

## Projeto, Fabricação, Inspeção e Testes de Vasos de Pressão em Serviço Tóxico

### 1. Conceituação e Objetivos

1.1. Os equipamentos de caldeiraria, de um sistema industrial, são classificados como em **Serviço Tóxico**, quando operam com um **fluido tóxico** em que o vazamento de uma quantidade, ainda que muito pequena, de gás ou de vapor do líquido, misturado ou não com o ar ambiente, é perigosa à vida por inalação ou contato pessoal.

Nesses sistemas, os equipamentos que contenham esse fluido tóxico pressurizado ou que possa gerar pressão, quando contidos em vaso fechado, e em que o risco de exposição de pessoa(s), no caso de vazamento, é considerado significativo, devem ser projetados e construídos de acordo com os requisitos especificados neste procedimento.

Os Fluidos Tóxicos incluem:

- Fluido Letal

[https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-A\\_to\\_part\\_355](https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-A_to_part_355)

- Fluido Tóxico VHAP- *Volatile Hazardous Air Pollutants*

<https://www.epa.gov/haps/initial-list-hazardous-air-pollutants-modifications>

<http://www.epa.gov/ttn/atw/orig189.html>.

Sempre que o produto processado ou armazenado contenha um teor de qualquer dessas substâncias maior ou igual a 5% em peso, a instalação é caracterizada para ser de Serviço Tóxico.

1.2. Estas especificações são aplicáveis apenas às instalações que processem produtos tóxicos, ou que contenham contaminantes tóxicos, caracterizados como extremamente perigosos à vida humana.

Caso o equipamento seja sujeito a condições que acarretam a deterioração do tipo corrosão sob tensão ou fissuração induzida pelo Hidrogênio ou por ataque corrosivo eletroquímico, prevalecem as prescrições específicas mais rigorosas.

1.3. Para os equipamentos pertencentes ao Serviço Tóxico aplicam-se as prescrições estabelecidas no **parágrafo UW-2(a), para os equipamentos construídos conforme o código ASME Sec. VIII Div. 1 e as do parágrafo AG-301.1(c), para os de acordo com o ASME Sec. VIII Div. 2.**

1.4. Os requisitos especificados neste procedimento complementam as regras estabelecidas nos respectivos códigos ASME, acima nomeados.

1.5. No caso de dúvidas ou contradição prevalecem os requisitos mais rigorosos.

### 2. Normas a consultar

2.1. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho.

NR-13 Norma Regulamentadora de Caldeiras e Vasos de Pressão.

2.2. Petrobras

É recomendável utilizar as normas Petrobras

As Normas Petrobras estão disponíveis para consultas no site de domínio público:

[http://sites.petrobras.com.br/CanalFornecedor/portugues/requisitocontratacao/requisito\\_normastecnicas.asp](http://sites.petrobras.com.br/CanalFornecedor/portugues/requisitocontratacao/requisito_normastecnicas.asp)

N – 253 Projeto mecânico e de fabricação de Vaso de Pressão;

N – 268 Fabricação de Vasos de Pressão;

N – 466 Projeto mecânico e de fabricação de Permutadores de Calor

2.3. ASME

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II: Materials

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec. VIII Div. 1 Rules for Construction of Pressure Vessels

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec. VIII Div. 2 Rules for Construction of Pressure Vessels-Alternative Rules

## 2.4. TEMA R

Standards of the Tubular Exchangers Manufacturers Association

### 3. Requisitos de projeto

3.1. As soldas de partes pressurizadas dos vasos de pressão e trocadores de calor em “Serviço Tóxico” devem:

- a) Ser de topo, com penetração total e ter inspeção por radiografia total (100%);
- b) Ser submetidos ao alívio térmico das tensões residuais de fabricação e soldagem, exceto para aqueles fabricados em aço inoxidável austenítico.

3.2. Em permutadores de calor são aplicáveis estes requisitos, ao lado que for identificado como em **Serviço Tóxico**.

3.3. Em permutadores de calor do tipo resfriador a ar (“air coolers”) aplicar estes requisitos aos cabeçotes e ao feixe de tubos.

3.4. Em todos os documentos do projeto mecânico e de fabricação devem estar estampados com destaque: **“Serviço Tóxico”**.

3.5. O equipamento deve ter placa de identificação, informando a classe do fluido e a categoria do vaso, conforme Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho NR-13.

3.6. Bocais e juntas de vedação.

3.6.1. Todos os bocais serão do tipo terminação para solda de encaixe, de topo ou flangeada, sendo o diâmetro mínimo para os bocais NPS1. Não são permitidos bocais rosqueados.

3.6.2. Todos os flanges empregados devem ser forjados do tipo com pescoço para solda de topo, dimensões e classes de pressão conforme ASME B16.5, para diâmetros até NPS24 e ASME B16.47 para diâmetros de NPS26 até NPS60: tipo A para NPS26 a NPS36 e tipo B para NPS42 a NPS60.

3.6.3. Para os flanges de diâmetros acima de  $\phi 12$ ”, alternativamente, é permitido a utilização de flanges de pescoço fabricados de anel de chapa ou barra rolados, conforme as regras do ASME Sec. VIII Div. 1 ou Div. 2, como aplicável.

A chapa ou barra deverá ser inspecionada com 100% UT após a conformação, sendo permitido até duas seções de chapa ou barra.

Antes da solda de fechamento, os chanfros serão examinados com MT.

A solda pronta terá 100% RT.

A usinagem do pescoço só poderá ser executada após a realização de toda as fases da inspeção.

Os critérios de execução e aceitação dos exames não destrutivos serão conforme ASME Sec. VIII Div. 1 ou Div. 2, como aplicável.

3.6.4. As juntas de vedação das ligações flangeadas devem ser conforme as normas Petrobras N-253 e N-466, para os vasos de pressão e os permutadores de calor, respectivamente.

3.6.5. Todos os bocais não ligados a tubulações devem ser fechados com flange cego, da mesma classe de pressão. Caso haja uma válvula no bocal esta também deve ser tamponada com flange cego da mesma classe de pressão.

3.6.6. Todos os drenos e respiros dos equipamentos devem ser flangeados, valvulados e tamponados com flange cego da mesma classe de pressão.

3.6.7. Todas as conexões, nos pescoços dos bocais de permutadores de calor, devem ser do tipo flangeadas e fechadas com flange cego, da mesma classe de pressão, ou do tipo de extremidade para solda de encaixe e fechadas com niple e tampão.

3.7. Os flanges principais no corpo de permutadores de calor e de vasos de pressão devem ser do tipo para junta confinada, conforme TEMA R-6.2.

3.8. Todas as ligações flangeadas dos equipamentos, incluindo os flanges principais de permutadores de calor, devem ser montadas com aperto controlado, respeitando os valores de torque indicados nos projetos.

Aperto de montagem de ligações flangeadas com procedimento de torque controlado, conforme ASME PCC-1 *Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly*.

3.9. Não são admitidos furos sentinelas (“telltale holes”) em parede, partes e componentes pressurizados.

#### **4. Requisitos para os materiais de construção**

4.1. Só são aceitáveis materiais conforme especificação ASME Sec. II.

Como alternativa, a ser aprovada em cada caso pelo Proprietário, serão aceitos materiais equivalentes aos do ASME Sec. II, desde que padronizados em normas internacionais de reconhecimento internacional.

4.2. Não são permitidas partes e/ou componentes em ferro fundido para os vasos de pressão e os componentes fabricados em aço fundido devem ser inspecionados, na fábrica, conforme o Apêndice 7 do ASME Sec. VIII Div. 1.

4.3. Quando for empregado chapa com revestimento metálico, tipos “clad” ou “overlay” com depósito de solda, o material base deve atender a todos os requisitos desta especificação. Só são aceitáveis materiais revestidos conforme as especificações SA-263, SA-264 e SA-265 do ASME Sec.II. O revestimento tipo “lining” de tiras ou chapa não é permitido.

4.4. Todos os acessórios soldados à parede de pressão, incluindo os suportes de internos, suportes de sustentação do equipamento, “clips” de escadas e plataformas, suportes de tubulações, reforços de bocais, reforços para operação com pressão externa ou vácuo, olhais de içamento devem ser, preferencialmente, do mesmo material do corpo do equipamento, aceitando-se, como mínimo, material homogêneo do mesmo “P-number” do material base.

4.5. Os tubos de troca térmica, para permutadores de calor e serpentinas, devem ser sem costura. Alternativamente, são aceitáveis tubos com costura, recozidos, inspecionados 100% por “eddy current” e testados quanto à suscetibilidade à corrosão, por imersão em meio ácido, conforme ASTM A-262. .

4.6. Os tubos para pescoço de bocais e distribuidores internos dos vasos de pressão devem ser sem costura até o diâmetro nominal de NPS12. Para diâmetros superiores aceitam-se tubos com costura, de soldas de topo com penetração total, sem mata-juntas e totalmente radiografados.

## **5. Requisitos para fabricação e montagem**

5.1. Os equipamentos fabricados com aço Carbono, aço baixa liga Cr-Mo e aço inoxidável não austenítico serão submetidos ao tratamento térmico para alívio das tensões residuais, oriundas da fabricação.

As condições desse tratamento térmico devem ser conforme as prescritas no ASME Sec. VIII Div.1 ou Div 2, como aplicável, não sendo autorizado o uso da alternativa da redução da temperatura de tratamento, compensado pelo conseqüente aumento do tempo de tratamento.

Para os equipamentos em aço Carbono, o alívio térmico deve ser à temperatura de 620°C, durante o tempo de 1 hora por polegada de espessura, com o mínimo de 1 hora, mantidas as demais condições do código ASME.

5.2. Durante a fabricação as partes com conformação devem ter inspeção 100% UT, em toda a região conformada. Quando a alongação das fibras exceder a 5% deve haver tratamento térmico de alívio de tensões residuais.

Os critérios de execução e aceitação conforme o ASME Section VIII Div. 1 ou Div. 2, como aplicável.

As operações de conformação aqui consideradas são as de calandragem, prensagem, rebordeamento e mandrilagem.

5.3. As ligações de tubos x espelho de permutadores de calor devem ser com solda de resistência ou por mandrilagem com solda de selagem, e devem ser estanques, quando submetidos ao teste "leak test" do ASME Sec. V.

## **6. Requisitos de inspeção e soldagem**

6.1. Os procedimentos para soldagem e de inspeção ENDS-Ensaio Não-Destrutivo devem ser qualificados conforme ASME Sec. IX.

6.2. Os consumíveis e os processos de soldagem devem ser de baixo Hidrogênio.

6.3. Os soldadores e os inspetores devem ser qualificados, conforme ASME Sec. IX.

6.4. Os testes de qualificação, de procedimento e de pessoal, devem ser realizados com materiais, equipamentos e condições idênticos ao previstos para a fabricação, não sendo permitida a extrapolação de resultados.

6.5. Todas as soldas de topo, em contato com o fluido, devem ser obrigatoriamente de penetração total e facilmente radiografáveis. Não é permitido o uso de mata-junta ou inserto consumível. A solda do passe de raiz deve ser executada com o processo TIG de soldagem, para os materiais Aço Carbono, Aço Liga Cr-Mo e Aço Inoxidável.

6.6. Requisitos particulares para os vasos fabricados de Aço Carbono e Aço Liga Cr-Mo:

6.6.1. Todas as soldas de topo devem ser totalmente (100%) radiografadas antes do tratamento térmico de alívio das tensões.

6.6.2. Após a execução do teste de pressão hidrostático estas soldas serão examinadas com partículas magnéticas 100% MT.

O objetivo do teste por MT é detectar falhas após o equipamento ter sido exposto à condição severa do Teste de Pressão.

### **Nota:**

O exame com partículas magnéticas, após o teste Hidrostático, deve ser realizado, somente externamente, e nas soldas principais e de bocais do equipamento.

6.6.3. Os critérios de execução e aceitação serão conforme ASME Sec. VIII Div. 1 ou Div. 2, como aplicável.

6.6.4. As soldas em paredes de pressão, de bocais e outras soldas não radiografáveis, devem ser inspecionadas com os seguintes métodos:

- a) Antes do tratamento térmico de alívio das tensões, 100% UT, empregando-se o ASME Sec. VIII Div. 1 ou Div. 2, para aceitação, como aplicável;
- b) Após o teste hidrostático 100% MT, e empregando-se o ASME Sec. VIII Div. 1 ou Div. 2, para aceitação, como aplicável.

6.7. Para os vasos fabricados com aço inoxidável austenítico, em que o tratamento térmico não é exigível, controlar com 100% PT a solda de raiz e 100% RT e 100% PT a solda pronta. A aceitação deve ser conforme ASME Sec. VIII Div. 1 ou Div. 2, como aplicável. Após o teste hidrostático executar 100% PT em todas as soldas radiografadas e não radiografadas.