

<http://dx.doi.org/10.15202/25254146.2017v2n2p95>

# EXIGÊNCIAS DA NORMA REGULAMENTADORA 13 SOBRE TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS - IMPORTÂNCIA E ABRANGÊNCIA

**Jurandy de Souza Cunha Filho**

Doutor em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
jurandyrkunha@gmail.com

**Flavio Maldonado Bentes**

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
flavio.bentes@gmail.com

**Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega**

Pós-Doutor em Engenharia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.(UERJ)  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
engmarcelocefet@terra.com.br

## RESUMO

As Normas Regulamentadoras (NRs) visam garantir a segurança e saúde dos trabalhadores regidos pela CLT. A NR13 foi criada visando à segurança de caldeiras e vasos de pressão, pois são equipamentos que operam com muita energia armazenada e uma pequena falha pode ocasionar um acidente com proporções catastróficas, gerando prejuízos humanos (integridade física das pessoas) e materiais. Esta norma foi revisada e, a partir de abril de 2014, passou a englobar também tubulações. O presente trabalho visa discorrer sobre sua nova abrangência e a importância dos itens de segurança com foco em tubulações.

**Palavras-chave:** NR13; tubulações; inspeções.

## ABSTRACT

Regulatory Norms (NRs) aim to guarantee the safety and health of workers governed by the CLT. The NR13 was created for the safety of boilers and pressure vessels because they are equipment that operates with a lot of stored energy and a small failure can cause an accident with catastrophic proportions, causing human (physical integrity of the person) and material damages. This standard was revised and, as of April 2014, it also includes pipes. This paper aims to discuss its new scope and the importance of safety items focused on pipes.

**Keywords:** NR13, Pipes, Inspections.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento da Revolução Industrial, surgiram equipamentos pressurizados e, apesar das condições de operação na época não serem muito críticas (7 kgf/cm<sup>2</sup> e 400°C), há relatos de diversas explosões (Lovland, 2007). Devido aos muitos acidentes ocorridos neste período nos

Estados Unidos (Canonico, 2011), foram criados grupos de trabalho para estudos de projetos, fabricação e inspeção de equipamentos pressurizados, sendo que o primeiro código a vigorar foi o da ASME (*American Society of Mechanical Engineers*). Com a entrada em vigor deste código os números de acidentes com explosões foram reduzidos significativamente, porém, ainda assim há riscos de explosões e outros riscos de acidentes envolvendo o trabalho com caldeiras e vasos de pressão se determinados procedimentos não forem seguidos.

Como parâmetros de risco têm-se, entre outros: falha do operador, programa de manutenção ineficiente, procedimentos inadequados de manutenção, instalação incorreta dos equipamentos ou, instalação em ambientes inadequados, falhas de projeto ou fabricação, válvulas de segurança mal dimensionadas ou, apresentado problemas de manutenção ou, falta de calibração. As tabelas 1 e 2 apresentam em três colunas uma estatística de ocorrência de acidentes sem maiores gravidades, acidentes com ferimentos e acidentes com ocorrência de mortes nos anos de 2002 e 2003 nos Estados Unidos da América. No Brasil ocorreram vários acidentes com explosões em equipamentos pressurizados, não há um levantamento estatístico oficial sobre estes acidentes, mas em decorrência destes acidentes foi publicada a primeira NR13 em 08 de junho de 1978, um marco importante para garantia da segurança dos trabalhadores envolvidos direta e indiretamente com equipamentos pressurizados. Devido à relevância, em termos de prevenção de acidentes, em 2014 foram incluídas pela primeira vez exigências de segurança relativas às tubulações.

Conforme observado nas tabelas 1 e 2, há uma série de acidentes decorrentes de reparos inadequados, falha de operação e programas de manutenção e inspeção ineficientes e/ou ineficazes. As tubulações que estão interligadas aos equipamentos pressurizados requerem igual atenção, pois se nos equipamentos pressurizados forem desenvolvidas corretamente manutenções e inspeções que lhes garanta segurança, mas se suas tubulações que apresentam as mesmas pressões, não forem analisadas, coloca-se em risco a segurança de todos os envolvidos. O objetivo do presente trabalho é fazer uma análise das exigências da revisão da NR13 em relação à garantia da segurança em tubulações.

Tabela 1: Acidentes ocorridos em caldeiras nos anos de 2002 e 2003 nos Estados Unidos da América

<b>CALDEIRAS (vapor superaquecido, saturado e aquecedor de água)</b>						
Parâmetros	ACIDENTES		FERIMENTOS		MORTES	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Reparo inadequado	18	22	0	1	0	0
Válvulas de segurança	17	13	0	0	0	0
Baixo nível de água	592	454	1	0	0	0
Sistema de controle	44	57	1	2	0	0
Instalação inadequada	21	33	0	1	0	0
Projeto/Fabricação	120	56	3	4	0	0
Operador/Manutenção	567	625	6	61	2	0
Falha do queimador	60	53	5	6	1	0
Desconhecido/Em estudo	48	87	0	2	0	0
<b>Total</b>	<b>1487</b>	<b>1400</b>	<b>16</b>	<b>77</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Fonte: (NATIONAL BOARD BULLETIN, summer 2003 e NATIONAL BOARD BULLETIN, summer 2005).

Tabela 2: Acidentes ocorridos em caldeiras nos anos de 2002 e 2003 nos Estados Unidos da América

VASOS DE PRESSÃO						
Parâmetros	ACIDENTES		FERIMENTOS		MORTES	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Reparo inadequado	1	5	0	0	0	0
Válvulas de segurança	19	4	2	1	0	0
Sistema de controle	8	5	0	0	0	0
Instalação inadequada	4	9	0	1	1	0
Projeto/Fabricação	24	5	2	1	1	0
Operador/Manutenção	102	42	1	10	0	7
Desconhecido/Em estudo	18	17	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>87</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Fonte: (NATIONAL BOARD BULLETIN, summer 2003 e NATIONAL BOARD BULLETIN, summer 2005).

## 2 TUBULAÇÕES NAS INDÚSTRIAS E ABRANGÊNCIA DA NR13

As tubulações industriais têm larga aplicação, em sua maioria são divididas em utilização para transporte de fluidos de processo e de utilidades. As primeiras conduzem fluidos que constituem a finalidade básica da indústria, as segundas, conduzem fluidos auxiliares para manter o funcionamento da indústria. (TELLES, 2001).

De um modo geral, na nomenclatura americana, os tubos são chamados de *pipe*, ou *tube*, o primeiro aplicado para condução de fluidos e gás, como água, óleo, propano, vapor d'água, etc., normalmente fabricado em aço carbono e aço de baixa liga. *Tubes* são normalmente utilizados quando se necessita precisão na dimensão do diâmetro externo dos tubos, tais como tubos trocadores de calor e tubos de caldeiras, normalmente fabricados em aço de baixo carbono, aço inoxidável e ligas de cobre, alumínio, etc. (TELLES, 2001).

Como as tubulações do interior das caldeiras, *tubes*, já estavam contempladas nas exigências de segurança da NR13, anterior a revisão de 2014, o que muda basicamente é a exigência de segurança nas das tubulações de condução, *pipes*. O item 13.2.1.e define a abrangência da NR13 em relação a tubulações:

13.2.1.e) tubulações ou sistemas de tubulação interligados a caldeiras ou vasos de pressão, que contenham fluidos de classe A ou B conforme item 13.5.1.2, alínea "a)" desta NR.

13.5.1.2.a) Os fluidos contidos nos vasos de pressão são classificados conforme descrito a seguir:

- Classe A:

Fluidos inflamáveis; fluidos combustíveis com temperatura superior ou igual a 200 °C (duzentos graus Celsius); fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 (vinte) partes por milhão (ppm); hidrogênio; acetileno.

- Classe B:

Fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200 °C (duzentos graus Celsius); Fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 (vinte) partes por milhão (ppm).

A abrangência da NR13 limita sua aplicação à tubulações que contenham fluidos com potencial risco de gerar incêndio e explosão e fluidos de alta toxicidade. Uma observação importante se refere ao vapor d'água, largamente utilizado em diversos segmentos industriais

para geração de energia elétrica e troca de calor, não está abrangido por ser enquadrado na NR13 como fluido classe C, porém no item 13.6.2.2 pode-se observar que as tubulações de vapor e seus acessórios devem ser mantidos em boas condições operacionais, de acordo com um plano de manutenção elaborado pelo estabelecimento.

Portanto embora as tubulações de vapor d'água não tenham que seguir as exigências dos outros itens da NR13, estas deverão apresentar um plano de manutenção visando a evitar falhas que causem acidentes.

### 3 MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO E DOCUMENTAÇÕES EM TUBULAÇÕES

Falhas em tubulações podem provocar sérias consequências para a segurança e o meio ambiente, além de poder prejudicar a produção e a qualidade do produto fornecido ao cliente. Erros de projeto, montagem incorreta, manutenção imprópria e falhas de operação são causas prováveis que podem gerar falhas nas tubulações.

Para Kardec e Nascif (2009), a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada.

Sendo assim, a utilização periódica da inspeção e manutenção com intervalos pré-determinados reduz a ocorrência de falhas, reduzindo também os riscos à segurança e ao meio ambiente. O item 13.6.1.2 define que as tubulações devem possuir dispositivos de segurança conforme código de projeto, análise de falha, uma exigência da atual previsão que, embora de forma genérica, vem garantir condições mínimas de segurança.

O item 13.6.1.3 define que devem ser instalados indicadores de pressão de operação, mesma exigência feita para caldeiras e vasos de pressão, permitindo assim uma visualização rápida e simples, por parte dos operadores, quanto ao risco da pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) ser ultrapassada. Nos itens seguintes não há uma menção específica que apresente com clareza as exigências de manutenção, ficando sua definição em função das conclusões dos relatórios de inspeção. Apenas nos itens 13.6.2.1 e 13.6.2.2 há alguma menção sobre manutenção, no primeiro informa que os dispositivos de indicação de pressão da tubulação devem ser mantidos em boas condições operacionais, no segundo, comentando anteriormente sobre as tubulações de vapor fala sobre plano de manutenção.

Um Plano de Inspeção deve ser elaborado para definição dos procedimentos de inspeção a serem realizados nas tubulações ou sistema de tubulações. O item 13.6.1.1 apresenta as exigências mínimas para sua elaboração e execução e regulamenta que as empresas que possuem tubulações e sistemas de tubulações enquadradas nesta NR devem possuir um programa e um plano de inspeção que considere, no mínimo, as variáveis, condições e premissas descritas abaixo:

- a) os fluidos transportados;
- b) a pressão de trabalho;
- c) a temperatura de trabalho;
- d) os mecanismos de danos previsíveis;
- e) as consequências para os trabalhadores, instalações e meio ambiente trazidas por possíveis falhas das tubulações.

Em razão desta exigência, é necessária a identificação e definição das tubulações ou sistemas de tubulações quanto às condições de operação no plano de inspeção. A pintura de identificação deve ser conforme a NR 26 (item 13.6.2.3).

Também é preciso fazer uma análise de risco levando em consideração não só as consequências da falha da tubulação para os trabalhadores envolvidos na operação, mas, também para o meio ambiente e terceiros. Fluidos tóxicos e inflamáveis contidos nas tubulações, em caso destas apresentarem falhas, podem gerar sérios danos à comunidade que vive próxima e à fauna e flora das regiões vizinhas.

O item 13.6.1.2 faz referência à análise de cenários de falhas e utilização de dispositivos de segurança. A análise de risco, ou falhas, contribuirá também para melhoria do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).

A documentação das tubulações, sistemas de tubulação ou linhas deve ser, conforme item 13.6.1.4, descritos abaixo:

- Especificações aplicáveis para planejamento e execução das inspeções, ou seja, documentos e especificações técnicas como desenhos, folhas de dados, etc.
- Fluxograma de engenharia com a identificação da linha e seus acessórios, permitindo assim melhor controle, monitoração e segurança das etapas de processo.
- Projeto de Alteração Reparo (PAR) que é um documento técnico informando os procedimentos técnicos realizados nos reparos das tubulações com assinatura do profissional habilitado (PH).
- Relatórios de inspeção.

Estes documentos devem estar à disposição das pessoas e instituições envolvidas na operação, manutenção e segurança dos trabalhadores (item 13.6.1.6).

As inspeções são de fundamental importância para a garantia operacional e de segurança. Através destas é possível fazer o acompanhamento das deteriorações que ocorrem nas tubulações e seus acessórios e assim nortear a execução dos planos de manutenção. A NR 13 nos itens relativos a caldeiras define três tipos de inspeções de segurança: inicial (item 13.4.4.2- deve ser feita em caldeiras novas, antes da entrada em funcionamento), periódica (item 13.4.4.4, onde apresenta prazos e às exigências dos exames externo e interno) e inspeção extraordinária (13.4.4.10). Esta última deve ser feita nas seguintes oportunidades:

- a) sempre que a caldeira for danificada por acidente ou outra ocorrência capaz de comprometer sua segurança;
- b) quando a caldeira for submetida à alteração ou reparo importante capaz de alterar suas condições de segurança;
- c) antes de a caldeira ser recolocada em funcionamento, quando permanecer inativa por mais de 6 (seis) meses;
- d) quando houver mudança de local de instalação da caldeira.

As exigências para as inspeções inicial, periódica e extraordinária das tubulações estão respectivamente nos itens 13.6.3.1, 13.6.3.2 e 13.6.3.7. Não há definição para as inspeções inicial e periódica de tubulações, podendo assim utilizar as mesmas apresentadas para caldeiras. A inspeção de segurança inicial deve ser realizada em tubulações novas, antes de entrar em

operação, devendo ser realizada as inspeções externa e interna e obrigatoriamente o Teste de Pressão Hidrostático. Na inspeção interna, onde há dificuldade de acesso por parte do inspetor, pode ser utilizado um boroscópio (Machado; Moraes, 2009). Todas as inspeções e testes realizados devem ser registrados no relatório de Inspeção inicial (item 13.6.3.9).

Os prazos para as inspeções de segurança periódicas das tubulações são apresentados no item 13.6.3.3, que diz que os intervalos de inspeção das tubulações devem atender aos prazos máximos da inspeção interna do vaso ou caldeira mais crítica a elas interligadas, podendo ser ampliados pelo programa de inspeção elaborado por PH, fundamentado tecnicamente com base em mecanismo de danos e na criticidade do sistema, contendo os intervalos entre estas inspeções e os exames que as compõem, desde que essa ampliação não ultrapasse o intervalo máximo de 100% (cem por cento) sobre o prazo da inspeção interna, limitada a 10 (dez) anos.

Este item corrobora com o item 13.2.1.e (abrangência da NR 13 sobre tubulações de vapor interligadas a caldeiras). As caldeiras, ou geradores de vapor, são equipamentos destinados a transformar água em vapor d'água, fluido classe C, portanto único caso em que tubulações que conduzam este fluido são enquadrado na NTR 13. As tubulações que conduzem este fluido ainda recebem uma atenção especial, no item 13.6.2.2 é exigido que tubulações de vapor e seus acessórios devam ser mantidos em boas condições operacionais, de acordo com um plano de manutenção elaborado pelo estabelecimento.

O item 13.6.3.7 determina às situações em que se torna necessária a inspeção extraordinária, que deve ser realizada nas seguintes situações:

- a) sempre que a tubulação for danificada por acidente ou outra ocorrência que comprometa a segurança dos trabalhadores;
- b) quando a tubulação for submetida a reparo provisório ou alterações significativas, capazes de alterar sua capacidade de contenção de fluido;
- c) antes da tubulação ser recolocada em funcionamento, quando permanecer inativa por mais de 24 (vinte e quatro) meses.

As alíneas a) e b) do item 13.6.3.7 exigem necessariamente gerar o documento PAR que deverá ficar anexo ao relatório de inspeção extraordinária.

As inspeções e planos de manutenção devem ser acompanhados por PH que será o responsável técnico pelos serviços executados.

## 4 CONCLUSÃO

A inclusão das tubulações interligadas a vasos de pressão e caldeiras NR 13 constituiu não só um avanço para a segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores, mas também para as comunidades próximas e o meio ambiente.

A abrangência desta NR se limita a tubulações que operam com fluidos classes A e B acrescida à exigência de planos de manutenção das tubulações que conduzem vapor d'água.

Tendo em vista a abrangência da utilização das caldeiras e aplicações nos mais diferentes segmentos, como por exemplo, industriais, hospitalares, farmacêuticos, dentre outros, a preocupação com requisitos de segurança por parte da NR13 veio a corroborar com a necessidade de um acompanhamento mais detalhado, no que diz respeito às tubulações.

As exigências dos documentos a serem obrigatoriamente gerados, guardados e disponibilizados aos que trabalham na garantia da segurança, como relatórios de inspeção, planos de manutenção das tubulações e Projeto de Alteração e Reparo são fundamentais para acompanhamento e tomadas de decisões, garantindo a segurança daqueles que direta ou indiretamente trabalham próximo às mesmas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 13 - Caldeiras, vasos de pressão e tubulações.**

Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr\\_11.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf)>. Acesso em: 15 jan.2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 26 – Sinalização de segurança.** Brasília:

Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR26.pdf>>. Acesso em: 15 jan.2018.

Canonico, C. **The history of ASME's boiler and pressure vessel code.** American Society of Mechanical Engineers, 2011. Disponível em: <<https://www.asme.org/engineering-topics/articles/boilers/the-history-of-asmes-boiler-and-pressure>>. Acesso em: 15 jan. 2018

Lovland, J. **A history of steam power.** Department of Chemical Engineering - Norwegian University of Science and Technology ,2007. Disponível em: <[http://folk.ntnu.no/haugwarb/TKP4175/History/history\\_of\\_steam\\_power.pdf](http://folk.ntnu.no/haugwarb/TKP4175/History/history_of_steam_power.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2018

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica.** 3ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. Página 11, 384 p.

MACHADO, A. C.; MORAES, S. F. **Inspeção boroscópica em motores CFM56-7B.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2009.

NATIONAL BOARD BULLETIN, Ohio: **The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors**, v. 58, n. 2, summer 2003.

NATIONAL BOARD BULLETIN, Ohio: **The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors**, v. 59, n. 2, summer 2004.

TELLES, P. C. S. **Tubulações industriais – materiais, projeto e montagem.** 10. Ed. São Paulo: LTC, 2001.