

*Prevenção e Controle de Riscos
em Máquinas, Equipamentos e
Instalações*

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

- Aula 1 - Conceituação e Importância - Estudo de caso real
 - Equipamentos de Processos Industriais
 - Bombas, Motores e Compressores
- Aula 2 - Vasos sob Pressão - NR-13
- **Aula 3 - Vasos sob Pressão - NR-13 (continuação)**
 - Tanques e Esferas
 - Linhas e acessórios
- Aula 4 - Espaço Confinado - NR-33
 - Sinalização de Segurança - NR-26
- Aula 5 - Trabalho em altura - NR-35
 - Andaimos - NBR-6494
- Aula 6 - Máquinas de apoio aos Processos Industriais
 - Veículos Industriais: Equipamentos de Guindar e Transportar
 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais - NR-11
- Aula 7 - Máquinas de apoio aos Processos Industriais
 - Soldagem e Corte
- Aula 8 - Hidrojateamento
- Aula 9 - Ferramentas Manuais, Elétricas e Pneumáticas
 - Esmerilhadeira
 - Serra Circular
- Aula 10 - Trabalho a quente
 - Inspeções Planejadas de Máquinas e Equipamentos
- Aulas 11 e 12 - Inspeções Planejadas de Máquinas e Equipamentos (Trabalhos em sala)

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13


Foi criada em 8 de junho de 1978 (Portaria 3214),
sofrendo última alteração pela Portaria SIT n.º 57, de
19 de junho de 2008)

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

- ▶ Vasos de pressão: são equipamentos que contêm fluidos sob pressão **interna ou externa**, cujo produto “P.V” seja superior a 8, onde “P” é a máxima pressão de operação em kPa e “V” o seu volume geométrico interno em m³ ou ainda vasos que contenham fluido da classe “A”, especificados no Anexo IV, independente das dimensões e do produto “P.V”

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

ANEXO IV

- ▶ CLASSE "A":
 - ▶ – fluidos inflamáveis; 
 - ▶ – combustível com temperatura superior ou igual a 200° C;
 - ▶ – fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 ppm;
 - ▶ – hidrogênio;
 - ▶ – acetileno.
- ▶ CLASSE "B":
 - ▶ – fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200° C;
 - ▶ – fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 (vinte) ppm;
- ▶ CLASSE "C":
 - ▶ – vapor de água, gases asfixiantes simples ou ar comprimido;
- ▶ CLASSE "D":
 - ▶ – água ou outros fluidos não enquadrados nas classes "A", "B" ou "C", com temperatura superior a 50°C.

- ▶ Quando se tratar de mistura, deverá ser considerado para fins de classificação o fluido que apresentar maior risco aos trabalhadores e instalações, considerando-se sua toxicidade, inflamabilidade e concentração.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

A NR-13 não se aplica a:

- cilindros transportáveis, vasos destinados ao transporte de produtos, reservatórios portáteis de fluido comprimido e extintores de incêndio;
- os destinados à ocupação humana;
- câmara de combustão ou vasos que façam parte integrante de máquinas rotativas ou alternativas e que não possam ser caracterizados como equipamentos independentes;
- dutos e tubulações para condução de fluido;
- serpentinas para troca térmica;
- tanques e recipientes para armazenamento e estocagem de fluidos não enquadrados em normas e códigos de projeto relativos a vasos de pressão;
- vasos com diâmetro interno $< 150\text{mm}$ (fluidos classes B, C e D)

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de pressão – disposições gerais:

Profissional Habilitado (PH): aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de pressão – disposições gerais:

Pressão Máxima de Trabalho Permitida (PMTP) ou Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA): maior valor de pressão compatível com o código de projeto, a resistência dos materiais utilizados, as dimensões do equipamento e seus parâmetros operacionais.

É calculada conforme o código ASME. Normalmente vem especificada no projeto de construção do vaso. No decorrer dos anos, o vaso poderá ter a PMTA alterada em função das alterações nas dimensões e propriedades mecânicas do material às condições de operação e até mesmo da agressividade do fluido (corrosão)

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ Constitui **risco grave e iminente** a falta de qualquer um dos seguintes itens:
 - ▶ a) **válvula ou outro dispositivo de segurança** com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à PMTA, instalada diretamente no vaso ou no sistema que o inclui;
 - ▶ b) **dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido** da válvula quando esta não estiver instalada diretamente no vaso;
 - ▶ c) **instrumento que indique a pressão** de operação.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Documentação necessária:

Prontuário: conjunto de documentos composto no mínimo de desenhos com especificações técnicas, código de projeto e ano de edição, especificações de materiais, memorial de cálculo com a PMTA, procedimentos de fabricação e montagem, ano de fabricação, categoria do vaso, relatório de inspeção e testes realizados durante a fabricação, montagem e operação e laudos de ocorrências diversas.

Registro de Segurança em conformidade com o subitem 13.6.5;

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ 13.6.5 O "Registro de Segurança" deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado ou não com confiabilidade equivalente onde serão registradas:
 - ▶ a) todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança dos vasos;
 - ▶ b) as ocorrências de inspeção de segurança.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Documentação necessária:

- ▶ **Projeto de Instalação** em conformidade com o item 13.7;

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ 13.7 Instalação de Vasos de Pressão
- ▶ 13.7.1 Todo vaso de pressão deve ser instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, sejam facilmente acessíveis.
- ▶ 13.7.2 Quando os vasos de pressão forem instalados em ambientes fechados, a instalação deve satisfazer os seguintes requisitos:

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ a) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
- ▶ b) dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guardacorpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;
- ▶ c) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;
- ▶ d) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;
- ▶ e) possuir sistema de iluminação de emergência.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ 13.7.3 Quando o vaso de pressão for instalado em ambiente aberto, a instalação deve satisfazer as alíneas "a", "b", "d" e "e" do subitem 13.7.2.
- ▶ 13.7.4 **Constitui risco grave e iminente** o não atendimento às seguintes alíneas do subitem 13.7.2:
 - ▶ – "a", "c" "d" e "e" para vasos instalados em ambientes fechados; (Alterado pela Portaria SIT n.º 57, de 19 de junho de 2008)
 - ▶ – "a" para vasos instalados em ambientes abertos;
 - ▶ – "e" para vasos instalados em ambientes abertos e que operem à noite.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Documentação necessária:

- ▶ **Projeto de Alteração ou Reparo** em conformidade com os subitens 13.9.2 e 13.9.3;

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ 13.9.2 "Projetos de Alteração ou Reparo" devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:
 - ▶ a) sempre que as condições de projeto forem modificadas;
 - ▶ b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.
- ▶ 13.9.3 O "Projeto de Alteração ou Reparo" deve:
 - ▶ a) ser concebido ou aprovado por "Profissional Habilitado", citado no subitem 13.1.2;
 - ▶ b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal;
 - ▶ c) ser divulgado para funcionários do estabelecimento que possam estar envolvidos com o equipamento.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

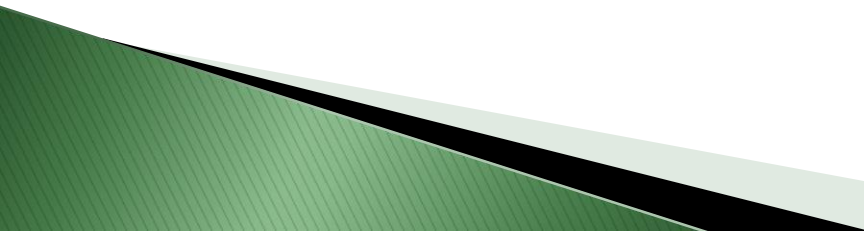
Vasos de Pressão – disposições gerais

Documentação necessária:

- ▶ **Relatórios de Inspeção** em conformidade com o subitem 13.10.8.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ 13.10.8 O "Relatório de Inspeção" deve conter no mínimo:
 - ▶ a) identificação do vaso de pressão;
 - ▶ b) fluidos de serviço e categoria do vaso de pressão;
 - ▶ c) tipo do vaso de pressão;
 - ▶ d) data de início e término da inspeção;
 - ▶ e) tipo de inspeção executada;
 - ▶ f) descrição dos exames e testes executados;
 - ▶ g) resultado das inspeções e intervenções executadas;
 - ▶ h) conclusões;
 - ▶ i) recomendações e providências necessárias;
 - ▶ j) data prevista para a próxima inspeção;
 - ▶ k) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do "Profissional Habilitado", citado no subitem 13.1.2, e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.
- 

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Inspeção de Segurança (inicial e periódica): inspeção que compreende o **exame visual externo, interno e teste hidrostático**, antes da entrada em funcionamento no **local definitivo da instalação** e **após a entrada em operação** do vaso, respectivamente.

O exame visual, tanto o interno quanto o externo, deve ser realizado utilizando-se a técnica mais apropriada de END – Ensaio Não Destrutivo - dependendo do modo de falha, da aplicabilidade, da geometria do equipamento, da viabilidade técnica, etc.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Alguns tipos de END's:

- Líquido Penetrante
- Partícula Magnética
- Ultra Som
- Eddy Current
- Emissão Acústica
- Réplica Metalográfica
- Gamagrafia →

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Válvula de segurança: dispositivo projetado para limitar a pressão de operação de um sistema sob pressão, abrindo e reduzindo a pressão e retomando automaticamente à sua posição normal de operação.

Placa de identificação: chapa de material resistente à corrosão, de formato retangular, fixada em lugar visível e de fácil acesso, fixada no casco ou como parte integrante deste, que contém gravados de forma indelével: fabricante, **número de identificação**, ano de fabricação, **categoria do equipamento**, pressão máxima de trabalho admissível (PMTA), pressão de teste hidrostático, código de projeto e ano de edição

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

- ▶ Além da placa de identificação, deverão constar, em local visível, a categoria do vaso, conforme Anexo IV, e seu número ou código de identificação.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Segurança na operação de vasos de pressão.

- ▶ Todo vaso de pressão enquadrado nas categorias I ou II deve possuir manual de operação próprio ou instruções de operação contidas no manual de operação de unidade onde estiver instalado, **em língua portuguesa** e de fácil acesso aos operadores, contendo no mínimo:
 - ▶ a) procedimentos de partidas e paradas;
 - ▶ b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;
 - ▶ c) procedimentos para situações de emergência;
 - ▶ d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Todo profissional com "Treinamento de Segurança na Operação de Unidade de Processo" deve cumprir estágio prático, supervisionado, na operação de vasos de pressão com as seguintes durações mínimas:

- ▶ a) 300 (trezentas) horas para vasos de categorias I ou II;
- ▶ b) 100 (cem) horas para vasos de categorias III, IV ou V.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Classificação de vasos de pressão (Categorias)

CLASSE DE FLUIDO	GRUPO DE POTENCIAL DE RISCO				
	1	2	3	4	5
	P.V \geq 100	$30 \leq$ P.V < 100	$2,5 \leq$ P.V < 30	$1 \leq$ P.V < 2,5	P.V < 1
	CATEGORIAS				
A – Líquidos inflamáveis, combustível com temperatura igual ou superior a 200°C; Tóxico com LT < 20ppm; Hidrogênio; Acetileno	I	I	II	III	III
B – Combustível com temperatura menor que 200°C; Tóxico com LT > 20ppm	I	II	III	IV	IV
C – Vapor de água; Gases asfixiantes simples; Ar comprimido	I	II	III	IV	V
D – Água ou outros fluidos não enquadrados nas classes A, B ou C, com temperatura superior a 50°C	II	III	IV	V	V

Notas:

- Considerar Volume “V” em m³ e Pressão “P” em MPa.
- Considerar 1 MPa correspondendo a 10,197 kgf/cm²

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de pressão que operem sob a condição de vácuo deverão enquadrar-se nas seguintes categorias:

- categoria I: para fluidos inflamáveis ou combustíveis;
- categoria V: para outros fluidos.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Classificação de vasos de pressão – Exemplo 1

Produto: Etileno

Equipamento: Fracionadora de Etileno

Temperatura do vaso: -30°C

Volume geométrico: 785 m^3

Pressão de operação: $20,4\text{ kgf/cm}^2$

Passo 1: Verificar se o vaso se enquadra na NR-13

Passo 2: determinar a categoria do vaso

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Classificação de vasos de pressão – Exemplo 2

Produto: Óleo lubrificante

Equipamento: Filtro de óleo lubrificante

Temperatura de operação: 40°C

Volume geométrico: 290 l

Pressão de operação: 5 kgf/cm²

Passo 1: Verificar se o vaso se enquadra na NR-13

Passo 2: determinar a categoria do vaso

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

A inspeção de segurança periódica, constituída por exame externo, interno e teste hidrostático, deve obedecer aos seguintes prazos máximos estabelecidos a seguir:

- ▶ Para estabelecimentos que **não possuam** "Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos“:

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

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Para estabelecimentos que **possuam** "Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos":

Categoria do vaso	Exame externo	Exame interno	Teste Hidrostático
I	3 ANOS	6 ANOS	12 ANOS
II	4 ANOS	8 ANOS	16 ANOS
III	5 ANOS	10 ANOS	A CRITÉRIO
IV	6 ANOS	12 ANOS	A CRITÉRIO
V	7 ANOS	A CRITÉRIO	A CRITÉRIO

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

Quando for tecnicamente inviável e mediante anotação no "Registro de Segurança" pelo "Profissional Habilitado", citado no subitem 13.1.2, o teste hidrostático pode ser substituído por outra técnica de ensaio não-destrutivo ou inspeção que permita obter segurança equivalente.

- ▶ 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.

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Vasos de Pressão – disposições gerais

As válvulas de segurança dos vasos de pressão devem ser desmontadas, inspecionadas e recalibradas por ocasião do **exame interno periódico**.

A inspeção de segurança extraordinária deve ser 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 de o vaso ser recolocado em funcionamento, quando permanecer inativo por mais de 12 (doze) meses;
- ▶ d) quando houver alteração do local de instalação do vaso.

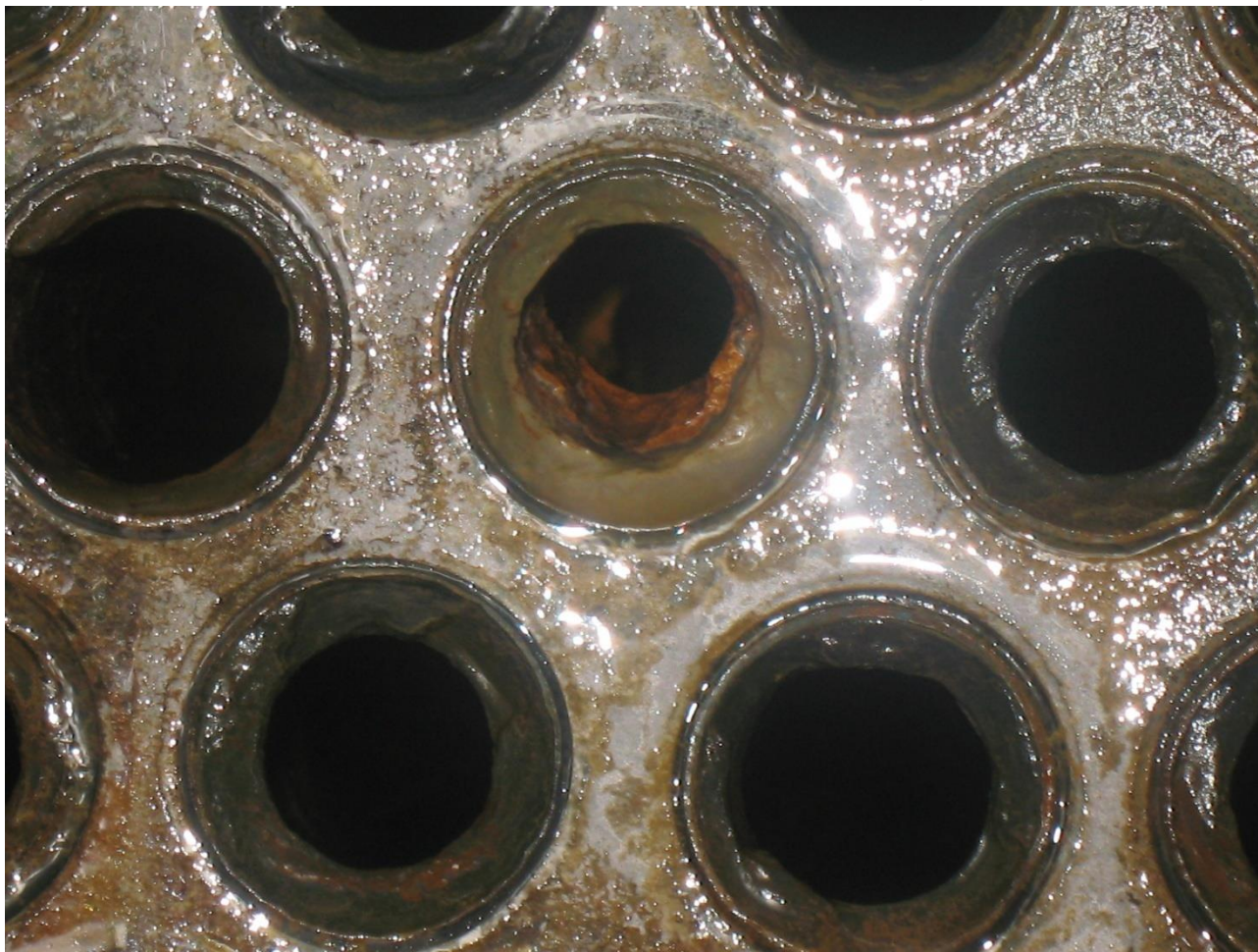
Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



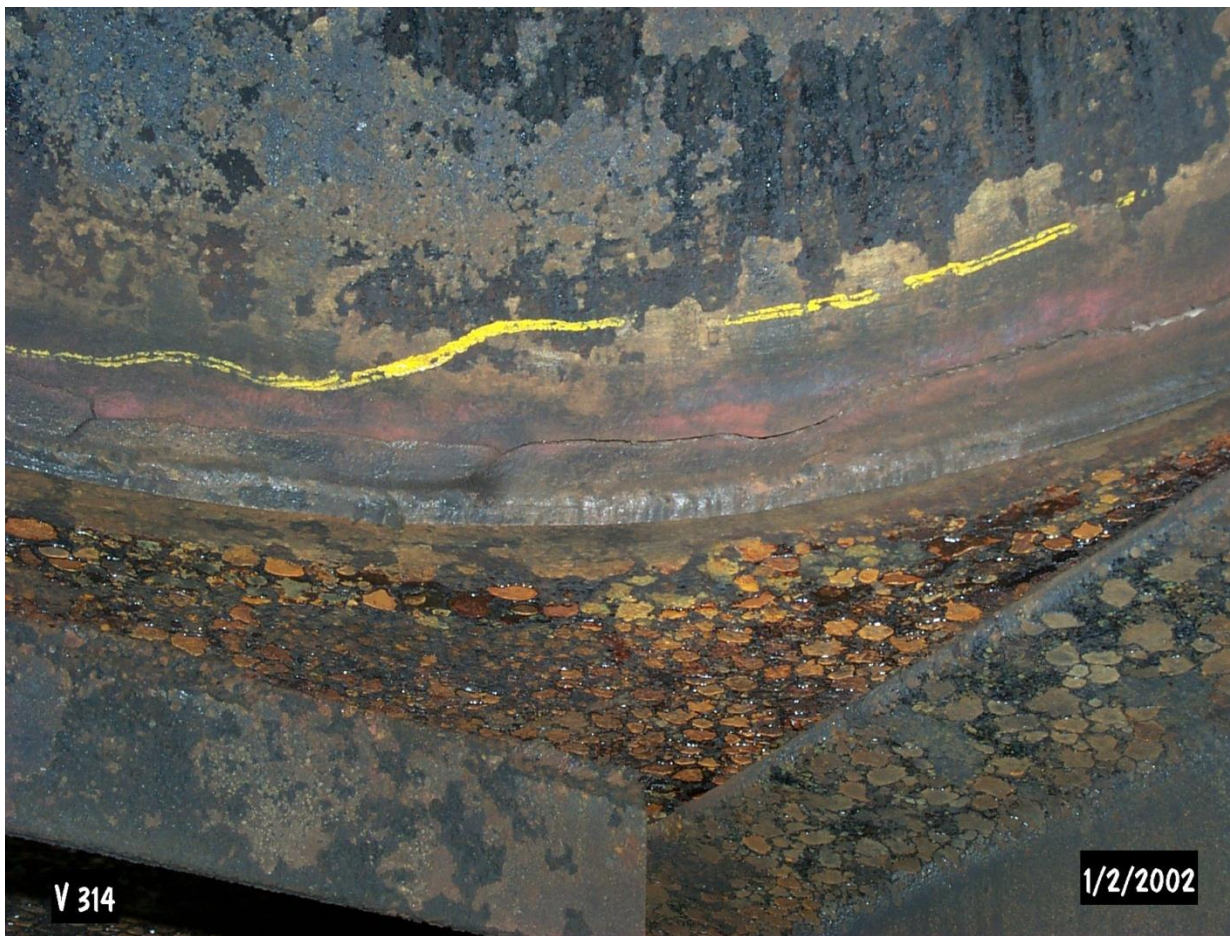
Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Fotos de problemas encontrados nas inspeções programadas

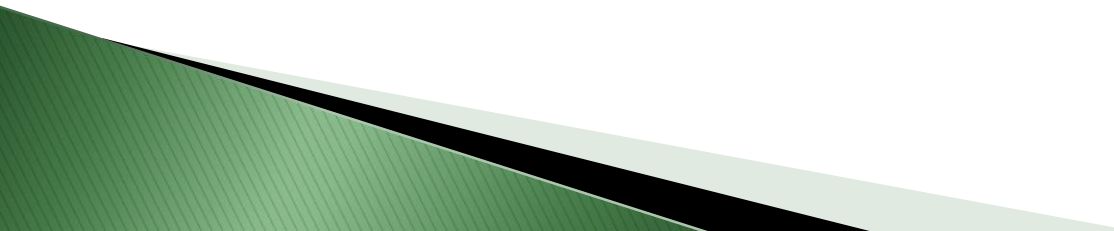


Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Tanques

- Armazenamento de matérias-primas ou produtos acabados (líquidos)
- Grandes inventários
- Pressões atmosféricas (não se enquadram na NR-13)
- Necessitam de válvulas de alívio de pressão e vácuo
- Teto fixo ou flutuante

Esferas

- Armazenamento de matérias-primas ou produtos acabados (gases com fase líquido)
 - Grandes inventários
 - Pressões positivas (se enquadram na NR-13)
 - Transferência feita através de pressurização com outro gás
 - Necessitam de válvulas de alívio de pressão
 - Formato esférico permite melhor distribuição da pressão nas paredes
- 

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Tanques:

- ▶ Teto fixo
- ▶ Teto flutuante
- ▶ Esfera

Atmosférico e/ou Baixa Pressão



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Principais Dispositivos de Alívio



Typical Tank Installation

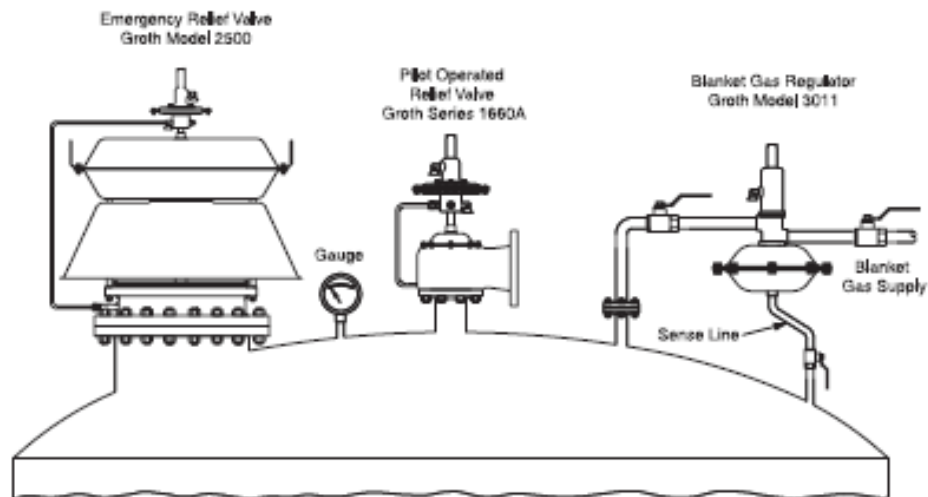





Figure 1

	RELIEF SERVICE	
	PRESSURE	VACUUM
1660A	✓	
1661A	✓	✓ DIRECT ACTUATED
1662A		✓ PILOT OPERATED

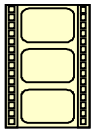
Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

Principais Problemas de Segurança:

- ▶ Sobrepressão
- ▶ Vácuo 
- ▶ Transbordo (nível, contenção, incêndios) 
- ▶ Temperatura
- ▶ Contaminação de solo e Lençol freático
- ▶ Corrosão nas colunas de sustentação 
- ▶ Emissões Atmosféricas
- ▶ Espaço confinado e assentamento do teto

Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

- ▶ Componente de maior abrangência em instalações industriais.
- ▶ Maior cenário de acidentes devido a:
 - Grandes extensões com mecanismos de danos variando com a extensão;
 - Baixa incidência de testes e avaliações de integridades devido a dificuldades de acesso (linhas em pipe racks, enterradas, encamisadas, etc).
- Não tem regulamentação própria; (Por enquanto!!!)
- Depende da política de inspeção de equipamentos das empresas;



Caldeiras e Vasos sob pressão - NR 13

“Não somos Seres Humanos passando por uma experiência espiritual. Somos Seres Espirituais passando por uma experiência humana.”

(Theilard Chardin)

BOA NOITE!

