



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

**LEONARDO MELO BENEVIDES**

**ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS REALIZADOS NUMA  
EMPRESA DE INSPEÇÃO E TESTE LOCALIZADO NA CIDADE DE MOSSORÓ**

MOSSORÓ-RN  
2014

**LEONARDO MELO BENEVIDES**

**ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS REALIZADOS NUMA  
EMPRESA DE INSPEÇÃO E TESTE LOCALIZADO NA CIDADE DE MOSSORÓ**

Trabalho de Conclusão de Curso 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

MOSSORÓ-RN  
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)**

**Setor de Informação e Referência**

B267e Benevides, Leonardo Melo.

Ensaaios destrutivos e não destrutivos realizados numa empresa de inspeção e teste localizado na cidade de Mossoró. / Leonardo Melo Benevides -- Mossoró, 2014.

27f.: 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. Ensaaios mecânicos . 2. Inspeção. 3. END. 4. Teste de carga. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/567-14

CDD: 620.16

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

LEONARDO MELO BENEVIDES

**ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS REALIZADOS NUMA  
EMPRESA DE INSPEÇÃO E TESTE LOCALIZADO NA CIDADE DE MOSSORÓ**

Trabalho de Conclusão de Curso 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.

APROVADO EM 30/07/14.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof.(°)Dr. Jardel Dantas da Cunha – DCAT – UFERSA  
Orientador – Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof.(°) Dr. Rodrigo César Santiago – UFERSA  
Primeiro Membro

  
\_\_\_\_\_  
Prof.(°) Msc. Antônio Rodolfo Paulino Pessoa – UFERSA  
Segundo Membro

## **RESUMO**

Na indústria do petróleo, qualquer que seja o tipo de parada acarreta prejuízos a empresa, a cada hora perdida o prejuízo aumenta, podendo chegar a centenas de milhares de dólares, e a maioria dessas paradas ocorrem devido a acidentes ou por defeitos nos equipamentos. Daí a importância de ter em uma operação, equipamentos que cumpram suas expectativas, e que não provoquem prejuízos e nem acidentes. Esses equipamentos precisam ser testados e posteriormente certificados, e caso sejam aprovados, possam ser utilizados. Todos esses equipamentos passam por inspeções e testes periodicamente, para serem avaliados. A STC é uma empresa que trabalha no ramo de inspeção e teste de equipamentos de outras empresas e se for o caso certificando-as. Entre essas atividades se destacam as inspeções por ensaios não destrutivos, que são o ensaio por Líquido Penetrante e o ensaio por Partícula Magnética. E entre os testes se destacam os testes de cargas e os hidrostáticos. A empresa realiza essas operações prezando a qualidade e a satisfação do cliente, pois é uma atividade que exige muita responsabilidade e trabalho minucioso, para que os equipamentos possam depois de certificados sejam utilizados sem que ocorra nenhum tipo de acidente, ou dano a empresa ou para trabalhadores que os utilizam. Assim mostrando a grande importância do trabalho que a STC realiza em nossa região.

**Palavras Chaves:** Equipamentos. Inspeção. END. Teste de carga. Teste Hidrostático.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Célula de Carga.....                           | 11 |
| Figura 2 – Eslingas.....                                  | 13 |
| Figura 3 – Teste de Carga em Eslingas.....                | 13 |
| Figura 4 – Teste Hidrostático.....                        | 15 |
| Figura 5 – Bancada de Teste Hidrostático.....             | 16 |
| Figura 6 – Modelo de Relatório de Teste Hidrostático..... | 17 |
| Figura 7 – Líquido Penetrante.....                        | 18 |
| Figura 8 – Revelador Não Aquoso.....                      | 20 |
| Figura 9 – Modelo de Relatório Líquido Penetrante.....    | 22 |
| Figura 10 – Yoke.....                                     | 24 |

## SUMÁRIO

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....                                        | 8  |
| 1.1 OBJETIVO GERAL .....                                  | 9  |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                           | 9  |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....                             | 10 |
| 2.1 Empresa .....                                         | 10 |
| 2.2 Teste de Carga .....                                  | 10 |
| 2.3 Teste Hidrostático.....                               | 14 |
| 2.4 Ensaio Não Destrutivo.....                            | 17 |
| 2.4.1 Líquido Penetrante.....                             | 17 |
| 2.4.2 Partícula Magnética .....                           | 22 |
| 3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO ..... | 28 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                              | 29 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                          | 30 |

## **1 INTRODUÇÃO**

A inspeção e testes de equipamentos são de grande importância para indústria petrolífera, pois esse tipo de atividade põe em prática as exigentes normas estabelecidas para o seu funcionamento, os testes e inspeções avaliam os equipamentos com uma série de experimentos criteriosos, levando em consideração a função específica do equipamento, onde caso sejam aprovados poderão ser utilizados pelas empresas.

A experiência que um estágio proporciona é vital para um aluno de graduação que almeja trabalhar e exercer funções dentro das grandes empresas, o estágio vem a enriquecer e agregar mais conhecimento, assim como propiciar vivência ao graduando com as mesmas atividades que poderão exercer futuramente, ambientando-o com as situações presentes na empresa.

A STC Inspeções e Testes de Equipamentos, é uma empresa localizada na cidade de Mossoró/RN, dentre o quais os realiza serviços de inspeções, testes de carga, e teste hidrostático, atuando principalmente no mercado de Petróleo & Gás, onde compete a empresa a responsabilidade de avaliar e certificar os equipamentos testados e libera-los se aprovados para o uso com segurança do equipamento pelas empresas. Fazendo da oportunidade de estágio na STC uma grande oportunidade de aprendizado, já que é uma empresa ligada ao segmento de Petróleo & Gás, e assim se tornando uma importante chance de ver na prática as lições aprendidas na teoria.

O engenheiro de petróleo está habilitado a atuar desde a descoberta de novas jazidas até a refinaria dos derivados de petróleo, atuando na construção e desenvolvimento de poços, assim como na exploração, completação e produção do mesmo, se tornando uma profissão com muito potencial para o futuro, e que vem ganhando destaque no cenário nacional e internacional. Com isso, vale salientar que por ser uma profissão que exige alto grau de conhecimento técnico e prático, e que envolva muitos riscos, o estágio para esse profissional se torna vital para a sua carreira, pois o dará a importante visão prática que necessitarás no futuro.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver conhecimentos práticos e técnicos sobre os tipos de inspeções e testes em equipamentos, com o uso do ensaio de líquido penetrante, ensaio por partícula magnética, teste hidrostático e teste de carga. Além de normas e procedimentos técnicos e elaboração de relatórios técnicos.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acompanhar as operações de inspeção e manutenção realizadas pela empresa;
- Aprender os procedimentos de cada operação;
- Redigir relatórios referentes às atividades da empresa;
- Adquirir conhecimento a cerca dos principais testes não destrutivos e destrutivos realizados em equipamento empregados no segmento Petróleo & Gás.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Empresa**

A STC-Inspeções e Testes de Equipamentos é uma empresa especializada em Inspeções, Testes de carga e Testes Hidrostático, atuando principalmente no mercado de Petróleo e Gás (onshore & offshore), cujo objetivo principal é a realização dos serviços técnicos com segurança, qualidade e pontualidade.

Todas as atividades realizadas pela empresa, seja ela de inspeção ou testes, seguem rigorosos padrões de qualidade. Já que a STC é uma empresa que apesar de recentemente inaugurada, já goza de bastante prestígio no competitivo mercado petrolífero.

A Inspeção de equipamentos é uma exigência extremamente importante nas atividades petrolíferas, isso porque antes da utilização de qualquer equipamento em qualquer operação dessa área é necessário que esses equipamentos sejam inspecionados e se aprovados, sejam certificados para a utilização. Vale salientar que essa exigência é especialmente feita pela PETROBRAS, e que a STC presta esse tipo de serviço a ela, inspecionando e certificando os equipamentos, através de inspeções feitas por partículas magnéticas, líquido penetrante e medição de espessura tipo ultra-som., assim como testes de carga e hidrostático.

Os testes de equipamentos são procedimentos utilizados para medir a capacidade que um certo objeto tem de suportar cargas superiores ao seu limite determinado pelo fabricante, com o intuito de estabelecer uma margem de segurança segura ao produto. Dois procedimentos de testes são realizados pela STC, o teste de carga, onde a empresa certifica os equipamentos que suportam uma carga de teste, e o teste hidrostático, que é um procedimento onde-se avalia os vasos de pressão apresentam ocorrências de vazamentos ou ruptura (SILVA, 2010).

### **2.2 Teste de carga**

Sabemos que o teste de carga por tração é essencial para garantir a segurança da operação, pois o teste certifica que o equipamento aguentará a carga máxima exigida durante sua operação, evitando acidente e passando confiança para quem o utiliza.

Para o teste ser realizado com sucesso e o equipamento ser certificado adequadamente, é necessário que essa operação siga uma série de procedimentos técnicos pré estabelecidos. Esses procedimentos têm como objetivo estabelecer e descrever as condições e exigências

mínimas necessárias a execução de inspeção através do teste de carga por meio de ensaio de tração, feito pela célula de carga (Figura 1), em equipamentos de içamento, seus acessórios e equipamentos de sustentação, utilizados nas operações de elevação de carga e transporte.

Figura 1. Célula de carga



Fonte: O autor, 2014

Vale salientar que para a execução desse teste, a empresa segue as seguintes normas tiradas do site da ABNT:

- NBR – 6327 (Esta Norma fixa as condições para o recebimento de cabos de aço para usos gerais, tais como os utilizados em máquinas de terraplenagem, aparelhos de levantamento, equipamentos de perfuração, equipamentos de mineração, equipamentos de marinha, equipamentos de pesca e outros).
- NBR – 13541 (Especifica os requisitos mínimos das lingas para cabo de aço utilizadas para elevação e movimentação de cargas para uso geral, bem como os requisitos de construção, cálculo da máxima carga de trabalho, verificação, certificação e marcação das lingas de cabo de aço para o serviço de içamento de cargas em geral)
- NBR – 13542 (Especifica os diâmetros internos e tolerâncias dos tubetes recomendados para uso geral em bobinas de papel e cartão no comércio internacional)
- NBR – 13544 (Esta Norma especifica as características dos sapatilhos para cabo de aço)
- NBR – 13543 (Esta Norma apresenta orientações para utilização e inspeção em operação de laços de cabo de aço para uso geral)

- NBR – 15632 – 1 e 2 (Esta Norma descreve os procedimentos para avaliação da aparelhagem utilizada na inspeção subaquática, utilizando partículas magnéticas)
- NBR ISO – 4346 (Esta Norma especifica a natureza e as propriedades de lubrificantes usados na fabricação de cabos de aço para uso geral. Graxas e lubrificantes para alma de fibra não estão incluídos nesta Norma)
- NR – 26 (Sinalização de Segurança, e 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 são:

- Lingadas de cabo de aço
- Cintas de cabo de fibra natural e tecido sintético
- Lingadas de correntes
- Caixa/Cestas/Containers.
- Pontes rolantes/Guindastes/Talhas/Pórticos/Monovias/Guincho
- Empilhadeiras
- Cavaletes
- Acessórios auxiliares de içamento

Antes do teste de carga, alguns procedimentos são sempre seguidos, como por exemplo para as lingadas de aço (Eslingas), figura 2, sempre verificar as especificações do cabo de aço, assim como as especificações dos acessórios, se eles estão dentro das normas. Após essa verificação uma inspeção visual é feita da seguinte forma:

- Numero de arames rompidos nos cabos de aço, deve ser zero;
- Se houver abrasão, a lingada deve ser retificada ou eliminada;
- Lingadas com corrosão excessiva devem ser descartadas ou retificadas;
- Assegurar que os cabos estejam sempre lubricados para evitar corrosão;
- Nós, maus tratos ou cabos irregulares devem ser descartados;
- Sempre analisar o estado dos cabos junto a pêra de fixação para verificar possíveis cabos rompidos e a situação dos acessórios. Qualquer acessório deformado deve ser substituído.

Figura 2: Eslingas ou Lingadas



Fonte: O autor, 2014

As inspeções devem ser semestrais, segundo a NBR – 13543, e o cabo de aço deverá ser capaz de suportar o dobro do valor da carga máxima no decorrer de 5 minutos, sem apresentar distorções e deformações. Após a realização do teste, figura 3, os componentes da lingada devem ser inspecionados por ensaios não destrutivos (END), os quais o líquido penetrante e a inspeção por partículas magnética, com o intuito de analisar se após o teste ocorreram danos, se sim, essa eslinga deverá ser substituída, removida ou até reparada quando for aplicável.

Figura 3: Teste de carga em Eslingas



Fonte : O autor, 2014

O resultado do teste de carga deverá ser registrado em relatório contendo no mínimo as seguintes informações:

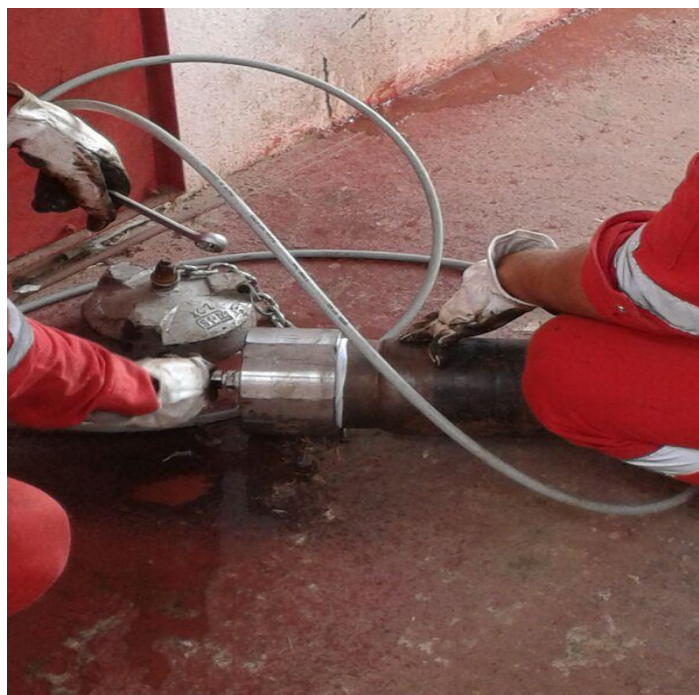
- Logotipo e/ou logomarca da STC;
- Numero e revisão do procedimento de ensaio;
- Identificação do equipamento;
- Laudo;
- Identificação e assinatura do técnico responsável;
- Data

Após a realização de todos esses procedimentos, o equipamento pode ser certificado pela STC, e assim seguir para ser usado com segurança pela empresa proprietária.

### **2.3 Teste Hidrostático**

Teste Hidrostático, figura 4, são testes de pressão aplicados em vasos de pressão para aferir se há ocorrência ou possibilidade de vazamento ou ruptura (SILVA, 2010). Tem como objetivo estabelecer e descrever as condições e exigências mínimas necessárias a execução de teste hidrostático, pneumático e hidropneumático por meio de aplicações de pressão em mangueiras e seus acessórios. Vale salientar que as mangueiras devem ser testadas a cada 12 meses, entretanto, sempre que ocorrem acidentes inesperados com os conjuntos de mangueiras tais como pancadas bruscas, amassamento e outros sinistros que possam avariar o equipamento, os equipamentos deverão ser testados independente da frequência ora estabelecida, utilizando critérios de aceitação constantes nesse procedimento.

Figura 4: Teste Hidrostático



Fonte: O autor, 2014

Para a realização do teste a empresa se baseia nas normas, tiradas do site da SAE International:

- SAE J343 (Norma para especificação de testes para mangueiras hidráulicas);
- SAE J517 (Norma referente a mangueira hidráulica).

O teste é realizado pela STC seguindo os seguintes procedimentos padrões:

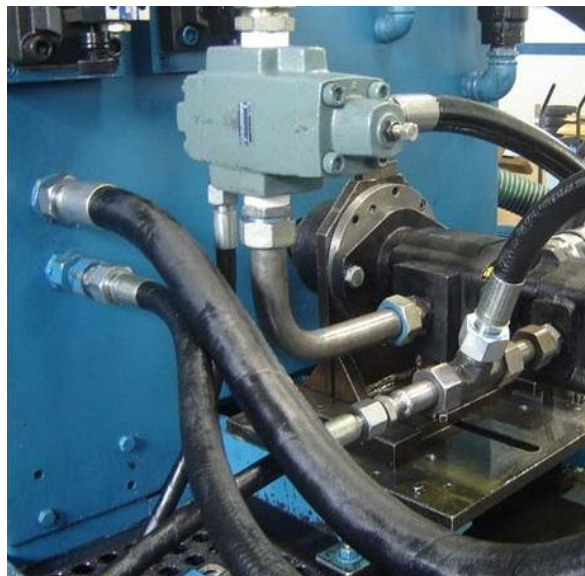
**Preparação do Teste:** Para mangueiras usadas, estas devem ser previamente lavadas com água para eliminação de impurezas em seu interior. Este método pode ser executado com a própria bomba de teste. Ao conectar a mangueira na bomba de teste, recomenda-se a instalação de válvula de purga (Drenagem) na outra extremidade. Em seguida encher completamente a mangueira com água purgando com a válvula o ar existente em seu interior de modo que não permaneça nenhuma bolsa de ar no interior da mangueira. Para mangueiras usadas com comprimento acima de 15 metros é recomendada a utilização de mais de um manômetro, o qual, montado na extremidade final. Para fluido de teste somente poderá ser usada água com baixos teores de cloretos e limpa.

**Aplicação de pressão:** Iniciar a pressurização de forma lenta e gradual, sendo que a pressão de teste deverá ser 1,5 vezes e pressão de trabalho. A faixa de temperatura para execução do

teste deverá estar entre 20°C e 60°C. Após a estabilização da pressão de teste, o tempo de teste requerido é de no mínimo 15 minutos. Durante toda a fase de pressurização o operador do teste deverá ficar atento aos manômetros bem como no registrador gráfico para assegurar que não houve nenhuma queda de pressão. Ao fim de 15 minutos, despressurizar gradualmente o sistema desligando o bloqueio de ar da bomba e abrindo a válvula de dreno do sistema.

**Pós Teste:** Após a completa desmontagem da mangueira da bancada de teste (Figura 5), efetuar uma inspeção visual em sua coberta e terminais quanto a danos ou deformações oriundas do teste de pressão que podem ocorrer.

Figura 5: Bancada de Teste Hidrostático.



Fonte: [hidracomp.com.br](http://hidracomp.com.br)

**Relatórios:** O resultado do teste de pressão e do END quando aplicável deverá ser registrado em relatório, padrão da empresa contendo as informações necessárias, figura 6.

Figura 6: Modelo de relatório de Teste Hidrostático

| RELATÓRIO DE TESTE HIDROSTÁTICO |                                    | Relatório Nº:                      |  |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| HYDROSTATIC TEST REPORT         |                                    | Página:                            |  |
|                                 |                                    | Data:                              |  |
| <b>DADOS DO EQUIPAMENTO</b>     |                                    |                                    |  |
| Cliente:                        |                                    |                                    |  |
| Equipamento:                    | Identificação:                     |                                    |  |
| Componente:                     | Características:                   |                                    |  |
| Figura:                         | Processo de Trabalho:              |                                    |  |
| <b>DADOS DO TESTE</b>           |                                    |                                    |  |
| Local do teste:                 |                                    |                                    |  |
| Pressão do teste:               | Temperatura do teste:              |                                    |  |
| Procedimento:                   | PP certificado:                    |                                    |  |
| Data do teste:                  | Validação:                         |                                    |  |
| <b>INSTRUMENTOS UTILIZADOS</b>  |                                    |                                    |  |
| Modelo:                         | Capacidade:                        |                                    |  |
| PP do teste:                    | Certificado Validado:              |                                    |  |
| LAUDO:                          | APPROVADO <input type="checkbox"/> | REPROVADO <input type="checkbox"/> |  |
| <b>GRÁFICO DO TESTE</b>         |                                    |                                    |  |
|                                 |                                    |                                    |  |
| <b>OBSERVAÇÕES</b>              |                                    |                                    |  |
|                                 |                                    |                                    |  |
| Operador:                       | Unidade:                           | Fiscalização:                      |  |
|                                 |                                    |                                    |  |

Forma\_PTC\_001\_Rev.01 - Relatório de Teste Hidrostático

Fonte: STC – Inspeções e Testes de Equipamentos

## 2.4 Ensaios não destrutivos (END)

Ensaios não destrutivos (END) são técnicas não intrusivas que têm o objetivo de determinar a integridade da peça ou medir quantitativamente as características do material LIMA(2008). Onde essa técnica leva esse nome por não deixar nenhuma marca ou sinal, e portanto nunca inutilizam a peça (SOUZA, 1984).

A STC realiza os ENDs para certificar as peças, e para que elas sejam liberadas para a utilização desse material por seus determinados proprietários. Vale salientar que a STC dispõe de equipamentos para a realização de END, onde a empresa se destaca em dois desses tipos de operações, o Líquido penetrante e de Partícula magnética. Assim como os testes a STC realiza esses ENDs seguindo uma série de fatores e procedimentos para a melhor realização da atividade e certificação da integridade do material.

### 2.4.1 Líquido Penetrante

O ensaio por Líquido Penetrante, figura 7, é um método desenvolvido para a detecção de descontinuidades essencialmente superficiais, abertas na superfície do material, tem a

função de detectar as descontinuidades com até 1mm de largura na superfície do equipamento (ANDREUCCI, 2008).

Figura 7: Líquido Penetrante



Fonte: O autor, 2014

Esse método consiste em fazer penetrar na abertura da descontinuidade um líquido; após a remoção do excesso de líquido da superfície, faz-se o líquido retido sair da descontinuidade por meio de um revelador. A imagem da descontinuidade fica então desenhada sobre a superfície (ANDREUCCI, 2008).

Normas de Referencia para a execução da inspeção por líquido penetrante, retirados dos sites da ASME, AWS, ASTM, JIS, BSI, ISO, PETROBRAS, ABENDE e ABNT:

- ASME seção V (Exame não-destrutivo);
- ASME seção VIII (Regras para construção de vasos de pressão);
- ASME B 31.3 (Para processos de tubulação);
- AWS D 1.1 (Código de soldagem estrutural);
- ASTM E-165 (Método de teste padrão para exame de líquido penetrante);
- JIS – Z-2343 (Método de teste de penetração de líquido e de classificação de indicação);
- BSI BS EN 473 (Qualificação e certificação de pessoal para END);
- BSI BS EN 45013 (Os critérios gerais para organismos de certificação de certificação operação de pessoal);
- ISO 9001:2008 (Sistema de gestão de qualidade);

- ISO 9712 (Qualificação e certificação de pessoal);
- ISO 14001:2004 (Sistema de gestão de Meio Ambiente);
- PETROBRAS – N-1596 Rev. F (Ensaio não destrutivo/ Líquido Penetrante);
- PETROBRAS – N-2370 Rev. C (Especificações para Líquido Penetrante);
- ABENDE NA-001 Rev. 10 (Qualificação e Certificação de pessoal em Ensaios Não Destrutivos);
- ABNT–NBR-NM – 327 (Líquido Penetrante/ Terminologia);
- ABNT–NBR-8407 (Líquido Penetrante/Detecção de Descontinuidades);
- ABNT-NBR-NM ISO (Ensaios Não Destrutivos/Qualificação e Certificação de Pessoal);

Para a realização do ensaio não destrutivo por líquido penetrante, A STC segue os seguintes procedimentos descritos a seguir:

**Condição superficial, técnicas de preparação e limpeza da superfície:** A superfície a ser ensaiada deve estar limpa, seca e livre de óleo, graxa, carepa, escória e outras substâncias que possam interferir no resultado do ensaio. A superfície a ser ensaiada deve ser preparada por esmerilhamento, lixamento, ou usinagem, ou outro material mecânico conforme necessidade quanto a remoção de impurezas e/ou irregularidades superficiais que poderem vir a mascarar as indicações de possíveis descontinuidades. Após a limpeza mecânica da superfícies a serem ensaiadas deverão ser limpas com panos umedecidos com solventes ou removedor.

**Modo e tempo de secagem após limpeza prévia da superfície:** A superfície a ser ensaiada deve encontrar-se completamente seca antes da aplicação do líquido penetrante. A secagem deverá ser por evaporação natural, aguardando-se um período mínimo não inferior a 5 minutos.

**Modo de aplicação do líquido penetrante e tempo de penetração:** O Líquido Penetrante poderá ser aplicado por meio de aerossol ou pincelamento, imersão, ou pulverização com pistola de ar comprimido. Quando for utilizada a pistola de ar comprimido a linha deve possuir filtro de ar a fim de evitar contaminação de óleo, água, e sujeira que possam estar contidos no sistema de ar comprimido. O tempo de penetração deverá ser no mínimo de 10 minutos, não podendo exceder o máximo 60 minutos.

**Modo de remoção do excesso de líquido penetrante:** A remoção do excesso poderá ser feito com água ou com solvente, isso depende do tipo de líquido penetrante usado.

**Modo e tempo máximo para aplicação do revelador:** O revelador, figura 8, deverá ser aplicado imediatamente após a secagem da superfície. Antes e durante a aplicação, o recipiente do revelador deverá ser vigorosamente agitado a fim de garantir a completa homogeneidade da suspensão. A camada de revelador a ser aplicada deverá ser fina e uniforme sobre a área de interesse, durante a aplicação, o revelador deve chegar na superfície levemente umedecido. Caso seja constatada a excessiva coloração de fundo para penetrantes coloridos, ou excessiva fluorescência de fundo para penetrantes fluorescente, o ensaio deve ser iniciado imediatamente. As regiões da superfície ensaiada que apresentarem, logo após a revelação, pigmentação que possa mascarar as discontinuidades não devem ser aceitas e, por conseguinte, devem estas superfícies serem limpas e submetidas a um novo ensaio.

Figura 8: Revelador não aquoso.



Fonte: O autor, 2014

**Interpretação dos resultados:** De forma a evitar que a difusão excessiva do líquido penetrante no revelador dificulte a interpretação do tipo e tamanho das discontinuidades, uma interpretação inicial deve ser efetuada imediatamente após a aplicação do revelador. A avaliação e interpretação final do ensaio devem ser feitas entre 10 a 30 minutos após o termino da revelação.

**Crerios de avaliação e aceitação:** Os crerios de avaliação deverão ser realizado conforme as normas de projeto, fabricação e/ou montagem aplicada ao equipamento, tubulação,

estrutura, peça, dispositivo, ou mesmo, definida pelo contratante, gerencia ou comprador. Para os padrões de aceitação, devem ser aplicados os seguintes padrões de aceitação: Indicações lineares relevantes, indicações arredondadas relevantes, maiores do que 3/16'', quatro ou mais indicações arredondadas relevantes alinhadas, separadas por uma distancia igual ou menor que 1/16'', medidas entre bordas de indicações consecutivas. A indicação de uma descontinuidade pode ser maior do que a própria descontinuidade, entretanto, a indicação é que deve ser utilizada para a aplicação do critério de aceitação ou rejeição.

**Sistemática de registros dos resultados e rastreabilidade:** As áreas das peças e equipamentos, ou estes em sua totalidade quando inspecionados devem ser identificados através de croqui, foto e/ou desenho contido no relatório em campo apropriado, ou designado como anexo ou relatório. O resultado das inspeções deverá ser registrado em formulário de relatório, figura 9, contendo as seguintes informações:

- Logotipo e/ou logomarca da STC;
- Numero e revisão do procedimento de ensaio;
- Número do relatório
- Identificação do equipamento;
- Material inspecionado e espessura;
- Luminosidade e temperatura da peça, equipamento, ou tubulação inspecionados;
- Materiais penetrantes utilizados;
- Número do lote e validade de cada material penetrante;
- Registro dos resultados;
- Normas ou valores de referencia usadas para a interpretação dos resultados;
- Laudo indicando a aceitação, rejeição ou recomendação;
- Identificação e assinatura do técnico responsável;
- Data;
- Identificação e assinatura do operador/inspetor responsável;

|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|-------|
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>RELATÓRIO DE ENSAIO POR LÍQUIDO PENETRANTE</b> |                                                                                                 | Solicitante: NR: |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>LIQUID PENETRANT TESTING REPORT</b>            |                                                                                                 |                  |                                | Objetivo:          |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                | Data:              |       |
| Endereço:                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Local do ensaio:                                  |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| Equipamento:                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Componente:                                       |                                                                                                 | Identificação:   |                                |                    |       |
| Norma de Referência / Critério de Aceitação:                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Procedimento de Ensaio:                           |                                                                                                 | Iluminação:      |                                |                    |       |
| <b>PROCESSO DE FABRICAÇÃO:</b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  | <b>MATERIAL: AÇO CARBONADO</b> |                    |       |
| <input type="checkbox"/> Junta Soldada <input type="checkbox"/> Fundido <input type="checkbox"/> Forjado <input type="checkbox"/> Laminado <input type="checkbox"/> Serrado |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| <b>CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE:</b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   | <b>MÉTODO DE ENSAIO:</b>                                                                        |                  |                                |                    |       |
| <input type="checkbox"/> Escovado <input checked="" type="checkbox"/> Limado <input type="checkbox"/> Polido                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   | <input type="checkbox"/> Substrato <input type="checkbox"/> Pó <input type="checkbox"/> Solução |                  |                                |                    |       |
| <input type="checkbox"/> Estranhada <input type="checkbox"/> Jateada                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   | <input type="checkbox"/> Fluorescente <input type="checkbox"/> Invisível                        |                  |                                |                    |       |
| <b>MATERIAIS UTILIZADOS:</b>                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| <b>SOLVENTE</b>                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>PENETRANTE</b>                                 |                                                                                                 | <b>REMOVEDOR</b> |                                |                    |       |
| Fabricante:                                                                                                                                                                 | Fabricante:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Fabricante:                                       | Fabricante:                                                                                     | Fabricante:      | Fabricante:                    |                    |       |
| Marca:                                                                                                                                                                      | Marca:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Marca:                                            | Marca:                                                                                          | Marca:           | Marca:                         |                    |       |
| Cor:                                                                                                                                                                        | Cor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cor:                                              | Cor:                                                                                            | Cor:             | Cor:                           |                    |       |
| Data Validade:                                                                                                                                                              | Data Validade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Data Validade:                                    | Data Validade:                                                                                  | Data Validade:   | Data Validade:                 |                    |       |
| <b>JUNTA/PEÇA</b>                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>DESCONTINUIDADES</b>                           |                                                                                                 |                  |                                | <b>OBSERVAÇÕES</b> |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | NP                                                | TIPO                                                                                            | LOCALIZAÇÃO      | DIMENSÃO                       |                    | LAUDO |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| FOTO:                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| <b>LAUDO FINAL:</b> <input type="checkbox"/> APROVADO <input type="checkbox"/> REPROVADO <input type="checkbox"/> NEC                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| <b>LEGENDA:</b>                                                                                                                                                             | AT – Agrotamento de Trincas    TL – Trinca Longitudinal    TT – Trinca Transversal    TR – Trinca Simplicada<br>P – Perro    PD – Permeidade    M – <i>Microbolhas</i> F – Falta de Fusão    FP – Falta de Penetração<br>ZA – Zona Afetada Termicamente    MB – Bolha de Gás    S – Solta    C – Dorça<br>A – Aprovado    R – Reaprovado    NEC – Necessário Exame Complementar |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |
| <b>Inspetor:</b>                                                                                                                                                            | <b>Cliente:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   | <b>Fiscalização:</b>                                                                            |                  |                                |                    |       |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                 |                  |                                |                    |       |

Foto: \_RSC\_008\_Avaliador - Relatório de Líquido Penetrante

**Limpeza final:** Após o término do registro dos resultados a peça deverá ser limpa, utilizando-se de papel absorvente ou panos umedecidos com solvente ou removedor. No caso de limpeza de aços inoxidáveis austeníticos, titânio, níquel e ligas a base de níquel, somente deverão ser usados solventes ou removedores com certificado de controle de contaminantes. Esta limpeza pode ser omitida sempre que não interferir com as etapas subsequentes de fabricação ou de utilização em serviço, devendo ser solicitado ao contratante dos serviços uma autorização formal. Após a conclusão do ensaio, é fundamental importância a realização da limpeza do ambiente onde foram realizada a inspeção, sendo necessária a remoção de todos os materiais e insumos utilizados no ensaio para que estejam encaminhados para descarte ou aplicação futura.

Assim como no ensaio por líquido penetrante o ensaio por partículas magnéticas é utilizado na localização de descontinuidades superficiais e sub-superficiais em materiais ferromagnéticos. Pode ser aplicado tanto em peças acabadas quanto semi-acabadas e durante as etapas de fabricação. (ANDREUCCI, 2008).

O processo consiste em submeter a peça, ou parte desta, a um campo magnético. Na região magnetizada da peça, as descontinuidades existentes, ou seja a falta de continuidade

das propriedades magnéticas do material, irão causar um campo de fuga do fluxo magnético. Com a aplicação das partículas ferromagnéticas, ocorrerá a aglomeração destas nos campos de fuga, uma vez que serão por eles atraídas devido ao surgimento de pólos magnéticos. A aglomeração indicará o contorno do campo de fuga, fornecendo a visualização do formato e da extensão da descontinuidade (ANDREUCCI, 2008).

Normas de referencia para a realização da inspeção por partículas magnéticas, seguidas pela STC, retiradas dos sites da AMSE, AWS, ASTM, ISSO, PETROBRAS e ABNT:

- AMSE Seção V (Exame não-destrutivo)
- ASME seção VIII (Regras para construção de vasos de pressão)
- ASME B 31.3 (Para processos de tubulação)
- AWS D 1.1 (Código de soldagem estrutural)
- ASTM E-709 (Guia Padrão para Exame de Partículas Magnética)
- ISO 9001:2008 (Sistema de gestão de qualidade)
- ISO 9712 (Qualificação e certificação de pessoal)
- PETROBRAS – N-1598 Rev. F (Ensaio não destrutivo/ Partícula Magnética)
- PETROBRAS – N-1738 Rev. C (Descontinuidades em juntas soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados)
- ABNT–NBR-NM – 328 (Partícula Magnética/ Terminologia)
- ABNT-NBR-NM ISO - 9712 (Ensaio Não Destrutivos/Qualificação e Certificação de Pessoal)

A STC realiza esse tipo de ensaio seguindo procedimentos muito semelhantes ao de Líquido Penetrante no que diz respeito a parte burocrática, na realização do processo se da na devida forma:

**Tinta de contraste:** No ensaio por via úmida colorida em superfícies do tipo: bruta de soldagem, jateadas, rugosas ou esmerilhadas, é obrigatório a utilização de tinta de contraste. A aplicação da tinta poderá ser dispensada no ensaio de peças usinadas, desde que a coloração da superfície da peça já proporcione um contraste adequado com as partículas magnéticas em utilização.

**Equipamentos:** Yoke, figura 10, que é o equipamento que realiza a magnetização da peça por indução em um campo magnético, gerado por um eletroímã, em forma de U invertido,

apoiado na peça a ser examinada que deverão ser testados a cada início, reinício, e mudança do local de trabalho.

Figura 10: Yoke.



Fonte: O autor, 2014.

### **3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO**

Durante o período do estágio na empresa de inspeção STC, foi desenvolvidos algumas atividades de grande importância para a formação de um graduando em engenharia de petróleo, pois foi proporcionado uma vivencia muito rica no que se refere a inspeção e teste de equipamentos na área petrolífera. No estágio pode-se observar várias atividades feitas na própria sede da empresa, onde conta com uma estrutura excelente para a realização dessas inspeções, como as por Líquido Penetrante, Partícula Magnética, por Ultra Som, e testes de cargas e hidrostático, vale salientar que a empresa realiza esses tipos de inspeção não só na empresa mas como também no campo, dependendo da solicitação da empresa contratante. Assim como observar a realização dos testes de carga e hidrostático, esses somente realizados na sede da empresa em Mossoró. Além da riquíssima oportunidade de observar esses procedimentos, o estágio também propiciou um importante aprendizado no que diz respeito ao preenchimento de relatórios, que são realizados no setor de qualidade da empresa. Os relatórios são os registros das operações realizadas pelos inspetores responsáveis, ou seja, tudo que é observado durante as inspeções e os testes são transpassados para os relatórios, daí

a oportunidade de aprender termos técnicos usados nos relatórios, onde alguns desses relatórios já foram ilustrados na fundamentação teoria desse trabalho.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estágio teve carga horário de 180 horas, na própria sede da empresa na cidade de Mossoró, nos setores de testes e inspeções, no próprio galpão da empresa, e na sala de qualidade, que era o escritório onde se realizava os relatórios repassados pelos inspetores, onde o estágio contou com a supervisão do inspetor responsável da empresa, o senhor Francisco Gomes.

Apesar de algumas dificuldades encontradas, como a falta de visitas externas, pelo fato de a empresa ficar refém de burocracias impostas a ela, dificultando o aprendizado prático, esse estágio proporcionou uma grande experiência para a concorrente carreira profissional que virá após o termino do curso, isso porque o mercado de trabalho hoje em dia exige tanto conhecimento teórico quanto o conhecimento prático, e assim a importância de um estágio que propicie esse tipo de aprendizado.

A STC propiciou a experiência necessária para entrar no mercado petrolífero, pois a inspeção e os testes que ela realiza estão diretamente ligados a essa área. Essas atividades são tidas como vital, pois são elas que certificam se o equipamento está apto para ser utilizado sem que ocorra algum tipo de dano durante a operação, e sabendo o quanto as atividades que envolvem o petróleo são perigosas, aumenta a responsabilidade de todos os envolvidos nessas inspeções.

Assim, todos os objetivos foram alcançados, tanto o aprendizado ao observar importantes operações de testes e inspeções, como na responsabilidade passada ao estagiário ao preencher relatórios com informações bastante cruciais para o desenvolvimento da empresa concedente do estagio quanto para as empresas contratantes desses serviços.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREUCCI, Ricardo. **Ensaio por líquidos penetrantes**. ABENDI. 2003. 53p

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

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

SOUZA, Sérgio Augusto de. **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos**: Fundamentos Teóricos e Práticos. 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1984. 286 p

SILVA, Enéas Rodrigues da. **Teste Hidrostático em Vasos de Pressão**. 2010. 1p

Dados da empresa STC, Disponível em: <<http://stcinspecoes.com/index.php/empresa>> Acesso em: 02 de julho de 2014.

Normas NBR da ABNT, disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>> Acesso em 06 de Julho de 2014.

Normas SAE J da SAE International, Disponível em: <[http://standards.sae.org/j517\\_201005/](http://standards.sae.org/j517_201005/)> Acessado em 22 de Julho de 2014.

ISO 9001, 9712 e 14001, disponível em: <[www.iso.org](http://www.iso.org)> Acesso em: 22 de Julho de 2014.

ABENDE NA-001 Rev. 10, Qualificação e Certificação de pessoal em Ensaio Não Destrutivos, disponível em: <<http://www.abendi.org.br/abendi/Upload/file/PDF/NA-001%20Rev13%20Qualifica%C3%A7%C3%A3o%20e%20Certifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pessoas%20em%20END.pdf>> Acesso em: 22 de Julho de 2014.

Normas ASTM da American Society for Testing and Materials, disponível em: <[www.astm.org](http://www.astm.org)> Acesso em 22 de Julho de 2014.

Normas ASME da American Society of Mechanical Engineers, disponível em: <[www.asme.org](http://www.asme.org)> Acesso em 22 de Julho de 2014.

Normas AWS da American Welding Society, disponível em: <[www.aws.org](http://www.aws.org)> Acesso em 22 de Julho de 2014.

Normas JIS da Japanese Industrial Standard, disponível em: <[www.jsa.or.jp](http://www.jsa.or.jp)> Acesso em: 22 de Julho de 2014.

Normas BSI da British Standard Institute, disponível em: <<http://bsigroup.com>> Acesso em: 22 de Julho de 2014.

Normas da PETROBRAS, disponível em: <<http://sites.petrobras.com.br/CanalFornecedor/portugues/pdf/Catalogo-Normas-Tecnicas-Petrobras>> Acesso em: 22 de julho de 2014.

NR-26, Sinalização de segurança, disponível em:

<[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A31190C1601312A0E15B61810/nr\\_26.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A31190C1601312A0E15B61810/nr_26.pdf).>

Acesso em: 22 de Julho de 2014.