

## ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DIAGNÓSTICA DOS DEFEITOS ENCONTRADOS EM SOLDAS ATRAVÉS DA INSPEÇÃO VISUAL

Davidson Wagner Santos de Farias (UNINASSAU) E-mail: davidsonwagner@gmail.com

Iury Sousa e Silva (UNINASSAU) E-mail: iury.silva@sereducacional.com

Roberto Luiz Frota de Menezes Vasconcelos (UNINASSAU) E-mail: roberto.menezes@sereducacional.com

Bianca Nathália Andrade de Souza (UNINASSAU) E-mail: bianca.souza@sereducacional.com

Hugo Felipe Alves de Almeida (UNINASSAU) E-mail: hugo.almeida@sereducacional.com

**Resumo:** A soldagem pode ser caracterizada como um processo de união entre duas peças metálicas através da utilização de uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão. Diante desse procedimento, é resultado a solda. A inspeção visual é um ensaio muito usado no âmbito da aplicação de soldas, com o objetivo de verificar as condições e qualidade na união de peças que compõem a estrutura metálica. Vale destacar que se trata de um ensaio não destrutivo de fácil execução e baixo custo de operacionalização, uma vez que não necessita de equipamentos especiais. Este trabalho tem como objetivo geral apresentar as técnicas de aplicação no processo de soldagem em estruturas metálicas. Como também analisar as principais variáveis em torno do processo, suas terminologias, simbologias e principais discontinuidades ocasionadas, fazendo a utilização do ensaio de inspeção visual a fim de verificar tais variáveis. Para a realização desse estudo, buscou-se utilizar uma pesquisa exploratória com o objetivo de levantar e fornecer maiores informações técnicas- profissional para o setor da engenharia mecânica, no que se refere a soldagem de elementos metálicos, sobre a detecção de falhas no processo de soldagem, diagnosticadas pelo método de ensaio da inspeção visual. Por fim, ficou claro e evidente que o ensaio de inspeção visual deve ser uma técnica utilizada antes de qualquer outro ensaio, para que possa ter um melhor aproveitamento do seu grau de qualidade. Apesar de ser um processo de baixo custo, a sua eficiência é bastante significativa nos diagnósticos das falhas nas juntas soldadas.

**Palavras-Chave:** Soldagem, Inspeção visual, Estrutura metálica, Falhas.

**Abstract:** Welding can be characterized as a process of joining two metal parts through the use of a heat source, with or without the application of pressure. In view of this procedure, welding is the result. Visual inspection is a test widely used in the scope of welding applications, with the objective of verifying the conditions and quality in the union of parts that make up the metallic structure. It is worth noting that this is a non-destructive test that is easy to perform and has low operating costs, since it does not require special equipment. This work has as general objective to present the application techniques in the welding process in metallic structures. As well as analyzing the main variables around the process, their terminologies, symbologies and main discontinuities caused, making use of the visual inspection test in order to verify such variables. In order to carry out this study, we sought to use an exploratory research with the objective of raising and providing more technical-professional information for the mechanical engineering sector, regarding the welding of metallic elements, on the detection of flaws in the process of welding, diagnosed by the visual inspection test method. Finally, it became clear and evident that the visual inspection test must be a technique used before any other test, so that it can take better advantage of its quality level. Despite being a low-cost process, its efficiency is quite significant in the diagnosis of faults in welded joints.

**Keywords:** Welding, Visual inspection, Metal structure, failures.

### 1. Introdução

A área da engenharia mecânica é um dos principais segmentos de alavancamento da economia do nosso país. No entanto, no passado, este setor não tinha uma tamanha notoriedade para o mercado econômico como nos dias atuais. Logo, ao longo dos anos, a engenharia mecânica passou por diversas formulações no que tange a utilização de novas ferramentas e equipamentos tecnológicos, cuja finalidade foi de aprimoramento do seu setor produtivo. Diante desta situação, é destacado que na primeira metade do século XX, ocorreram diversas mudanças neste segmento, com a finalidade de elevar os seus índices de produção. Por sua vez, dentre tais mudanças, pode-se destacar os processos de soldagem.

A soldagem pode ser caracterizada com um processo de união entre duas peças metálicas através da utilização de uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão. Diante desse procedimento, é resultado da solda. A soldagem, atualmente, é de extrema importância para o desenvolvimento de atividades que envolvam o uso de estruturas metálicas como o setor da construção civil, siderúrgica, naval e entre outras.

A indústria, de maneira geral, percebeu que na união de peças e componentes metálicos, com a aplicação das soldas, há uma grande viabilidade no que diz respeito à substituição dos processos de solidarização de tais estruturas por rebites. Logo, a soldagem faz com que ocorra de maneira considerável a diminuição do peso do conjunto estrutural das peças metálicas, como também a minimização significativa do tempo necessário para sua fabricação, diferentemente das estruturas por rebites.

Diante dos diversos benefícios da solda no campo da engenharia mecânica, ao longo dos anos, o processo de soldagem passou por inúmeros aprimoramentos, resultando na adoção de máquinas e equipamentos tecnológicos. Com isso, processos de soldagem a arco elétrico, fazendo uso de gases inertes (MIG), ou então, gases ativos (MAG) está sendo o mais utilizado nos dias atuais. Pois, tal procedimento tem uma maior viabilidade prática, econômica e produtiva.

Vale destacar que para realizar soldas, é importante que o profissional além de ter habilidades práticas, tenha conhecimento dos parâmetros técnicos estabelecidos em normas regulamentadoras, de modo que se tenha uma vida útil favorável. Em suma, o conhecimento acerca dos parâmetros de soldagem (intensidade da corrente, tipos de gases de proteção, tensão do arco, velocidade de soldagem etc.) é de extrema valia para o sucesso de uma boa qualidade do cordão de solda MIG ou MAG.

Por sua vez, esse trabalho tem como tema a análise dos processos de soldagens através de ensaios de inspeção visual, considerando os quesitos de qualidade, durabilidade e capacidade de resistência da solda aplicada em estruturas metálica, delimitando-se no levantamento de dados, informações e técnicas que são utilizadas para analisar a aplicação de soldas em peças metálicas.

Contudo, esta análise está pautada em procedimentos de ensaios de inspeção visual, sendo essa, uma das atividades mais comuns encontradas no segmento industrial, como também na engenharia mecânica. Como o processo de aplicação de solda faz a utilização de tecnologia avançada e equipamentos modernos, a inspeção visual de solda deve conter características importantes dos diversos tipos de peças. Diante dessa conjuntura teórica, a delimitação deste estudo acerca do pressuposto anterior se faz importante para que os profissionais da área tenham conhecimento da empregabilidade sobre este tipo de ensaio.

Sabe-se que os serviços de soldas são uma importante técnica para o desenvolvimento de grandes obras metálicas através do processo de ligação rígida. No entanto, associado aos serviços de soldas, a inspeção visual de tais procedimentos é de extrema importância para se analisar a eficiência do seu trabalho. Logo, a inspeção visual vem sendo um ensaio muito importante no que diz respeito a qualidade de aplicação da solda.

Tendo esse consentimento inicial, esta pesquisa tem como questão principal a seguinte: Quais os principais problemas apresentados na aplicação do processo de soldagem em estruturas metálicas?

A inspeção visual é um ensaio muito usado no âmbito da aplicação de soldas, com o objetivo de verificar as condições e qualidade na união de peças que compõem a estrutura metálica. Vale destacar que se trata de um ensaio não destrutivo de fácil execução e baixo custo de operacionalização, uma vez que não necessita de equipamentos especiais. Os ensaios não destrutivos, usados nas técnicas de inspeção visual, podem ser considerados como aqueles que quando executados em peças acabadas ou semiacabadas não irão interferir no processo de durabilidade do elemento, como também na sua resistência mecânica.

Por se tratar de uma técnica utilizada em larga escala no mundo todo, envolvendo diversos setores de várias áreas da engenharia, é de extrema importância que os profissionais que trabalham diretamente ou indiretamente com a soldagem tenham conhecimentos técnicos mínimos sobre esta temática.

Quando não dado a devida importância, o processo de soldagem gera inúmeros retrabalhos

para a estrutura, podendo aumentar em até 25% o custo global da estrutura, um percentual bastante elevado no âmbito da soldagem. Nesse tocante, o ensaio de inspeção visual é aplicado para esta finalidade, no entanto, o mesmo deve ser utilizado em duas etapas, tanto no pré-soldagem quanto na pós-soldagem a fim de se verificar possíveis descontinuidades nas estruturas metálicas. Logo, o primeiro estágio de inspeção visual (pré-soldagem) tem o intuito de detectar possíveis defeitos de geometria da junta, como também a verificação de descontinuidades no metal base. Já o segundo estágio (pós-soldagem) detecta possíveis descontinuidades induzidas na soldagem.

Dessa maneira, este estudo é justificado pela importância de o profissional conhecer os diversos benefícios do processo de soldagem em estruturas metálicas, como também do seu respectivo ensaio, inspeção visual, comumente utilizado para se obter a qualidade no serviço executado. De maneira geral, a inspeção visual faz a detecção de irregularidades superficiais, pontos e estados de corrosão, qualidade de acabamentos, resistências aos esforços mecânicos, evidências de vazamento, acabamento das peças e estado superficial dos elementos. Logo, percebe-se a importância da aplicação de tal ensaio durante o processo de soldagem. Por isso, todas essas técnicas e conhecimentos devem ser absorvidos pelos indivíduos que atuam nesse segmento.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo geral apresentar as técnicas de aplicação no processo de soldagem em estruturas metálicas. Como também analisar as principais variáveis em torno do processo, suas terminologias, simbologias e principais descontinuidades ocasionadas, fazendo a utilização do ensaio de inspeção visual a fim de verificar tais variáveis.

Ademais, tem-se os seguintes objetivos específicos, cuja finalidade é de alcançar o objetivo geral deste estudo: Apresentar um panorama geral acerca do processo de soldagem e ensaio de inspeção visual realizado em estruturas metálicas; Explanar a respeito dos diversos benefícios de aplicação da solda em peças metálicas; Relatar de forma sucinta os principais defeitos ocorridos no processo de soldagem; Apresentar a forma prática o processo de realização do ensaio de inspeção visual após a aplicação da soldagem.

## **2. Fundamentação Teórica**

### **2.1 Processo de soldagem**

A soldagem foi um processo descoberto há mais de 4000 anos atrás pela humanidade, na época, tal procedimento era executado utilizando recursos de brasagem e forjamento. Com a sua grande eficiência no passado, a soldagem teve sua maior notoriedade a partir da Primeira Guerra Mundial, passando a ser utilizada no forjamento de materiais bélicos. Contudo, foi somente a partir da Segunda Guerra Mundial que o processo de soldagem começou a ser inserido em várias outras diversas atividades operacionais de mercado, desse modo, nesta época, destaca-se o impulso na tecnologia de soldagem (BRANDI, 1995).

Conforme a American Welding Society (AWS, 1991), o processo de soldagem pode ser entendido com uma operação que tem por intuito a obtenção da coalescência localizada, sendo esta produzida pelo método de aquecimento até atingir uma temperatura significativa na região de aplicação. A soldagem pode ser aplicada tanto sem recursos de pressão quanto no uso de metal de adição. Portanto, tal procedimento técnico pode ser caracterizado como solda. Logo, a figura 01 traz um esquema prático acerca de uma solda.

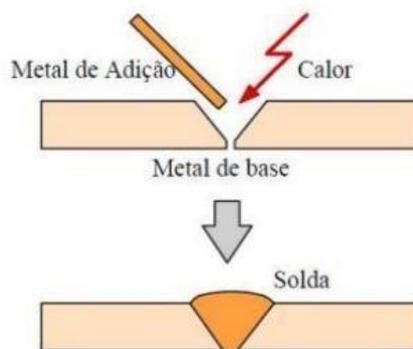


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 1 - Esquema prático de um processo de soldagem. Fonte: MODENESI, 2009.

Já para Machado (1996), o processo de soldagem é caracterizado pela união de dois corpos sólidos de modo permanente. No meio industrial, a soldagem deve estar intimamente ligada às continuidades das propriedades das peças de metais, a saber: metalúrgica, mecânica, física, química e entre outras. Essa finalidade serve para propiciar o controle da metalurgia de soldagem, a fim de que a solda alcance as propriedades citadas anteriormente. Esse procedimento é o mais comumente utilizado no setor industrial.

De acordo com Ramos (2011), o processo de soldagem pode ser classificado de duas formas, a saber: Tanto pelo tipo de fonte de energia que é utilizada no processo, quanto pela natureza de união dos elementos. Portanto, quando se pretende realizar a soldagem em estruturas metálicas, é de extrema importância que o profissional defina o processo de soldagem, como também a fonte de energia e os materiais que serão usados. Isso se faz importante para que o indivíduo consiga conhecer os principais parâmetros que serão controlados. Tais parâmetros são a tensão de soldagem e sua corrente.

Modenesi (2009) expõe que os parâmetros no processo de soldagem representam a energia do arco elétrico. Por conseguinte, tal energia é capaz de derreter o metal de base e o arame, de modo que após o derretimento desses elementos, os materiais se unem logo após o seu resfriamento. Vale destacar, no âmbito do pensamento do mesmo autor, que quando o metal é derretido no processo de soldagem, ocorre a formação de uma poça de solda que se movimenta de maneira oscilatória, resultado da excitação oriunda do arco e da transferência metálica.

## 2.2 Principais causas de problemas no processo de soldagem

Os problemas de soldagem são algo muito comum no setor industrial. Pequenas causas que vão desde a falta de conhecimento técnico-profissional do indivíduo até a inadequação de materiais aplicados, geram grandes problemas patológicos para as estruturas metálicas. Entre as diversas causas, tem-se a inaptidão do material-base no que tange às suas propriedades mecânicas e químicas, as quais são submetidas a riscos de deformações e rupturas (SOUZA, 2010).

Para Ribeiro (2000), as causas dos problemas no processo de soldagem podem surgir também através da escolha inadequada do método e da técnica a ser aplicada no procedimento, como também dos seus parâmetros. Desse modo, alguns defeitos de soldagem como ruína por ruptura frágil e defeitos de difícil remoção são característicos dessa situação. O autor ainda expõe que a falta de qualificação profissional é capaz de gerar grandes defeitos no processo de soldagem, principalmente nos aspectos mecânico-visual.

Já para Sanches (2010), grande parte dos problemas causados no processo de soldagem, verificados através dos ensaios de inspeção visual são originados a partir do uso de aparelhos incorretos de soldagem, como também na escolha de instrumentos de controle inadequados ou

defeituosos. O autor ainda cita que outros fatores como erro na execução dos métodos de montagem e também, a falta de cuidados acerca da limpeza nas juntas das peças metálicas a serem soldadas, tanto nos processos de pré-soldagem quanto no pós-soldagem, acabam levando o surgimento de trincas nas estruturas, e assim, comprometendo sua resistência estrutural.

De acordo com Branchini (1995), as juntas são uma das maiores dificuldades no procedimento de soldagem, uma vez que a sua execução de modo errado, ou a escolha de materiais de má (soldas) qualidade podem não assegurar a qualidade do componente estrutural quando submetido aos ensaios não destrutivos. No entanto, entre as diversas causas patológicas no processo de soldagem, existem medidas e soluções que quando aplicadas corretamente, garantem condições necessárias para um desempenho satisfatório da estrutura ao longo de sua vida útil.

A tabela 01, mostrada logo abaixo, traz as diversas descontinuidades induzidas pelos vários processos de soldagem.

Tabela 1- Descontinuidades induzidas pelos processos de soldagem

Processos de soldagem	Descontinuidades
Soldagem TIG	Trincas, Falta de fusão, Porosidade e Falta de penetração
Soldagem MIG MAG	Trincas, Falta de penetração, falta de fusão, porosidade e Mordedura
Soldagem Eletrodo Revestido	Trincas, Falta de penetração, falta de fusão, porosidade, Inclusão de escória e Mordedura
Soldagem a Arco Submerso	Trincas, Falta de penetração, falta de fusão, porosidade, Inclusão de escória e Mordedura
Soldagem a Arco com Arame Tubular	Trincas, Falta de penetração, falta de fusão, porosidade, Inclusão de escória e Mordedura

Fonte: Branchini, 1995.

### 2.3 Ensaio de inspeção visual

O ensaio de inspeção visual é caracterizado como um ensaio não destrutivo básico. Este ensaio foi o primeiro a ser utilizado pelo homem no que se refere aos ensaios não destrutivos. E mesmo assim, ainda é utilizado em larga escala no segmento industrial. Vale destacar que o mesmo precede todos os outros ensaios executados no processo de soldagem. A principal função deste método é levantar e fornecer informações quantitativas e qualitativas de modo mais claro e objetivo do que os outros END's (Ensaio Não Destrutivo). Diferentemente dos outros ensaios que baseiam os princípios de uso de propriedades ondulatórias de luz, seus testes são embasados nas leis da óptica geométrica (MARQUES, 1991).

De acordo com Cotta (2014), o ensaio de inspeção visual deve ser executado com o auxílio de equipamentos específicos, por exemplo, utilização de lupas, boroscópios e/ou instrumentos capazes de diagnosticar possíveis problemas através de uma inspeção remota, algumas câmeras acopladas em robôs são um dos métodos para esta situação. Contudo, o ensaio de inspeção visual também pode ser executado à vista desarmada, ou seja, o profissional não usa nenhum equipamento e/ou instrumento para a sua execução.

Para Okumura (1982), a inspeção visual é uma excelente técnica para se obter a qualidade da soldagem. Diante disso, é possível, através desse processo de verificação, obter possíveis detecções de não conformidades antes e após a operação de soldagem, como por exemplo: corrosão, descontinuidades de soldas, ângulo do bisel, alinhamento das partes soldadas, abertura da raiz, face da raiz, ângulo do chanfro e a existência de elementos contaminantes.

Lopes & Pellin (2010) afirmam que para a realização do ensaio de inspeção visual se faz necessário adotar uma sequência de procedimentos técnicos composta por duas etapas, a saber: a preparação da superfície e inspeção pelo método visual augurado no procedimento qualificado. Vale destacar que todas as sequências de realização do ensaio devem estar sob

boas condições de iluminação, como também o profissional apresentar experiência no reconhecimento de defeitos e/ou descontinuidades. É sabido que a operação de soldagem deve contar com uma correta sequência de execução do ensaio, onde na maioria das vezes é realizado por mais de uma vez. Esta situação serve para evitar possíveis incorreções que acarretaria dificuldades de reparos posteriores, a exemplo, ajuste incorreto de juntas.

De acordo com Ribeiro (2000), o ensaio de inspeção visual é uma excelente alternativa para se evitar defeitos no processo de soldagem. Por isso é largamente utilizado nos dias atuais, avaliando condições e qualidade de uma solda. Dessa maneira, através do ensaio, é possível obter uma rápida detecção e correção de defeitos gerados a partir da soldagem nas estruturas metálicas, assim, significando uma notável economia para o custo global da estrutura. É importante mencionar que além de ser de fácil execução, com custo baixo e sem a necessidade de uso de equipamento especial, este ensaio pode ser considerado como um método primário nos programas de controle de qualidade no setor industrial.

### **3. Metodologia**

Para a realização desse estudo, buscou-se utilizar uma pesquisa exploratória com o objetivo de levantar e fornecer maiores informações técnicas-profissional para o setor da engenharia mecânica, no que se refere a soldagem de elementos metálicos, sobre a detecção de falhas no processo de soldagem, diagnosticadas pelo método de ensaio da inspeção visual. Por conseguinte, esta pesquisa está concentrada em explorar conhecimentos acerca da aplicação do ensaio de inspeção visual a fim de identificar os problemas patológicos originados antes e depois do processo de soldagem.

Para o método deste estudo aplicou-se uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. A pesquisa bibliográfica serviu para demonstrar todo campo referencial, tomando como base todas as sequências dos procedimentos de soldagem e também os principais parâmetros normativos a ser seguidos tanto na aplicação de soldas quanto na realização de ensaios de qualidade em estruturas metálicas, sendo este o método de inspeção visual. Por sua vez, o estudo de caso foi de extrema importância para inspecionar em uma metalúrgica do município de Fortaleza- CE algumas amostras de juntas soldadas. Sendo que tais amostras são constituídas de aço carbono. Por fim, foi necessário se utilizar de mecanismos de coleta de dados a partir de documentação indireta que foi analisada de forma qualitativa.

A pesquisa foi realizada com foco na identificação de problemas gerados a partir do processo de soldagem, de modo que através do ensaio de inspeção visual, tais problemas pudessem caracterizados para aplicar técnicas de reparo sem danificar a estrutura do elemento. Ademais, tem-se o propósito de construir um entendimento teórico aos profissionais que trabalham diretamente com o processo de soldagem, como também aos leitores de outras áreas que tenham interesse na temática deste estudo. Essa pesquisa foi realizada entre o período dos meses de agosto a dezembro do ano de 2022.

Como instrumento de coleta de dados, optou-se pela técnica de utilização da pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. Todas as informações e dados acerca do tema desenvolvido, corroborando com a perspectiva das propriedades físicas e mecânicas do processo de soldagem, foram obtidas mediante utilização do acervo bibliográfico como artigos, livros, sites, revistas, teses, periódicos e entre outros trabalhos disponíveis na literatura brasileira. Logo, o estudo de caso importante para a realização de registros fotográficos das juntas soldadas, assim, teve-se uma melhor interpretação das amostras analisadas.

### **4. Resultados e discussão**

Como dito anteriormente, este trabalho mostrará os resultados de uma pesquisa realizada com base em um estudo de caso feito numa metalúrgica do município de Fortaleza- CE. Logo, todos os dados que serão aqui relatados foram efetuados através da análise de amostras de

peças metálicas que passaram por um processo de soldagem. Desta maneira, realizou-se o ensaio de inspeção visual em cada amostra com a finalidade de detectar possíveis problemas na soldagem.

Diante disso, ficou percebido, através das visitas em campo na metalúrgica, que para o processo de soldagem dos elementos metálicos, foi usado um gerador como fonte de energia, uma máquina retificadora de solda e um eletrodo E 7018 ESAB como material de adição para a união das juntas. Vale destacar que as soldas foram realizadas em estruturas metálicas de aço carbono de diâmetro de três polegadas. A figura 02 traz algumas amostras que passaram pelo processo de soldagem e foram submetidas ao ensaio de inspeção visual desta pesquisa.



#### 4.1 Acompanhamento do processo de soldagem

Para a aplicação do processo de soldagem nos elementos analisados, foi necessário estabelecer, primeiramente, uma série de verificações com a finalidade de evitar o surgimento de discontinuidades na atividade. Esse cuidado foi de extrema importância para garantir a segurança durante a operação do processo. Logo, todo este procedimento no que diz respeito à segurança e qualidade da soldagem, partiu dos critérios estabelecidos pela American Welding Society (AWS). Esta norma referenciou todo o procedimento de soldagem.

Posteriormente a essas considerações práticas iniciais, realizou-se uma inspeção visual de maneira prévia, ou seja, uma análise sintética acerca das condições ambientais, dos equipamentos e dos eletrodos utilizados, a fim de garantir uma boa qualidade da solda. Foi verificado também, as juntas a serem soldadas, preparação do chanfro, verificação da presença de óleo, graxas e entre outros resíduos sob a superfície da junta. Por conseguinte, a soldagem foi executada em uma posição plana, com a aplicação de ponteamentos ao longo da estrutura, consistindo na efetivação de cordões curtos e distribuídos entre as juntas. Esse procedimento foi importante para que as juntas se mantivessem em posição entre as peças e a soldagem de canto.

Ao término da aplicação da soldagem, optou-se por realizar o ensaio de inspeção visual de maneira direta, sem auxílio ótico, ou seja, o ensaio foi executado pela visão de maneira conduzida, não utilizando nenhum tipo de equipamento e/ou instrumento ótico. No entanto, foi necessário fazer uso de uma fonte externa de iluminação para dar uma maior visibilidade na região que seria analisada.

Logo, todo processo foi feito a uma distância máxima de 680 mm, entre a superfície soldada e os olhos. Vale destacar que o ângulo de visão com as juntas soldadas foi de trinta graus.

Ressalta-se que tanto os biséis, quanto às superfícies ensaiadas (juntas de soldas) estavam totalmente limpas de impurezas como óleos, graxas, escórias, respingos, abertura de arco, tinta e entre outras. Essa isenção das impurezas nos elementos é resultado da aplicação de técnicas de escovamento e esmerilhamento na etapa preliminar, onde foi preparado a região que seria soldada. Diante do exposto, a tabela 02 descreve os parâmetros que foram adotados para preparar a superfície a ser aplicada a soldagem.

Tabela 2- – Parâmetro de preparação de superfície.

ESTADO INICIAL DA SUPERFÍCIE	PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE	PADRÃO MÍNIMO REQUERIDO
Solda com escória, respingos e aberturas de arco	Esmerilhamento e/ou Escovamento	Livre de escória, respingos e aberturas de arco
Tubo ou chapa com oxidação INTEMPERISMO ISO 8501-1/2 Graus B, C ou D	covamento, Raspagem e/ou esmerilhamentos	ISO 8501-1/2 B, C ou D St3
Superfície com graxa, óleo ou tinta	Limpeza química com solvente, raspagem, limpeza alcalina ou ácida e outros.	Limpa
Chanfro para soldagem com rugosidade excessiva ou oxidação	Esmerilhamento e/ou escovamento	Ao metal brilhante com rugosidade máxima conforme AWS C4.1- Grau

Fonte: Modificado, próprio autor, 2022.

Posteriormente a realização do esmerilhamento e escovamento das superfícies das estruturas metálicas, aplicou-se solvente, com o uso de panos embebidos, a fim de remover particulados e óxidos que viesse a permanecer após o processo de limpeza nas superfícies que seriam analisadas. É válido destacar que o verniz aplicado sob os biséis foram removidos antes do processo de soldagem. Todas as irregularidades oriundas do processo de corte dos metais, como também a presença dos resíduos de carbono e escórias, foram removidas para que não ocasionassem a manifestação patológica ao fim do processo de soldagem. O grau de rugosidade apresentado pelas estruturas foi igual 2, de acordo o padrão estabelecido pela AWS- C4.1- 77. A figura 03 mostra o término de soldagem de algumas peças analisadas.



Ao fim da soldagem, mais precisamente no ensaio de inspeção visual, buscou-se utilizar a iluminação natural associada a iluminação artificial, auxiliado por lâmpadas e lanternas, com uma intensidade luminosa de 1000 lux a fim de detectar e avaliar as pequenas descontinuidades. Logo de início do exame, nas juntas soldadas, identificou-se descontinuidades como porosidade, falha no metal base e falta de disposição. A figura 03

mostra a porosidade encontrada em uma das juntas soldada do metal.



Figura SEQ Figura \\* ARABIC 4 - Presença de porosidades na solda.  
Fonte: Próprio autor.

Destaca-se que todas as discontinuidades observadas após o processo de soldagem foram diagnosticadas no equipamento, solicitando assim, a suas correções junto a produção. Portanto, funcionários da metalúrgica que trabalham diretamente com a parte de acabamento de qualidade, foram solicitados a promoverem ações de prevenção no processo de soldagem. Dessa maneira, pode-se destacar que as discontinuidades foram geradas pelos seguintes parâmetros: Porosidade: foi gerada pela empregabilidade de técnicas equivocadas, a saber: velocidade excessiva da soldagem, falta de limpeza no metal base e comprimento elevado do arco; Mordedura: Aplicação de corrente elevada e superaquecimento da peça metálica; Falta de penetração: Oriundas da aplicação de técnicas de má qualidade, como também erradas durante o processo de soldagem, tais técnicas observadas foram as seguintes: falta de preparação da junta, velocidade excessiva na soldagem, corrente com baixa intensidade e eletrodo com diâmetro muito grande.

#### 4.2 Ações de reparos

Diante de todos os defeitos observados no processo de pós soldagem pelo ensaio de inspeção visual, verificou-se que o soldador utilizava técnicas de soldagem equivocadas. A detecção da porosidade agrupada dos poros foi uma das falhas mais presentes nas juntas de solda. Esse problema é ocorre na abertura e fechamento do arco elétrico. Dessa maneira, a fim do ensaio, foi solicitado ao profissional que fizesse um pequeno passe a ré, para que fosse possível refundir a área de passe, para assim, evitar futuras discontinuidades similares.

Já nas falhas de mordedura, foi observado que o problema ocorreu durante a elevação da intensidade de corrente na soldagem, pois os soldadores tinham a necessidade de aumentar a deposição do metal de solda. Para sanar esse defeito durante as atividades práticas, a metalúrgica irá elaborar registros de treinamentos e conscientização acerca dessa técnica equivocada. Por fim, a falta de penetração teve seu surgimento devido à falta de uma preparação adequada do chanfro, como também uma abertura excessiva da junta. Para sanar este problema, foi necessário refazer o chanfro.

#### 5. Conclusão

Diante dos resultados obtidos com esta pesquisa, pode-se concluir, então, que o ensaio de inspeção visual deve ser executado em momentos de pré-soldagem e pós- soldagem, porém, em pequenos intervalos de tempo. Logo, todo o procedimento deve ser realizado por profissionais habilitados, uma que vez que o conhecimento técnico é de extrema importância,

no que se refere a prevenção e recuperação das manifestações patológicas nos elementos metálicos.

Em síntese, foi possível observar que o ensaio de inspeção visual é uma excelente ferramenta no controle de qualidade da soldagem, pois, além de possuir um custo reduzido para sua execução, sem a necessidade de se utilizar grandes instrumentos e/ou equipamentos, o mesmo descreve de forma detalhada os defeitos originados no processo de soldagem.

É importante destacar que mesmo com a aplicação de um ensaio de inspeção visual rigoroso, seguindo os procedimentos bem especificados nas normatizações definidas, tendo a finalidade de buscar alternativas corretivas na soldagem, as descontinuidades são algo que podem ocorrer de forma comum. Logo, para tentar minimizar o surgimento desses problemas, se faz necessário que o soldador tenha conhecimentos e habilidades técnicas.

Desse modo, o entendimento técnico acerca dos parâmetros de soldagem permitirá uma intervenção de forma mais eficaz na prevenção de defeitos durante as fases do processo de soldagem. Portanto, ficou percebido na realização do ensaio de inspeção visual que as descontinuidades são causas simples que ocorrem durante o processo de soldagem e que por muitas das vezes podem ser reparadas de modo facilmente, sem a necessidade de elevar o custo da atividade e sem danificar a resistência mecânica da peça soldada.

Por fim, ficou claro e evidente que o ensaio de inspeção visual deve ser uma técnica utilizada antes de qualquer outro ensaio, para que possa ter um melhor aproveitamento do seu grau de qualidade. Apesar de ser um processo de baixo custo, a sua eficiência é bastante significativa nos diagnósticos das falhas nas juntas soldadas.

### Referências

**AWS.** *Gas metal arc welding*. Welding Handbook. 8 ed. Miami, AWS, v.2, 1991. P-109-155.7.

**BRANCHINI, S. D.** Classificação dos processos de soldagem. In: **WAINER, E.; BRANDI, S.D. & MELLO, F.B.H.** *Soldagem: processos e metalúrgica*. Editora Edgard Blucher Ltda, 1995.

**BRANDI, S.D. & MELLO, F.B.H.** *Soldagem: processos e metalúrgica*. Editora Edgard Blucher Ltda, 1995.

**COTTA, M. A. D.** *Melhorias em Qualidade de Solda: Estudo de Caso em Estaleiro*. 2014. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval e Oceânica, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

**LOPES, P.** *Curso de inspetor de soldagem – Nível 1*. Condor, 2010. Apostila. **MACHADO, I. G.** *Soldagem e técnicas conexas: processos*. Porto Alegre, 1996.

**MARQUES, P. V.** *Tecnologia da soldagem*. Belo Horizonte, 1991.

**MODENESI, P. J.** *Introdução a física do arco elétrico e sua aplicação na soldagem dos metais*. Belo Horizonte: Dep. Eng Metalúrgica da UFMG, 2009 141p.

**OKUMURA, T. & TANIGUCHI, C.** *Engenharia de Soldagem e Aplicações*. Rio de Janeiro: Ltc - Livros e Técnicos Científicos Editora S. A., 1982. 461 p.

**RAMOS, E. D.** *Análise da oscilação da poça de solda em GMAW por meio de processamento de imagens obtidas por perfilografia*. Dissertação de mestrado – Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

**RIBEIRO, D. M.** *Tecnologia da Solda*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

**SANCHES, R.** *Defeitos em Solda Detectáveis através de Inspeção visual*. Manaus, 2010.

**SOUZA, D.** *Levantamento de mapas operacionais de transferência metálica para soldagem MIG/MAG de aço ao carbono na posição plana*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2010.