seleção adequada do processo de soldagem, dos materiais de base e dos parâmetros de soldagem é fundamental para garantir a integridade e a resistência das juntas soldadas em aplicações industriais. A compreensão dos princípios fundamentais da soldagem e da influência da resistência dos materiais nas propriedades das soldas é essencial para o desenvolvimento e aprimoramento contínuo de processos de fabricação seguros e eficientes [11].

METODOLOGIA

Os materiais para os testes foram fornecidos por uma empresa de montagens industriais em Goianésia-GO. Os testes de dureza foram feitos no laboratório da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), e os testes de tração foram realizados em uma empresa de inspeção industrial em Sertãozinho-SP. Esta pesquisa é experimental envolve testes práticos e de laboratório para verificar as propriedades dos materiais soldados, permitindo obter dados reais sobre existência das soldas feitas com as técnicas GMAW e SMAW.

Para o preparo dos corpos de prova, seguiu-se com o corte de uma chapa de aço ASTM A36 de dimensões 16mm x 2440mm x 6000mm utilizando uma máquina de

CNC a plasma, cedida pela empresa de montagens industriais em Goianésia-GO.

Figura 1 - Máquina de CNC a plasma utilizada para realizar o corte dos corpos de prova

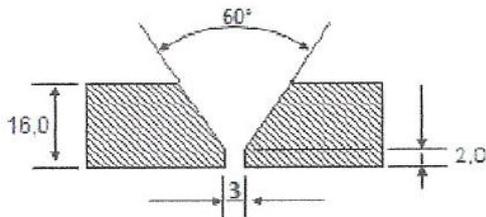


Fonte: os autores (2023)

Conforme ilustrado na Figura 1, a fim de se obter 20 corpos de prova de 16mm x 200mm x 200mm.

Os corpos de prova foram então esmerilhados e chanfrados de acordo com as dimensões ilustradas na Figura 2. Assim, produziu-se os corpos de prova no laboratório da Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 2 - Dimensões dos chanfrados dos corpos de prova



Fonte: os autores (2023).

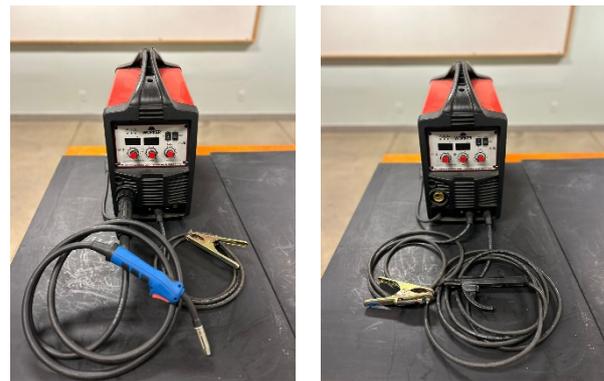
Figura 3 - Corpos de prova esmerilhados e chanfrados



Fonte: os autores (2023).

Após o preparo dos corpos de prova, seguiu-se com a soldagem. Para o processo MIG, utilizou-se a máquina ilustrada na Figura 4, e para o GMAW utilizou-se a máquina inversora ilustrada na Figura 5.

Figura 4 –Máquina de soldagem: (A) configurada para a soldagem MIG; (B) configurada para soldagem com eletrodo revestido



A

B

Fonte: os autores (2023)

Para as soldagens, seguiu-se a especificação de procedimento de soldagem para cada técnica. Nele, constam todas as informações necessárias para se garantir um processo padronizado de soldagem. Confeccionou-se a Tabela 1 a partir dos parâmetros utilizados para ambas as técnicas de solda utilizadas nos corpos de prova.

Tabela 1: Parâmetros utilizados para cada técnica de soldagem

| PROCESSOS DE SOLDAGEM GMAW | | | | | | | |
|----------------------------|----------|-------------------|--------|----------|-----------|--------|---------------------|
| Passe ou Camada | Processo | Consumível | | Corrente | | Tensão | Velocidade (cm/min) |
| | | Classificação AWS | Ø (mm) | Tipo | Amperagem | | |
| Todos | GMAW | 70S-6 | 1,2 | CC+ | 160 - 250 | 20-30 | 30-60 |

| PROCESSOS DE SOLDAGEM SMAW | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-------------------|--------|----------|-----------|--------|------------------------|
| Passe ou Camada | Processo | Consumível | | Corrente | | Tensão | Velocidade de (cm/min) |
| | | Classificação AWS | Ø (mm) | Tipo | Amperagem | | |
| Todos | ER (SMAW) | E7018 | 2,25 | CC+ | 104-140 | 20-28 | N/A |

Fonte: os autores (2023).

Depois de soldados, realizou-se o END de líquido penetrante a fim de se garantir que não houvesse discontinuidades, trincas, poros e mordeduras nos corpos de prova. Para isso, utilizou-se o líquido penetrante VP30, aplicando-o uniformemente na área soldada dos corpos de prova previamente limpas. Depois de 15 minutos, utilizou-se uma bomba de água para realizar a lavagem do líquido penetrante das peças e, após secagem, aplicou-se o revelador D70. Após 5 minutos, realizou-se uma inspeção visual minuciosa das peças metálicas, observando atentamente quaisquer indicações de discontinuidades que possam estar presentes. A detecção é feita por meio da

identificação de trincas, fissuras, porosidades ou outras indicações reveladas pelo líquido penetrante.

Figura 5 - Penetrante e revelador utilizados no ensaio não destrutivo de líquido penetrante



Fonte: os autores (2023).

Tendo a confirmação da ausência de descontinuidades nos corpos de prova, seguiu-se com a realização dos testes de dureza e tração. Os ensaios de dureza foram realizados na Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG, já o teste de dureza foi realizado em uma empresa de Inspeção industrial localizada em Sertãozinho-SP, o que caracteriza a metodologia como uma pesquisa experimental [12]. O microdurômetro e a máquina de tração utilizadas podem ser observadas nas Figuras 8 e 9, respectivamente. Se utilizou uma abordagem comparativa para avaliar as características mecânicas das peças de aço ASTM A36 soldadas por GMAW e SMAW.

Figura 6 - Microdurômetro utilizado nos ensaios de dureza



Fonte: os autores (2023).

Figura 7 - Máquina de ensaio de tração utilizada na pesquisa



Fonte: os autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 10 ilustra 20 corpos de prova confeccionados no experimento.

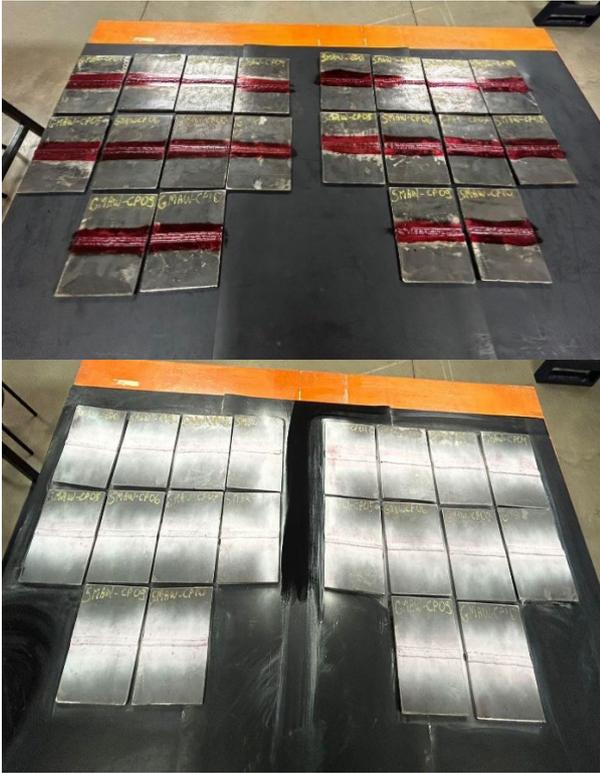
Figura 8 - Corpos de prova produzidos com as técnicas SMAW e GMAW



Fonte: os autores (2024).

O resultado do ensaio de líquido penetrante, ilustrado na Figura 11, resultou em aprovação de 100% das peças. A Figura 11-A mostra um corpo de prova após a aplicação do líquido penetrante, e a Figura 11-B mostra a mesma peça após a limpeza e aplicação do revelador.

Figura 9 - Corpos de prova durante ensaio de líquido não penetrante



Fonte: os autores (2024).

Os resultados obtidos no ensaio de tração estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados obtidos no ensaio de tração dos 20 corpos de prova

| RESULTADOS OBTIDOS | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| Ensaio de Tração - GMAW | | | | | | | |
| Amostra | Antes da Ruptura | | | Propriedades | | | |
| | Largura (mm) | Espessura ou Diâmetro Inicial (mm) | Comprimento Inicial (mm) | Área (mm ²) | Força Máxima (kgf) | Limite de escoamento (MPa) | Local da Fratura |
| CP1 | 19,11 | 15,8 | - | 302,13 | 13.520 | 439 | Material Base |
| CP2 | 19,13 | 15,8 | - | 302,44 | 13.596 | 441 | Material Base |
| CP3 | 19,11 | 15,8 | - | 302,13 | 13.520 | 439 | Material Base |
| CP4 | 19,13 | 15,8 | - | 302,44 | 13.596 | 441 | Material Base |
| CP5 | 19,23 | 15,8 | - | 304,41 | 13.995 | 451 | Material Base |
| CP6 | 19,27 | 15,8 | - | 304,85 | 14.139 | 455 | Material Base |
| CP7 | 19,18 | 15,8 | - | 30,285 | 13.707 | 444 | Material Base |
| CP8 | 19,21 | 15,8 | - | 303,52 | 19.923 | 450 | Material Base |
| CP9 | 19,29 | 15,8 | - | 304,4 | 13.999 | 453 | Material Base |
| CP10 | 19,16 | 15,8 | - | 302,53 | 13.528 | 445 | Material Base |

| RESULTADOS OBTIDOS | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| Ensaio de Tração - SMAW | | | | | | | |
| Amostra | Antes da Ruptura | | | Propriedades | | | |
| | Largura (mm) | Espessura ou Diâmetro Inicial (mm) | Comprimento Inicial (mm) | Área (mm ²) | Força Máxima (kgf) | Limite de escoamento (MPa) | Local da Fratura |
| CP1 | 19,7 | 15,8 | - | 311,26 | 13.739 | 433 | Material Base |
| CP2 | 20,1 | 15,8 | - | 317,58 | 14.115 | 436 | Material Base |
| CP3 | 19,7 | 15,8 | - | 311,26 | 13.739 | 433 | Material Base |
| CP4 | 20,1 | 15,8 | - | 317,58 | 14.115 | 436 | Material Base |
| CP5 | 20,2 | 15,8 | - | 319,16 | 14.152 | 435 | Material Base |
| CP6 | 19,8 | 15,8 | - | 312,84 | 19.968 | 438 | Material Base |
| CP7 | 19,9 | 15,8 | - | 314,42 | 14.193 | 443 | Material Base |
| CP8 | 20 | 15,8 | - | 316 | 14.238 | 442 | Material Base |
| CP9 | 19,9 | 15,8 | - | 319,20 | 19.885 | 436 | Material Base |
| CP10 | 19,7 | 15,8 | - | 311,45 | 13.896 | 435 | Material Base |

Fonte: os autores (2024).

Calculando a média para o Limite de Resistência têm-se a tabela com todos os resultados, o que representa uma diferença de 2,08%. Este resultado corrobora com o encontrado por Hariprasath et al. (2022), que encontraram

resistência 3,4% maior em peças construídas com GMAW quando comparadas com peças soldadas com SMAW.

Os resultados dos testes de dureza, realizado em triplicata, estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos testes de dureza realizados nos 20 corpos de prova.

| Resultados dos testes de dureza realizados nos corpos de prova GMAW | | |
|---|----------|----------------|
| Amostra | Processo | Dureza Vickers |
| CP1 | GMAW | 135 |
| CP2 | GMAW | 134 |
| CP3 | GMAW | 139 |
| CP4 | GMAW | 137 |
| CP5 | GMAW | 137 |
| CP6 | GMAW | 134 |
| CP7 | GMAW | 140 |
| CP8 | GMAW | 134 |
| CP9 | GMAW | 136 |
| CP10 | GMAW | 134 |

| Resultados dos testes de dureza realizados nos corpos de prova SMAW | | |
|---|----------|----------------|
| Amostra | Processo | Dureza Vickers |
| CP1 | SMAW | 137 |
| CP2 | SMAW | 139 |
| CP3 | SMAW | 135 |
| CP4 | SMAW | 137 |
| CP5 | SMAW | 133 |
| CP6 | SMAW | 135 |
| CP7 | SMAW | 131 |
| CP8 | SMAW | 133 |
| CP9 | SMAW | 131 |
| CP10 | SMAW | 139 |

Fonte: os autores (2024).

É crucial destacar que diferenças na ordem de 0,7% podem estar dentro da faixa normal de variação associada a processos de fabricação e ensaios mecânicos. Variações na composição química ou na microestrutura do material podem influenciar as propriedades mecânicas. Tolerâncias padrão, tanto nos processos de soldagem quanto nos materiais utilizados, podem contribuir para variações nesse nível.

CONCLUSÃO

Os ensaios mostraram que o GMAW oferece uma resistência superior dos materiais soldados em relação ao SMAW. Especificamente, o GMAW apresentou maior resistência à tração e dureza, que são fatores essenciais para garantir a integridade e durabilidade das estruturas metálicas. Essas propriedades são cruciais para aplicações onde a resistência mecânica é fundamental.

O GMAW oferece benefícios como uma taxa de deposição mais alta, menos retrabalho e um controle de qualidade mais eficiente, tornando-o preferível para

projetos de soldagem. Em resumo, o GMAW é a escolha ideal para a soldagem de estruturas metálicas que exigem alta resistência e durabilidade, garantindo a segurança e longevidade das construções. Portanto, recomenda-se o uso do processo GMAW em aplicações críticas onde a resistência dos materiais é de suma importância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. A. Georgiou, “**Non-destructive testing and evaluation of metals,**” ... *Science and Engineering, Encyclopedia of Life ...*, 2009.
- [2] N. P. Migoun and N. V. Delenkovsky, “**The Ways of Penetrant Testing Applicability for Rough Surfaces,**” in *17th World Conference on Nondestructive Testing*, 2008.
- [3] M. Gupta, M. A. Khan, R. Butola, and R. M. Singari, “Advances in applications of Non-Destructive Testing (NDT): A review,” *Advances in Materials and Processing Technologies*, vol. 8, no. 2, 2022, doi: 10.1080/2374068X.2021.1909332.
- [4] A. kokke Santiago, A. M. S. Freitas, and R. C. M. de Crasto, *Manual de Construção em Aço Steel Framing: Arquitetura*, vol. 4, no. 3. 2012.
- [5] D. Iordachescu and L. Quintino, “**Steps toward a new classification of metal transfer in gas metal arc welding,**” *J Mater Process Technol*, vol. 202, no. 1–3, pp. 391–397, Jun. 2008, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2007.08.081.
- [6] P. Hariprasath, P. Sivaraj, V. Balasubramanian, S. Pilli, and K. Sridhar, “Effect of the welding technique on mechanical properties and metallurgical characteristics of the naval grade high strength low alloy steel joints produced by SMAW and GMAW,” *CIRP J Manuf Sci Technol*, vol. 37, pp. 584–595, May 2022, doi: 10.1016/j.cirpj.2022.03.007.
- [7] R. H. G. e. Silva, T. L. F. da C. Pinto, J. C. Dutra, E. B. Puhl, A. B. Viviani, and M. B. Schwedersky, “Welding Joint Features Extraction Algorithm for Laser Triangulation Sensors Applied to Root Pass Control,” *Soldagem & Inspeção*, vol. 22, no. 1, pp. 14–23, 2017, doi: 10.1590/0104-9224/SI2201.03.
- [8] D. D. Schwemmer, D. L. Olson, and D. L. Williamson, “**Relationship of weld penetration to the welding flux,**” *Weld J (Miami Fla)*, vol. 58, no. 5, 1979.
- [9] F. M. de Abreu, R. H. F. de Melo, M. A. dos Santos, J. W. de A. Souza, and C. de L. Santos, “Qualification of welded joints used in the sugar and alcohol sector of ASTM A335 P22 steel pipes welded by GTAW and SMAW processes,” *Brazilian Journal of Development*, vol. 10, no. 1, pp. 1800–1814, Jan. 2024, doi: 10.34117/BJDV10N1-111.
- [10] A. Turazi and W. R. Bolduann, “Influência da técnica de dupla camada na microestrutura da ZAC durante soldagem por arco submerso do aço SAE 1020,” *REVISTA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA*, vol. 15, no. 1, Feb. 2023, Accessed: Apr. 27, 2024. [Online]. Available: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/21006>
- [11] N. V. Delenkovskii and A. B. Gnusin, “Vacuum Intensification of Filling Defects with Penetrants under Liquid-Penetrant Testing,” *Russian Journal of Nondestructive Testing*, vol. 55, no. 1, 2019, doi: 10.1134/S1061830919010042.
- [12] J. M. Hernandez, K. Basso, and M. M. Brandão, “Pesquisa Experimental em Marketing,” *Revista Brasileira de Marketing*, vol. 13, no. 2, 2014, doi: 10.5585/remark.v13i2.2692.