



## INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS SOLDADAS POR MEIO DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS: LÍQUIDOS PENETRANTES E PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Daniel Machado da Costa<sup>1</sup>; Eduardo José dos Santos Filho<sup>2</sup>; Lucas Aguiar da Silva<sup>3</sup>;  
Pablo Diego Pinheiro de Souza<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Diretoria Acadêmica de  
Indústria - [dmdc1996@gmail.com](mailto:dmdc1996@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Diretoria Acadêmica de  
Indústria - [dudu\\_jsf04@outlook.com](mailto:dudu_jsf04@outlook.com)

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Diretoria Acadêmica de  
Indústria - [lucas94.ifrn@gmail.com](mailto:lucas94.ifrn@gmail.com)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Diretoria Acadêmica de  
Indústria - [pdpsouza@hotmail.com](mailto:pdpsouza@hotmail.com)

### RESUMO

Os ensaios não destrutivos, visam realizar uma avaliação de peças ou equipamentos a fim de prevenir ou corrigir futuras falhas que venham culminar em acidentes de grande proporção. O foco realizado nesta pesquisa foi submeter corpos de prova a estes em ensaios, para isto, foram utilizados dois métodos de ensaios não destrutivos: Líquidos penetrantes e Partículas Magnéticas. Esta é uma pesquisa elaborada qualitativamente com base em bibliografias, normas que regem os ensaios (ASM VIII) e estudos laboratoriais, que objetiva apresentar dados que venham a ser relevantes para a prevenção de acidentes na indústria como um todo. Diante disso os ensaios citados têm grande relevância para a indústria, pois prolongam a vida útil de peças e equipamentos utilizados nela. No decorrer deste trabalho estarão descritos todos os procedimentos realizados, contendo as práticas, seu passo a passo, além dos resultados auferidos.

**Palavras-chave:** Ensaios Não Destrutivos, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas.

### 1. INTRODUÇÃO

O homem se utiliza dos metais desde o início de sua existência. Na idade dos metais, período da pré-história, utilizado para caça e coleta. Nas antigas civilizações clássicas e no período medieval, para uso em guerras e batalhas, até chegar no ápice de seu consumo, na idade Moderna e Contemporânea, por advento das revoluções industriais. Porém, um problema natural que ocorre na maioria

dos metais a qual o homem teve que lidar foi o processo da corrosão, que pode ser definido como o processo de deterioração dos metais por meio de reações químicas, eletroquímicas no meio corrosivo, onde pode alterar a estrutura física do material. Na busca pelo controle e proteção contra os processos corrosivos, foram desenvolvidas várias práticas de tratamento de superfície, muitas em princípio, estudadas cuidadosamente em laboratório, com o intuito de detectar discontinuidades, fazendo uso de



ensaios não destrutivos como os de líquidos penetrantes e partículas magnéticas, por exemplo.

O mecanismo de solda no estudo está ligado a parte de análise e inspeção, com o ideal de verificar o comportamento do material a partir de falhas e/ou defeitos na estrutura soldada. A área de atuação da soldagem na indústria do petróleo refere-se desde a seleção do material, caracterização das áreas soldadas (fabricação de componentes) até a análise obtida por estudos de observação do material. Além disso, com base nos estudos laboratoriais por meio dos ensaios é determinado o correto método de soldagem, para se minimizar possíveis falhas.

O objetivo desse estudo é o de aplicar diretamente no eixo de inspeção de estruturas soldadas a partir do uso de técnicas de ensaios não destrutivos, com o papel associado a detecção de defeitos das matérias na indústria de petróleo e gás. O intuito desse projeto aplica-se ainda, em desenvolver pesquisas e conclusões a partir de análises práticas e laboratoriais dos equipamentos trabalhados, com base na inspeção das juntas soldadas através dos ensaios de líquidos penetrantes e de partículas magnéticas, que detectem falhas de soldagem, como bolhas, incrustações, salpicos, metal não fundido, além de defeitos superficiais e internos, por exemplo. Em outro momento, se possível, os materiais trabalhados serão submetidos a um processo de proteção de superfície, a galvanização, onde em seguida serão postos a um sistema propício a corrosão, a partir daí, amostras serão analisadas e comparadas, quanto a taxa de corrosão e perda de massa das amostras.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste na: preparação da superfície (limpeza da peça, escovar a superfície), aplicação do líquido, remoção do excesso, aplicação do líquido revelador, e por conseguinte a identificação das falhas.

A análise das peças após a realização do ensaio, revelou falhas superficiais em relação as soldas. Esses parâmetros observados são de grande importância para a indústria, pois revelam e previnem falhas que poderiam ocasionar acidentes ou imprevistos referentes a segurança dos trabalhadores e a integridade dos equipamentos da empresa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A segunda metade da pesquisa se resumiu na realização das práticas, efetivação dos ensaios, sendo eles: ensaios por líquidos penetrantes e ensaios por partículas magnéticas. A primeira prática foi realizada em corpos de prova de material metálico (aço 1020) mais especificamente e torno do cordão de solda que por si só são concentradores de tensão. A imagem 1, mostra 4 corpos de prova que foram submetidos ao ensaio. A imagem 2 mostra os corpos de prova após a aplicação do ensaio.

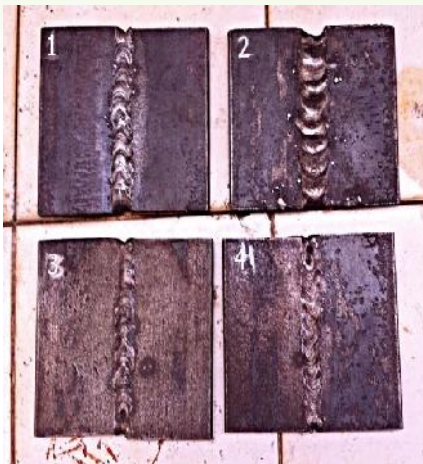


Figura 1: Corpos de Prova antes da realização do ensaio.



Figura 3: Corpo de prova com o acúmulo de Partículas Magnéticas nas falhas.

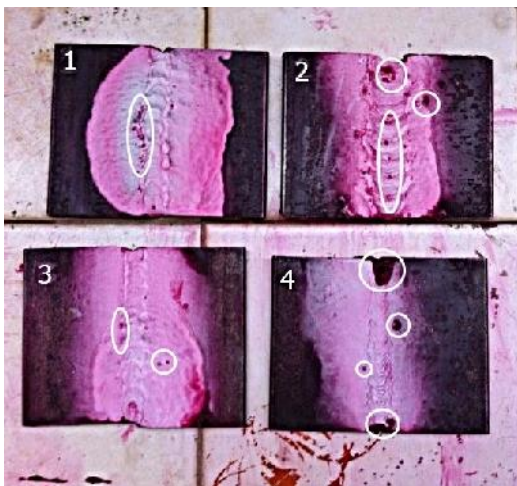


Figura 2: Corpos de prova após a aplicação do líquido penetrante.

A segunda prática também foi realizada em corpos de prova de material metálico (aço 1020) e também em torno do cordão de solda. A aplicação das partículas magnéticas está expressa na imagem 3 e foram destacadas conforme visto. O processo se resumiu na preparação da superfície, aplicação das partículas sobre o cordão de solda, magnetização da peça, comportamento das partículas e análise de resultados.

#### 4. CONCLUSÕES

A proposta inicial deste trabalho consistia em reproduzir ensaios do tipo não destrutíveis, utilizando os métodos de líquidos penetrantes e de partículas magnéticas. Esses ensaios, todos realizados a nível de bancada, visavam inspecionar corpos de prova soldados, afim de detectar possíveis discontinuidades ou falhas no cordão de solda.

A identificação de falhas em estruturas soldadas é importante para que se possa evitar e corrigir possíveis danos que iram afetar de forma direta e indireta o bom funcionamento produtivo industrial e até mesmo a integridade do próprio trabalhador colocando em risco sua vida.

A essencial área de proteção e tratamento de equipamentos por meio de ensaios não destrutivos, haja vista que por esse método existe a capacidade de detectar o foco da falha no material e aplicar a solução viável a partir de análises mais aprofundadas.

Visto isso, com uma série de estudos e pesquisas formadas e a formar na área, os meios tendem a somente se





beneficiar com os avanços trazidos de laboratórios ao meio prático, como o caso da Correção e Proteção industrial, mas vale ressaltar, que tal avanço técnico-científico não restringe-se somente ao setor secundário, e sim a rede geral.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, por nos conceder o dom da vida, força, saúde e coragem para não desistirmos dos nossos objetivos.

Aos nossos familiares, pelo apoio e contribuição no que concerne ao nosso desenvolvimento pessoal e acadêmico, mormente, porque sem o auxílio financeiro e a compreensão dos mesmos seria impossível à realização deste sonho.

A todos os docentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) que colaboraram e construíram para a nossa formação acadêmica e profissional. Em especial, ao nosso orientador Pablo Diego Pinheiro de Souza por seus ensinamentos e brilhante contribuição.

A Petrobrás pelo incentivo à pesquisa acadêmica e científica e pelo apoio financeiro proporcionado por meio do Programa Petrobrás de Formação de Recursos Humanos (PFRH).

A todos aqueles que acreditaram na realização deste trabalho e deram-me forças e estímulo para dar prosseguimento a esta pesquisa e obter sucesso. Em especial, aos nossos colegas de turmas, isto é, as novas e duradouras amizades, feitas no decorrer desses dois anos do curso de Petróleo e Gás, tanto da nossa turma, como de outras que passamos a conhecer nos corredores da instituição, assim como, os

que por motivos maiores acabaram desistindo do curso.

Enfim a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, concomitantemente, a nossa formação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREUCCI, Ricardo. **Líquidos Penetrantes**. São Paulo: Abende, 2003. Disponível em: <[http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec\\_NOTURNO/TM354/Liquidos%20penetrantes.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM354/Liquidos%20penetrantes.pdf)>. Acesso em: 05 de jun. 2014.

ANDREUCCI, Ricardo. **Partículas Magnéticas**. São Paulo: Abende, 2009. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFcuEAB/particulas-magneticas-ricardo-andreucci>. Acesso em: 05 de jun. 2014.

ANDREUCCI, Ricardo. **Ensaio por Ultrassom**. São Paulo: Abendi, 2011. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAEkxMAA/ultra-som> Acesso em: 05 de jun. 2014.

CALLISTER JR, Willian D. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**. Tradução de Sérgio Murilo Stamile Soares. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FERREIRA, Antonio Luiz. **Curso de Formação de Operadores de Refinaria: Química Aplicada: Corrosão**. Curitiba : PETROBRAS : UnicenP, 2002.

GARCIA, Amauri.; ALVARES, Jaime Spim.; SANTOS, Carlos Alexandre dos. **Ensaio dos Materiais**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

JAMBO, Hermano Cezar Medaber; FÓFANO, Sócrates. **Corrosão:**



Fundamentos, monitoração, controle. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

MARQUES, Paulo Villani. **Soldagem:** Fundamentos e Tecnologia. Minas Gerais: FMG, 2007.

SAMPAIO, Raimundo. **Curso de Inspeção de Equipamentos.** Inspeção Visual. [S.l.: s.n., 200-?]. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA2agAE/apostila-inspecao-visua>. Acesso em: 05 de jun. 2014.