

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS-MG**

**ENGENHARIA MECÂNICA**

**TIAGO SILVA RODRIGUES**

**ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS  
INSPEÇÃO DIMENSIONAL DE EQUIPAMENTOS  
CONJUNTO GERAL – VASO DE DRENAGEM DE HIDROCARBONETOS**

**Varginha  
2011**

**FEPESMIG**

**TIAGO SILVA RODRIGUES**

**ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS  
INSPEÇÃO DIMENSIONAL DE EQUIPAMENTOS  
CONJUNTO GERAL – VASO DE DRENAGEM DE HIDROCARBONETOS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, apresentado como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes

**Varginha  
2011**

**FEPESMIG**

**TIAGO SILVA RODRIGUES**

**ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS  
INSPEÇÃO DIMENSIONAL DE EQUIPAMENTOS  
CONJUNTO GERAL – VASO DE DRENAGEM DE HIDROCARBONETOS**

Monografia apresentada ao curso da Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Avaliado em:        /        /



---

Prof. Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes



---

Prof. Ms. Alexandre de Oliveira Lopes

OBS.:

Dedico este trabalho aos meus amados pais, meus queridos filhos, esposa(In Memoriam) aos professores e colegas de classe e profissão, e em especial a minha família e a minha namorada Nathália por todo o apoio, incentivo e companheirismo ao longo desse curso.



“Nem todos que tentaram conseguiram chegar ao final desta árdua jornada, porém todos que conseguiram com certeza tiveram a coragem e fé de tentar”.

Tiago S. Rodrigues

## RESUMO

A gestão eficiente de um C.Q (Controle de Qualidade) é indispensável para evitar-se retrabalhos e manter as características de um sistema adequado de qualidade. Os ensaios não destrutivo (END'S), em especial focando a base deste trabalho inspeção dimensional de equipamentos, é uma atividade de suma importância junto à indústria, pois diante de alguns levantamentos estatísticos foi comprovado que a detecção de falhas ou defeitos em produtos e equipamentos quando em fase de operação aumenta significamente o custo de correção quando comparado ao custo de correção na detecção da falha em parada programada ou no processo de fabricação e montagem (<http://www.abende.org.br/> Acesso em: 17 out. 2011).

O Controle Dimensional é uma aplicação específica da metrologia dimensional e dos conceitos fundamentais de confiabilidade metrológica aos elementos que compõem as construções de plantas industriais de petróleo e gás, papel e celulose, petroquímicos, mineração e siderúrgicos (Revista Abende, nº22, 2007, pg.17).

**Palavras-Chave:** Ensaios não destrutivos, Inspeção dimensional, Custo.

## **ABSTRACT**

*The efficient management of a QC (Quality Control) is necessary to avoid rework and to maintain the characteristics of a suitable system of quality. The non-destructive testing (NDT's), especially focusing on the basis of this work dimensional inspection equipment, is an activity of paramount importance with the industry since before some statistical studies it was found that the detection of flaws or defects in products and equipment when phase operation significantly increases the cost of correction when compared to the cost of correction in the detection of failure to shutdown or in the process of manufacture and assembly (<http://www.abende.org.br/> Accessed on: 17 October 2011).*

*The dimensional control is a specific application of dimensional metrology and fundamental concepts of metrological reliability to the elements that make up the construction of industrial plants, oil and gas, pulp and paper, petrochemical, mining and steel (Revised Abende, No. 22, 2007, pg. 17).*

**Keywords:** *Non-destructive testing, Dimensional Inspection, Cost.*

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	09
2. Desenvolvimento.....	10
3. Sobre Vasos de Pressão.....	10
4. Ensaaios não destrutivos (END'S).....	18
5. Dimensionamento de Vasos de Pressão.....	19
6. Categorias dos Vasos de Pressão .....	19
7. Documentação Constada no Equipamento.....	21
8. Treinamento para Operação de Equipamentos .....	23
9. Testes sobre a Segurança dos Vasos de Pressão.....	24
10. Avaliação de Integridade e Teste Hidrostático.....	25
11. Inspeção Periódica de Segurança do Vaso de Pressão.....	25
12. Principais Pontos de Inspeção do Vaso de Pressão.....	26
13. Controle Dimensional .....	30
14. Caso .....	31
15. Plano de Inspeção.....	34
16. Execução dos Serviços de Inspeção .....	34
17. Emissão do Relatório de Embarque.....	41
18. Preenchimento de Campos do Relatório.....	42
19. Modalidades de END'S Aplicáveis .....	43
20. Estudo de caso .....	45
21. Conclusão.....	47
22. Anexos .....	48
23. Referências bibliográficas.....	59



## 1. INTRODUÇÃO

A inspeção dimensional de equipamentos como parte integrante dos END'S (Ensaio não Destrutivos), os quais são executados de modo a não comprometer a estrutura do equipamento, está dividida em 02 etapas principais: pré-inspeção (montagem) e inspeção (pós-montagem) (<http://www.abende.org.br/> Acesso em: 17 out. 2011).

O Controle Dimensional é um método capaz de verificar de maneira eficiente as características dimensionais de peças, subconjuntos ou mesmo equipamentos completos, tendo como objetivo principal garantir a montagem, o bom funcionamento e a intercambialidade de peças e componentes de equipamentos (Revista Abende, nº22, 2007, pg.17).

Como método de aplicação geral em qualquer processo de fabricação, o Controle Dimensional pode ser classificado de várias maneiras. Uma forma bastante difundida é a sua classificação de acordo com a natureza de sua aplicação (Revista Abende, nº22, 2007, pg.17).

Desta forma, uma divisão utilizada pela Petrobras para finalidade de qualificação de pessoal é a encontrada na Norma Petrobras N- 2109, que estabelece uma divisão em quatro modalidades distintas, conforme descrito abaixo:

- Controle Dimensional de Caldeiraria e Tubulação
- Controle Dimensional de Mecânica
- Controle Dimensional de Topografia Industrial
- Controle Dimensional de Montagem de Maquinas (Revista Abende, nº22, 2007, pg.17).

Os END'S são definidos como testes para o controle da qualidade, realizados sobre peças acabadas ou semi acabadas, para a detecção de falta de homogeneidade, defeitos ou falhas, através de princípios físicos definidos, sem prejudicar a posterior utilização de equipamentos inspecionados. Constituem uma das principais ferramentas do controle de qualidade e são utilizados na inspeção de produtos soldados, fundidos, forjados, laminados, entre outros; sendo aplicados nos setores petroquímico, nuclear, aeroespacial, siderúrgico, naval, autopeças e transportes rodo ferroviários (<http://www.abende.org.br/> Acesso em: 17 out. 2011).

## 2. DESENVOLVIMENTO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a inspeção dimensional de um CONJUNTO GERAL – VASO DE DRENAGEM DE HIDROCARBONETOS, sendo a inspeção efetuada nos seguintes itens: corpo, tampos, furações, bocais, flanges, berços e alças. Divididos em pré inspeção (montagem) e inspeção final. As tolerâncias serão indicadas e respeitadas conforme desenho e normas pertinentes.

## 3. SOBRE VASOS DE PRESSÃO

Por definição, os vasos de pressão são todos os reservatórios, de qualquer tipo, dimensões ou finalidades, não sujeitos à chama, fundamentais nos processos industriais, que contenham fluidos e sejam projetados para resistir com segurança a pressões internas diferentes da pressão atmosférica, ou submetidos à pressão externa, cumprindo assim a função básica de armazenamento (<http://www.abende.org.br/> Acesso em: 19 out. 2011).

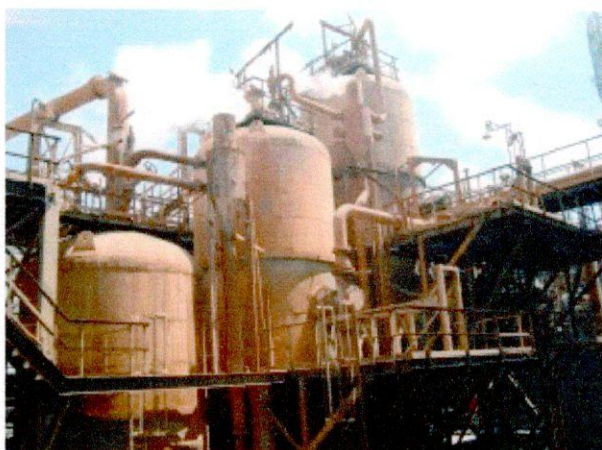


Figura 1 - Vasos de Pressão. Fonte: O autor 2010.



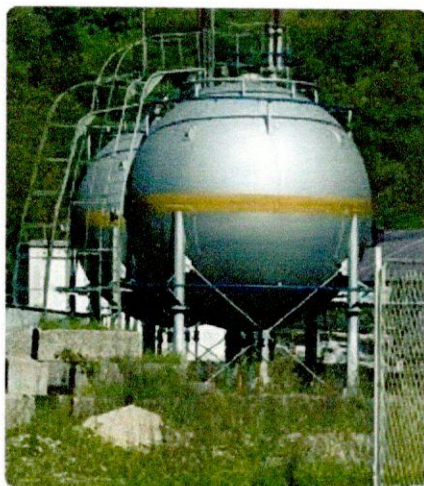


Figura 2 - Vasos de Pressão. Fonte: O autor 2010.



Figura 3 - Vaso de Pressão. Fonte: O autor 2010.

### **Aplicações Dos Vasos de Pressão**

Em refinarias de petróleo, usinas de açúcar e etanol, indústrias químicas e petroquímicas. Os vasos de pressão constituem um conjunto importante de equipamentos que abrangem os mais variados usos. O projeto e a construção de vasos de pressão envolvem uma série de cuidados especiais que exige o conhecimento de normas e materiais adequados para cada tipo de aplicação, pois as falhas em vasos de pressão podem acarretar sérias conseqüências, até mesmo com perda de vidas, sendo considerados os vasos de pressão equipamentos de grande periculosidade. Vasos de pressão e reservatórios de ar comprimido se enquadram na norma NR-13 e ASME VIII (GENEROSO, 2003).



Segundo a Revista Abende, nº22 (2007) as modalidades aplicativas são:

- Controle Dimensional de Caldeiras e Tubulação: aplicação do Controle Dimensional aos equipamentos de origem em processos de fabricação de caldeiraria, como vasos de pressão, tanques de armazenamento, juntas tubulares e segmentos de tubulação. Como estes equipamentos de caldeiraria têm uma enorme possibilidade de combinações de geometrias, há uma dificuldade de padronização dos processos de Controle Dimensional. Devido às especificidades de projeto, cada equipamento é fabricado de maneira quase que única, exigindo um procedimento de Controle Dimensional específico.
- Controle Dimensional de Mecânica: aplicação do Controle Dimensional aos equipamentos de origem em processos de fabricação mecânicos, como engrenagens, roscas, flanges e bombas. O Controle Dimensional normalmente é aplicado ao processo de fabricação por se tratarem de linha de produção pode ter seu controle realizado de maneira amostral na maioria das vezes.
- Controle Dimensional de Topografia Industrial: aplicação do Controle Dimensional aos marcos topográficos utilizados em instalações industriais, assim como as bases de equipamentos fabricados em processos de construção civil ou mesmo na montagem de torres diversas para verificação de verticalidade. Por tratar-se de projetos praticamente únicos o Controle Dimensional tem sua aplicação em 100% das obras em que estão sendo construídas bases de equipamentos e marcos de localização.
- Controle Dimensional de Montagem de Máquinas: aplicação do Controle Dimensional à montagem de bombas, turbinas e compressores. Por se tratar de equipamentos dinâmicos, ou seja, equipamentos que possuem movimento de algum de seus componentes, como altas rotações de eixos, por exemplo, a montagem correta destes equipamentos exige uma série de requisitos quanto a sua vedação junto ao sistema e a geração de vibrações. Desta forma, os alinhamentos entre eixos e o balanceamento dos mesmos tem fundamental importância no sentido de reduzir estes efeitos indesejados. Em um processo industrial de fabricação e montagem de uma plataforma de petróleo, por exemplo, estas quatro modalidades de Controle Dimensional são utilizadas de maneira conjunta, visando garantir a montagem correta de todos os equipamentos do projeto, evitando retrabalhos e preservando o bom andamento da obra.

Aplicação do Controle Dimensional:

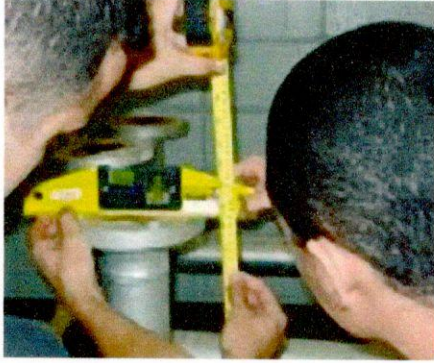


Figura 4 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 5 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 6 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 7 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 8 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.

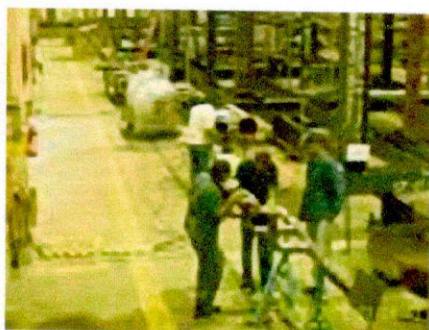


Figura 9 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



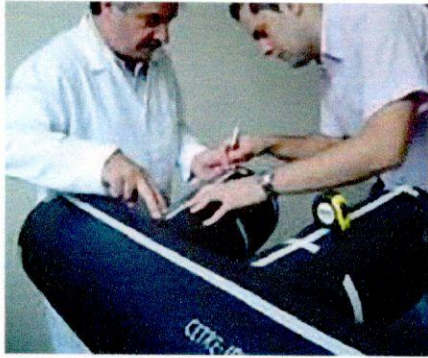


Figura 10 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.

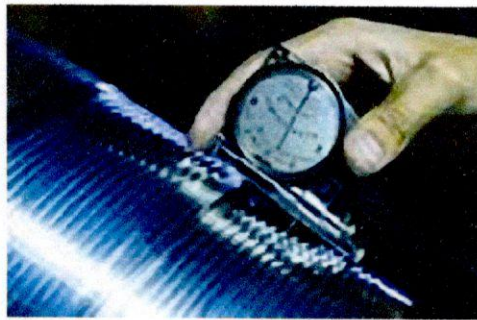


Figura 11 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 12 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 13 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 14 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 15 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 16 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.

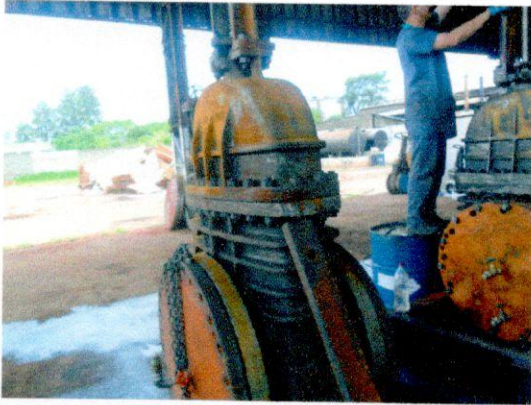


Figura 17 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



Figura 18 - Controle Dimensional. Fonte: O autor 2010.



## **Regulamentação**

No Brasil, após a aplicação da NR13 (norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego), estabeleceram-se critérios mais rigorosos para o projeto, inspeção, manutenção e operação em vasos de pressão, tendo como objetivo principal a diminuição de acidentes envolvendo estes equipamentos. Ramos de atividades que utilizam vasos de pressão: praticamente, todos os ramos de atividades, mesmo os que não utilizam caldeira, tais como indústrias plásticas, refinarias de petróleo, plataformas de petróleo, lojas de pneus, pintura industrial e outras que utilizam ar comprimido (reservatório “pulmão”) e todas que utilizam equipamento que contem fluidos sob pressão interna ou externa (GENEROSO, 2003).

Principais dispositivos que um vaso de pressão precisa ter: a falta de qualquer destes itens constituem risco grave e iminente e são motivos de embargo ou interdição do equipamento. Todo vaso de pressão precisa ter no mínimo: válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura ajustada com valor igual ou inferior à PMTA, instalada diretamente no vaso ou no sistema que o incluem, dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula quando esta não tiver instalada diretamente no vaso, tendo em vista que o aparelho que mede a pressão chama-se manômetro (GENEROSO, 2003).

## **4. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (END’S)**

São ensaios que quando aplicados em peças acabadas ou semi-acabadas não prejudicam e nem interferem no uso futuro das mesmas. O uso das técnicas de END é um meio de prevenir acidentes e conseqüentemente proteger a vida humana de modo também a assegurar que não onere custos relativos à detecção de falhas após o processo de fabricação (<http://www.abende.org.br/>Acesso em: 21 out. 2011).

Os END’S são métodos altamente dependentes do inspetor que os realiza, por isso o profissional de END deve ser treinado convenientemente, ter experiência compatível, ser responsável e ser qualificado por organismos e sistemas reconhecidos (quando exigidos) (<http://www.abende.org.br/>Acesso em: 23 out. 2011).

O profissional contratado para executar os serviços de inspeção deverá se apresentar ao cliente quando requerido pelo mesmo, trajando-se adequadamente para o local onde irá desempenhar suas funções e posteriormente submeter-se a todas as regras de segurança impostas pelo cliente (ABENDE – DC01) (ISO 9712).



## **5. DIMENSIONAMENTO DE VASOS DE PRESSÃO**

Todo vaso de pressão contém fluídos sob pressão, cujo produto  $P \times V$  (Pressão x Volume) seja superior a 8. Temos então:

- pressão (no Brasil dada em Kpa, Kilopascal)
- volume (no Brasil dada em  $m^3$ , metros cúbicos)

Também usados para armazenar ar comprimido e gases perigosos, tais como amônia, gás sulfídrico, hidrogênio, entre outros. Eles estão presentes em nosso dia-a-dia, em várias atividades, como em postos de gasolina, consultórios dentários e no setor petroquímico. Uma petroquímica pode chegar a ter 2 mil vasos de pressão. Os vasos de pressão são partes constituintes e importantes não só do meio industrial como também do nosso cotidiano, tais como acumuladores pneumáticos, extintores de incêndio, painéis de pressão, alguns modelos de recipientes aerossóis, entre outros (GENEROSO, 2003).

Para a padronização de suas formas, especificações construtivas e medidas de segurança foram elaboradas normas, códigos e agentes fiscalizadores por alguns países. Como o risco de explosão desse equipamento é alto, existe uma norma, a NR-13, que regulamenta desde o treinamento do trabalhador até a manutenção e a inspeção freqüente dos vasos (GENEROSO, 2003).

## **6. CATEGORIAS DOS VASOS DE PRESSÃO**

De acordo com a NR-13, os vasos de pressão são classificados em categorias segundo o tipo de fluido e o potencial de risco.

Segue abaixo a classificação por grupo de risco, categorias bem como a periodicidade.



CLASSE DE FLUÍDO	GRUPO POTENCIAL DE RISCO				
	1	2	3	4	5
	P.V ≥ 100	P.V ≤ 100 P.V ≥ 30	P.V ≤ 30 P.V ≥ 2,5	P.V ≤ 2,5 P.V ≥ 1	P.V ≤ 2,5
CATEGORIAS					
"A" FLUÍDO INFLAMÁVEL, COMBUSTÍVEL COM TEMPERATURA IGUAL OU SUPERIOR A 200°C. TÓXICO COM LIMITE DE TOLERÂNCIA MENOR OU IGUAL A 20 PPM. HIDROGÊNIO ACETILENO	I	I	II	III	III
"B" COMBUSTÍVEL COM TEMPERATURA MENOR QUE 200°C. TÓXICO COM LIMITE DE TOLERÂNCIA MAIOR A 20 PPM.	I	II	III	IV	IV
"C" VAPOR DE ÁGUA GÁS ASFIXIANTE SIMPLES AR COMPRIMIDO	I	II	III	IV	V
"D" OUTRO FLUÍDO	II	III	IV	V	V

Quadro 1– Classe de Fluido, Grupo de Risco e Categorias dos Vasos de Pressão.  
Fonte: NR-13 caldeiras e vasos de pressão (113.000-5) (GENEROSO, 2003).

PERIODICIDADE DE TESTES			
CATEGORIA DO VASO	EXAME EXTERNO	EXAME INTERNO	TESTE HIDROSTÁTICO
I	1 ANO	3 ANOS	6 ANOS
II	2 ANOS	4 ANOS	8 ANOS
III	3 ANOS	6 ANOS	12 ANOS
IV	4 ANOS	8 ANOS	16 ANOS
V	5 ANOS	10 ANOS	20 ANOS
→ PARA ESTABELECIMENTOS QUE NÃO POSSUEM SERVIÇO PRÓPRIO DE INSPEÇÃO			

Quadro 2- Periodicidade dos Testes

Fonte: NR-13 caldeiras e vasos de pressão (113.000-5); (GENEROSO, 2003)

Vejamos um exemplo:

Se tomarmos um vaso que opera com vapor de água a 2 kgf/cm<sup>2</sup> de pressão e possui um volume de 2 m<sup>3</sup> faremos o seguinte cálculo para verificar se ele é um vaso de pressão:

Tomamos os seguintes dados: P= KPa sendo que 1 kgf/cm<sup>2</sup> = 98,066 KPa e V=m<sup>3</sup>.



Resolução:

$P \times V > 8$  : vaso de pressão

$P \times V < 8$  : não é vaso de pressão

Então temos:  $P (196,132 \text{ KPa}) \times V (2\text{m}^3) = 392,2$

Portanto,  $392,2$  é  $>$  que  $8$ , logo é considerado um vaso de pressão!

Tomemos ainda um segundo exemplo:

Em qual grupo potencial de risco, classe, e categoria o vaso de pressão anterior se encaixa? Façamos a seguinte resolução:

$1 \text{ kgf/cm}^2 = 0,098 \text{ Mpa}$ , então:

$2 \text{ kgf/cm}^2$  de vapor é equivalente a  $0,196 \text{ Mpa}$

$P (0,196) \times V (2\text{m}^3) = 0,392$

Grupo 5  $\rightarrow P \times V < 1$  Classe  $\rightarrow$  "C" Vapor de água, logo, temos a Categoria V.

Um outro exemplo de cálculo é o de com qual frequência o vaso de pressão anterior precisa ser inspecionado? Para resolver essa questão devemos tomar a seguinte resolução:

Grupo 5  $\rightarrow P \times V < 1$  Classe  $\rightarrow$  "C" Vapor de água, Categoria = V.

Exame externo: 5 anos

Exame interno: 10 anos

Teste hidrostático: 20 anos

## 7. DOCUMENTAÇÃO CONSTADA NO EQUIPAMENTO

De acordo com a NR-13 (caldeiras e vasos de pressão 113.000-5), toda caldeira e vaso de pressão deve ter afixado em seu corpo em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação com no mínimo as seguintes informações:

- a) Fabricante;
- b) Ano de fabricação;
- c) Pressão máxima de trabalho admissível;
- d) Pressão de teste hidrostático;
- e) Capacidade de produção de vapor (caldeira);
- f) Área de superfície de aquecimento (caldeira);
- g) Código de projeto e ano de edição.

Além da placa de identificação deve constar em local visível, a categoria dos vasos de pressão. Essas informações poderão ser pintadas em local de fácil visualização, com

dimensões tais que possam ser facilmente percebidas a distância de aproximadamente 10 metros.

Segundo GENEROSO (2003) todo vaso de pressão deve possuir no estabelecimento onde estiver instalado a seguinte documentação devidamente atualizada:

- a) Prontuário contendo as seguintes informações:
  - Código do projeto e ano de edição
  - Especificação dos materiais
  - Procedimentos utilizados na fabricação, montagem, inspeção final e determinação do PMTA (Pressão Máxima de trabalho Admissível)
  - Conjunto de desenhos e demais dados necessários para monitoramento da vida útil da caldeira/vasos de pressão
  - Características funcionais
  - Dados dos dispositivos de segurança
  - Ano de fabricação
  - Categoria da caldeira/vaso de pressão

Todo vaso de pressão deve possuir no estabelecimento onde estiver instalado a seguinte documentação devidamente atualizada:

- a) Prontuário
- b) Registro de segurança
- c) Projeto de instalação
- d) Projeto de alteração ou reparo
- e) Relatório de inspeção

O registro de segurança deve ser constituído de livro próprio, com páginas numeradas onde serão registrados:

- a) Todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança da caldeira/ vaso de pressão
- b) As ocorrências de inspeções de segurança periódicas e extraordinárias devem constar o nome legível e assinatura de profissional habilitado e de operador de caldeira presente na ocasião da inspeção, encarregado, etc.

Tomamos como exemplo um livro de registro:

“Por volta das 21:15h do dia 26/04/2001 a caldeira CA-05 foi retirada de operação devido a vazamento originado de tubo furado.

No dia 27/04/2001, por volta das 20:45h foi realizado tamponamento do tubo nº 29 da linha 07.

Por volta das 09:00h do dia 28/04/2001 foi realizado teste hidrostático durante 01 hora, com pressão 30 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Os testes foram satisfatórios, podendo a caldeira voltar a operar com segurança.”

## **8. TREINAMENTO PARA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

De acordo com GENEROSO (2003) e NR-13 (caldeiras e vasos de pressão 113.000-5), todo operador de caldeira deverá ter no mínimo 1º grau completo e possuir treinamento de segurança na operação de caldeiras.

Currículo mínimo para treinamento:

- 1) Noções de grandezas físicas e unidades.....04 horas
- 2) Condições gerais de caldeiras.....08 horas
- 3) Operação de caldeira.....12 horas
- 4) Tratamento de água e manutenção de caldeiras.....08 horas
- 5) Prevenções contra explosões e outros riscos.....04 horas
- 6) Legislação e Normalização (NR-13).....04 horas

Todo operador de caldeira deve cumprir um estágio prático na operação da própria caldeira que irá operar, o qual deve ser supervisionado, documentado e ter duração mínima de 60 horas, para categorias de categoria “B”.

O supervisor de estágio poderá ser:

- Encarregado de operação;
- Engenheiro da área de caldeira;
- Operador mais experiente;
- Engenheiro habilitado.

O estágio deve ser informado previamente à representação sindical da categoria.

- Período de realização
- Participantes
- Supervisão do estágio
- Entidade



Todo operador com treinamento de segurança na operação de unidade de processo (vasos de pressão) deve cumprir estágio prático, supervisionado na operação de vasos de pressão com durações mínimas:

- a) 300 horas para vasos de categorias I ou II
- b) 100 horas para vasos de categorias III, IV ou V.

No caso da área não possuir vasos de pressão de categorias I ou II, não há necessidade de existirem operadores com treinamento de segurança na operação de unidades de processo.

Faz-se necessário, no entanto, o cumprimento do estágio prático supervisionado de 100 horas. Deve ser informado previamente a Representação Sindical da categoria.

Currículo mínimo para treinamento de segurança na operação de unidades de processos.

- Noções de grandezas físicas e unidades.....04 horas
- Equipamentos de processo (trocaador de calor, bombas, tubulações, tanques)....04 horas
- Eletricidade.....04 horas
- Instrumentação.....08 horas
- Operação de unidade (carga horária de acordo com a complexidade da área)
- Primeiros socorros .....08 horas
- Legislação e Normalização.....04 horas

## **9. TESTES SOBRE A SEGURANÇA DOS VASOS DE PRESSÃO**

### **Teste hidrostático**

O Teste Hidrostático deve ser realizado sempre que o vaso for submetido a reparos estruturais em concordância com o código de projeto ou quando exigido pela NR-13 (NBR-12177).

Todas as intervenções que exijam mandrilhamentos ou soldagem em partes que operem sob pressão devem ser seguidas de teste hidrostático, com características definidas pelo profissional habilitado (NBR-12177).

Os resultados o teste hidrostático deverão constar no relatório de inspeção e armazenado no livro de registro (NBR-12177).

A inspeção de segurança periódica, constituída por exame interno e externo, deve ser executada no prazo máximo de 12 meses para caldeira de categoria "B" (NBR-12177).

A empresa que possuir serviço próprio de inspeção homologado por órgão competente, poderá estender períodos entre inspeções; no caso das caldeiras categoria "B" de 12 meses para 18 meses (NBR-12177).

## **10. AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE E TESTE HIDROSTÁTICO**

Caldeiras: toda caldeira ao completar 25 anos de uso deve ser submetida à rigorosa avaliação de integridade para determinar a sua vida remanescente e novos prazos máximos para inspeção, caso ainda esteja em condições de uso (GENEROSO, 2003) (NR-13 -caldeiras e vasos de pressão 113.000-5)

Vasos de Pressão: quando for tecnicamente inviável o teste hidrostático pode ser substituído por outra técnica de ensaio não destrutivo ou inspeção que permita obter segurança equivalente (GENEROSO, 2003) (NR-13 -caldeiras e vasos de pressão 113.000-5)

Considera-se como razões técnicas que inviabilizam o teste hidrostático:

- a) Resistência estrutural da fundação ou da sustentação do vaso incompatível com o peso da água que seria usada no teste;
- b) Efeito prejudicial do fluido de teste a elementos internos do vaso;
- c) Impossibilidade técnica de purga e secagem do sistema;
- d) Existência de revestimento interno;
- e) Influência prejudicial do teste sobre defeitos subcríticos.

## **11. INSPEÇÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA DO VASO DE PRESSÃO**

A inspeção de segurança deve ser realizada por profissional habilitado, emitindo relatório de inspeção que passa a fazer parte da sua documentação. Uma cópia do relatório de inspeção deve ser encaminhada pelo profissional habilitado, num prazo máximo de 30 dias a contar do término da inspeção, a representação sindical da categoria profissional (GENEROSO, 2003).

No caso dos vasos de pressão, a documentação deverá ficar arquivada na área onde estão instalados os vasos, sempre a disposição para consultados operadores, pessoal de manutenção, representação sindical, CIPA, etc.

Uma inspeção de segurança extraordinária deve se feita nas seguintes oportunidades:



- a) Sempre que o vaso for danificado por acidente ou outra ocorrência que comprometa sua segurança;
- b) Quando o vaso for submetido a reparo ou alterações importantes, capazes de alterar sua condição de segurança;
- c) Antes do vaso ser recolocado em funcionamento, quando permanecer inativo por mais de 12 meses;
- d) Quando houver alteração de local de instalação do vaso.

## **12. PRINCIPAIS PONTOS DE INSPEÇÃO DO VASO DE PRESSÃO**

Os principais pontos de inspeção do vaso de pressão segundo a NR-13 e ASME Section V e VIII são:

- Inspeção visual
- Inspeção Dimensional
- Líquido penetrante
- Partículas magnéticas fluorescentes
- Ultra-som para medição de espessura
- Ultra-som para verificação da integridade das soldas

### **Ensaio Especiais**

- Análise metalográfica por réplica
- Ensaio mecânicos em amostra
- Endoscopia industrial
- Correntes parasitas
- Ensaio Íris
- Emissão acústica

### **Metodologia**

A inspeção dimensional foi realizada em procedimento visual e dimensional.

## Medição

Medir é comparar uma grandeza física, direta ou indiretamente, com uma grandeza física unitária de mesma natureza realizada por um padrão. Ex: medir um comprimento é compará-lo com o metro padrão, através de um instrumento que foi calibrado em relação a ele, como uma régua, uma trena, etc. Entretanto, quando se atribui o valor medido a uma grandeza física é preciso especificar outras coisas para a interpretação adequada dos resultados (ALBERTAZZI. 2003) (LIRA, 2001).

Instrumento de medição é o dispositivo utilizado para uma medição, sozinho ou em conjunto com dispositivo (s) complementar (es); dado como exemplo os instrumentos utilizados neste trabalho:

### Instrumentos a serem utilizados no ensaio

- Trena: trata-se de um instrumento de medição constituído por uma fita de aço, fibra ou tecido, graduada em uma ou em ambas as faces, no sistema métrico e/ou no sistema inglês, ao longo de seu comprimento, com traços transversais. Em geral, a fita está acoplada a um estojo ou suporte dotado de um mecanismo que permite recolher a fita de modo natural ou automático. Tal mecanismo, por sua vez, pode ou não ser dotado de trava. As fitas das trenas de bolso são de aço fosfatizado ou esmaltado e apresentam largura de 12,7mm e comprimento entre 2m e 5m. Quanto à geometria, as fitas das trenas podem ser planas ou curvas. As de geometria plana permitem medir perímetros de cilindro, por exemplo (LIRA, 2001) (ALBERTAZZI. 2003).



Figura 19 - Trena Digital. Fonte: <http://www.mitutoyo.com.br>



- Paquímetro: é o resultado da associação de: uma escala, como padrão de comprimento; dois bicos de medição, como meios de transporte do mensurando, sendo um ligado à escala e outro ao cursor; um nônio como interpolador para a indicação entre traços. É um instrumento usado para medir as dimensões lineares internas, externas e de profundidade de uma peça. Componentes de um paquímetro: orelha fixa, orelha móvel, nônio ou vernier (polegada), parafuso de trava, cursor, escala fixa de polegadas, bico fixo, encosto fixo, encosto móvel, bico móvel, nônio ou vernier (milímetro), impulsor, escala fixa de milímetros e haste de profundidade. O cursor ajusta-se a régua e permite sua livre movimentação, com um mínimo de folga. Ele é dotado de uma escala auxiliar, chamada nônio ou vernier. Esta escala permite a leitura de frações da menor divisão da escala fixa. O paquímetro é usado quando a quantidade de peças a se medir é pequena. Os instrumentos mais utilizados apresentam uma resolução de: 0,05mm, 0,02mm,  $1''/128$  ou  $.001''$ . As superfícies do paquímetro são planas e polidas e o instrumento geralmente é feito de aço inoxidável. Suas graduações são calibradas a 20°C. O paquímetro digital é usado para leitura rápida, livre de erro de paralaxe, e ideal para controle estatístico, pois alguns paquímetros digitais podem ser interfaceados a pequenas impressoras com módulos estatísticos ou até a microcomputadores, onde os dados podem ser processados rapidamente, facilitando o trabalho dos cálculos intermediários em operações mais complexas (LIRA, 2001) (ALBERTAZZI, 2003).



Figura 20 - Paquímetro Digital. Fonte: <http://www.mitutoyo.com.br>

- Esquadro: é um instrumento de desenho ou uma ferramenta utilizada em obras que também pode ser usado para fazer linhas retas verticais com precisão para 90°. Existem diversos tipos de esquadros: o primeiro com o formato de um triângulo retângulo isósceles de 45°-45°-90°; o segundo com o formato de um triângulo retângulo escaleno de 30°-60°-90°. Quanto ao tamanho ou se tem ou não escala, depende das funções que se quer explorar com o instrumento. Para quem não sabe fazer transferência de ângulos, existe um tipo de esquadro

que é adaptável com um transferidor permitindo fazer qualquer ângulo (LIRA, 2001) (ALBERTAZZI, 2003).

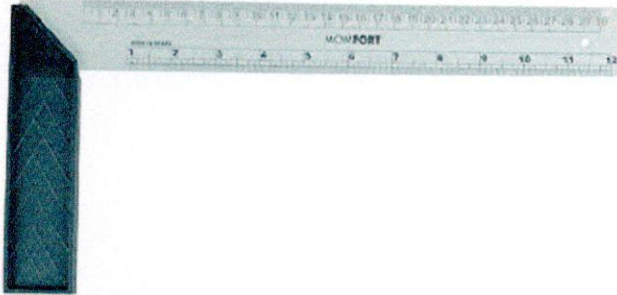


Figura 21– Esquadro. Fonte: <http://www.mitutoyo.com.br>

- Goniômetro: é um instrumento de medição ou de verificação de medidas angulares. O goniômetro simples, também conhecido como transferidor de grau, é usado em medidas angulares que não necessitam extremo rigor. Sua menor divisão é de 1° (um grau). O goniômetro é usado em várias áreas. Um exemplo comum de sua aplicação é na mecânica, tendo vários modelos de goniômetro para diversas situações a serem empregados (LIRA, 2001) (ALBERTAZZI, 2003).

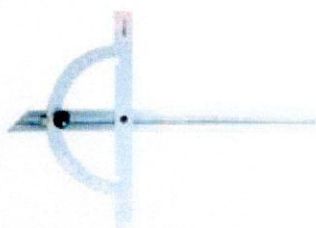


Figura 22- Goniômetro. Fonte: <http://www.mitutoyo.com.br>

Obs: todos os instrumentos devidamente calibrados e contra apresentação dos respectivos certificados de calibração (ABNT) (ASME V) (NBR 12177).

### **13. CONTROLE DIMENSIONAL**

Assim, acompanhando a fabricação dos vasos de pressão, um inspetor de Controle Dimensional está efetuando medições dos componentes destes equipamentos a fim de garantir que suas características dimensionais (distancias entre bocais, alinhamento de flanges e ângulos de bocais) permitirão a correta e rápida conexão destes mesmos vasos às várias ramificações de tubulação que eles irão derivar (Revista Abende, nº22, 2007, pg.18).

Estas tubulações ou segmentos de tubulação, por sua vez, também foram inspecionadas em sua fabricação de maneira a garantir suas características dimensionais (alinhamentos dos flanges, rotação dos flanges e diâmetro das furações). A correta e rápida montagem estará garantida de um lado com o vaso de pressão e, de outro, com uma bomba, por exemplo (Revista Abende, nº22, 2007, pg.18).



## 14. CASO

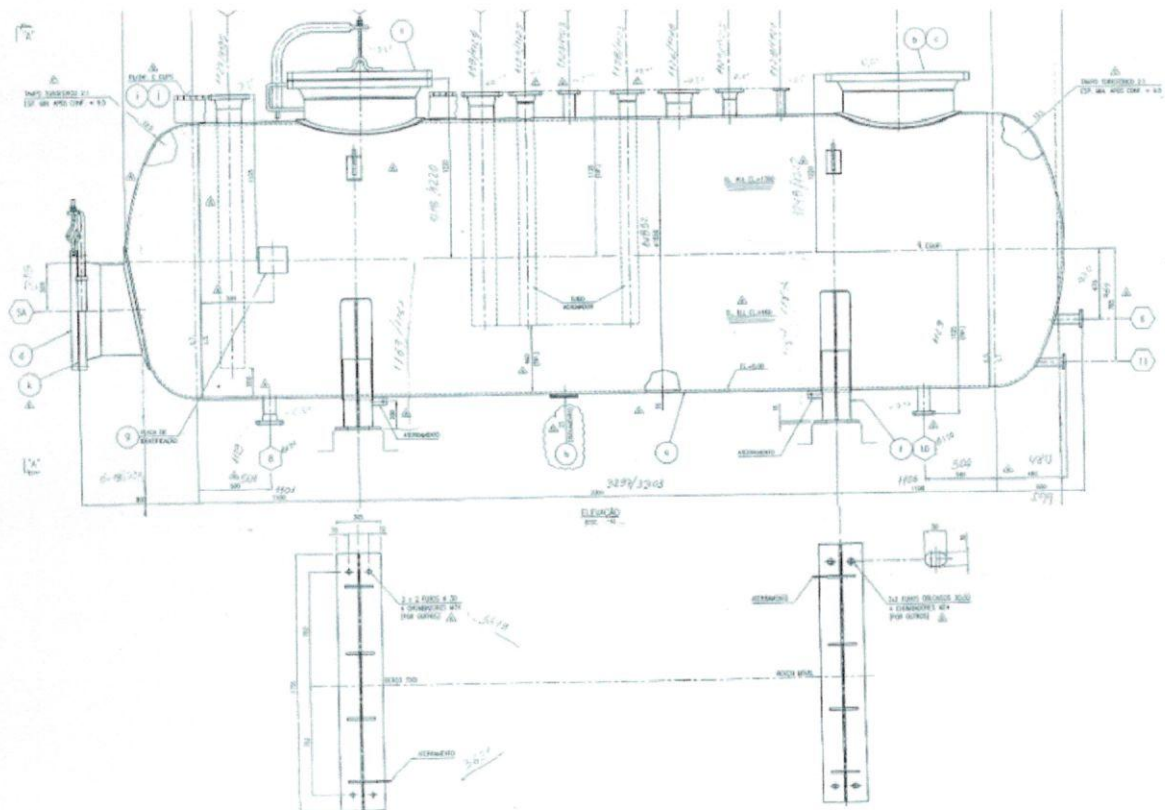


Figura 23- Vaso de Pressão. Fonte: Original em CAD data: 10/07/2009 nº DE – 5220.00-42313-540-CBR-181 revisão de arquivo nº DE – 5220.00-42313-540-CBR-181=D.d wg folha 01 de 01 Projeto CBC Indústrias Pesadas S. A.

INSPEÇÃO DIMENSIONAL E VISUAL	
PONTO DE MEDIÇÃO: LINHA TANGENTE DO BOCAL	
TOLERÂNCIA	
+/- 5 mm	
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO
500 mm	501 mm
480 mm	480 mm
PONTO DE MEDIÇÃO: LINHA DA FACE DO FLANGE ATÉ BOCA DO TAMPO	
TOLERÂNCIA	
+/- 5 mm	
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO
800 mm	798 mm
PONTO DE MEDIÇÃO: LINHA TANGENTE AO TAMPO ESFÉRICO	
TOLERÂNCIA	
+/- 5 mm	
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO
475 mm	476 mm/477 mm
PONTO DE MEDIÇÃO: ALTURA DA FACE DO FLANGE AO CENTRO DO CORPO	
TOLERÂNCIA	
+/- 5 mm	
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO
1125 mm	1129 mm
1220 mm	1218 mm
PONTO DE MEDIÇÃO: CENTRO DOS BOCAIS ATÉ A LINHA DO CENTRO DO CORPO	
TOLERÂNCIA	
+/- 5 mm	
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO
765 mm	764 mm
475 mm	474 mm

Quadro 3- Resultados de Medições. Fonte: Tiago S. Rodrigues



INSPEÇÃO DIMENSIONAL E VISUAL		
PONTO DE MEDIÇÃO: ALTURA DO BERÇO ATÉ O CENTRO DO CORPO		TOLERÂNCIA
		+/- 5 mm
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO	
1170 mm	1172 mm	
PONTO DE MEDIÇÃO: LINHA DE CENTRO DO BOCAL ATÉ DECENTRO DO CORPO		TOLERÂNCIA
		+/- 5 mm
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO	
320 mm	316 mm	
PONTO DE MEDIÇÃO: LINHA TANGENTE ATÉ LINHA DO BERÇO		TOLERÂNCIA
		+/- 5 mm
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO	
1100 mm	1105mm	
PONTO DE MEDIÇÃO: DIÂMETRO INTERNO DO CORPO		TOLERÂNCIA
		+/- 5 mm
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO	
1850 mm	1852mm	
PONTO DE MEDIÇÃO: FURAÇÃO OBLONGADA		TOLERÂNCIA
		+/- 5 mm
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO	
50 mm	51mm	
30 mm	29mm	
PONTO DE MEDIÇÃO: FURAÇÃO DE BERÇO DE CENTRO A CENTRO		TOLERÂNCIA
		+/- 5 mm
COTA DE DESENHO	VALOR ENCONTRADO	
1420 mm	1421mm	
140 mm	141mm	

Quadro 4- Resultados de Medições. Fonte: Tiago S. Rodrigues



Obs: todo procedimento de END (ensaios não destrutivos) é baseado e regido pelas normas ABNT, NR13, NBR, ASME, ISO.

## **15. PLANO DE INSPEÇÃO**

**Controle da qualidade:** Aplicar técnicas e atividades operacionais usadas para atender os requisitos da qualidade.

**Garantia da qualidade:** Manter as atividades planejadas e implementadas no sistema da qualidade e demonstradas como necessárias para alcançar confiança.

## **16. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE INSPEÇÃO**

O profissional que irá executar a inspeção deverá utilizar todos os documentos acerca da inspeção (Ordem de compra, requisição de material, data sheet, desenhos, especificações, normas, plano de inspeção completo, certificados etc.) aprovados pelo cliente.

A inspeção consistirá em conjunto de atividades exercidas pelo inspetor, no intuito de assegurar as contemplações às normas e ou especificações técnicas exigidas pelo cliente.

Nos tópicos que se seguem infracitados aos itens 16 a 20 constam critérios elaborados para preenchimento do relatório de inspeção (anexos 1 a 9), liberação e embarque. E será de uso exclusivo do profissional executante do serviço e após liberação do mesmo será entregue ao cliente para posterior arquivamento.

### **Inspeção de produtos**

A inspeção será efetuada mediante ao plano de inspeção e testes fornecidos pelo fabricante e devidamente analisado e aprovado pelo órgão de qualidade do cliente. Nos casos em que não houver plano de inspeção e testes, serão aplicadas durante a inspeção as normas pertinentes e/ou especificações técnicas do cliente, bem como, documentos anexos ou mencionados no mesmo.

### **Observância de dados para execução de inspeção**

Verificação da qualidade da matéria prima (de acordo com as normas, projeto e especificações aplicáveis);

Verificar a mão-de-obra utilizada na fabricação, quanto a qualificação e quando requerido pelo cliente;

Atentar-se às tolerâncias e aos resultados dos testes requeridos conforme especificações e normas aplicáveis;

Solicitar ao cliente todos os instrumentos, ferramentas, equipamentos auxiliares, materiais, fluidos, desenhos, documentação e especificações técnicas;

Todos os instrumentos disponibilizados para execução dos serviços deverão estar devidamente calibrados contra padrões de medição rastreáveis a padrões de medição nacionais ou internacionais (RBC etc.), acompanhados dos certificados de calibração. Caso os instrumentos não estejam devidamente calibrados os serviços de inspeção só serão realizados mediante aprovação do cliente, constando em relatório;

Solicitar para análise e aprovação todos os certificados de qualidade dos produtos (carimbar e assinar) a serem inspecionados e ou materiais utilizados na fabricação de equipamentos;

Caso ocorram dúvidas ou falta de informação na identificação dos materiais utilizados na fabricação, o inspetor deverá exigir os contra testes necessários à comprovação da qualidade dos mesmos;

Quando previsto testemunho, todos os testes programados com este intuito deverão ser processados na presença do inspetor, de acordo com o determinado no PIT;

Fica a critério do inspetor em conjunto com o cliente a realização ou não de testes não previstos no pedido do cliente, normas e especificações aplicáveis, cabendo ao cliente a aprovação da realização dos mesmos;

Quando requerido, o inspetor deve acompanhar a retirada da amostras dos materiais referentes aos ensaios programados, bem como, identificar todo material;

A abrangência das inspeções será por amostragem onde aplicável e com base na norma ABNT – NBR 5426 ou em 100%, se, exigido pelo cliente;

Os itens a serem inspecionados por amostragem são:

- Elementos de fixação
- Elementos de vedação
- Conexões
- Tubos
- Cabos elétricos
- Válvulas



- Eletro dutos
- Eletro calhas
- Perfilados
- Chapas de aço
- Barras de aço
- Manômetros
- Termômetros
- Pressostatos
- Motores elétricos

Mencionar no relatório todos os documentos utilizados nas suas revisões aplicáveis, tais como: normas, desenhos, folha de dados e procedimentos na inspeção de produtos;

Solicitar sempre que necessário, desenhos com detalhes de fabricação e não submetidos à aprovação do cliente;

Todo produto adquirido de terceiros estarão sujeitos à inspeção nos mesmos termos exigidos pelo cliente, normas e especificações aplicáveis;

O inspetor deverá com base nas normas e especificações aplicáveis, rejeitar todo e qualquer produto analisado e julgado impróprio à fabricação;

Se preciso for, o inspetor deverá certificar-se de que os materiais identificados tenham rastreabilidade em todo processo de fabricação, ou seja, transferir o sinete de inspeção em todo e qualquer material que venha a ficar sem identificação após corte ou operações subsequentes;

Ao final de todo processo de fabricação, o inspetor deverá solicitar do fabricante o “DATA BOOK” do fabricante contendo todos os documentos referentes à fabricação dos produtos e registro das inspeções ocorridas, tais como: certificados de matérias primas, relatórios de ensaios e inspeções, qualificação dos procedimentos de soldagem e de soldadores, mapas radiográficos e demais documentos que fizerem necessários à montagem do “DATA BOOK”.

Todos os documentos previstos no plano de inspeção e testes deverão ser analisados e aprovados (carimbo e assinatura) pelo fabricante e inspetor, e os demais documentos como: desenhos, folha de dados, memoriais de cálculo etc. Serão adicionados ao “DATA BOOK”, conforme escopo definido pelo cliente:

O uso das evidências fotográficas:

- Quando requisitado pelo cliente;

- Quando enriquecer a explicação de determinada inspeção;
- Quando utilizada como prova de realização de determinada atividade;
- Quando se fizer necessário à opinião do inspetor;
- As evidências fotográficas deverão ser numeradas utilizando prefixos com o nº solicitado ao coordenador;
- As fotos deverão ser anexadas aos relatórios de inspeção e liberação e renomeadas conforme a numeração recebida no relatório.

Não Conformidades: As “Não Conformidades” deverão ser numeradas como NC1, NC2, etc. No campo de “Não Conformidades” do relatório de inspeção, todas as ocorrências de “Não Conformidades” detectadas durante o processo de inspeção deverão ser mencionadas, ainda que, o cliente processe a correção e reapresente o produto conforme especificado. Quando a “Não Conformidade” detectada não for corrigida ou eliminada durante a realização da inspeção, o inspetor deverá relatar a ocorrência e emitir o relatório de “Não Conformidade” quando requerido pelo cliente; o relatório de inspeção deverá ser emitido pelo inspetor após finalização dos serviços, seguindo as instruções do item 4.4.

O formulário de relatório de inspeção deve ser o padrão desenvolvido pela empresa que fará os testes, salvo quando for exigido pelo cliente para que seja utilizado seu próprio formulário ou da empresa com alterações ditadas pelo cliente.

A inspeção de embalagem e embarque, se necessário, será efetuada com base no plano de inspeção e testes fornecidos pelo fabricante e devidamente analisado e aprovado pelo órgão de qualidade do cliente;

Nos casos onde não houver plano de inspeção e testes, serão aplicadas durante a inspeção as normas inerentes e especificações técnicas do cliente.

#### **Ferramentas necessárias**

- Condições gerais de fornecimento;
- Cópia de AF e CF;
- Cópia do relatório de inspeção de liberação de materiais;
- Cópia do relatório de liberação Câmera fotográfica;
- Papel A4 e pincel atômico.

#### **Deveres do inspetor na inspeção de embalagem e embarque**

- Confirmar a inspeção, data, horário, pessoa de contato, endereço etc.



- Atentar-se na leitura dos documentos antes da inspeção;
- Estar em mãos com os formulários e as ferramentas necessárias;
- Estar no local pelo menos 30 minutos antes da hora marcada.

### **Verificação de documentos**

- Certificar-se da entrega de documentos: desenhos ou “as built”, manuais, DATA BOOK etc. Portanto, somente após a entrega dos mesmos e aceite de todos é que podemos considerar encerradas as atividades de inspeção;
- Verificar a liberação dos materiais;
- Conferir a(s) nota(s) fiscal(s);
- Conferir os materiais com a nota fiscal e o relatório de liberação;

### **Conferir os romaneios de embarque**

- Nº da autorização de fornecimento;
- Nº de volumes;
- Dimensões;
- Peso de cada volume para efeito de transporte;
- Valor do material para efeito de seguro;
- Local da entrega;
- Marcações de volumes de acordo com o pedido do cliente etc.

### **Verificação de Embalagens**

- Verificar se os produtos estão embalados de forma adequada ao transporte e armazenamento;
- Certificar que os acessórios avulsos, tais como: parafusos, porcas, prisioneiros e demais, estão embalados em invólucros e separados por bitolas e tipos e com identificação adequada;
- Certificar que as peças sobressalentes estão embaladas e identificadas separadamente;
- Verificar o tipo e quantidade de volumes;
- Conferir as especificações de unidades (m, kg, qtde etc..)
- Identificar todos os volumes, verificando se as embalagens estão identificadas de acordo com o romaneio de embarque;
- Garantir que os romaneios estejam acompanhando o volume.



### **Modalidades de entrega: CIF (Entrega na obra) ou FOB (embarcado)**

- No CIF (Entrega na Obra), assegurar que o fornecedor esteja de posse de todos os dados para o correto despacho dos produtos;
- No FOB (Embarcado), verificar se a documentação está completa com nota fiscal, romaneio etc.

### **Evidências Fotográficas (quando aplicável)**

- Fotografar cada volume;
- Identificar em uma folha A4 com pincel atômico a AF, item, quantidade etc. Posteriormente identificar o que ser fotografado;
- Identificar cada foto (numerar e nomear).

OBS: As fotos deverão ser com foco no item a ser evidenciado no caso de fazer contagem de itens, por exemplo, no caso de tubos, mostrar a face (boca) do amarrado de forma a ter condições de efetuar a contagem.

### **Embarque**

- Identificar o veículo;
- Identificar o motorista;
- Verificar a previsão de saída;
- Verificar se haverá transbordo;
- Verificar previsão de chegada na obra;
- Fotografar placas do veículo;
- Identificar método/ máquinas de embarque;
- Relatar se a carga saiu lonada.

### **Relatório de inspeção de embarque**

- Emitir no local do embarque o relatório de inspeção de embarque e anexá-lo na nota fiscal, sem o mesmo o cliente não receberá o produto, salvo quando indicado em contrário;
- O formulário de relatório de embarque deve ser o padrão desenvolvido pela empresa a qual realizará a inspeção ou ensaio, salvo quando for exigido pelo cliente para que seja utilizado seu próprio formulário ou da prestadora do serviço com alterações ditadas pelo cliente.
- Coletar assinaturas dos responsáveis;

- Enviar relatório e fotos ao coordenador.

### **Emissão do relatório de inspeção de produto**

Os campos do relatório de inspeção deverão ser preenchidos conforme segue:

#### **Cabeçalho**

- Assinalar se a entrega do serviço está sendo parcial ou final;
- Informar data;
- Informar N° do relatório, seguindo o N° de compra do cliente;
- Informar a data de emissão do relatório;
- Se a entrega for parcial, informar data da próxima inspeção;
- Informar o N° do pedido de venda;
- Informar o n° da Ordem de Serviço;
- Informar o nome do cliente;
- Informar o n° do pedido do cliente;
- Informar o n° do contrato do cliente;
- Informar o nome da obra e localização;
- Informar quem é o contato no cliente;
- Informar telefone;
- Informar fornecedor;
- Informar sub-fornecedor (se houver);
- Informar pedido interno ou OF, OS, etc. do fornecedor;
- Informar endereço do cliente ou sub-fornecedor;

#### **Inspeções realizadas**

- Assinalar as lacunas correspondentes às inspeções realizadas, no caso de não estar relacionado nenhuma das inspeções ou ensaios realizados informar no campo em branco (Outros);

#### **Descrição do Material/Equipamento**

- Informar o item;
- Informar quantidade requerida;
- Informar tamanho da amostra;

- Descrever todos os itens do pedido, mesmo que só tenha feito inspeção em um só item;
- Informar a quantidade real apresentada para inspeção;
- Informar a quantidade aprovada na inspeção;
- Informar a quantidade restante ou saldo zero a ser apresentado;

### **Registro da Inspeção**

- Deverão ser relacionados os seguintes itens:
  - 1- “Documentos utilizados”
  - 2- “Não conformidades”
  - 3- “Certificados de qualidade/anexos/data book”
  - 4- “Instrumentos utilizados”
  - 5- “Evidências fotográficas”
  - 6- “Resultado da inspeção”
  - 7- “Observações”
- No caso de inspeção por amostragem, informar:
 

“A inspeção foi realizada por amostragem de acordo com a norma abnt-nbr 5426 e instrução (relatório do prestador), com os seguintes parâmetros:

  - Plano de amostra: simples
  - Regime de inspeção: normal
  - Nível de inspeção: II
  - Nível de qualidade aceitável (NQA): Informar o NQA conforme tabela de acordo com o parâmetro que será inspecionado;
  - Tamanho das amostras;
  - Identificação das amostras (Amostra Inspeccionada)
  - No caso de inspeção de pintura: informar parâmetros de teste;
  - No caso de teste hidrostático e ou Estanqueidade: informar pressão, pressão de vácuo dos testes e tempo;
  - E outras observações que se fizerem necessárias.

## **17. EMISSÃO DO RELATÓRIO DE EMBARQUE**

O formulário a seguir possui os seguintes itens:

- Objetivo



- Documentos Utilizados
- Características
- Carregamento e Embarque
- Movimentação de cargas
- Condições de carga
- informações Complementares
- Observações

## **18. PREENCHIMENTO DE CAMPOS DO RELATÓRIO**

- Informar o mesmo nº utilizado no RI
- Informar a data de emissão do relatório
- Informar nº do pedido de venda
- Informar nº da Ordem de Serviço
- Assinalar qual o tipo de liberação
- Assinalar quando se tratar de liberação para embarque
- Informar o nome do cliente
- Informar o local da obra
- Informar nº do contrato quando aplicável
- Informar nº do pedido de compra
- Informar o nome da obra e onde está sendo realizada
- Informar o endereço da obra
- Informar o nome do fornecedor do cliente
- Informar o nome do sub-fornecedor (Se houver)
- Informar se o Frete é FOB (Embarcado) ou CIF (Entrega na Obra)
- Informar o item
- Informar a quantidade que foi liberada e aprovada
- Informar a unidade: pç, Kg, m etc.
- Informar o tipo de embalagem: Caixa, feixe, saco, etc.
- Descrição detalhada: Copiar do relatório de inspeção
- Informar as dimensões das embalagens: Comprimento x Largura x Altura, etc.
- Informar o peso total do produto embalado
- Informar as pessoas de contato

- Carimbo e Assinatura do Inspetor
- Carimbo e Assinatura do Fornecedor.

Ao finalizar os relatórios de inspeção e liberação, os mesmos deverão ser imprimidos em duas vias, assinados e carimbados e coletar assinatura dos responsáveis pela obra e enviar imediatamente ao coordenador da prestadora da inspeção ou ensaio.

Caso os mesmos tenham sido preenchidos manualmente, assiná-los, coletar assinaturas, entregar uma cópia ao cliente e após isto, serão enviados com as devidas fotos ao coordenador da obra.

## **19. MODALIDADES DE END'S APLICÁVEIS**

### **Inspeção Dimensional / Visual / Equipamentos**

Trocadores de calor, permutadores de calor, vasos de pressão, torres, componentes usinados e de caldeiraria, tubulões, perfis, estrutura metálica, modelos, fundidos, chapas, conexões, válvulas, recepção de matéria prima, tampos, furações para tubulações, pré aquecedores, colunas e bandejas.

### **Inspeção De Soldagem**

- Inspeção Visual de Solda;
- Inspeção Dimensional de solda;
- Qualificação de Soldadores;
- Teste de Dureza através de Medidores Portáteis;
- Acompanhamento de Tratamento Térmico;
- Acompanhamento de Fabricação de Soldas em Equipamentos, Tanques, Tubulações e estrutura para o Setor Petroquímico;
- Elaboração de documentos técnicos;
- Emissão de laudos técnicos e relatórios.

### **Partículas Magnéticas**

- Detecção de defeitos em materiais ferro magnéticos.

## **Estanqueidade**

- Detecção de defeitos passantes em juntas soldadas
- Detecção de eventuais vazamentos, não visando à análise da resistência mecânica, deformação e recalques estruturais como os testes hidrostáticos e/ou pneumáticos muito embora estes também visem a detecção de vazamentos.

## **Ultrassom**

- Inspeção de solda;
- Inspeção de equipamentos fundidos, forjados e usinados;
- Medição de espessura;
- Chapas laminadas;
- Detecção de micro trincas ou fissuras;
- Emissão de laudos técnicos e relatórios.

## **Líquido Penetrante**

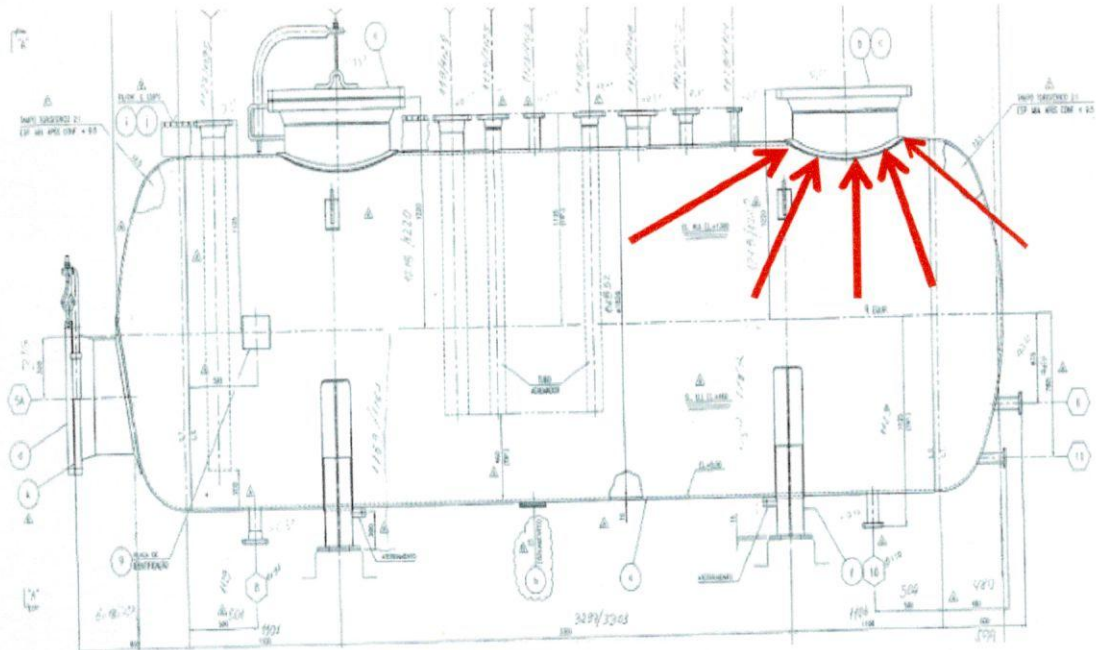
- Inspeção em materiais não porosos (Uso de Revelador)

## **Pintura**

- Medição de rugosidade;
- Medição de espessura de camada úmida e seca;
- Medição de temperatura (Condições Climáticas) de acordo com a norma ISO 8502-4;
- Medição de Resistência e Adesão;
- Acompanhamento de jateamento e pintura;
- Análise de corrosão;
- Constituintes de tintas;
- Teste de aderência *PULL OFF* ASTM D4541/A4;
- Ensaio de salinidade;
- Preparação da superfície para pintura;
- Falhas e Defeitos;
- Elaboração de procedimentos;
- Documentação do sistema de qualidade.



## 20. ESTUDO DE CASO (1ª Inspeção)



Como já citado na introdução deste trabalho, os END'S são de grande importância na fase de fabricação e montagem dos equipamentos face ao critério comprovado por estatísticas que apontam um fato real, ou seja, a descoberta da falha do equipamento em fase de operação tende a aumentar o custo significativamente quando comparado a detecção da mesma na fase de fabricação e/ou montagem (ABENDE).

A figura acima demonstra a indicação com setas de um dos bocais de um dos flanges, suponhamos que o vaso em plena operação seja detectado um vazamento:

Possíveis causas:

- falhas na inspeção visual de solda (mordeduras e trincas) e dimensional (distância entre centros e raios de bocais)
- falhas de inspeção de LP (detecção de trincas)
- falhas de inspeção de ultra-som (trincas e fissuras)

Possíveis efeitos:

- vazamentos
- possíveis acidentes

O reparo desta falha ocasionará em: parada de produção, pois o equipamento já estará em operação, mobilização de funcionários especializados, desmontagem de todo o equipamento refazendo e mensurando todos os END'S aplicáveis e novo alívio de tensões (Tiago S. Rodrigues).

## **21. CONCLUSÃO**

Os principais motivos pelos quais os vasos de pressão precisam ser inspecionados são por ações de diversos agentes que atuam no equipamento, com isso essa pratica tem como objetivo principal a verificação de ocorrência de deterioração ou avaria e até em que momento esta falha pode afetar a estrutura do equipamento. Sabemos agora que esta verificação tem como objetivo principal a segurança de quem trabalha com o equipamento além de garantir a continuidade da operação através dos programas de manutenção preventiva; existe também a necessidade de evitar perdas decorrentes de uma parada de emergência em consequência de ruptura do vaso.

Com este estudo podemos concluir que todo relatório de inspeção, ainda que seja na parte descritiva, devem ser claros e objetivos, devendo-se evitar o uso de palavras e expressões que possam dar margem a interpretações duvidosas. Em cada parte ou peça do equipamento inspecionado deve ser registrado tudo o que se observou. Uma prática que pode ser muito útil neste trabalho é a ilustração, por meio de fotos, desenhos ou croquis. Isso faz com que o entendimento do profissional que for analisar o documento e tomar as decisões necessárias seja mais rápido e preciso. Não se pode esquecer ainda que se houver uma deterioração ou avaria, é recomendável a investigação e identificação de sua causa.







































### **23. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ABENDE** - Disponível em <[http:// www.abende.org.br](http://www.abende.org.br)> Acesso em 23.out.2011.

**ABENDE – DC01**

**ABNT/CB-04** – Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos

**ALBERTAZZI, Armando; Sousa, Andre.** Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial. Ed. Manole, 2003.

**ASME – The American Society of Mechanical Engineers, An American National Standard B31.3** – ASME Code for Pressure Piping – Process Pipe

**ASME – The American Society of Mechanical Engineers, Boiler and Pressure Vessel Code**

- Section V – Rules for Construction of Pressure Vessels
- Section VIII, Division 1 – Rules for Construction of Pressure Vessels – Alternative Rules
- Section VIII, Division 2 – Rules for Construction of Pressure Vessels – Alternative Rules for High Pressure Vessels.

**GENEROSO, Ruy Alexandre.** Vasos de Pressão (2003). Disponível em: <<http://ruyalexandre.zzl.org/arquivos/eng4vasos.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2011

**ISO 9712**

**LIRA, Francisco.** Metrologia Na Indústria. Ed Erica. São Paulo. 2001

**NBR 5426**

**NBR-12177**

**NORMA PETROBRAS N – 2109**

**NR13** – Caldeiras e Vasos de Pressão (113.000-5)

**RBC** – Rede Brasileira de Calibração

**Revista Abende** - nº22, pg.17 - 2007