

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

LUAN MATHEUS CASTILHO DA SILVA

**PLANO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA NORMA REGULAMENTADORA Nº
13 PARA USINAS SUCROALCOOLEIRAS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

LONDRINA

2015

LUAN MATHEUS CASTILHO DA SILVA

**PLANO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA NORMA REGULAMENTADORA Nº
13 PARA USINAS SUCROALCOOLEIRAS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, como requisito final para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Me. José Luis Dalto

LONDRINA

2015

LUAN MATHEUS CASTILHO DA SILVA

**PLANO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA NORMA REGULAMENTADORA
Nº 13 PARA USINAS SUCROALCOOLEIRAS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Me. José Luis Dalto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Fabio Ferreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marco Antonio Ferreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Londrina, 02 de Julho de 2015.

À Deus, por estar sempre ao meu lado, pelo amparo nos momentos difíceis e por manter-me sempre em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por todas as oportunidades de crescimento que Ele tem me proporcionado.

Agradeço a minha mãe, Kátia Baccili, por sempre me mostrar o melhor caminho a se seguir, por possibilitar o início desta Especialização e por não medir esforços pelo meu progresso pessoal e profissional.

Agradeço a minha irmã, Ana Luiza, por ser a alegria da minha vida e pela compreensão das minhas ausências durante o decorrer do curso.

Agradeço aos meus avós, Onofre e Clotilde, pelo incentivo e pelos conselhos que me trouxeram muito aprendizado e experiência.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Me. José Luis Dalto, pelo conhecimento passado e, principalmente, pela paciência e compreensão diante de minhas falhas.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Londrina e a todos os seus funcionários pela prestatividade e disponibilidade.

Agradeço a Marcos Henrique Pereira Júnior, o responsável por me convencer a iniciar esta Especialização, pela amizade dentro e fora da sala de aula.

Agradeço aos meus colegas de curso, pelos momentos bons aos finais de semana, pela troca de informações e por nossa união nos momentos mais difíceis

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho

RESUMO

SILVA, Luan Matheus Castilho da. **Plano de adequação da nova Norma Regulamentadora nº13 para usinas sucroalcooleiras**. 2015. 54 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

As caldeiras, vasos de pressão e tubulações, muito utilizados no âmbito industrial, são operados com parâmetros, como pressão e temperatura, em níveis elevados. Visando anteceder os riscos de acidentes com estes equipamentos, a segurança do trabalho é aplicada utilizando normativas que regulamentam o uso seguro destes através da Norma Regulamentadora nº13. O objetivo do presente trabalho é a elaboração de diretrizes de orientação à adequação de uma usina sucroalcooleira à Norma Regulamentadora nº 13. Este trabalho está alicerçado em uma revisão bibliográfica, de natureza descritivo-exploratória, com abordagem em livros, dissertações e teses sobre a aplicação da Norma Regulamentadora nº 13, normas técnicas específicas para equipamentos que operam sob pressão, além da própria experiência do autor no assunto. O trabalho usou como método a união de recomendações em normativas técnicas específicas com procedimentos operacionais aplicados na indústria que visam evitar acidentes de trabalho. Como resultado observou-se a elaboração de um plano periódico com práticas voltadas para a adequação de uma usina sucroalcooleira, conforme a última revisão da Norma Regulamentadora nº13, que resultará na diminuição de riscos de acidentes com equipamentos sob pressão.

Palavras chave: Plano de adequação. Usinas sucroalcooleiras. Norma Regulamentadora nº13. Caldeira.

ABSTRACT

SILVA, Luan Matheus Castilho da. **Fitness plan of the new Regulatory Standard No 13 for sugarcane mills**. 2015. 54 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

Boilers, pressure vessels and piping, widely used in industry, are operated with parameters such as pressure and temperature, at high levels. Aiming to reduce the risk of accidents with these devices, job security is applied using regulations governing the safe use of these by Regulatory Standard No 13. The objective of this work is the development of guidance guidelines suitability of a sugarcane mill to Regulatory Standard No 13. This work is grounded on a literature review, descriptive and exploratory nature, with approach in books, dissertations and theses on the application of the Regulatory Standard No. 13, specific technical standards for equipment operating under pressure, beyond the experience of the author on the subject. The work method used as the union of recommendations on specific regulatory techniques with operating procedures applied in the industry that are intended to prevent accidents. As a result there was the development of a regular plan with practices focused on the adequacy of a sugarcane mill, according to the latest revision of Regulatory Standard No 13, which will result in the reduction of risks of accidents involving pressure equipment

Keywords: Fitness plan. Sugarcane mills. Regulatory Standard No. 13. Boilers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice anual de acidentes em equipamentos pressurizados.....	17
Figura 2 - Princípio de funcionamento de uma caldeira aquotubular	20
Figura 3 - Exemplo de vaso de pressão.....	23
Figura 4 - Válvula de segurança instalada em caldeira.....	34
Figura 5 - Instrumentos de controle de caldeira	35
Figura 6 - Exemplo de pressostato em vaso de pressão	40
Figura 7 - Funcionamento de um purgador	46
Figura 8 - Termografia de um purgador	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Prazos de serviços para inspeção em vasos de pressão.....	23
Quadro 2 – Disposição de cores para tubulação.....	25
Quadro 3 – Plano de adequação para caldeiras aquotubulares.....	36
Quadro 4 – Plano de adequação para vasos de pressão	43
Quadro 5 – Plano de adequação para tubulações	49

LISTA DE SIMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASME – American Society of Mechanical Engineers
C.L.T – Consolidação das Leis Trabalhistas
D.O.U – Diário Oficial da União.
KGF/CM² - Quilograma Força por Centímetro Quadrado
M.T.E – Ministério do Trabalho e Emprego
MPA – Mega Pascal
NBR – Norma Brasileira Registrada
NR – Norma Regulamentadora.
P – Pressão
PH – Profissional Habilitado
PMTA – Pressão Máxima de Trabalho Admissível
PMTP – Pressão Máxima de Trabalho Permissível
PPM – Parte por Milhão
SPIE – Serviço Próprio de Inspeção em Equipamentos
V – Volume

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 SEGURANÇA EM EQUIPAMENTOS DE PRESSÃO	14
2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS.....	14
2.1.1 Código ASME.....	14
2.1.2 Norma Regulamentadora nº 13.....	15
2.2 INSPEÇÕES EM EQUIPAMENTOS	16
2.3 CALDEIRAS.....	18
2.3.1 Caldeiras Aquatubulares	19
2.3.2 Inspeções em caldeiras conforme NR-13.....	20
2.4 VASOS DE PRESSÃO.....	22
2.5 TUBULAÇÕES	24
3 METODOLOGIA.....	26
4 PLANO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA NR-13	27
4.1 PLANO DE ADEQUAÇÃO EM CALDEIRAS AQUOTUBULARES.....	27
4.2 PLANO DE ADEQUAÇÃO DE VASOS DE PRESSÃO.....	37
4.3 PLANO DE ADEQUAÇÃO PARA TUBULAÇÕES	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6 REFERÊNCIAS.....	51
ANEXOS	54

1 INTRODUÇÃO

O aumento de produção e o crescimento econômico aliados as péssimas condições de trabalho e a exploração do trabalho humano, desde a Revolução Industrial, resultaram no aumento expressivo do número de acidentes laborais

A Lei 8.213/1991 conceitua acidente de trabalho da seguinte forma:

“Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. (BRASIL, 1991).”

O extraordinário avanço tecnológico, ao contrário do esperado, é apontado como uma das atuais causas mediatas do acidente de trabalho em parceria com a globalização que impõe um modo de produção agressivo sob condições extremas de trabalho à segurança e a saúde do trabalhador.

A agroindústria canavieira é um dos segmentos industriais no qual a grande aplicação da tecnologia intensifica a severidade das condições de trabalho. Em franca expansão de empregos, o setor sucroalcooleiro verifica seus índices de ocorrências de acidentes de trabalho acompanhar essa tendência mundial devido ao fato de submeter seus colaboradores a tarefas arriscadas como, por exemplo, a operação de equipamentos de alta pressão, com grau de risco elevado.

Considerando especificamente os acidentes causados pelos equipamentos submetidos a altas pressões e temperaturas, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) publicada em 08 de Junho de 1978, através da Portaria GM nº 3.214, a Norma Regulamentadora nº13 – Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações que, devido a grande presença dos tipos de equipamentos abordados pela mesma, é uma das mais aplicadas ao setor sucroalcooleiro.

Pressupondo-se que danos específicos de acidentes com caldeiras, vasos de pressão e tubulações podem tirar a vida de colaboradores e que esses equipamentos possuem constante presença no segmento industrial abordado, uma simples e eficiente

proposta de adequação dos mesmos às normativas publicadas pelo MTE auxilia a diminuição dos riscos de sinistros deste perfil, assim como reduz o prejuízo da empresa com processos e queda do quadro de funcionários resultando em aumento da capacidade produtiva da mesma.

O presente trabalho tem como objetivo geral a elaboração de diretrizes de orientação à adequação de uma usina sucroalcooleira à Norma Regulamentadora nº 13 e os objetivos específicos foram organizados em:

- a) Analisar as necessidades de adaptações;
- b) Elaborar documento periódico de orientação às usinas sucroalcooleiras.

O tema foi escolhido devido à formação do autor da pesquisa em Engenharia Mecânica e, também, pelo fato de o mesmo trabalhar em uma usina sucroalcooleira e verificar a necessidade de formalização destas orientações para a redução das chances de acidentes de trabalho.

2 SEGURANÇA EM EQUIPAMENTOS DE PRESSÃO

2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS

As Normas Regulamentadoras – N.R., relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (BRASIL, 2009).

Todas as normas regulamentadoras, que são no total de trinta e seis, são criadas e alteradas por uma comissão tripartite composta por representantes do governo, empregadores e empregados. As N.R. são publicadas pelo MTE, Portaria nº 3.214/78, para estabelecer os requisitos técnicos e legais sobre os aspectos mínimos de Segurança e Saúde do Trabalhador e são de caráter obrigatório para empresas que possuam empregados regidos pela CLT, sejam elas públicas ou privadas, em que cabe as Delegacias Regionais do Trabalho, DRT – s, a fiscalização. O não cumprimento das normas pode gerar penalidades previstas na legislação. (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM, 2008)

2.1.1 Código ASME

Segundo Falcão (2015, p.1), os equipamentos englobados na NR – 13 são usados principalmente em indústria de processo, refinarias de petróleo, usinas sucroalcooleiras, indústrias alimentícia e farmacêutica. Estes equipamentos devem ser projetados e fabricados de forma a evitar as suas principais causas de falhas, que são:

- Deformação elástica excessiva;
- Deformação plástica excessiva;
- Altas tensões localizadas;
- Fluência a alta temperatura;

- Fratura frágil a baixa temperatura;
- Fadiga;
- Corrosão.

Um código tem como finalidade estabelecer regras seguras para projeto e fabricação apresentando métodos e critérios para dimensionamento, fabricação, realização de ensaios não destrutivos, além de materiais aplicáveis com respectivas tensões admissíveis. (Falcão, 2015, p.1)

Conforme Falcão (2015, p.1), o primeiro código criado para equipamentos que trabalham com pressão é datado de 1925 , produzido pelo ASME (American Society of Mechanical Engineers) com o título de “Rules for Construction of Pressure Vessels”, Section VIII, 1925 Edition.

2.1.2 Norma Regulamentadora nº 13

A Norma Regulamentadora que estabelece as medidas de segurança na operação de caldeiras, vasos de pressão e tubulação, no Brasil teve sua primeira versão em 1978, a qual nasceu a NR-13 em que eram abordados apenas caldeiras e vasos. Sua primeira revisão foi em 1983 e 1984, 1994, 2008 e 2014 foram os anos das seguintes revisões sendo que no último, a presente Norma sofreu sua mais significativa alteração: a inclusão de normativas para tubulações. (INECON, 2015)

O principal objetivo da Norma Regulamentadora nº 13 é a condução de ações de prevenção aos acidentes em qualquer estabelecimento, tendo como resultado a proteção do trabalhador em todo o tipo de situação que contenha caldeiras, vasos de pressão e, mais recentemente, tubulações. (RODRIGUES, 2013).

Conforme Sousa (2008, p. 17), a NR-13 encontra respaldo jurídico, a nível de legislação ordinária, através dos artigos 187 e 188 da CLT, a seguir transcritos:

“Art. 187. “As caldeiras, equipamentos e recipientes em geral que operam sob pressão deverão dispor de válvulas e outros dispositivos de segurança, que evitem que seja ultrapassada a pressão interna de trabalho compatível com a sua resistência.

Parágrafo único. “O Ministério do Trabalho expedirá normas complementares quanto à segurança das caldeiras, fornos e recipientes sob pressão,

especialmente quanto ao revestimento interno, à localização, à ventilação dos locais e outros meios de eliminação de gases ou vapores prejudiciais à saúde, e demais instalações ou equipamentos necessários à execução segura das tarefas de cada empregado.”

Art. 188. “As caldeiras serão periodicamente submetidas a inspeções de segurança por engenheiro ou empresa especializada, inscritos no Ministério do Trabalho, de conformidade com as instruções que, para esse fim, forem expedidas.

§1º. Toda caldeira será acompanhada de “prontuário”, com documentação original do fabricante, abrangendo no mínimo: especificação técnica, desenhos, detalhes, provas e testes realizados durante a fabricação e montagem, características funcionais e a pressão máxima de trabalho permitida (PMTP), esta última indicada em local visível, na própria caldeira.

§2º. O proprietário da caldeira deverá organizar, manter atualizado e apresentar, quando exigido por autoridade competente, o Registro de Segurança, no qual serão anotadas, sistematicamente, as indicações das provas efetuadas, inspeções, reparos e quaisquer outras ocorrências.

§3º. Os projetos de instalação de caldeiras, fornos e recipientes sob pressão deverão ser submetidos à aprovação prévia do órgão regional competente em matéria de segurança do trabalho”. (BRASIL, 2007).”

A Norma Regulamentadora nº 13 deve ser vista como uma indicadora de rumos e fixadora de padrões e não como um empecilho, pois se não há regulamento pertinente arrisca-se vidas e investimentos devido às condições de trabalho desses equipamentos serem severas. (Sousa, 2008, p.19)

2.2 INSPEÇÕES EM EQUIPAMENTOS

Chainho (2013) destaca que a inspeção de segurança em equipamentos surge devido ao alto índice de explosões de caldeiras, nos Estados Unidos, entre 1870 e 1910. Avaliada a necessidade de regulamentação de projeto e fabricação de equipamentos pressurizados, a Associação Norte-americana de Engenheiros Mecânicos (ASME) foi fundada em 1880 e apenas em 1914 foi aprovada a Seção I do “*Boiler and Pressure Vessels Code*”. Logo após, em 1919, foi criada a Comissão Nacional de Inspetores de Caldeiras e Vasos de Pressão, a “*National Board*”, que atendia a necessidade de capacitar técnicos para controlar a qualidade e a deterioração

de equipamentos pressurizados. Estes dois importantes fatos históricos simbolizam o nascimento da Inspeção de Equipamentos, conforme mostra o gráfico abaixo:

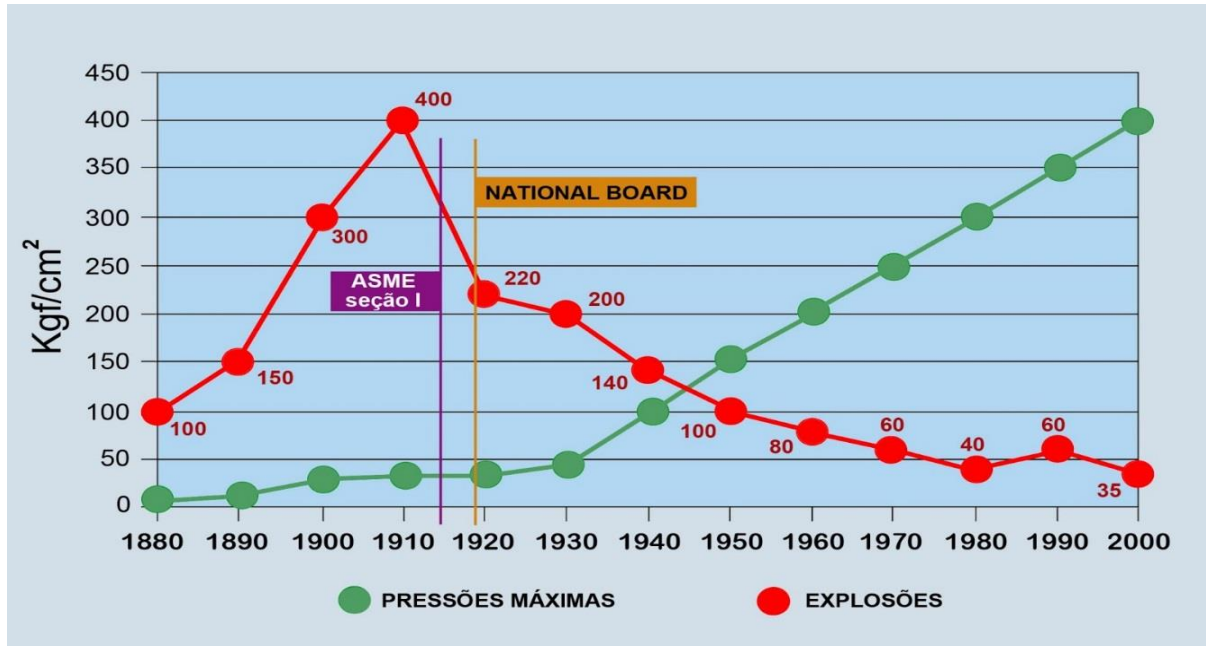


Figura 1 - Índice anual de acidentes em equipamentos pressurizados

Fonte: Blog Inspeção de Equipamentos

Atualmente, as inspeções são caracterizadas principalmente pelo controle rigoroso da deterioração de equipamentos, ou seja, não é apenas uma verificação do cumprimento dos códigos de projeto. (CHAINHO, 2013)

Conforme Brasil (2014), artigo 13.1.2, o profissional capaz de responder tecnicamente pelo projeto de construção, gerenciamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão das inspeções, e o denomina como profissional habilitado (PH). O texto do artigo, conforme a NR-13, item 13.1.2, é:

“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. (BRASIL, 2014)”.

2.3 CALDEIRAS

Junior (2002) define que as caldeiras a vapor são geradores de vapor a partir do aquecimento de um fluido vaporizante. Conforme Junior (2012), as caldeiras a vapor possuem as seguintes classificações:

- Quanto à posição dos gases quentes e da água
 - a. Aquatubulares (Aquotubulares);
 - b. Flamotubulares (Fogotubulares).
- Quanto à posição dos tubos:
 - a. Verticais;
 - b. Horizontais;
 - c. Inclinados.
- Quanto à forma dos tubos:
 - a. Retos;
 - b. Curvos.
- Quanto à natureza da aplicação:
 - a. Fixas;
 - b. Portáteis;
 - c. Locomóveis;
 - d. Marítimas.

Apesar da classificação, a escolha de uma caldeira a vapor se faz principalmente em função do tipo de serviço, tipo de combustível disponível, equipamento de combustão, capacidade de produção, pressão e temperatura do vapor e qualquer outro fator de caráter econômico que influencie na aplicação. (JUNIOR, 2002)

Brasil (2014), que regulamenta as normas de segurança para tal equipamento, classifica as caldeiras conforme sua pressão de operação em:

- Caldeiras da categoria “A” são aquelas cuja pressão de operação é igual ou superior a 1960 kPa (19,98 Kgf/cm²);

- Caldeiras da categoria “C” são aquelas cuja pressão de operação é igual ou inferior a 588 kPa (5,99 Kgf/cm²) e o volume interno é igual ou inferior a 100 litros;
- Caldeiras da categoria “B” são todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.

2.3.1 Caldeiras Aquatubulares

As caldeiras aquatubulares possuem como princípio de funcionamento a circulação, na parte interna da caldeira, dos gases quentes oriundos da combustão que ocorre na fornalha. A água circula por dentro da tubulação onde, através da troca térmica com os gases da combustão, vaporiza-se e é transformada em vapor saturado seco que será o responsável pelo funcionamento de turbinas a vapor, além do seu uso dentro do processo sucroalcooleiro. (JUNIOR, 2013)

Esta configuração de caldeira a vapor é muito utilizada em modernos projetos de usinas termoelétricas, devido à maior produção de vapor e maior pressão de trabalho, o que resulta em maior rendimento na geração de energia, além de oferecer um melhor controle operacional e alimentação de combustível. (THAMIL, 2015)

Conforme Thamil (2015), uma caldeira aquatubular é vantajosa em relação aos demais tipos de caldeira pelos seguintes motivos:

- Maior produção de vapor;
- Permitem trabalho com altas pressões;
- Possibilidade de trabalho em altas temperaturas;
- A vaporização pode ser alimentada por qualquer combustível, no caso, uma usina pode utilizar o bagaço que iria ser descartável;
- Durabilidade, o tempo de vida é em média de 30 anos.

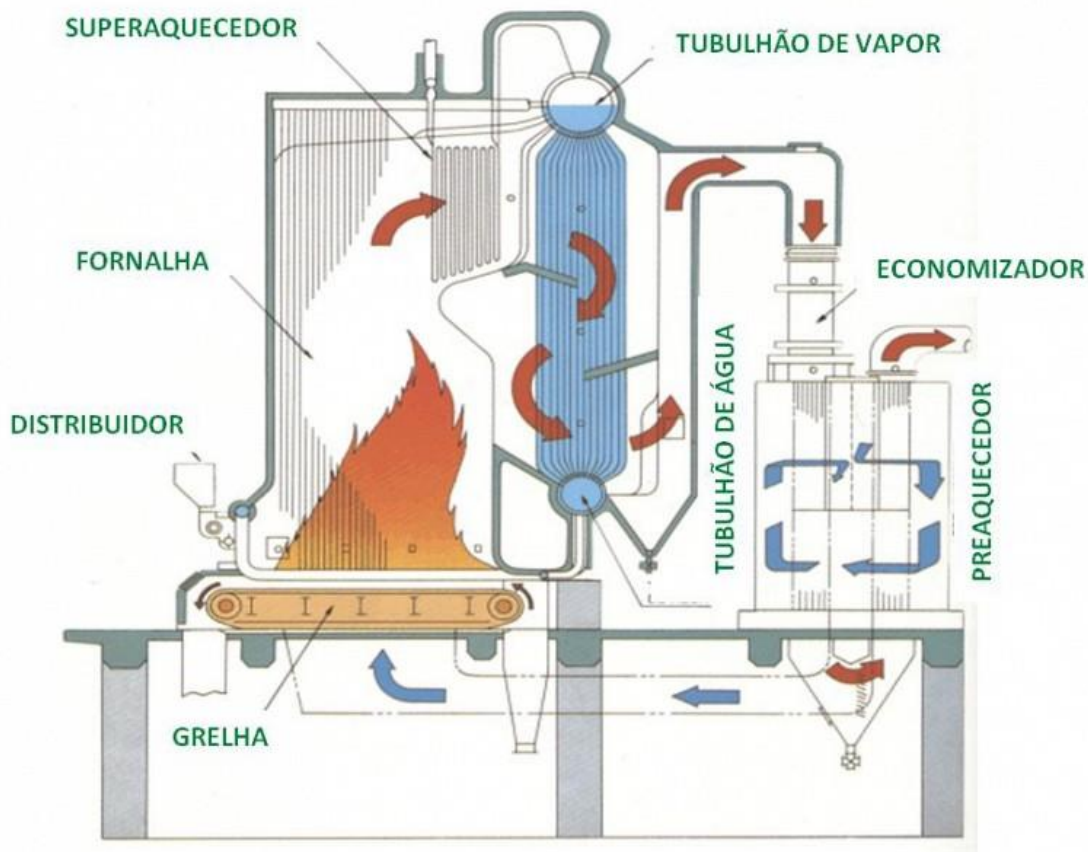


Figura 2 - Princípio de funcionamento de uma caldeira aquotubular

Fonte: Grupo Vetorial

2.3.2 Inspeções em caldeiras conforme NR-13

Em conjunto com a Norma Brasileira Registrada nº 12.177 (NBR 12.177), que rege as normativas para a inspeção de segurança em caldeiras a vapor, a NR-13 define alguns padrões de segurança com relação à periodicidade de inspeções, responsabilidades, objetivos, tipos e abrangências. (JUNIOR, 2013).

Conforme já mencionado neste trabalho, o item 13.4.1.2 da NR-13 trata da classificação de caldeiras a vapor em três categorias, onde a pressão de operação e o volume interno são considerados. Portanto a energia disponível que uma caldeira possui irá determinar sua categoria, ou seja, quanto maior for esta energia, maiores serão os riscos envolvidos. A caracterização é seguida também pela Norma Brasileira Registrada (NBR) 12.177-1 (Caldeiras Flamotubulares) e 12.177-2 (Caldeiras

Aquatubulares), ambas no item 6.2.1. (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2006)

As inspeções de segurança em caldeiras são divididas em inicial, periódica e extraordinária (BRASIL, 2014). Conforme o item 13.4.4.2 da NR-13, a inspeção inicial é aquela que deve ser realizada em caldeiras novas, antes da entrada em funcionamento e já no seu local de operação, e compreende exames interno e externo e teste de estanqueidade. O teste de estanqueidade serve para a detecção de eventuais vazamentos em juntas soldadas, chapas, materiais fundidos e forjados e é inserido na NR-13 em detrimento dos testes hidrostático e de acumulação. (BRASIL, 2014)

É importante ressaltar que mesmo a realização de um teste e/ou exame dentro da empresa fabricante da caldeira não retira a exigência da inspeção de segurança inicial, visto que o equipamento pode ter sofrido alguma avaria em seu processo de transporte e instalação na empresa a qual adquiriu a mesma. (JUNIOR, 2013)

As inspeções de segurança periódicas são tratadas no item 13.4.4.4 da NR-13 e regulamentam os prazos legais a serem seguidos entre as inspeções, para cada tipo de caldeira. Para as caldeiras das categorias A, B e C o prazo é de 12 meses, para as caldeiras de recuperação de álcalis de qualquer categoria o prazo é de 15 meses; de 24 meses para caldeiras de categoria A desde que aos 12 meses sejam testadas as pressões de abertura das válvulas de segurança; e 40 meses para caldeiras especiais. (MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2006)

Segundo Junior (2013), o item 13.4.4.4, ainda descreve que, as inspeções devem ser constituídas por exames interno e externo. Com os prazos garantidos e exigidos pela NR-13, as empresas, ou estabelecimentos que possuem Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (S.P.I.E.), conforme estabelecido no Anexo II da NR-13, podem estender os prazos máximos informados pelo item 13.4.4.4 e adotar o prazo de 24 meses para caldeiras de recuperação de álcalis; de 24 meses para caldeiras das categorias B e C e de 30 meses para caldeiras da categoria A.

Quando a caldeira for danificada por acidente, ou submetida à alteração /reparo importante capaz de alterar suas condições de segurança; antes de ser recolocada em funcionamento após permanecer seis meses inativa ou ainda quando houver mudança

de local de instalação da caldeira, a mesma deve passar por uma inspeção extraordinária conforme exigência do item 13.4.4.10 da NR-13. (BRASIL,2014)

2.4 VASOS DE PRESSÃO

Segundo Santiago (2004), vasos de pressão são recipientes fechados e com resistência para suportar pressões no seu corpo, assim como temperaturas que extrapolam o ambiente. Por operarem normalmente sujeitos a pressão e/ou temperaturas elevadas, são considerados equipamentos de alto risco já que contêm grande quantidade de energia acumulada no seu interior.

Conforme Junior (2013), a NR-13 classifica os vasos de pressão através do tipo de fluido contido nos mesmos unido ao seu potencial de risco e os categoriza pelo produto entre sua pressão de operação e seu respectivo volume, conforme a Equação 1 abaixo:

$$P * V > 8 \quad (1)$$

Na Equação 1, a pressão é dada em Kilopascal (kPa), e o volume interno em metros cúbicos (m³).

No Anexo A deste trabalho, encontra-se o quadro de Categoria de Vasos de Pressão, onde é necessário considerar para realização do cálculo da pressão de trabalho, o volume em m³ (metros cúbicos) e a pressão em Mpa (mega Pascal). Em alguns casos para a pressão será necessário considerar 1 MPa correspondente à 10,197 Kgf/cm² (quilograma-força por unidade de centímetros quadrado). (BRASIL, 2014)

Os Vasos de Pressão, assim como as caldeiras, devem ser submetidos à inspeção de segurança inicial, periódica e extraordinária, (BRASIL, 2014, item 13.5.4.1)

Conforme Brasil (2014), a inspeção de segurança inicial deve ser feita em vasos novos, antes de seu funcionamento, no local definitivo de instalação, e compreender exames externo e interno. A necessidade do teste hidrostático foi retirada

da nova NR-13 por considerar as limitações técnicas que inviabilizavam este tipo de teste como, por exemplo, o efeito prejudicial de algum fluido de teste a elementos internos do vaso ou ainda a existência de revestimento interno. Portanto, pela nova NR-13 o TH pode ser substituído por ensaios não-destrutivos que permitam obter segurança equivalente.

Para os casos de inspeção de segurança periódica, segundo Brasil (2014), no item 13.5.4.5, esta deverá ser constituída por exame interno e externo com obediência aos prazos máximos estabelecidos, conforme o Quadro 1, apresentado a seguir.

Categoria do Vaso	Com SPIE		Sem SPIE	
	Exame Externo	Exame Interno	Exame Externo	Exame Interno
I	3 anos	6 anos	1 ano	3 anos
II	4 anos	8 anos	2 anos	4 anos
III	5 anos	10 anos	3 anos	6 anos
IV	6 anos	12 anos	4 anos	8 anos
V	7 anos	A critério	5 anos	10 anos

Quadro 1 - Prazos de serviços para inspeção em vasos de pressão

Fonte: Brasil, 2014

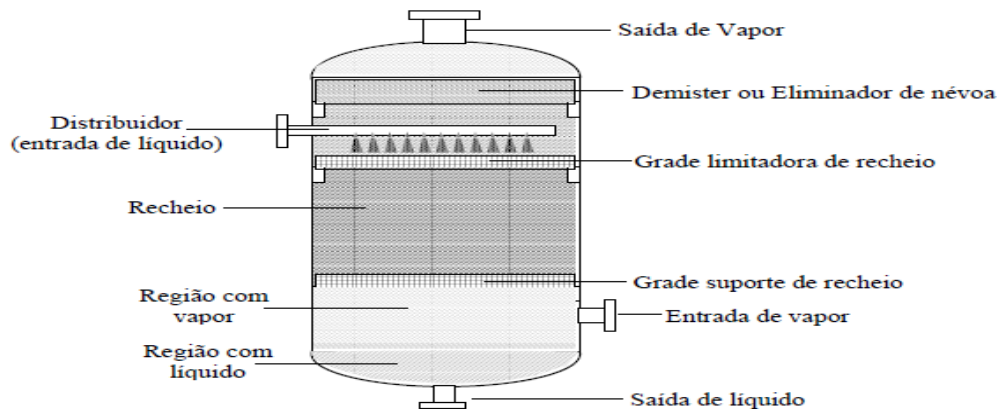


Figura 3 - Exemplo de vaso de pressão

Fonte: Santiago, 2004

2.5 TUBULAÇÕES

A revisão da NR-13 realizada no ano de 2014 apresenta como a mudança mais impactante da norma a inclusão de tubulações industriais, portanto, estas passam a ter critério bastante semelhante aos de caldeiras e vasos de pressão em termos de exigências normativas para a diminuição de riscos de acidentes às estruturas e a colaboradores. (INECON, 2015)

Todas as tubulações, conforme a NR-13, devem possuir programa e plano de inspeções que considere, no mínimo, os fluidos transportados, a pressão de trabalho, a temperatura de trabalho, mecanismos de danos previsíveis e consequências aos trabalhadores, instalações e meio ambiente em caso de possíveis falhas das mesmas. A norma requer através dos itens 13.6.1.2 e 13.6.1.3, que assim como nos vasos de pressão, as tubulações possuam dispositivos de segurança e indicadores de pressão de operação conforme definidos no projeto do processo e instrumentação. (BRASIL, 2014)

O item 13.6.1.4 da nova NR-13 atenta para a documentação que todo o estabelecimento, que possuam tubulações, deve conter e mantê-la atualizada. O texto da norma diz:

“Todo estabelecimento que possua tubulações, sistema de tubulação ou linhas deve ter a seguinte documentação devidamente atualizada:

- a) especificações aplicáveis às tubulações ou sistemas, necessárias ao planejamento e execução da sua inspeção;
- b) fluxograma de engenharia com a identificação da linha e seus acessórios;
- c) PAR em conformidade com os itens 13.3.6 e 13.3.7;
- d) relatórios de inspeção em conformidade com o item 13.6.3.9. (BRASIL, 2014).”

Segundo Brasil (2014, item 13.6.2.3), as tubulações devem passar por padronização de cores e sinalização conforme a NR-26, conforme o Quadro 2 .

COR	APLICADA EM TUBULAÇÃO QUE CONTENHA O SEGUINTE FLUIDO
Alaranjado - segurança	Produtos químicos não gasosos
Amarelo - segurança	Gases não liquefeitos
Azul - segurança	Ar comprimido
Branco	Vapor
Cinza-claro	Vácuo
Cinza-escuro	Eletroduto
Cor de alumínio	Gases liquefeitos, inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade (Gasolina, Diesel)
Marrom-canalização	Materiais fragmentados (minérios), petróleo bruto
Preto	Inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade (Asfalto)
Verde-emblema	Água, exceto a destinada a combater incêndio
Vermelho-segurança	Água e outras substâncias destinadas a combater incêndio

Quadro 2 – Disposição de cores para tubulação

Fonte: Norma Regulamentadora nº26

A inspeção inicial e periódica também é necessária para todas as tubulações. A inspeção inicial deve ser realizada antes de seu funcionamento, no local definitivo de instalação, e compreender exames externo e interno. A inspeção periódica, conforme o item 13.6.3.3 da NR-13, deve ter seu intervalo atrelado aos prazos máximos da inspeção interna do vaso ou caldeira mais crítica a qual a tubulação está interligada, podendo este prazo ser ampliado pelo programa de inspeção elaborado por PH. (BRASIL, 2014).

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica, de natureza descritivo-exploratória, com abordagem em livros, artigos científicos, dissertações e teses sobre a aplicação da NR-13, sobre suas mudanças e adequações às novas exigências, além da própria experiência do autor no assunto.

O trabalho será desenvolvido em três etapas:

1. Revisão bibliográfica da Norma Regulamentadora nº 13 com ênfase em seus equipamentos, exigências básicas e possíveis punições por não cumprimento das mesmas;
2. Desenvolvimento de um plano de adequação para uma empresa do setor sucroalcooleiro conforme a última revisão da Norma Regulamentadora nº 13 e suas etapas para aplicação;
3. Elaboração da monografia, onde serão apresentados detalhadamente todas as fases de execução do trabalho, resultados obtidos com a execução do mesmo, além de escopo do tema, introdução, justificativa e conclusão.

4 PLANO DE ADEQUAÇÃO DA NOVA NR-13

Neste capítulo serão apresentadas as etapas para a adequação de usinas sucroalcooleiras perante a nova NR-13. O plano de adequação terá como base as exigências da NR-13, da NBR 12177-2, da NBR 15417, da NBR 6493 e de experiências próprias do autor deste trabalho.

4.1 PLANO DE ADEQUAÇÃO EM CALDEIRAS AQUOTUBULARES

Com o intuito de adequar as caldeiras de uma usina sucroalcooleira na nova NR-13, será elaborado um plano de adequação com operações que visam a manutenção das exigências da norma além de técnicas práticas, aliadas aos requisitos da NR-13, que visam a diminuição dos riscos de acidentes. O plano de adequação será dividido em operações diárias, semanais, mensais, trimestrais, semestrais e anuais. Será considerado que a usina sucroalcooleira em questão trabalha apenas com caldeiras aquotubulares categoria A.

Operações diárias

Além de operar dentro das especificações para a qual foi projetada, uma caldeira oferece vários e sérios riscos por conta de descuidos na operação da mesma. As operações diárias para que uma caldeira tenha seu funcionamento adequado são medidas que visam principalmente dar aos operadores da mesma as condições necessárias de leitura dos parâmetros para que em caso de alterações inesperadas e que comprometam à segurança do equipamento e de pessoas, a intervenção necessária seja feita de maneira ágil e eficiente.

A limpeza de visores de nível e indicadores em geral (manômetros, termômetros, etc.) é uma das mais importantes tarefas, pois é através destes instrumentos que operadores se certificarão que a caldeira se encontra dentro de seu funcionamento adequado. Após a limpeza a precisa verificação dos visores de nível é

necessária pois a quantidade de água fornecida à caldeira deve, a cada instante, ser igual a quantidade que saiu sob forma de vapor evitando assim problemas como pressão excessiva, choques térmicos, altas vibrações dentre outros que possam ocasionar no fim a explosão da caldeira. A drenagem diária dos visores de nível também é necessária para que qualquer tipo de partícula estranha, ou até mesmo bolhas, seja eliminada e o operador não confunda a leitura encontrada.

Muitas caldeiras possuem um sistema de tratamento de água para que possam operar sem componentes que possam causar e incrustações e posterior entupimento da tubulação. Mesmo assim, algumas medidas se fazem necessária para a manutenção da qualidade da água que percorre todo o circuito. É necessário proceder diariamente, ou até mesmo em períodos menores, a descarga de fundo da caldeira para que seja feita a eliminação de lama e qualquer partícula estranha oriunda da parte interna da tubulação. Amostras tanto da água da descarga de fundo quanto da água que alimenta o circuito devem ser realizadas para a análise da qualidade da mesma. Esta ação resultará um rígido controle sobre este parâmetro.

Diariamente, faz-se necessário que os operadores verifiquem o funcionamento de todos os equipamentos de instrumento de controle, sistemas de segurança e equipamentos auxiliares das caldeiras a fim de detectar antecipadamente problemas que possam comprometer a integridade do equipamento e das pessoas. Qualquer alteração detectada nestes componentes deve ser comunicada aos respectivos setores de manutenção além de obrigatoriamente serem relatadas no diário da caldeira, onde qualquer acontecimento e todas as observações devem ser descritos.

Operações semanais

Segundo o código ASME Seção I, toda caldeira em que a superfície de aquecimento for superior a 46,5 m² deverá ter no mínimo duas válvulas de segurança no tubulão superior (equipamento onde se armazena o vapor após o processo de vaporização da caldeira). As caldeiras aquotubulares providas de superaquecedor (equipamento onde converte vapor saturado em vapor superaquecido) devem ter ao menos uma válvula de segurança instalado no mesmo. As medidas se fazem

necessárias para que em caso de sobre pressão da caldeira as válvulas de segurança se abram e aliviem pressão e temperatura do equipamento. A válvula de segurança é um equipamento de suma importância para o seguro funcionamento da caldeira, portanto, a mesma deve ser testada semanalmente. O teste cabe em acionar manualmente a alavanca da válvula para a verificação do funcionamento de suas partes internas e deve ser realizado por operador habilitado NR-13 e em caso de detecção de problemas serem imediatamente informado ao setor de Instrumentação para que as medidas de manutenção sejam providenciadas com agilidade.

A verificação do funcionamento geral da caldeira também deve ser feita semanalmente. Analisados os parâmetros, como temperatura da chaminé e pressão normal da caldeira, torna-se possível identificar desde problemas de resolução simples até mesmo complexos como a incrustação de algum tubo. Dentro da verificação é necessário ressaltar que o operador deve percorrer toda a estrutura física da caldeira a fim de detectar vazamentos tanto de vapor quanto de água já que como estas duas substâncias são utilizadas em temperaturas elevadas há o risco de queimadura em qualquer colaborador que esteja próximo à caldeira. Assim que detectados, os vazamentos devem ser reparados mesmo que para isso seja necessária a parada e o constante resfriamento da caldeira.

Operações mensais

Mensalmente, o controle de corrosão de toda a estrutura metálica da caldeira deve ser realizado visto que o processo contém a união de altas temperaturas com a abrasividade de areia e lama que causa a deterioração, principalmente da tubulação.

O controle corrosivo pode ser realizado de diversas formas. A mais comum, é o controle visual onde o operador pode verificar as partes externas, no percurso pela estrutura da caldeira, e as partes internas através de câmeras de vídeo ou até mesmo em alterações nos parâmetros do processo como queda de temperatura e pressão. Outra forma de controle é a realização de medição de espessura da tubulação através de ensaios não destrutivos, como por exemplo, a ultrassonografia, em que se adota

vários pontos de coleta dos dados e gera-se um histórico que mostra a evolução de corrosão que ocorre nesses pontos.

A NR-13, conforme o item 13.4.1.6, exige que a caldeira contenha o Registro de Segurança. Este Registro trata-se de um livro com páginas numeradas onde todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança da caldeira e também todo o tipo de inspeção devem ser relatadas com a assinatura do Profissional Habilitado (PH). O Registro de Segurança deve ser atualizado todo mês, mesmo sem que nenhuma das ocorrências citadas anteriormente tenham se concretizado. Esta medida atesta que o PH possui rígido controle dos parâmetros que podem comprometer a segurança da caldeira supervisionada por ele.

Operações trimestrais

Trimestralmente, deve ser realizada na caldeira a limpeza de todos os tubos que a compõe. O procedimento necessita ser feito devido ao fato de após alguns dias de funcionamento a água que passa pelo interior da tubulação depositar em suas paredes os minerais e as partículas estranhas que a compõe e que não foram retidas no tratamento da mesma. Além dos minerais da água, a incrustação de tubos pode ser originada através da areia, lama e cinzas que sempre estão presentes no processo de queima do bagaço.

A parada da caldeira em usinas sucroalcooleiras é sempre realizada quando se tem alguma manutenção programada ou durante períodos chuvosos já que qualquer parada fora destas condições compromete o processo de produção de açúcar e álcool. Em consideração a este fator, admite-se que a limpeza de tubos seja realizada em frequência maior que a trimestral, porém recomenda-se, que esta não ultrapasse seis meses.

A limpeza deve ser feita com escovas que sejam do mesmo diâmetro interno da tubulação para que suas cerdas possam alcançar as paredes da mesma e retirar toda a incrustação encontrada em seu interior.

Operações semestrais

Conforme o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, a alimentação da caldeira com água de boa qualidade elimina, antecipadamente, grande parte dos problemas que normalmente acercam equipamentos desta natureza. Considera-se ideal para geração de vapor uma água que tenha características como: menor quantidade possível de sais e óxidos dissolvidos, ausência de oxigênio e outros gases dissolvidos, isenta de materiais em suspensão, ausência de materiais orgânicos, temperatura elevada e pH adequado (faixa alcalina).

Com o passar do tempo, a água utilizada no circuito de caldeiras, no caso circuito fechado, é contaminada pelas impurezas encontradas nas partes internas dos tubos e também nos tanques que a armazenam, portanto, recomenda-se tanto para fatores de processo quanto para fatores de segurança na operação que a água seja trocada a cada seis meses para que o circuito seja abastecido com uma nova demanda de água tratada e que se encaixe nas condições ideais para operação segura da caldeira.

Com esta recomendação, problemas como formação excessiva de iodios na caldeira, incrustações, formação de espumas e ebulições tumultuosas, corrosão de linhas de vapor e de retorno, arraste de sólidos com posterior deposição são evitados e a segurança de todos os colaboradores não sofre diminuição.

Operações Anuais

Para a adequação de caldeira à NR-13, as operações de frequência anual tem papel importante e são as que mais relacionam atividades de adequação documental à Norma com atividades práticas também requeridas pela mesma.

A inspeção periódica em caldeiras, conforme já tratada neste trabalho, tem prazo anual e deve ser realizada por Profissional Habilitado (PH). Nela, são previstas o exame do prontuário (exame externo e exame interno).

Conforme o item 4.2 da NBR 12177-2, a caldeira deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalada, um prontuário atualizado que contenha:

- Caracterização da caldeira;
- Documentação original do fabricante;
- Projeto de instalação da caldeira.

O exame do prontuário visa:

- Verificar se ele está devidamente organizado, completo e atualizado;
- Colher dados e elementos necessários para a realização da inspeção;
- Verificar se a data para realização da inspeção não foi ultrapassada; Caracterização da caldeira (identificação, localização, código do projeto, ano de edição, condições operacionais, equipamentos e acessórios);
- Documentação original do fabricante;
- Verificar se foram atendidas as recomendações eventualmente consignadas nos relatórios das inspeções anteriores.

Realizado o exame de prontuário e colhida todas as informações técnicas da referida caldeira, passa-se para o exame externo da caldeira. O exame externo visa basicamente verificar se a caldeira funciona normalmente, detectar não conformidades e certificar-se de que as informações adquiridas no prontuário estão em conformidade com a placa de identificação afixada na caldeira, conforme item 13.4.1.4 da NR-13, e com as instalações físicas da mesma.

Para finalizar a inspeção periódica, o Profissional Habilitado deve realizar o exame interno da caldeira onde irá verificar qualquer não-conformidade no interior da mesma (feixe tubular, tubulões, economizador, pré-ar, etc.) através de análise visual e de ensaios não destrutivos. Na ocasião do exame a caldeira obrigatoriamente deve estar parada, purgada, fria, com a água esgotada e com portas de janelas e visitas abertas.

Concluída a inspeção, deve ser emitido o Relatório de Inspeção, que passa a fazer parte da documentação da caldeira, e uma cópia do mesmo deve ser encaminhada pelo PH à representação sindical em um prazo máximo de trinta dias. O

Relatório deve conter a conclusão final do PH se a caldeira está apta ou não para funcionamento, valor da PMTA adotado, a data da nova inspeção e as recomendações a serem seguidas.

As válvulas de segurança instaladas em caldeiras devem ser inspecionadas periodicamente conforme item 13.4.4.8, alínea “b”, da NR-13 que diz:

“as válvulas flangeadas ou roscadas devem ser desmontadas, inspecionadas e testadas em bancada e, no caso de soldadas, feito o mesmo no campo, com uma frequência compatível com o histórico operacional das mesmas, sendo estabelecidos como limites máximos para essas atividades os períodos de inspeção estabelecidos nos itens 13.4.4.4 e 13.4.4.5, se aplicável, para caldeiras A e B. (BRASIL, 2014)”.

A calibração das válvulas de segurança visa ajustá-las para abertura na pressão estabelecida para proteção da caldeira. A NB-284 da ABNT de 1976 fixa a frequência de inspeção de válvulas de segurança, pelo menos uma vez por ano e sempre que ocorrer uma parada de manutenção dos equipamentos por ela protegidos. A frequência de inspeção deve ser aumentada sempre que o equipamento puder trazer algum risco operacional, ou quando os fluidos sob a válvula provocar danos em função de sua corrosividade.

O certificado de aferição deve ser anexado à documentação da caldeira conforme exigência do item 13.4.1.6, alínea “f”, e ser fornecido ao fiscal do trabalho quando solicitado.



Figura 4 - Válvula de segurança instalada em caldeira

Fonte: Arquivo pessoal

Uma caldeira é composta de vários instrumentos para controle de nível, temperatura, vazão e pressão. Para cada um destes parâmetros têm-se visores e sensores que irão dar ao operador a capacidade de avaliar as condições de operação da referida caldeira. Normalmente esses instrumentos são: manômetros (pressão), transdutores, sensor de nível com boia ou eletrodo, termômetro, válvula de controle de vazão, termopar.

O item 13.4.3.2 da NR-13 afirma que: “Os instrumentos e controles de caldeiras devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais.” (BRASIL, 2014).

A NR-13 não especifica a periodicidade da aferição destes instrumentos apenas afirma a obrigatoriedade de os mesmos se encontrarem em boas condições de operação. O período para calibragem destes equipamentos deve ser decidido pelo PH,

sendo que é de costume este procedimento ser realizado anualmente em paralelo com a aferição das válvulas de segurança, pois a caldeira não estará em funcionamento quando as mesmas estiverem em processo de aferição. Assim como para as válvulas, os certificados de calibração destes instrumentos devem ser anexados à documentação da caldeira.



Figura 5 - Instrumentos de controle de caldeira

Fonte: Arquivo pessoal

Conforme a nova NR-13, será considerado operador de caldeira o profissional que atender ao item A do Anexo I da referida norma.

A reciclagem dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com a operação das instalações deve ser realizada sempre que nelas ocorrerem modificações significativas, trocas de métodos, processos e organização do trabalho.

Em usinas sucroalcooleiras, a entressafra permite a realização de manutenções e melhorias na caldeira, portanto, torna-se necessário ao PH avaliar e considerar a necessidade da reciclagem ao grupo de operadores da mesma. A nova NR-13 não especifica a carga horária referente ao processo de reciclagem dos operadores de caldeira, ou seja, fica ao critério do PH determinar este item como também o currículo mínimo a ser ministrado.

Operação	Periodicidade					
	D	S	M	T	S	A
Limpeza dos visores e indicadores em geral	X					
Verificação dos visores de nível	X					
Drenagem dos visores de nível	X					
Descarga de fundo	X					
Análise da água da caldeira	X					
Verificação de equipamentos auxiliares	X					
Verificação dos sistemas de segurança	X					
Verificação dos sistemas de segurança	X					
Acionamento das válvulas de segurança		X				
Verificação do funcionamento geral		X				
Controle da corrosão			X			
Atualização do registro de segurança			X			
Limpeza dos tubos				X		
Troca de água das caldeiras					X	
Inspeção periódica						X
Aferição das válvulas de segurança						X
Aferição dos instrumentos de controle						X
Reciclagem de operadores NR-13						X

Quadro 3 – Plano de adequação para caldeiras aquotubulares

Fonte: Autoria própria

4.2 PLANO DE ADEQUAÇÃO DE VASOS DE PRESSÃO

Com o intuito de adequar os vasos de pressão de uma usina sucroalcooleira na nova NR-13, será elaborado um plano de adequação com operações que visam a manutenção das exigências da norma além de técnicas práticas, aliadas aos requisitos da NR-13, que visam a diminuição dos riscos de acidentes. O plano de adequação será dividido em operações diárias, semanais, mensais, semestrais e anuais. Será considerado que a usina sucroalcooleira em questão trabalha com diversos tipos de vasos de pressão como colunas de destilação, aquecedores, cozedores, tanques pressurizados, dentre outros.

Operações diárias

Assim como nas caldeiras, os vasos de pressão devem trabalhar dentro da faixa para as quais foram projetados. As operações diárias para que um vaso de pressão tenha seu funcionamento adequado são medidas que visam principalmente dar aos operadores as condições necessárias de leitura dos parâmetros para que em caso de alterações inesperadas e que comprometam à segurança do equipamento e de pessoas, a intervenção para manutenção do mesmo seja feita de maneira ágil e eficiente.

A limpeza de visores e indicadores em geral (manômetros, termômetros, etc.) é uma das mais importantes tarefas, pois é através destes instrumentos que operadores se certificarão que o vaso em questão se encontra dentro de seu funcionamento adequado.

Diariamente, faz-se necessário que os operadores verifiquem o funcionamento de todos os equipamentos de instrumento, de controle, sistemas de segurança e equipamentos auxiliares dos vasos a fim de detectar antecipadamente problemas que possam comprometer a integridade do equipamento e das pessoas. É interessante também, que o operador seja treinado para inspecionar visualmente a estrutura dos vasos a fim de encontrar qualquer tipo de vazamento ou corrosão em soldas, flanges,

tampas, cascos, bocais, dentre outros componentes de um vaso de pressão. Qualquer alteração detectada nestes componentes deve ser comunicada aos respectivos setores de manutenção além de obrigatoriamente serem relatadas no diário do respectivo vaso, onde qualquer acontecimento e todas as observações devem ser descritos.

Operações semanais

Conforme o item 13.5.1.3, alínea “a”, da nova NR-13 tem-se que:

“Os vasos de pressão devem ser dotados dos seguintes itens:

- a) Válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à PMTA, instalado diretamente no vaso ou no sistema que o inclui, considerados os requisitos do código de projeto relativos a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração. (BRASIL, 2014).”

Portanto, todos os vasos de pressão devem ser dotados de ao menos uma válvula de segurança. As medidas se fazem necessárias para que em caso de sobre pressão do vaso de pressão, as válvulas de segurança se abram e aliviem pressão e temperatura do equipamento. A válvula de segurança é um equipamento de suma importância para o seguro funcionamento do vaso de pressão, portanto, a mesma deve ser testada semanalmente. O teste cabe em acionar manualmente a alavanca da válvula para a verificação do funcionamento de suas partes internas e deve ser realizado por operador habilitado NR-13 e em caso de detecção de problemas serem imediatamente informado ao setor de Instrumentação para que as medidas de manutenção sejam providenciadas com agilidade.

Operações mensais

Uma exigência da NR-13, conforme o item 13.5.1.6, alínea “b”, é que o vaso de pressão contenha o Registro de Segurança. Este Registro trata-se de um livro com páginas numeradas onde todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança do vaso e também todas as ocorrências de qualquer tipo de inspeção realizada devem ser relatadas com a assinatura do Profissional Habilitado (PH). O Registro de Segurança deve ser atualizado todo mês, mesmo sem que nenhuma das ocorrências citadas anteriormente tenham se concretizado. Esta medida atesta que o PH tem rígido controle dos parâmetros que podem comprometer a segurança dos vasos de pressão supervisionados por ele.

Operações semestrais

Os procedimentos adotados em frequência semestral para os vasos de pressão são basicamente referentes à verificação de componentes e sistemas além de algumas limpezas providenciais.

Os vasos de pressão providos de qualquer tipo de filtro deverão ter o mesmo aberto para que seja realizada uma limpeza completa para a retirada de qualquer incrustação ou partícula estranha que bloqueie a passagem de fluido no interior do vaso. A ação é válida tanto para ganhos de processo quanto para a diminuição de qualquer risco de acidente. A lavagem completa do interior do vaso também é necessária para remoção de qualquer particulado que impeça a circulação do fluido pelo equipamento.

Todos os vasos de pressão são dotados de instrumento de medição de pressão utilizado como componente do sistema de proteção de equipamento e processos industriais, conhecido como pressostato. Os pressostatos protegem a integridade destes equipamentos contra sobrepressão ou subpressão durante o funcionamento do vaso. Devido a importância deste instrumento que compõe o vaso de pressão o seu teste é necessário para que se tenha certeza de que ele se encontra em bom

funcionamento e conseqüentemente proteja o equipamento e o sistema que o compõe. A frequência para esse teste necessita ser semestral.

Assim como os pressostatos, a chave eletromagnética também é um importante componente de proteção de um vaso de pressão. Ela deve ser instalada em série com o pressostato, pois será esta quem desligará o motor de alimentação quando aquele enviar o sinal de que a pressão dentro do vaso se encontra perto da PMTA. As chaves eletromagnéticas devem ser testadas semestralmente com o circuito desenergizado e por profissional do setor elétrico habilitado NR-10.



Figura 6 - Exemplo de pressostato em vaso de pressão

Fonte: Arquivo pessoal

Operações anuais

A inspeção periódica em vasos de pressão, assim como em caldeiras, tem prazo anual e deve ser realizada por Profissional Habilitado (PH). Nela, são previstas o exame do prontuário, exame externo e exame interno.

Conforme o item 4.2.1 da NBR 15417, todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, um prontuário completo que deve conter:

- Histórico de inspeções;
- Recomendações de inspeções anteriores ainda não executadas;
- Alterações e reparos executados;
- Características físicas do vaso e de seus dispositivos de segurança;
- Características de projeto e operacionais;
- Mecanismos de deterioração mais prováveis atuantes;
- Vida residual;

O exame do prontuário visa:

- Verificar se ele está devidamente organizado, completo e atualizado;
- Colher dados e elementos necessários para a realização da inspeção;
- Verificar se a data para realização da inspeção não foi ultrapassada;
- Verificar se foram atendidas as recomendações eventualmente consignadas nos relatórios das inspeções anteriores.

Realizado o exame de prontuário e colhida todas as informações técnicas do vaso de pressão, passa-se para o exame externo do mesmo. O exame externo visa basicamente verificar se o vaso funciona normalmente, além de diagnosticar problemas em sua estrutura externa, como por exemplo trincas e furos. É necessário também, certificar-se de que as informações adquiridas no prontuário estão em conformidade com a placa de identificação afixada no vaso, conforme item 13.5.1.4 da NR-13, e com as instalações físicas da mesma.

Para finalizar a inspeção periódica, o Profissional Habilitado deve realizar o exame interno do vaso de pressão onde irá verificar qualquer não-conformidade no interior dos mesmos com especial atenção para os bocais, pescoço do bocal, corrosão de estojos e porcas e pontos com maiores concentrações de tensões (mudanças de forma, ponto de intersecção entre soldas) através de análise visual e de ensaios não destrutivos. Na ocasião do exame o vaso de pressão pode estar em funcionamento caso a análise seja externa, mas para análise interna este deve estar fora de serviço, frio e limpo.

Concluída a inspeção, deve ser emitido o Relatório de Inspeção, que passa a fazer parte da documentação do vaso de pressão, e uma cópia do mesmo deve ser encaminhada pelo PH à representação sindical em um prazo máximo de trinta dias. O Relatório deve conter a conclusão final do PH se o vaso está apto ou não para funcionamento, valor da PMTA adotado, a data da nova inspeção e as recomendações a serem seguidas.

As válvulas de segurança instaladas em vasos de pressão devem ser inspecionadas periodicamente conforme item 13.5.4.9, alínea “b”, da NR-13 que diz:

“As válvulas de segurança dos vasos de pressão devem ser desmontadas, inspecionadas e calibradas com prazo adequado à sua manutenção, porém, não superior ao previsto para a inspeção de segurança periódica interna dos vasos de pressão por elas protegidos. (BRASIL, 2014)”.

A calibração das válvulas de segurança visa ajustá-las para abertura na pressão estabelecida para proteção da caldeira. O certificado de aferição deve ser anexado à documentação do vaso de pressão conforme exigência do item 13.5.1.6, alínea “f”, e ser fornecido ao fiscal do trabalho quando solicitado.

Um vaso de pressão é dotado de vários instrumentos para controle de nível, temperatura, vazão e pressão. Para cada um destes parâmetros têm-se visores e sensores que irão dar ao operador a capacidade de avaliar as condições de operação do referido equipamento. Normalmente esses instrumentos são: manômetros (pressão), transdutores, sensor de nível com boia ou eletrodo, termômetro, válvula de controle de vazão, pressostatos e contadores

O item 13.5.3.2 da NR-13 afirma que: “Os instrumentos e controles de vasos de pressão devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais. (BRASIL, 2014)”. A NR-13 não especifica a periodicidade da aferição destes instrumentos, apenas afirma a obrigatoriedade de os mesmo se encontrarem em boas condições de operação. O período para calibragem destes equipamentos , que costuma ser anual, deve ser decidido pelo PH, em paralelo com a aferição das válvulas de segurança, pois o vaso de pressão, obrigatoriamente, não estará em funcionamento quando as mesmas estiverem em processo de aferição. Assim como para as válvulas, os certificados de calibração destes instrumentos devem ser anexados à documentação da caldeira.

Operação	Periodicidade					
	D	S	M	T	S	A
Limpeza dos visores e indicadores em geral	X					
Verificação de equipamentos auxiliares	X					
Verificação dos instrumentos de controle	X					
Acionamento das válvulas de segurança		X				
Controle da corrosão			X			
Atualização do registro de segurança			X			
Verificação dos sistemas de segurança					X	
Aferição das válvulas de segurança						X
Aferição instrumentos de controle						X

Quadro 4 – Plano de adequação para vasos de pressão

Fonte: Autoria Própria

4.3 PLANO DE ADEQUAÇÃO PARA TUBULAÇÕES

A grande parte das empresas e indústrias do Brasil, já se encontram regulamentadas ou em processo de regulamentação em relação às caldeiras e aos vasos de pressão. Apesar de muitas delas possuírem diversos tipos de tubulação, são mínimas as empresas que se encontram em conformidade com as novas regulamentações impostas para este tipo de equipamento de pressão.

Antes de se pensar em plano de adequação para tubulações, é preciso implantar-se uma metodologia para que sejam reunidas as informações de projeto e de fluidos empregados em cada tubulação. A partir disso é possível planejar as ações a serem tomadas para adequação de todas as tubulações da planta industrial à NR-13.

Um roteiro simples e eficiente a ser seguido para a implantação de um sistema de adequação de tubulações segue abaixo, conforme experiência do autor deste trabalho:

- Realizar um levantamento detalhado das tubulações que se enquadram no proposto pela nova revisão da NR-13, ou seja, 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” da NR-13;
- Caso tenha tais tubulações, realizar um fluxograma detalhado que contenha: diâmetros por trecho da tubulação, juntas de solda, instrumentos, dispositivos e acessórios (válvulas, flanges, etc.);
- Caso não tenha as informações para formação do fluxograma, refazer os cálculos de espessura de parede da tubulação para todos os diâmetros encontrados de acordo com a PMTA e material das mesmas;
- Definir juntamente com PH quais os ensaios serão realizados para garantir a confiabilidade das tubulações existente e definir os prazos das inspeções (sugestão: utilizar os prazos máximo determinado pela NR-13 para as tubulações).

A classificação da classe de fluidos se dá conforme a Figura 3 já apresentada anteriormente neste trabalho e que definirá os períodos de inspeções de segurança para as tubulações.

O plano de adequação será dividido em operações mensais e anuais e será voltado a tubulações que contenham vapor d’água. A NR-13 não coloca parâmetros rigorosos em tubulações de vapor d’água, por se tratar de um fluido tipo C, que é o principal fluido de uma usina sucroalcooleira. A única menção sobre tubulações com vapor d’água na nova NR-13 se encontra no item 13.6.2.2, onde se encontra a seguinte recomendação:

“As tubulações de vapor e seus acessórios devem ser mantidos em boas condições operacionais, de acordo com um plano de manutenção elaborado pelo estabelecimento. (BRASIL, 2014).”

Operações mensais

Apesar de se tratar de um fluido C, o vapor d'água é trabalhado com altas pressões dentro das usinas sucroalcooleiras, normalmente de 21 a 70 Kgf/cm². Além do risco de se trabalhar com pressões elevadas, o vapor d'água apresenta também outro fator que elevam as chances de ocorrer algum acidente envolvendo tubulações: o condensado.

Condensado é o líquido formado quando o vapor passa do estado gasoso para o líquido. Em um processo de aquecimento, condensado é o resultado após o vapor ter transferido uma porção da sua energia térmica para a tubulação que esta sendo aquecida. A interação deste condensado de baixa temperatura e o vapor com alta temperatura causa o golpe de aríete que é uma mudança momentânea e brusca de pressão que ocorre dentro das tubulações abalando-as seriamente.

Uma das maneiras encontradas para se evitar os golpes de aríete é a instalação de purgadores a vapor nas linhas de tubulação. Os purgadores são válvulas autônomas que drenam o condensado automaticamente de um invólucro que contenha vapor e que ao mesmo tempo permaneça vedado para o vapor vivo, ou se necessário, que permita que o vapor flua a uma taxa controlada ou estabelecida. A maioria dos purgadores de vapor também permitirá a passagem de gases não condensáveis enquanto permanecem vedadas ao vapor vivo. Com isso, o purgador evita o acúmulo de condensado na linha de vapor e conseqüentemente diminuem-se as chances de ocorrer o golpe de aríete.

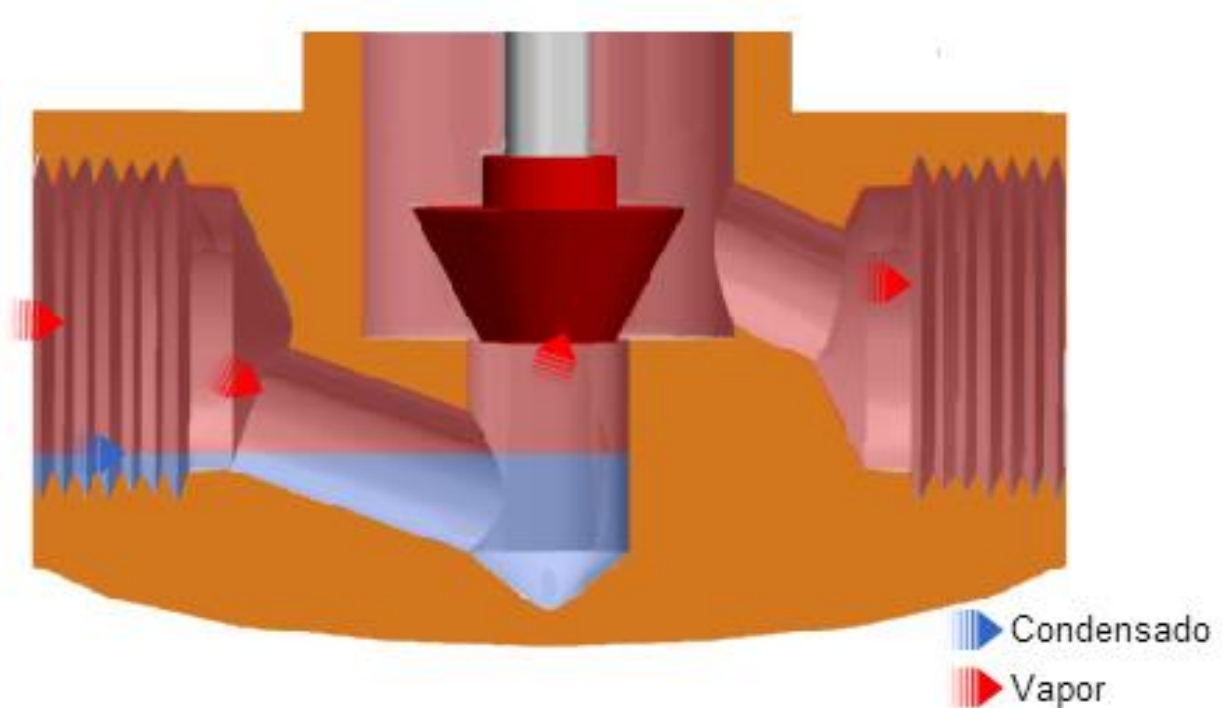


Figura 7 - Funcionamento de um purgador

Fonte: TLV International

Devido à importância dos purgadores para a diminuição dos riscos de acidentes, torna-se necessária a inspeção mensal do mesmo para verificar se mesmos estão dentro de sua normalidade.

A medição da temperatura do condensado na entrada do purgador é o primeiro passo no processo de inspeção de falha do purgador de vapor. A temperatura do condensado na entrada do purgador deve ser próximo do vapor saturado (250°C).

Temperatura pode ser extremamente útil quando há a determinação se um purgador está bloqueado ou se sua capacidade é insuficiente. Isto é porque tais problemas causam o acúmulo do condensado que diminui a temperatura do purgador. Se a temperatura for significativamente baixa e a aplicação estiver "em serviço", a baixa leitura geralmente indica um purgador subdimensionado, sede (orifício) incorreta para a pressão do purgador, uma falha de descarga devido ao purgador/filtro bloqueado, ou possivelmente uma condição de pressão diferencial negativa ("estol") no caso de o equipamento ser alimentado através de uma válvula de controle modulante.

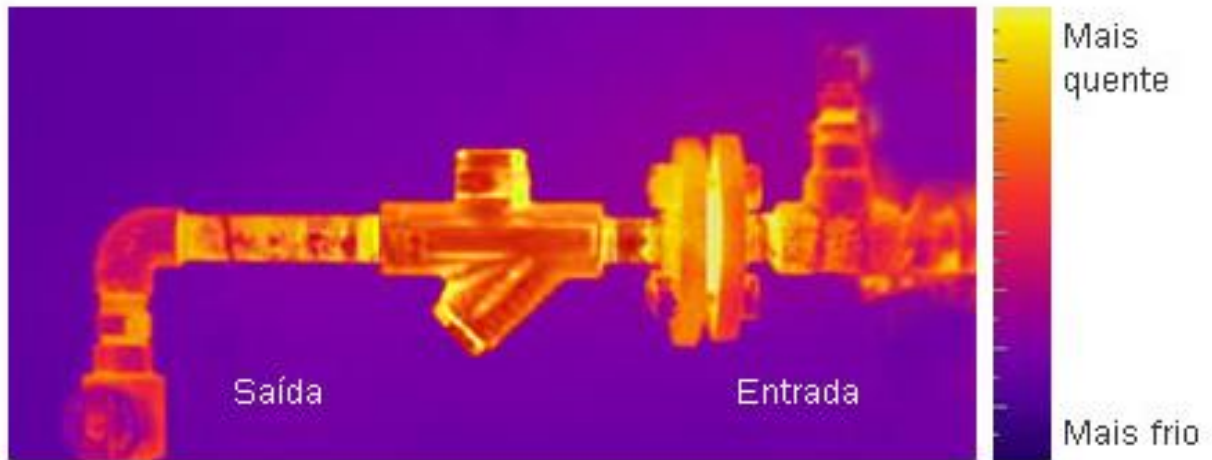


Figura 8 - Termografia de um purgador

Fonte: TLV International

Além da análise dos purgadores, mensalmente os operadores devem percorrer todas as linhas afim de encontrar vazamentos, tricas, falhas na estrutura de sustentação da tubulação ou qualquer tipo de falha que possa comprometer o funcionamento seguro deste equipamento. A limpeza mensal também se faz necessária para evitar a acumulação de poeira que provoque umidade e, com isso, a ocorrência de corrosão.

Operações anuais

Realizar manutenção anual na tubulação de descarga, que deve estar limpa e pintada, conforme as normas aplicáveis, pelos seguintes passos:

- Aplicar o anticorrosivo, deixar secar e depois pintar com a pintura secundária;
- Verificar se as partes mecânicas ou de acionamento estão presas por escorrimento de tinta.

No caso das tubulações a vapor, devem-se isolar termicamente as áreas em que colaboradores tenham acesso. O isolamento feito através de mantas térmicas irão

evitar acidentes por queimaduras em caso de toque na superfície quente. As mantas térmicas neste caso devem ser da cor branca, conforme regulamentado pela NR-26.

As trocas de gaxetas entre os acoplamentos de braçadeiras, válvulas, medidores, válvulas de retenção, sustentadoras de pressão e válvulas de controle devem ser feitas, no mínimo, uma vez ao ano. As trocas dessas vedações evitam vazamentos na linha e consequentes acidentes de trabalho por queimaduras devido as altas temperaturas de vapor d'água e de condensado que percorrem as tubulações de usinas sucroalcooleiras.

A inspeção periódica em tubulações, assim como em caldeiras e vasos de pressão, tem prazo anual e deve ser realizada por Profissional Habilitado (PH). Nela, são previstas o exame do prontuário, exame externo e exame interno.

O Profissional Habilitado deve realizar o exame externo e interno da tubulação onde irá verificar qualquer não-conformidade no interior dos mesmos com especial atenção para os flanges, bocais, pescoço do bocal, corrosão, e pontos com maiores concentrações de tensões (mudanças de forma, ponto de intersecção entre soldas) através de análise visual e de ensaios não destrutivos. Na ocasião do exame tubulação pode estar em funcionamento caso a análise seja externa, mas para análise interna este deve estar fora de serviço, frio e limpo.

Concluída a inspeção, deve ser emitido o Relatório de Inspeção pelo PH conforme o item 13.6.2.9 da NR-13 que diz:

“13.6.3.9 Após a inspeção de cada tubulação, sistema de tubulação ou linha, deve ser emitido um relatório de inspeção, com páginas numeradas, que passa a fazer parte da sua documentação, e deve conter no mínimo:

- a) identificação da(s) linha(s) ou sistema de tubulação;
- b) fluidos de serviço da tubulação, e respectivas temperatura e pressão de operação;
- c) data de início e término da inspeção;
- d) tipo de inspeção executada;
- e) descrição dos exames executados;
- f) resultado das inspeções;
- g) parecer conclusivo quanto à integridade da tubulação, do sistema de tubulação ou da linha até a próxima inspeção;
- h) recomendações e providências necessárias;
- i) data prevista para a próxima inspeção;
- j) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção. (BRASIL,2014).”

Uma tubulação é dotada de vários instrumentos a qual os principais são manômetros (pressão) e purgadores.

O item 13.6.2.1 da NR-13 afirma, para os manômetros, que: “Os dispositivos de indicação de pressão da tubulação devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais. (BRASIL, 2014).”

A NR-13 não especifica a periodicidade da aferição destes instrumentos, apenas afirma a obrigatoriedade de os mesmo se encontrarem em boas condições de operação. O período para calibragem destes equipamentos, que costuma ser anual. deve ser decidido pelo PH.. Os certificados de calibração destes instrumentos devem ser anexados à documentação da tubulação.

Operação	Periodicidade	
	M	A
	M	A
Limpeza das linhas	X	
Detecção de falhas nas linhas	X	
Análise dos purgadores	X	
Limpeza, pintura e isolamento.		X
Troca de gaxetas		X
Inspeção periódica		X
Aferição de instrumentos		X
Elaboração de plano de manutenção		X

Quadro 5 – Plano de adequação para tubulações

Fonte: Autoria Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a portaria 594 do Ministério do Trabalho de 28 de abril 2014, que normatiza a revisão da Norma Regulamentadora nº13, as empresas que trabalhem com equipamentos de pressão, em sua maioria usinas sucroalcooleiras, necessitam cumprir as obrigações determinadas. A partir das alterações da referida norma, principalmente a inclusão de tubulações, se torna necessária uma adequação destas empresas para não sofrerem pesadas multas ou sanções judiciais que prejudiquem sua produção.

O objetivo principal deste trabalho foi a elaboração de diretrizes de orientação à adequação de uma usina sucroalcooleira à Norma Regulamentadora nº 13.

Para se atingir o objetivo geral, pesquisou-se e descreveu-se as principais normativas técnicas aliadas a boas práticas de procedimentos operacionais, aplicados nas usinas sucroalcooleiras, que não estão relatados nas mesmas para prevenção de acidentes em caldeiras, vasos de pressão e tubulações

Este objetivo foi definido, devido a falta de um plano de adequação periódico que unifique as práticas e assim deixe qualquer usina do setor sucroalcooleira apta em relação a Norma Regulamentadora nº 13.

Os principais resultados da pesquisa apontam que com a aplicação do plano de adequação elaborado, somado a dedicação e comprometimento de colaboradores, gerência e diretoria, a tendência é a de que com a regulamentação dos procedimentos abordados nos períodos especificados a referida usina sucroalcooleira não sofra multas e nem processos judiciais por irregularidades em relação a Norma Regulamentadora nº 13, muito menos acidentes de trabalho relacionados aos equipamentos abordados pela norma.

Outros estudos poderão ser realizados após a elaboração deste plano como , por exemplo, a aplicação do mesmo em industrias e empresas de outros segmentos que trabalhem com equipamentos de pressão ou até mesmo o custo da implantação deste plano que torne qualquer estabelecimento apto a Norma Regulamentadora nº 13.

6 REFERÊNCIAS

ASME, Section VIII, Division 1. **Boiler and Pressure Vessel**. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Caldeiras estacionárias a vapor – Inspeção de segurança. Parte 2: Caldeiras aquotubulares – NBR 12177-2**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Válvula de segurança, alívio e de pressão – Aquisição, instalação e utilização – NB 284**. Rio de Janeiro: ABNT, 1976.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Vasos de pressão – Inspeção de segurança em serviço – NBR 15417**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)**. 34 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRASIL. Decreto-Lei n 8.213, de 24 de julho de 1991, DOU 14/08/1991, Dispõe sobre os planos da Previdência Social e dá outras providências, Disponível EM: <<http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/42/1991/8213.htm>> Acesso em: 20 jun. de 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações**. Portaria MTE nº 594, de 28 de abril de 2014 – NR 13 (publicada no DOU dia 02 mai. 2014).

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Sinalização de Segurança**. Portaria SIT nº 229, de 24 de maio de 2011 – NR 26 (publicada no DOU dia 27 mai. 2011).

CHAINHO, José Antônio Pereira. A origem da inspeção. Blog Inspeção de Equipamentos: Estudo de casos, Cubatão, 2013. Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com.br/p/a-origem-da-inspecao.html>> Acesso em: 07 mai. 2015.

FALCÃO, Carlos. **Projeto Mecânico: Vasos de Pressão e Trocadores de Calor Casco e Tubos**. Rio de Janeiro: 2002.

GRUPO VETORIAL. Co-geração de energia – Sustentabilidade. Grupo Vetorial. Disponível em: <<http://www.vetorial.ind.br/pt/sustentabilidade/co-geracao-de-energia>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

INECON. As Tubulações e a Norma Regulamentadora NR-13. Blog Inecon Brasil, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.ineconbrasil.com.br/blog/tubulacoes>>. Acesso em: 08 mai. 2015

JUNIOR, Luiz Carlos Martinelli. **Geradores de Vapor**. Panambi: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2002.

JUNIOR, Marcos Antônio Pintor. **Estudo das condições de operação de caldeiras e vasos de pressão sob a análise da NR-13**. 2013. 80 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-13: Manual técnico de caldeiras e vasos de pressão** – Edição comemorativa 10 anos da NR-13. 1. ed. Brasília: TEM, SIT, DSST, 2006.

RODRIGUES, José Emílio. A Importância do Projeto de Fabricação e do Prontuário de Vasos de Pressão. OCP Engenharia Industrial e Comercio Ltda. Carapicuíba, 29 jan. 2013. Disponível em: <<http://www.ocpengenharia.com.br/imagens/informativos/13.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

SANTI, Thais. Recuperação e energia: O que muda com a revisão da NR-13?. **Revista O Papel**, jul. 2012. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/noticiaanexos/1344882368_947f3102bca4af49f0328cb86e323307_283591562.pdf> Acesso em: 08 mai. 2015.

SANTIAGO, Eduardo Ferrer. **Vasos de Pressão**. Salvador: 2004.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Caldeiraria: Tubulação Industrial**. Espírito Santo, Senai, 1997.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Caldeiras**. Lauro de Freitas, Senai, 2008.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Legislação Comentada:** Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho. Salvador, Senai, 2008.

SOUSA, Edilson Rocha de. **Uma contribuição à reformulação da norma regulamentadora 12 (NR-13) na perspectiva da adoção de sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional.** 2008. 75 f. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

THAMIL EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS. Caldeiras Aquatubulares. THAMIL Equipamentos Industriais Ltda. Disponível em: <<http://www.thamil.com.br/caldeiras-aquatubulares.html>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

TLV INTERNATIONAL. Guia para inspeção de purgadores. TLV International Inc. Brasil. Disponível em: <<http://www.tlv.com/global/BR/steam-theory/steam-trap-test.html>> Acesso em: 20 jun. 2015.

TLV INTERNATIONAL. O que é um purgador de vapor?. TLV International Inc. Brasil. Disponível em: <<http://www.tlv.com/global/BR/steam-theory/what-is-a-steam-trap.html>> Acesso em: 20 jun. 2015.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. O que é acidente de trabalho?. Programa Nacional de Prevenção de Acidentes de Trabalho, Brasil, 24 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/o-que-e-acidente-de-trabalho>> Acesso em: 07 mai. 2015

ANEXOS

ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DOS VASOS DE PRESSÃO

CLASSE DO FLUIDO	Grupo de Potencial de Risco				
	1 P.V>100	2 P.V<100 P.V≥30	3 P.V<30 P.V≥2,5	4 P.V<2,5 P.V≥1	5 P.V<1
	Categorias				
<p style="text-align: center;">A</p> -Fluidos inflamáveis e fluidos combustíveis com temperatura igual ou superior a 200°C - Tóxico com limite de tolerância ≤ 20 ppm - Hidrogênio -Acetileno	I	I	II	III	III
<p style="text-align: center;">B</p> - Fluidos combustíveis com temperatura menor que 200°C - Fluidos tóxicos com limite de tolerância > 20 ppm	I	II	III	IV	IV
<p style="text-align: center;">C</p> - Vapor de água - Gases asfixiantes simples - Ar comprimido	I	II	III	IV	V
<p style="text-align: center;">D</p> - Outro fluido	II	III	IV	V	V