



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

DIEGO DIOGENES BESSA CAVALCANTE

**EMPREGO DOS ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS E TESTE HIDROSTÁTICO E DE
CARGA**

MOSSORÓ-RN
2014

DIEGO DIOGENES BESSA CAVALCANTE

**EMPREGO DOS ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS E TESTE HIDROSTÁTICO E DE
CARGA**

Relatório de Estágio apresentado à Universidade Federal Rural do Semi Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo.

Orientador: Prof. Dr. Jardel Dantas Da Cunha DCAT/UFERSA.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

C376i Cavalcante, Diego Diogenes Bessa

EMPREGO DOS ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS E
TESTE HIDROSTÁTICO E DE CARGA. / Diego Diogenes
Bessa Cavalcante -- Mossoró, 2014.

25f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Jardel Dantas Da Cunha

Monografia (Graduação em Engenharia de Petróleo) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Graduação.

1. Inspeção. 2. STC. 3. Testes de equipamentos. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /496-14

CDD: 552

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

DIEGO DIOGENES BESSA CAVALCANTE

**EMPREGO DOS ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS E TESTE HIDROSTÁTICO
E DE CARGA**

Relatório de Estágio apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA, Departamento de Ciências
Ambientais e Tecnológicas para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de Petróleo.

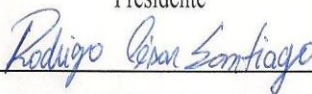
DATA DA APROVAÇÃO: 30/07/14.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jaruel Dantas Da Cunha – UFERSA

Presidente



Prof. Dr. Rodrigo César Santiago

Primeiro Membro



Prof. Msc. Antonio Rodolfo Paulino Pessoa

Segundo Membro

DEDICATÓRIA

Ao meu avô José Carneiro (*In Memorium*); o mesmo estaria muito feliz se aqui estivesse presente.

Dedico este trabalho a meus pais, Tácio Bessa e Julia Cavalcante, pelo esforço, amor e dedicação que tiveram e tem pela minha vida.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi resultado não só do meu esforço, mas também do apoio de algumas pessoas, que devem ser lembradas com carinho. Assim, apresento os meus sinceros agradecimentos.

A Deus, sobre todas as coisas ele é quem me mantém firme e forte nas duras batalhas da vida.

Meus Pais (Tácio Bessa e Julia Cavalcante) por todo carinho, amor e suporte me dado durante esses anos.

A minha noiva Mariana Alves pelo incentivo e apoio me dado ao longo de todos os anos que passamos juntos.

Meus colegas Pablo Maciano, Tibério Araújo, Mayra Almeida, Ana Luiza Dantas, Lorena Tereza, José Paulino pelo apoio durante os anos de aulas que se prosseguiram até aqui.

Ao meu orientador Professor Dr. Jardel Dantas Da Cunha. Também aos meus professores Rodrigo Santhiago, Keila Regina Santana, Rodolfo Pessoa, Antonio Robson, Blake Charles, André Mota, Aroldo Félix, Regina Celia, por todo ensinamento que foi me passado. Mestres que para sempre serão lembrados!

Ao meu supervisor de estágio Francisco Gomes que me acompanhou durante meses.

A STC – Inspeções e Teste de Equipamentos pelo aprendizado profissional.

E finalmente às outras pessoas não citadas aqui, mas que de uma maneira singela contribuíram para esta jornada.

“Meu sonho não tem fim, e nada vai me
separar do amor de Deus”

Ayrton Senna

RESUMO

Cada vez mais exigente, o mercado de petróleo e gás necessita constantemente de equipamentos resistentes e manutenção periódica para as diversas funções em que são submetidos. A STC Inspeções e testes de equipamentos é uma empresa que atua de forma estratégica para atender e satisfazer com qualidade, segurança e compromisso seus clientes, satisfazendo-os em todas as etapas dos serviços oferecidos, atuando no mercado petrolífero. Dentre os serviços oferecidos pela STC estão os serviços de END (Ensaio Não Destrutivo), teste hidrostático e teste de carga. Por não afetar os materiais submetidos, são chamados não destrutivos, possibilitando seu reuso. O teste de carga e hidrostático foi empregado em equipamentos de armazenagem, sustentação e escoamento de líquidos com o objetivo de averiguar o requisito mínimo para o mesmo operar. Contribuem diretamente na redução de custos, contribuem também com o aumento da confiabilidade da inspeção em serviços e manutenção, na fabricação e montagem.

Palavras Chaves: Equipamentos. Inspeções. Teste De Carga E Hidrostático. Ensaio Não Destrutivo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Empresa STC Inspeções e Testes de Equipamentos...	12
Figura 2: Técnica de inspeção por Eletrodos.....	15
Figura 3: Magnetização por Yoke eletromagnético.....	16
Figura 4: Inspeção por Ultra-som	18
Figura 5: Fluido removedor (Limpeza).....	20
Figura 6: Líquido Penetrante Visível.....	21
Figura 7: Revelador Não Aquoso	21
Figura 8: Yoke – PM.....	22
Figura 9: Cinta sob teste de carga	24
Figura 10 – Medição de Espessura por Ultra – som.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 EMPRESA	12
2.2 ENSAIOS NÃO DESTRUTÍVEIS.....	13
2.2.1 LÍQUIDO PENETRANTE (LP)	13
2.2.2 PM – TIPOS DE MAGNETIZAÇÃO	14
2.2.2.1 A técnica dos eletrodos	15
2.2.2.2 A técnica do contato direto.....	15
2.2.2.3 A técnica da bobina	15
2.2.2.4 Magnetização por Yoke eletromagnético.....	15
2.2.3 DESMAGNETIZAÇÃO.....	16
2.2.4 ULTRA - SOM	17
2.2.4.1 ACOPLANTES.....	19
3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO	20
3.1. Líquido Penetrante.....	20
3.2 Partícula Magnética – Magnetização por Yoke	22
4. TESTE DE CARGA.....	23
5. TESTE HIDROSTATICO	25
6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	27
7. DIFICULDADES	28
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO:

O estágio foi realizado na STC inspeções e testes de equipamentos, empresa esta que mantém compromissos na área de Inspeção, Teste de carga e Teste hidrostático. A companhia atua no mercado de petróleo e gás, seja onshore ou offshore, onde quesitos como segurança, qualidade e pontualidade são os principais pontos focados durante o trabalho da equipe STC.

A inspeção é realizada através de ensaios não destrutivos (END's), ou seja, que não alteram física, química, mecânica e dimensional, o equipamento submetido ao teste.

Teste de carga é um teste realizado para identificar o quanto o equipamento pode suportar em peso (Carga) submetido a altos valores de tensão. Feito minuciosamente, o teste de carga, assim como, a inspeção de END, é elaborada por um profissional devidamente capacitado para a execução do teste de carga nos equipamentos (Eslingas, Cintas, Containers, Caixas, Guinchos, Guindastes, etc).

Teste Hidrostático é um teste realizado em tubulações ou tanques que são submetidos a pressões elevadas cerca de 1,5 vezes o valor nominal que o equipamento deve ser exposto em condições normais de operação com a finalidade de averiguar estanqueidade ou ruptura do material.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EMPRESA

Localizada na rua Augusto da Escóssia Nogueira Neto – 410, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró – RN; a empresa tem sua base na cidade há cerca de três anos. A mesma atua em outras regiões, atuando principalmente em Mossoró e Nordeste, mas estende-se pela região sudeste, também. Na cidade de Mossoró a mesma atua diretamente no setor de petróleo e gás na inspeção de Drill Pipe, Heavy Weight, Drill Collar, Fishing Tools e entre outros.

Dentre os serviços oferecidos pela empresa podemos citar: inspeções por ensaios não destrutíveis (PM, LP, Inspeção Visual, Ultra-som, estanqueidade), adequação de vasos de acordo com a NR 13 (Integridade estrutural). Os usos de EPI's são de caráter obrigatório, que garante um serviço de qualidade e segurança para os funcionários.

A empresa dispõe de um amplo espaço físico (Fígura 1) para a realização das tarefas de inspeção e testes de carga e hidrostático, além de conter equipe multidisciplinar, qualificada e competente, que de forma pontual e conjunta trabalham para satisfazer e atender a tempo seus clientes (UTC Engenharia, Partex do Brasil, Baker Hughes, Weatherford, Halliburton, Smith Services, Empercom, EBS Perfurações, Schumbleger, G&M entre outras.

Figura 1: Empresa STC Inspeções e Testes de Equipamentos (Fonte: STC, 2014)



2.2 ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

De acordo com LIMA (2008), define ensaios não destrutivos (END) como técnicas não intrusivas que têm o objetivo de determinar a integridade da peça ou medir quantitativamente as características do material.

Inspeção visual de Solda; Inspeção por meio de Líquidos Penetrantes; Inspeção por meio de Partículas Magnéticas (via úmida e via seca com Yoke e Bobina) Inspeção por meio de Ultra Som (Solda – Medição de Espessura); Inspeção de Soldagem; Inspeção de Pintura; Inspeção de Estanqueidade; Inspeção durante a Fabricação e Montagens de Equipamentos; Inspeção de Soldagens Especiais em Equipamentos e Acessórios Industriais; Inspeção em Linhas de Surgência.

Segundo a ASNT (The American Society for NondestructiveTesting) ensaios não destrutivos são métodos de ensaio utilizados para examinar um objeto, material, ou sistema, sem prejudicar a sua utilização no futuro. END's tem interesse pelo desempenho do corpo de prova por quanto tempo a peça pode ser usada e quando ela precisa ser verificada novamente.

2.2.1 LIQUIDO PENETRANTE (LP)

O ensaio por líquidos penetrantes é um método desenvolvido especialmente para a detecção de descontinuidades essencialmente superficiais, e ainda que estejam abertas na superfície do material. Este método se iniciou antes da primeira guerra mundial, principalmente pela indústria ferroviária na inspeção de eixos, porém tomou impulso quando em 1942, nos EUA, foi desenvolvido o método de penetrantes fluorescentes. Nesta época, o ensaio foi adotado pelas indústrias aeronáuticas, que trabalhando com ligas não ferrosas, necessitavam um método de detecção de defeitos superficiais diferentes do ensaio por partículas magnéticas (não aplicável a materiais não magnéticos). A partir da segunda guerra mundial, o método foi se desenvolvendo, através da pesquisa e o aprimoramento de novos produtos utilizados no ensaio, até seu estágio atual. (ANDREUCCI, 2003).

ANDREUCCI (2003) ainda complementa que este tipo de ensaio tem a finalidade de detectar descontinuidades superficiais em todos os materiais sólidos e que

sejam abertas na superfície, tais como trincas, poros, dobras, etc., porém que não sejam porosos e superfícies grosseiras.

Esse ensaio é simples, rápido e prático, usado para detectar discontinuidades de materiais sólidos e não porosos. A norma ASTM E-165 classifica os penetrantes em Tipo I (florescente) e Tipo II (visível). No tipo I é usado luz negra para executar o ensaio em câmara escura, já no tipo II usa-se luz natural do meio. Além da visibilidade o líquido penetrante é classificado de acordo com a forma de remoção. Sendo elas, Tipo A (removível a água), Tipo B (removível a água pós emulsificação), Tipo C (removível com solvente). Durante o ensaio também é usado o revelador, que tem como função principal retirar o líquido penetrante de dentro das discontinuidades e carregá-lo até a superfície do equipamento, tendo como resultado visível uma indicação colorida ou fluorescente. As vantagens desse método é que é aplicado para todos os materiais sólidos e não porosos, o inspetor não necessita de muita experiência para desenvolver essa inspeção, detecta até discontinuidades microscópicas e é um ensaio rápido e de fácil execução. Suas desvantagens é que não apresenta discontinuidades sub-superficiais, resíduos do penetrante podem atrapalhar a sequência do serviço do equipamento e não proporciona registro permanente dos resultados. (ANDREUCCI, 2008)

2.2.2 TIPOS DE MAGNETIZAÇÃO

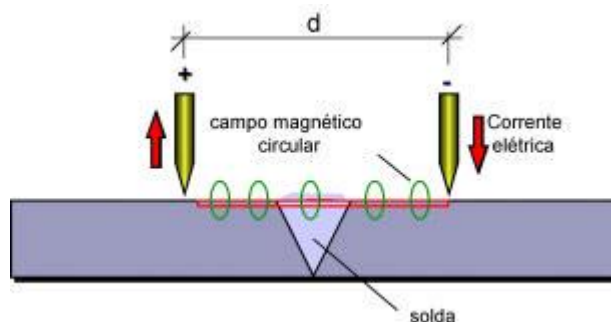
Magnetização por Passagem de Corrente Elétrica pela Peça:

É a técnica de magnetização, em que a corrente circula pela peça, onde temos as técnicas de eletrodos e de contato direto.

2.2.2.1 A Técnica dos Eletrodos

É a técnica de magnetização pela utilização de eletrodos, também conhecidas como pontas as quais quando apoiadas na superfície da peça, permitem a passagem de corrente elétrica pela peça. O campo magnético criado é circular. Esta técnica é geralmente aplicada em peças brutas fundidas, em soldas, nas indústrias de siderurgia, caldeiraria e outros. (ANDREUCCI, 2002)

Figura 2 - Técnica de inspeção por Eletrodos (Fonte: Andreucci, 2002)



A técnica dos eletrodos induz um campo magnético que é dependente da distância entre os eletrodos e a corrente elétrica que circula por eles. Em geral estes valores são tabelados e disponíveis nas normas técnicas de inspeção aplicáveis ao produto ensaios. (ANDREUCCI, 2002)

2.2.2.2 A Técnica de Contato Direto

Também conhecida como magnetização por placas ou cabeçotes de contato. Devido sua aplicação maior ser através de máquinas estacionárias, é definida como sendo a técnica de magnetização pela passagem de corrente elétrica de extremidade a extremidade da peça. O campo magnético formado é circular. Esta técnica se difere da técnica por eletrodos descrita, pois é aplicável em sistemas de inspeção automáticos ou semi-automáticos, para inspecionar barras, eixos, parafusos, principalmente nas indústrias automobilísticas ou em fabricas de produtos seriados de pequeno porte. (ANDREUCCI, 2002)

2.2.2.3 A Técnica da Bobina:

Nessa técnica a peça é colocada no interior de uma bobina ou solenóide, ocorrendo um campo longitudinal na peça. A bobina ou solenóide é formada por um enrolamento de fios condutores da corrente elétrica alternada ou contínua, que originam o campo magnético de intensidade que dependerá da corrente elétrica que passa pela bobina e o número de voltas que o enrolamento da bobina foi formado (amperes-volta). (ANDREUCCI, 2002)

2.2.2.4 Magnetização Por Yoke Eletromagnético

O ensaio de partículas magnéticas é um ensaio que consiste em um campo elétrico magnético. O equipamento é colocado sobre a influência deste campo magnético que possui um sentido, é sempre do polo sul para o polo norte. Ele detecta descontinuidades superficiais e sub-superficiais. É aplicável apenas para materiais ferro magnéticos, como ligas de ferro e de níquel. Como o campo elétrico, sempre tem sentido exato, quando houver alguma descontinuidade perpendicular a este sentido teremos um campo de fuga, que é que uma indicação da descontinuidade. Este campo de fuga é visualizado por partículas ferromagnéticas (grãos finamente divididos). Essas partículas por serem ferromagnéticas, sob o efeito do campo eletromagnético, aderem à descontinuidade. Quanto ao método de aplicação, elas podem ser Via seca (aplica-se o pó seco sobre o equipamento) ou Via molhada (as partículas encontram-se suspensas na água ou no querosene). Neste caso, a água e o querosene são chamados de veículo. (ANDREUCCI, 2007).

Figura 3: Ensaio de Partícula Magnética utilizando a magnetização por Yoke eletromagnético.

(Fonte: O Autor, 2014)



Como vantagem, essa técnica fornece resultados imediatos, e financeiramente é mais econômica que a técnica de LP. O problema do PM é que ela só pode ser aplicada em materiais ferromagnéticos.

2.2.3 DESMAGNETIZAÇÃO

Alguns materiais, devido as suas propriedades magnéticas, são capazes de reter parte do magnetismo após a interrupção da força magnetizante. Conforme a aplicação subsequente destes materiais, o magnetismo residual ou remanescente poderá criar problemas, sendo necessária a desmagnetização da peça. (ANDREUCCI, 2002).

As razões para desmagnetização de uma peça como sendo:

Interferência nos processos de Usinagem: Uma peça com magnetismo residual poderá interferir nos processos futuros de usinagem, pois o magnetismo da peça induzirá a magnetização das ferramentas de corte afetando o acabamento da peça. A retenção de limalha e partículas contribuirá para a perda do fio de corte da ferramenta. (ANDREUCCI, 2002)

Interferência nos processos de Soldagem: A interferência em operação de soldagem se faz sentir com a deflexão do arco elétrico, desviando-o da região de soldagem, interferência conhecida como sopro magnético, que prejudicará em muito o rendimento e a qualidade da solda. (ANDREUCCI, 2002)

Interferência com Instrumentos de Medição:

O mecanismo residual interfere com instrumentos sensíveis de medição ou navegação, colocando em risco a operação dos equipamentos uma vez que, as leituras obtidas não correspondem à realidade. Há registros de acidentes aéreos por interferências de campos magnéticos de trens de pouso nos instrumentos de navegação da aeronave. (ANDREUCCI, 2002)

Portanto, em razão destas interferências acima descritas, em alguns casos existem necessidades de desmagnetização das peças através da passagem destas por campos magnéticos alternados e decrescentes. Geralmente a passagem das peças por bobinas magnetizadas, são suficientes. (ANDREUCCI, 2002)

2.2.4 ULTRA-SOM

Em 1929 o cientista Sokolov, fazia as primeiras aplicações da energia sônica para atravessar materiais metálicos, enquanto que 1942 Firestone, utilizara o princípio da ecosonda ou ecobatímetro, para exames de materiais. Somente em 1945 o ensaio ultra-sônico iniciou sua caminhada em escala industrial, impulsionado pelas necessidades e responsabilidades cada vez maiores. Hoje, na moderna indústria, principalmente nas áreas de caldeiraria e estruturas marítimas, o exame ultrasônico, constitui uma ferramenta indispensável para garantia da qualidade de peças de grandes espessuras, geometria complexa de juntas soldadas, chapas. Na maioria dos casos, os ensaios são aplicados em aços-carbonos, em menor porcentagem em aços inoxidáveis. Materiais não ferrosos são difíceis de serem examinados, e requerem procedimentos especiais. (ANDREUCCI, 2002)

O ensaio por ultra-som caracteriza-se num método não destrutivo que tem por objetivo a detecção de defeitos ou discontinuidades internas, presentes nos mais variados tipos ou forma de materiais ferrosos ou não ferrosos. Tais defeitos são caracterizados pelo próprio processo de fabricação da peça ou componentes a ser examinada como, por exemplo: bolhas de gás fundidos, dupla laminação em laminados, micro-trincas em forjados, escorias em uniões soldadas e muitos outros. Portanto, o exame ultra-sônico, assim como todo ensaio, visa diminuir o grau de incerteza na utilização de materiais ou peças de responsabilidades. (ANDREUCCI, 2002).

Figura 4 – Inspeção por ultra-som Fonte: (Andreucci, 2002)



Vantagens desse tipo de inspeção:

O método ultra-sônico (ME) possui alta sensibilidade na detectabilidade de pequenas

descontinuidades internas, por exemplo:

- Trincas devido a tratamento térmico, fissuras e outros de difícil detecção por ensaio de radiações penetrantes (radiografia ou gamagrafia).
- Para interpretação das indicações, dispensa processos intermediários, agilizando a inspeção.
- No caso de radiografia ou gamagrafia, existe a necessidade do processo de revelação do filme, que via de regra demanda tempo do informe de resultados.
- Ao contrário dos ensaios por radiações penetrantes, o ensaio ultra-sônico não requer planos especiais de segurança ou quaisquer acessórios para sua aplicação.
- A localização, avaliação do tamanho e interpretação das descontinuidades encontradas são fatores intrínsecos ao exame ultra-sônico, enquanto que outros exames não definem tais fatores. Por exemplo, um defeito mostrado num filme radiográfico define o tamanho, mas não sua profundidade e em muitos casos este é um fator importante para proceder um reparo (ANDREUCCI, 2002).

Desvantagens:

- Requer grande conhecimento teórico e experiência por parte do inspetor;
- O registro permanente do teste não é facilmente obtido;
- Faixas de espessuras muito finas constituem uma dificuldade para aplicação do método;
- Requer o preparo da superfície para sua aplicação. Em alguns casos de inspeção de solda, existe a necessidade da remoção total do reforço da solda, que demanda tempo de fábrica (ANDREUCCI, 2002).

2.2.4.1 ACOPLANTES

Ao acoplarmos o transdutor sobre a peça a ser inspecionada, imediatamente estabelece uma camada de ar entre a sapata do transdutor e a superfície da peça. Esta camada de ar impede que as vibrações mecânicas produzidas pelo transdutor se propague

para a peça em razão das características **acústicas (impedância acústica)** muito diferente do material a inspecionar.

Por esta razão , deve-se usar um líquido que estabeleça uma redução desta diferença , e permita a passagem das vibrações para a peça. Tais líquidos, denominados líquido acoplante são escolhidos em função do acabamento superficial da peça, condições técnicas, tipo da peça. (ANDREUCCI, 2002)

Os acoplantes devem ser selecionados em função da rugosidade da superfície da área de varredura, o tipo de material , forma da peça, dimensões da área de varredura e posição para inspeção. (ANDREUCCI, 2002)

3. PROCEDIMENTO DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Descreverei o processo, realizado na empresa, que acompanhei durante os 3 meses de estágio, de dois tipos de ensaios não destrutíveis a seguir: LP e PM.

3.1 Ensaio Por Líquido Penetrante – LP

Desenvolvido para detectar discontinuidades na superfície do material, Este tipo de ensaio é de fácil aplicação e boa interpretação dos resultados.

Nesta etapa existe a remoção do penetrante através de produtos adequados e compactuantes com o líquido penetrante.

- Primeiro é feita a limpeza e preparação superficial do equipamento. É usado um fluido removedor (Figura 4) que tem a função de remover qualquer sujeira que influencie no resultado da inspeção.

Figura 5: Fluido Removedor (Fonte: Tereza, 2014)



- Aplicação do LP (Líquido Penetrante): Penetra em pequenas aberturas. (Figura 6)

Figura 6: Líquido Penetrante Visível (Fonte: Tereza, 2014)



- Tempo de penetração (5 a 30 minutos). É essencial para uma correta aplicação do líquido nas pequenas descontinuidades.
- Remoção do excesso de penetrante, utilizando água potável. Em seguida, faz a secagem da superfície.
- Revelação. Nessa etapa faz uso do Revelador não aquoso, conforme Figura 7. Usado para absorver o penetrante para fora das descontinuidades e evidenciar a imperfeição na superfície do equipamento.

Figura 7: Revelador não aquoso (Fonte: Tereza, 2014)



- Tempo de revelação: O tempo de revelação é variável. As descontinuidades finas e rasas demoram mais tempo para serem detectadas, já as maiores se revelam rapidamente. É necessário que se espere o tempo estipulado pelas normas técnicas.

- Inspeção: É observada as manchas que se formam devido a absorção do penetrante contido nas aberturas. As manchas revelam que há descontinuidade na superfície.
- Limpeza final pós-ensaio, é a ultima etapa. É de caráter obrigatório.

3.2 Partícula Magnética – Magnetização por Yoke

Como já dito anteriormente, este ensaio tem a finalidade de detectar descontinuidades na superfície e subsuperfície do material ferromagnético. Etapas:

- Limpeza da superfície: extrair da superfície do material toda sujeira, oxidação e respingos que favoreçam a má interpretação dos resultados do teste.
- Magnetização da peça a ser inspecionada que é feita através de um aparelho. Chamado de Yoke, este aparelho produz um campo magnético através de indução eletromagnética gerado por um eletroímã. (Figura 7)

Figura 8: Yoke – PM (Fonte: O autor, 2014)



- Aplicação das partículas magnéticas. É aqui onde se faz a eliminação das partículas da superfície.
- Observação das indicações pela visualização dos pontos de acúmulo do pó ferromagnético.

- Avaliação e registro dos resultados, essa etapa é onde se elabora um relatório explicitando as características da inspeção por PM.

4. TESTE DE CARGA

É um teste que por meio do ensaio de tração em equipamentos de içamento, seus acessórios e equipamentos de sustentação, avalia qualitativamente o material exposto a condições de alto esforço. Geralmente o teste submete o equipamento a esforços traçados cerca de duas vezes o valor nominal que a ferramenta suporta quando especificada para aquele uso, e devem ser tracionados pelo tempo de 5 minutos, sem apresentar distorções ou deformações.

As normas de referência que a empresa STC inspeções e testes de equipamentos segue para este tipo de procedimento, são:

- NBR – 6327: Esta Norma especifica cabos de aço para uso geral mais frequentemente usados, os quais são agrupados de acordo com o número de pernas e o número de arames externos nas pernas.
- NBR – 13541: Especifica os requisitos mínimos das lingas de cabo de aço utilizadas para elevação e movimentação de cargas para uso geral, bem como os requisitos de construção, cálculo da carga máxima de trabalho, verificação, certificação e marcação das lingas de cabo de aço para o serviço de içamento de cargas em geral.
- NBR – 13542: Especifica características dos anéis de carga, para uso em lingas de corrente ou laços de cabo de aço.
- NBR – 13543: Esta Norma fornece orientações para utilização e inspeção em operação de linga de cabo de aço para uso geral.
- NBR – 13544: Especifica os requisitos mínimos dos sapatilhos para cabos de aço produzidos a partir de chapas de aço. Os sapatilhos são projetados para serem utilizados em cabos de aço de 6 ou 8 pernas, de 6 mm a 83 mm.
- NBR – 15637-1: Especifica os requisitos mínimos para fabricação de cintas planas manufaturadas, com fitas tecidas com fios sintéticos de alta tenacidade, formados por multifilamentos, para elevação de cargas, incluindo as exigências relacionadas à segurança e os métodos de classificar e ensaiar cintas planas com ou sem acessórios e conjunto de cintas acopladas em anel de carga principal, com larguras acima de 25 mm.

- NBR – 15637-2: Especifica os requisitos mínimos para fabricação de cintas tubulares manufaturadas, com cordões de fios sintéticos de alta tenacidade, formados por multifilamentos, para elevação de cargas, incluindo as exigências relacionadas à segurança e os métodos de classificar e ensaiar cintas tubulares e conjunto de cintas acopladas em anel de carga principal, com ou sem acessórios.
- NR - 26: Tem por objetivo fixar as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando as canalizações empregadas nas indústrias para a condução de líquidos e gases e advertindo contra riscos.

Os equipamentos a serem testados de acordo com a empresa (STC), são:

- Lingadas de cabo de aço;
- Cintas de cabo (Cintas);
- Caixas/Cestas/Containers;
- Cavaletes;

Figura 9: Cinta sob teste de carga (Fonte: O autor, 2014)



Para cada equipamento citado acima existe um procedimento padrão (Procedimento Interno) para teste. As lingadas de cabo de aço são submetidas a testes

de carga e devem ser confeccionadas em cabo de aço, sendo obrigatória esta condição para trabalho em terra e mar.

Por exemplo, o cabo de aço para uso de erguimento de caixas/containers deve ser especificado (Aço polido com alma de fibra AFCI e de aço AACI (Torção Regular), Padrão API SPEC 9ª / ABNT-NBR 6327) pelo cliente. Os laços do cabo deverão obedecer a NBR 13541.

Os equipamentos após o teste são submetidos pela inspeção por PM ou LP e identificados com placas em aço inox (Procedimento Interno) com informações como;

- Identificação;
- Valor da carga de trabalho;
- Dimensões;
- Proprietário;
- Data de certificação.

5. TESTE HIDROSTÁTICO

É um teste de medida de força e integridade estrutural dos equipamentos pressurizados com líquido (Água). Os equipamentos a serem testados incluem tubulações, tanques de armazenamento, cilindros de gás.

Na empresa STC inspeções e testes de equipamentos a aplicação da pressurização se dar de forma lenta e gradual, sendo que a pressão de teste é cerca de 1,5 vezes maior que a pressão de trabalho. A faixa de temperatura para execução do teste deverá estar entre 20°C e 60°C com o uso de água.

Os equipamentos passam por uma inspeção visual, observando sua cobertura quanto a: esmagamento, dobramento excessivo, cortes, saliências, distorção permanente, presença de sulcos, exposição da trama metálica e abrasão. Os terminais (Extremidades) de cada equipamento devem ser inspecionados quanto ao grau de corrosão, impactos mecânicos, trincas, afrouxamento e deslocamento dos mesmos. Em caso de suspeita de trincas nos terminais ou para conjuntos que possuam juntas soldadas, deverá ser requerido um ensaio por LP. Detecção de defeitos ou discontinuidades que comprometam a operacionalidade do conjunto significará a sua inutilização e conseqüente descarte.

Durante toda a fase de pressurização o operador de teste deve ficar atento aos medidores de pressão (Manômetros) e registrador de gráfico para assegurar que não houve nenhuma queda de pressão.

Depois da estabilização da pressão do teste, é requerido um tempo de 15 minutos de teste. No final, despressuriza-se gradualmente o sistema desligando o bloqueio de ar da bomba e abrindo a válvula de dreno do sistema.

Após a completa desmontagem da mangueira da bancada de teste (Controlador de fluxo de líquido e pressão) é feita uma inspeção visual em sua parte externa e terminais quanto aos danos ou deformações oriundas do teste de pressão que podem ocorrer.

Na STC o teste é empregado em mangueiras: baixa pressão novas e usadas, de média pressão nova e usada, de alta pressão nova e usada.

A cada 12 meses é feito novamente um teste hidrostático para avaliar a estanqueidade dos equipamentos de fluxo e armazenamento a fim de tornar possível o seu reuso com perfeita condição de trabalho, mantendo integridade e segurança para quem estiver operando com estes equipamentos.

6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

O estágio foi supervisionado pelo inspetor Francisco Gomes durante cerca de três meses, perfazendo uma carga horária de mais de 180 horas de trabalho, o setor de qualidade da empresa, onde se elabora os documentos, foi o local de maior tempo de ocupação. A principal contribuição foi no auxílio e também na elaboração de relatórios pré-concluídos pelos inspetores.

Os trabalhos realizados pela empresa com inspeção e testes (Carga e hidrostático) nos equipamentos das outras empresas como GM, Baker Hughes, Halliburton, Schumblenger, contribuem bastante para setores ambientais, segurança, financeiro, tanto destas como para a própria empresa.

Os ENDS (Ensaio não destrutíveis) como LP (Líquido Penetrante) e PM (Partícula Magnética) são executados na sede da empresa por profissionais (Inspetores) devidamente capacitados e qualificados para a realização destas tarefas. O ME (Medição De Espessura) é realizado no campo por inspetores, e os teste de carga e hidrostático, também, são realizados na sede da STC. A empresa dispõe de um setor de

qualidade onde são elaborados relatórios técnicos que fornecem as características de cada equipamento sob ensaio ou teste, também são retiradas fotografias para posterior anexo em relatórios. Atributos como diâmetro, comprimento, nome do equipamento, espessura, especificação do material, procedimento de inspeção, identificação da série, condições de superfície, são expostos e aferidos no relatório de inspeção. Um relatório é entregue a empresa dona do equipamento e uma cópia fica na empresa concedente (STC). Às vezes, os inspetores fazem inspeções na empresa solicitante dependendo da demanda e da logística.

Figura 10 – Medição de Espessura por Ultra - som

 inspeções e teste de equipamentos		RELATÓRIO TÉCNICO MEDIÇÃO DE ESPESSURA		Nº Data Folha	STC-ME-0185/14 07.02.2014 01/01		
Cliente	Local		Ordem	Procedimento de Inspecção STC-END-US-ME-01			
Identificação do Equipamento CAM-1275		Especificação do Material de Base API 5L GRAU B		Diâmetro 3"	Espessura Nominal 5,49mm		
Norma N-1534		Temperatura da Peça Média -		Ajuste do Aparelho (m/s) 5920			
Aparelho: Modelo/Fabricante MT160 / MITECH		Identificação/Nº de Série STC-US-007 / MT0113110120		Bloco Padrão BLP-STC-005 / ESCALONADO 4 A 32mm			
Transdutor: Modelo/Fabricante MT160 / MITECH		Numero de Série/Frequência 131120 / 5MHz		Condições da Superfície ESCOVADA	Acoplante GRAXA		
PONTO	LOCALIZAÇÃO (m)	POSIÇÃO (horas)	ESPESSURAS ENCONTRADAS (mm)		MODO DE FALHA	PERDA	TAXA DE CORROSÃO (mm/ano)
			Mínima	Predominante			
SAÍDA DO POÇO	0	12	5	5,4	CI	7,4%	0,059
C-01	29	6	4,5	5,1	CI	11,8%	0,088
C-02	44	9	5	5,2	CI	3,8%	0,029

Fonte – Marciano 2014

Durante o período de 3 meses de estágio, a principal contribuição dada pela empresa é saber que o ramo de inspeções e teste de equipamentos são de intrínseca importância para o mercado de petróleo e gás.

7. DIFICULDADES

O mercado de petróleo vem cada vez mais buscando qualidade, segurança e economia, está tornando-se bastante selecionador em busca de profissionais qualificados e competentes, além de equipamentos de primeira linha que atendam suas necessidades nos mais diversos segmentos do trabalho no setor petróleo e gás

O ganho ao estagiar em uma empresa que atende vários setores, mas que atende preferencialmente o setor de óleo e gás foi poder experimentar e conviver com as relações de trabalho realizadas ao longo do estágio. As relações com outras pessoas, o trabalho em equipe, a realização de tarefas, todas essas características foram um grande aprendizado, um enorme presente que vou levar para o resto de minha vida. Encarar os desafios advindos da vida profissional, com certeza, é uma experiência fantástica que contribui para o sucesso na carreira de qualquer pessoa.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De grande importância, os ensaios não destrutíveis e os testes de equipamentos desempenhados pela STC mostraram-se bastante satisfatórios, pois contribuem para a qualificação dos bens e redução de custos.

Também bastante satisfatório foi aprender sobre alguns dos principais métodos de inspeção (END's) realizados em materiais e equipamentos. Competências como, senso crítico, atitude, pontualidade, relações pessoais, tudo isso foi enriquecedor e contribuiu para crescimento profissional e técnico.

Foram cerca de três meses, porém, durante esse tempo, foram meses de sabedoria científica, profissional e técnica. E o agradecimento por todo conhecimento adquirido é imensurável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREUCCI, Ricardo. **Ensaio por líquidos penetrantes**. ABENDE. 2008. 4p

ANDREUCCI, Ricardo. **Ensaio por líquidos penetrantes**. ABENDE. 2003. 5p

ANDREUCCI, Ricardo. **Ensaio por Partículas magnéticas**. ABENDE. 2007. 67p

ANDREUCCI, Ricardo. **Ensaio por Ultra-som**. ABENDE. 2002. 5p

TEREZA, Lorena. **Inspeção e testes em equipamentos**. 2014

FIGUEIREDO, Pablo. **Análise e controle de inspeções e manutenção por ensaios não destrutivos**. 2014

LIMA, J. **Introdução aos Ensaios não destrutivos**, 2008.

<http://stcinspecoes.com/> Acesso em: 13/06/2014

<http://www.abnt.org.br>

NBR – 6327: disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NBR – 13541: disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NBR – 13542: disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NBR – 13543: disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NBR – 13544: disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NBR – 15637-1: disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NBR – 15637-2: disponível em: < <http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 24 de junho de 2014.

NR-26: Sinalização de segurança, disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A31190C1601312A0E15B61810/nr_26.pdf> Acesso em: 10 de Julho de 2014.