

FABRICAÇÃO DE VASO DE PRESSÃO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatória): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 02

Caldeiraria

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para a fabricação de vaso de pressão de qualquer tipo, utilizado em instalações de indústria de petróleo e petroquímica.

1.2 Considera-se como vaso de pressão o equipamento definido na norma PETROBRAS [N-253](#), tal como vaso, torre, trocador de calor e esfera.

1.3 Esta Norma se aplica a fabricação de vaso iniciada a partir da data de sua edição.

1.4 Esta Norma contém somente Requisitos Mandatórios.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contém prescrições válidas para a presente Norma.

Ministério do Trabalho/Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho - NR-13 - Caldeiras e Vasos de Pressão;

PETROBRAS [N-133](#) - Soldagem;

PETROBRAS [N-250](#) - Montagem de Isolamento Térmico a Alta Temperatura;

PETROBRAS [N-253](#) - Projeto de Vaso de Pressão;

PETROBRAS [N-1592](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Teste pelo Ímã e por Pontos;

PETROBRAS [N-1593](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Estanqueidade;

PETROBRAS [N-1594](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Ultra-som;

PETROBRAS [N-1595](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Radiografia;

PETROBRAS [N-1596](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Líquido Penetrante;

PETROBRAS [N-1597](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Visual;

PETROBRAS [N-1598](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Partículas Magnéticas;

PETROBRAS [N-1617](#) - Aplicação de Concreto Refratário;

PETROBRAS [N-1706](#) - Projeto de Vaso de Pressão para Serviço com H₂S;

PETROBRAS [N-1707](#) - Projeto de Vasos de Pressão com Revestimento;

PETROBRAS [N-1738](#) - Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;

PETROBRAS [N-1859](#) - Consumível de Soldagem com Propriedade Assegurada;

PETROBRAS [N-2301](#) - Elaboração da Documentação Técnica de Soldagem;

ISO 8501-1 - Preparação de Superfícies de Aço Antes da Aplicação de Tintas e Produtos Similares - Anexo F (Texto da ISO 8501-1 em Português);

ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Seção VIII, Divisões 1 e 2;

ASME/ANSI PVHO-1 - Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy;

ASTM E 10 - Test for Brinell Hardness of Metallic Materials

TEMA

- Standards of Tubular Exchanger Manufacturer Association.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 e 3.2.

3.1 Fabricante

Empresa, firma ou organização encarregada da fabricação completa ou da fabricação parcial do vaso, nos casos em que houver complementação da fabricação no canteiro de obra.

3.2 Mapa dos Defeitos Reparados

Registro onde são assinalados todos os reparos com solda em chapas. Este registro deve permitir a localização exata dos pontos reparados no equipamento.

4 CLASSIFICAÇÃO DOS VASOS PARA FABRICAÇÃO

O equipamento deve ser classificado conforme o item 4.1. Em seguida deve-se checar a classificação conforme o item 4.2. Adotar a classe que apresentar o maior número de pontos para o equipamento (ver item 4.1 ou 4.2).

4.1 Classificação por Tipo de Equipamento

4.1.1 Classe A (Máximo de 45 Pontos)

Enquadram-se na Classe A os seguintes equipamentos:

- a) vaso para ocupação humana conforme a norma ASME/ANSI PVHO-1;
- b) reator/conversor;
- c) vaso para serviço com H₂S;
- d) conversor de FCC;
- e) vaso para serviço letal;
- f) vaso para baixa temperatura;
- g) vaso em aço-liga;
- h) esfera.

4.1.2 Classe B (Máximo de 38 Pontos)

Enquadram-se na Classe B os seguintes equipamentos:

- a) torre de processo;

- b) cilindro de GLP;
- c) vaso para serviço cáustico;
- d) equipamento com tratamento térmico;
- e) vaso projetado conforme a norma ASME Seção VIII - Divisão 2.

4.1.3 Classe C (Máximo de 30 Pontos)

Enquadram-se na Classe C os seguintes equipamentos:

- a) torre atmosférica;
- b) vaso de pressão horizontal ou vertical;
- c) vaso com pressão de operação abaixo de 100 kPa (1,02 kgf/cm²);
- d) trocador de calor tipo TEMA;
- e) trocador de calor de duplo tubo;
- f) trocador de calor tipo placa;
- g) dessalgadora;
- h) garrafa de pulsação.

4.1.4 Classe D (Máximo de 23 Pontos)

Enquadram-se na Classe D os equipamentos operando com líquido não inflamável corrosivo ou não. Também se enquadram na Classe D os equipamentos operando com hidrocarboneto de ponto de fulgor superior a 60 °C, na temperatura ambiente e pressão de projeto entre a atmosférica e 196 kPa (2 kgf/cm²). Estão na Classe D os seguintes equipamentos:

- a) silo;
- b) chaminé de tocha;
- c) filtro industrial;
- d) secador.

4.2 Classificação por Parâmetros do Equipamento

4.2.1 Classes do Equipamento

4.2.1.1 Usam-se as mesmas classes do item 4.1:

- a) Classe A (39 a 45 pontos);
- b) Classe B (31 a 38 pontos);
- c) Classe C (24 a 30 pontos);
- d) Classe D (15 a 23 pontos).

4.2.1.2 A classe do equipamento é determinada pelos pontos obtidos no somatório do produto do peso de cada parâmetro pela sua nota respectiva (ver item 4.2.2).

4.2.2 Parâmetros do Equipamento

Os parâmetros são apresentados neste item com o peso (de 1 a 3) atribuído a cada um e as notas (de 1 a 3) conforme as características do equipamento.

4.2.2.1 Pressão de Projeto (Peso 3)

As notas conforme a pressão de projeto são:

- a) 3 - pressão acima de 3 924 kPa (40 kgf/cm²);
- b) 2 - pressão de 1 472 kPa (15 kgf/cm²) a 3 924 kPa (40 kgf/cm²);
- c) 1 - pressão abaixo de 1 472 kPa (15 kgf/cm²).

4.2.2.2 Temperatura de Projeto (Peso 3)

As notas conforme a temperatura de projeto são:

- a) 3 - temperatura abaixo de 15 °C;
- b) 2 - temperatura acima de 315 °C;
- c) 1 - temperatura de 15 °C a 315 °C.

4.2.2.3 Espessura do Casco (Peso 1)

As notas conforme a espessura do casco são:

- a) 3 - espessura acima de 50 mm;
- b) 2 - espessura acima de 31,4 mm até inclusive 50 mm;
- c) 1 - espessura até inclusive 31,4 mm.

4.2.2.4 Material (Peso 1)

As notas conforme o material utilizado que representam a dificuldade de fabricação são:

- a) 3 - aço de baixa e alta liga;
- b) 2 - aço-carbono com espessura maior que 31,4 mm e aço-carbono cladeado;
- c) 1 - aço-carbono com espessura até inclusive 31,4 mm.

4.2.2.5 Fluido Armazenado (Peso 3)

As notas conforme o fluido armazenado no vaso são:

- a) 3 - fluido que acarreta serviço letal e/ou corrosão sob tensão;
- b) 2 - hidrocarboneto e fluido de serviço não letal;
- c) 1 - fluido não inflamável e não tóxico.

4.2.2.6 Tipo de Instalação (Peso 2)

As notas conforme o tipo de instalação que representam a segurança da instalação são:

- a) 3- unidade de processo de plataforma marítima;
- b) 2- unidade de utilidades e auxiliares em instalação industrial, e terminais em perímetro urbano;
- c) 1- estação de compressão, estação de bombeio, terminal, estação de tratamento de óleo e similar.

4.2.2.7 Importância do Vaso para o Funcionamento da Unidade (Peso 2)

As notas conforme a importância do vaso para o funcionamento da unidade são:

- a) 3 - paralisa a unidade;
- b) 2 - interfere com o funcionamento da unidade;
- c) 1 - não interfere com o funcionamento da unidade.

5 REQUISITOS DE FABRICAÇÃO APLICÁVEIS A CADA CLASSE DE VASO

Os requisitos exigidos para fabricação do vaso são apresentados nos Capítulos 6 até 12 e devem ser aplicados conforme a TABELA 1 para cada classe de fabricação de vaso.

TABELA 1 - RESUMO DOS ITENS APLICÁVEIS CONFORME A CLASSE DO VASO

Itens Aplicáveis	Classes de Fabricação do Vaso			
	A	B	C	D
6.1	X	X	X	X
6.2	X	X	X	X
6.3	X	X	X	X
6.4 todas as alíneas	X			
6.4 exceto f), j), k)		X		
6.4 a), c), d), e), i), j)			X	X
6.5 todas as alíneas	X			
6.5 a), b), d), e), f)		X		
6.5 a), b)			X	
6.5 a)				X
6.6 todas as alíneas	X			
6.6 exceto b), f) g), h), k), l), n)		X		
6.6 a), c), i), j), m), r), s), t), u), v)			X	
6.6 a) c) t) u) v)				X
6.7.1	X	X	X	
6.7.2	X	X	X	
6.7.3	X	X	X	
6.7.4	X			
6.7.5	X	X	X	

(CONTINUAÇÃO)

TABELA 1 - RESUMO DOS ITENS APLICÁVEIS CONFORME A CLASSE DO VASO

Itens Aplicáveis	Classes de Fabricação do Vaso			
	A	B	C	D
6.7.6	X	X	X	
6.7.7	X	X		
7	X	X	X	X
8.1 a 8.5	X	X	X	X
8.6	X	X		
8.7	X	X	X	X
8.8	X	X		
8.9 e 8.10	X	X	X	X
9.1	X	X	X	X
9.2	X	X	X	X
9.3	X	X	X	X
9.4.1	X	X	X	X
9.4.2	X	X	X	X
9.5	X	X	X	X
9.6	X	X	X	X
9.7.1	X	X	X	X
9.7.2	X	X	X	X
9.7.3	X			
9.7.4	X	X	X	X
9.7.5	X	X	X	X
9.7.6	X	X	X	X
9.7.7	X	X	X	X
9.8.1	X	X	X	X
9.8.2	X	X	X	X
9.8.3	X			
9.9.1	X	X	X	X
9.9.2	X	X	X	X
9.9.3	X	X		
9.9.4	X	X	X	X
9.9.4.1	X	X		
9.9.4.2	X	X	X	X
9.9.5	X	X	X	X
9.9.6	X	X	X	X
9.10	X	X	X	X
9.11.1	X	X	X	
9.11.2	X	X	X	X
9.11.3	X	X	X	X
9.11.4	X	X		
9.11.5	X	X	X	X
9.11.6	X	X	X	X
9.12	X	X	X	X
9.13	X	X		

(CONTINUA)

(CONCLUSÃO)

TABELA 1 - RESUMO DOS ITENS APLICÁVEIS CONFORME A CLASSE DO VASO

Itens Aplicáveis	Classes de Fabricação do Vaso			
	A	B	C	D
10.1	X			
10.2	X	X		
10.3		X	X	X
10.4	X	X	X	X
10.5	X	X	X	X
10.6	X	X	X	X
10.7	X	X	X	X
10.8	X	X		
10.9	X	X		
10.10	X	X		
10.11	X	X		
10.12	X	X	X	X
10.13	X	X	X	X
10.14	X	X	X	X
10.15	X	X	X	X
10.16	X	X	X	X
10.17	X	X	X	X
10.18	X	X	X	X
10.19	X	X	X	X
11.1	X	X	X	X
11.2	X	X	X	X
11.3.1	X	X	X	X
11.3.2	X	X	X	X
11.3.3	X	X		
11.4	X	X	X	X
11.5	X	X	X	X
11.6	X	X	X	X
11.7	X	X	X	X
11.8	X	X	X	X
11.9.1	X	X		
11.9.2	X	X	X	X
11.9.3	X	X		
11.9.4	X	X	X	X
11.10	X	X	X	
12	X	X	X	X

6 DOCUMENTOS DE FABRICAÇÃO

6.1 Responsabilidade do Fabricante

6.1.1 A fabricação deve obedecer aos requisitos constantes da Requisição de Material ou contrato, e deve ser feita de acordo com os desenhos de fabricação aprovados.

6.1.2 Caso o fabricante constate omissões ou erros em quaisquer documentos fornecidos pela PETROBRAS, deve comunicar à PETROBRAS para a devida solução, de forma que o fabricante continue com a integral responsabilidade pela fabricação do equipamento.

6.2 Normas Técnicas

6.2.1 A fabricação do vaso de pressão deve obedecer as exigências da norma ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Seção VIII - Div. 1 ou Div. 2, conforme adotado no projeto.

6.2.2 A fabricação do vaso deve seguir também a norma NR-13.

6.3 Extensão do Fornecimento

A extensão do fornecimento a cargo do fabricante deve ser como indicado na Requisição de Material ou no contrato.

6.4 Documentos de Fabricação

A fabricação do vaso de pressão deve obedecer a planos de fabricação e/ou inspeção, preparados pelo fabricante, envolvendo no mínimo os seguintes itens (quando aplicáveis):

- a) tipo e extensão da inspeção das juntas soldadas;
- b) cuidados com as soldas provisórias, incluindo o método a ser utilizado para a sua remoção;
- c) planos de soldagem conforme norma PETROBRAS [N-2301](#);
- d) procedimentos de ensaios não-destrutivos;
- e) plano de inspeção e testes;
- f) procedimento de execução de cada teste previsto, incluindo os equipamentos a serem utilizados;
- g) registro dos resultados de ensaios não-destrutivos, das juntas soldadas, mencionando os soldadores envolvidos;
- h) registro do exame dimensional;
- i) procedimento de tratamento térmico, incluindo posição dos termopares, forma de aquecimento, detalhes de fixação do isolamento, velocidades de aquecimento e resfriamento, temperatura e tempo de manutenção;
- j) procedimento de teste hidrostático, incluindo qualidade e temperatura da água, detalhes das ligações para enchimento e esvaziamento, locação dos manômetros e tempo de permanência na pressão de teste;
- k) procedimento de limpeza e secagem do vaso após o teste hidrostático;
- l) procedimento de reparos, incluindo forma de remoção do defeito, reparo propriamente dito e tipos de exames a serem feitos após o reparo;
- m) procedimento de transferência de marcação;
- n) procedimento para transporte;
- o) procedimento para hibernação;
- p) procedimento para instalação no local de operação.

Nota: Os planos de fabricação e/ou inspeção referenciam procedimentos e instruções técnicas aplicáveis à fabricação do equipamento.

6.5 Apresentação de Documentos Técnicos

Devem ser submetidos ao inspetor, para verificação, antes do início da atividade correspondente, os procedimentos e/ou planos definidos no item 6.4, bem como os seguintes documentos:

- a) desenhos de fabricação certificados;
- b) certificados de qualidade dos materiais;
- c) certificados de qualidade de consumíveis com propriedade assegurada, quando requerido (ver norma PETROBRAS [N-1859](#));
- d) registros de qualificação de procedimentos de soldagem;
- e) certificado da qualificação de soldadores e/ou operadores de soldagem;
- f) relatório indicando procedimentos e inspetores e/ou operadores de ensaio não-destrutivos qualificados.

6.6 Livro de Documentação Técnica de Fabricação

O fornecedor deve entregar um livro de documentação técnica de fabricação, no número de exemplares exigido, constando no mínimo dos seguintes documentos (quando aplicáveis):

- a) desenhos de fabricação certificados;
- b) especificações técnicas;
- c) folhas de dados;
- d) memórias de cálculo;
- e) plano de soldagem;
- f) registros de qualificação de procedimentos de soldagem;
- g) relatório indicando procedimentos de ensaios não-destrutivos;
- h) relatório indicando inspetores e/ou operadores de ensaios não-destrutivos;
- i) plano de inspeção e testes;
- j) certificados de ensaios não-destrutivos;
- k) certificado de exame dimensional;
- l) certificados de testes de produção (quando requerido);
- m) certificados de qualidade dos materiais de partes pressurizadas, internos (exceto para aço-carbono) e partes de suportaço do equipamento;
- n) certificados de qualidade dos consumíveis com propriedade assegurada (quando requerido);
- o) desenho de localização das radiografias;
- p) especificações de montagem no campo (quando exigido);
- q) mapa de defeitos reparados;
- r) lista de material especificada no desenho de projeto com respectivos números dos certificados da matéria-prima aplicada;
- s) gráficos de tratamento térmico;
- t) certificado de teste hidrostático;
- u) relatórios de não-conformidades, quando existente;
- v) certificado de liberação de inspeção;
- w) procedimento para transporte;
- x) procedimento para hibernação;
- y) procedimento para instalação no local de operação.

6.7 Arquivos

O fabricante deve manter em arquivo devidamente organizado as informações listadas a seguir, e que devem estar disponíveis para exame pela PETROBRAS ou seu representante autorizado, à época da inspeção, devendo essas informações serem mantidas por um período de 5 anos após o embarque do equipamento.

6.7.1 Certificados de usina para os componentes do casco: o certificado deve conter a especificação à qual o material atende, o número da corrida, o tratamento sofrido pelo material e os resultados de análises químicas e ensaios mecânicos.

6.7.2 Certificados de conformidade para materiais obtidos de sub-fornecedores e para os quais não haja certificados de usina disponíveis: quando não for possível comprovar a especificação do material, o fabricante deve realizar testes e análises e emitir certificado de conformidade.

6.7.3 Para acessórios de tubulação e flanges fabricados de acordo com uma norma aprovada, não são necessários certificados, desde que sejam marcados conforme exigido pela norma ASME Seção VIII. Os certificados são exigidos quando as marcações forem removidas.

6.7.4 Registros dos procedimentos qualificados de soldagem e registros de qualificação de soldadores e operadores.

6.7.5 Filmes radiográficos: quando esse ensaio for requerido e certificados de ensaios não-destrutivos.

6.7.6 Gráficos e/ou certificados de testes hidrostáticos, pneumático e de outros testes.

6.7.7 Gráficos de registro de temperatura e outros registros relativos a tratamentos térmicos.

7 ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

Os ensaios não-destrutivos, quando forem exigidos no projeto do equipamento, devem ser executados de acordo com as prescrições deste Capítulo.

7.1 Ensaio por Meio de Líquido Penetrante

Execução de acordo com a norma PETROBRAS [N-1596](#), avaliação dos resultados de acordo com a norma ASME Sec. VIII, Div. 1 ou Div.2.

7.2 Ensaio por Meio de Partículas Magnéticas

Execução de acordo com a norma PETROBRAS [N-1598](#); avaliação dos resultados de acordo com a norma ASME Sec. VIII, Div. 1 ou Div.2.

7.3 Ensaio por Ultra-som

Execução de acordo com a norma PETROBRAS [N-1594](#); avaliação dos resultados de acordo com a norma ASME Sec. VIII, Div. 1 ou Div.2.

7.4 Ensaio Radiográfico

Execução de acordo com a norma PETROBRAS [N-1595](#); avaliação dos resultados de acordo com a norma ASME Sec. VIII, Div. 1 ou Div.2.

7.5 Ensaio Visual

Execução de acordo com a norma PETROBRAS [N-1597](#).

7.6 Ensaio Dimensional

Execução de acordo com as tolerâncias da FIGURA A-1.

7.7 Teste por Pontos

Execução de acordo com a norma PETROBRAS [N-1592](#).

7.8 Ensaio de Estanqueidade

Ensaio de formação de bolhas com pressão positiva executado de acordo com a norma PETROBRAS [N-1593](#).

7.9 Ensaio de Dureza

Quando for exigido ensaio de dureza, a execução deve ser de acordo com a norma ASTM E 10, quando ao preparo da superfície, e empregando aparelho portátil adequado ao ensaio.

8 MATERIAIS

8.1 O fornecimento de materiais deve ser conforme discriminado na Requisição de Material.