

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS-MG**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**DIEGO AUGUSTO RAMOS BRAGA**

N. CLASS.	623.194
GUTTER	B.813
ANO/EDIÇÃO	2013

**OPERAÇÃO DE CALDEIRA:** habilidade e conhecimento necessário para que o operador de caldeira a lenha garanta a eficiência e autonomia dos processos em um laticínio

Varginha  
2013

**FEPESMIG**

**DIEGO AUGUSTO RAMOS BRAGA**

**OPERAÇÃO DE CALDEIRA: habilidade e conhecimento necessário para que o operador de caldeira a lenha garanta a eficiência e autonomia dos processos em um laticínio**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Esp. Rullyan M. Vieira.

**Varginha  
2013**

**DIEGO AUGUSTO RAMOS BRAGA**

**OPERAÇÃO DE CALDEIRAS: habilidade e conhecimento necessário para que o operador de caldeira a lenha garanta a eficiência e autonomia dos processos em um laticínio**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelo membro: Prof. Esp. Luiz Carlos Vieira Guedes.

Aprovado em        /        /

---

Prof. Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes

---

Prof. Esp. Rullyan M. Vieira

---

Prof. Esp.

OBS:

## RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de mostrar a importância da habilidade e conhecimento do operador de caldeira, pois o mesmo irá garantir o funcionamento perfeito da caldeira.

O objetivo deste trabalho é idealizar quanto aos princípios de manutenção preventiva e corretiva para caldeiras, podendo assim, caso necessite-se de um simples reparo, o mesmo irá executar. Dificilmente uma caldeira ocorre deficiência de algum acessório, geralmente ocorre por falta de manutenção ou por incompetência do operador, por falta de água ou coisa semelhante.

Uma caldeira a lenha voltada para um laticínio, tem como função primordial de funcionar sem ocorrer imprevistos, devido a quantidade de leite processada para fabricação. Se caso ocorrer imprevistos que impossibilite o funcionamento da caldeira, todo leite deverá ser armazenado em tanque de refrigeração e processar esse leite até no máximo três dias, pois o mesmo ficará ácido, caso contrário perderá todo o leite devido a temperatura inadequada, tornando-se assim inutilizável. Perdendo assim a produção do dia, tendo um prejuízo consideravelmente grande. Nesta ocasião, o operador de caldeiras necessita-se de conhecimento e habilidade para realização da manutenção preventiva e corretiva. O projeto visa realizar as seguintes atividades: Levantamento de ocorrências das empresas, Levantamento da capacidade do operador de caldeiras.

Portanto, conclui-se que um operador de caldeiras tem capacidade de manter a caldeira em condições satisfatória e o mesmo possuir habilidades e conhecimentos.

Palavras – chave: Operador de caldeiras Manutenção Habilidade.

## **ABSTRACT**

*This work has the finality to show the hability and knowing from the boiler operator, then the same will to do the perfect working of boiler.*

*The objective this work is idealize as the principles of preventive and corrective maintenance for boilers and if need to of a simple fix, the same will to execute. Difficultly a boiler failure occurs of some accessory; usually this occurs for lack of maintenance or for incompetence of operator, for lack of water or thing like that.*

*A wood boiler used in dairy, has as the primary function of work without occurs unexpected, because the quantity of milk processed for manufacture. If unexpected event occurs that prevents the working of boiler, all milk most be laid up a tank of refrigeration and to process this milk until the maximum in three days, then the same will be acid, otherwise it will lose all the milk due to inadequate temperature, becoming unusable. Losing a day's production, having a pretty big loss.*

*On this occasion, the boiler operator needs to of hability and knowing for preventive and corrective maintenance. The project do the following activities: Survey of occurrences of the companies, survey the capacity of the boiler operator.*

*Then, it is concluded that a boiler operator has a capacity to maintain the boiler in satisfactory conditions and possess hability and knowing.*

*Keywords: Boiler Operation Maintenance.*

Dedico este trabalho a Deus, à minha namorada, família e aos amigos que contribuíram para a realização do mesmo.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 CALDEIRAS CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	10
2.1 Caldeiras flamotubular.....	10
2.2 Caldeiras aquotubular de tubos retos.....	10
2.3 Fornalha.....	10
2.4 Chaminé.....	10
2.5 Exaustore.....	10
3 ACESSÓRIOS DE UMA CALDEIRA.....	11
3.1 Injetor.....	11
3.2 Bombas centrífugas.....	11
3.3 Bombas alternativas.....	11
3.4 Visor de nível.....	11
3.5 Dispositivo de controle automático do nível de água.....	12
3.6 Manômetro.....	12
3.7 Válvulas de segurança.....	12
3.8 Válvulas e conexões em geral.....	13
4 OPERAÇÃO DE CALDEIRA.....	14
4.1 Partida.....	14
4.1.1 Recomendações gerais.....	14
4.1.2 Sequencia de operação para dar partida em caldeiras a lenha.....	15
5. REGULAGEM E CONTROLE.....	16
5.1 Nível d'água.....	16
5.2 Combustão.....	17
5.3 Tiragem.....	18
5.4 Pressostato.....	19
5.5 Controle visual da combustão.....	19
6 TESTE DE OPERAÇÃO.....	21
6.1 Defeitos de operação, causas prováveis e providências a tomar.....	21
7 ROTEIRO DE VISTORIA DIÁRIA.....	22
8 FINALIDADE DO TRATAMENTO DE ÁGUA.....	23
9 MANUTENÇÃO.....	24
9.1 Corretiva.....	24
9.2 Preventiva.....	24
10 METODOLOGIA.....	25
10.1 Ocorrências nas empresas.....	25
10.2 Capacidade do operador.....	25

<b>11 RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
<b>11.1 Empresa</b> .....	<b>26</b>
<b>11.2 Operador de caldeira</b> .....	<b>26</b>
<b>12 ANEXO</b> .....	<b>27</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Como o operador de caldeira segue um roteiro de vistoria diário e verificação de alguns itens antes da partida da caldeira, com o decorrer do tempo se tornará um hábito, ficando assim habilidoso, se seguir esses procedimentos de maneira correta. A partir disto conclui-se que o operador adquirirá habilidade e conhecimento, podendo passar um pré-diagnóstico, caso a caldeira venha a ocorrer algum imprevisto que impossibilite seu uso, e necessita-se de um terceiro para execução da manutenção, facilitando assim a correção da quebra.

Baseado nestes argumentos este projeto tem o objetivo de mostrar a importância do operador de caldeiras conscientizado, pois o mesmo saberá identificar rolamentos, correias, válvulas, tipos de bomba, dispositivos de um painel elétrico, noções de grandezas e dimensões etc...

Este projeto visa atribuir valores ao operador, caso haja coerência na habilidade e condição do mesmo para o trabalho.

## **2. CALDEIRAS CONSIDERAÇÕES GERAL**

São considerações importantes, devido a diversidade do equipamento.

### **2.1. Caldeiras flamotubular**

São aquelas em que os gases provenientes da combustão, circulam pelo interior dos tubos e a água a ser vaporizada circula pelo lado de fora, pois trata-se de uma caldeira de construção simples, se baseiam de um cilindro de grande diâmetro fechado nas extremidades por chapas chamadas de espelhos. Os tubos da caldeira são fixados nos espelhos. Nestas caldeiras a chama passa por dentro dos tubos e a água fica por fora dos tubos, dentro do cilindro grande.

### **2.2. Caldeiras Aquotubular de tubos retos**

É constituída de tubos retos e paralelos, que se interligam com o tambor de vapor através de câmaras. Os gases resultantes da combustão passam por entre estes tubos retos.

### **2.3. Fornalha**

Fornalha é o local onde se processa a queima do combustível e a consequente liberação de calor geralmente com isolamento térmico para menor perda de calor.

### **2.4. Chaminé**

É a parte da caldeira através da qual efetua-se a retirada dos gases de combustão para o meio ambiente. As chaminés podem ser construídas de chapas metálicas ou alvenaria, conforme o projeto de cada fabricante.

### **2.5. Exaustor**

É o processo que a insufla o ar de combustão na fornalha, pode aumentar a eficiência da caldeira de 20 a 25%.

### **3. ACESSÓRIOS DE UMA CALDEIRA**

São dispositivos necessários para um perfeito funcionamento e segurança da caldeira.

#### **3.1. Injetor**

Utilizam o próprio vapor da caldeira como meio de impulsão da água. Quando o vapor passa pelos cônicos divergentes, forma vácuo, abrindo a válvula de admissão e arraste a água do reservatório através da sucção, para dentro da caldeira.

O injetor é usado em instalações pequenas ou como alimentador de emergência nas grandes instalações. Dificilmente o injetor trabalha com temperaturas de água de alimentação superior a 38°C.

#### **3.2. Bombas centrífugas**

São as bombas que tem dado os melhores resultados, devido a simplicidade de seus componentes como pelas altas vazões que podem alcançar. As bombas centrífugas podem possuir um ou mais estágios dependendo da vazão necessária.

#### **3.3. Bombas alternativas**

Podem ser movidas por intermédio de turbinas a vapor, conjunto de êmbolos, motor elétrico ou locomotivas a vapor aproveitando o movimento das rodas. Sua grande vantagem é a economia de energia, porém apresenta desvantagem de sua capacidade ser limitada a uma vazão máxima de 50.000 litros/hora.

#### **3.4. Visor de nível**

Através do visor de nível, identificamos os níveis Maximo, normal e mínimo. É de importância vital, para segurança da caldeira, o controle destes níveis. O visor de nível deve ser purgado pelo menos uma vez por dia, evitando assim que corpos estranhos possam provocar incrustações e conseqüentemente leituras incorretas. O operador da caldeira devera realizar a purga de duas maneiras:



- a) Fechar a válvula de nível d'água e em seguida abrir as válvulas de vapor e de descarga (dreno) do nível.
- b) Fechar a válvula de vapor deixar aberta as válvulas de nível d'água e de descarga, por pequeno espaço de tempo, nunca permitindo que a água desapareça do visor de nível.

### **3.5. Dispositivo para controle automático do nível de água**

Os dispositivos para controle automático do nível de água podem ser com bóia, com eletrodos ou termostático. Sua função é ligar a bomba de alimentação quando a água atingir o nível mínimo e desligá-la ao atingir o nível máximo.

### **3.6. Manômetro**

O manômetro é um equipamento destinado a medir a pressão em um determinado recipiente.

Locais de instalações:

Casco da caldeira: controlar a pressão de vapor

### **3.7. Válvulas de segurança**

É um dispositivo de segurança das caldeiras, capaz de descarregar todo o vapor que elas possam gerar, sem que a pressão interna ultrapasse um certo limite. Geralmente este limite é fixado pelo fabricante da caldeira, ficando em torno de 10% acima da pressão máxima de trabalho.

Para que uma válvula de segurança opere corretamente, deve:

- a) Abrir totalmente quando a pressão do vapor atingir um valor fixado, nunca antes disto.
- b) Permanecer aberta enquanto não houver queda de pressão.
- c) Fechar instantaneamente, vedando perfeitamente, assim que a pressão retornar as condições de trabalho do gerador.
- d) Permanecer fechada, sem vazamento, enquanto a pressão permanecer em valores inferiores a sua regulagem.

A válvula de segurança mais indicada é com mola e alavanca para acionamento de teste

### **3.8. Válvulas e conexões em geral**

São acessórios destinados a estabelecer, controlar e interromper o fluxo do fluido em uma tubulação. Em uma instalação industrial encontramos vários tipos como: Válvula de gaveta, válvula de esfera, válvula globo, e válvula de retenção. E as conexões em geral são flanges, juntas de expansão e curvas em gomo.



## **4. OPERAÇÃO DE CALDEIRA**

É a função que garante o funcionamento, evitando assim as falhas do equipamento.

### **4.1. Partida**

É o primeiro start da caldeira do dia.

#### **4.1.1. Recomendações gerais:**

#### **Enchimento da caldeira com água**

Antes de ligar uma caldeira, é recomendável verificar certos itens, os quais estão abaixo relacionados:

- a) Abrir a válvula de entrada da água, ligar a chave geral de energia elétrica, caso a sua caldeira esteja ligada no automático, esta ligará a bomba de alimentação de água juntamente com o alarme, o qual soará até a água atingir o eletrodo de nível mínimo. A bomba deverá desligar automaticamente quando atingir o eletrodo de nível máximo. Caso sua caldeira esteja ligada no manual, deve-se colocá-la em funcionamento até a água atingir o nível normal. Enquanto a bomba estiver operando, controlar o nível de água no seu depósito. Em caso de esvaziamento, desligar a chave geral e aguardar que o depósito volte a encher, quando poderá ser ligada a bomba novamente. Terminada esta operação recomenda-se fechar a válvula de entrada de água.

Antes de ligar a caldeira verifique:

- a) Depósito que devem estar cheios (os que existirem)
- b) Depósito de água de alimentação
- c) Tanque de serviço

Não esquecer de:

- a) Lubricar os mancais dos motores
- b) Limpar os eletrodos para controle de nível
- c) Limpar os vidros dos visores

d) Examinar as chaves eletromagnéticas

As seguintes válvulas devem estar fechadas (que existirem):

- a) Válvula de saída do vapor, até atingira pressão de trabalho, descarga de fundo, válvula de descarga da coluna de nível e indicador de nível, válvula de vapor para o injetor, válvula geral de entrada de água, até o vapor atingir a contra-pressão indicada da válvula de retenção e válvula de vapor do combustor

As seguintes válvulas devem estar abertas (que existirem):

- a) Válvula geral da entrada de água, após o vapor atingir a contra-pressão indicada da válvula de retenção, válvula do visor de nível, válvula da rede de óleo combustível, válvula do vapor do pré-aquecedor e válvula do ar primário

### **Primeiro acendimento**

É importante que uma caldeira nova, seja aquecida gradualmente para que evite-se problemas quanto a dilatação brusca das peças que a constituem. Desta forma, é recomendável ligar a caldeira em fogo baixo por alguns minutos, e desligá-la por outro tanto tempo, repetindo esta operação até o seu aquecimento final.

#### 4.1.2 Sequência de operação para dar partida em caldeiras a lenha:

- a) Depósito que devem estar cheios(os que existirem), depósito de água de alimentação, tanque de serviço, abrir a porta da fornalha, colocar lenha fina e seca, papel e um pouco de combustível seco. Ateie fogo e lentamente coloque mais lenha fina e seca. Ponha lenha um pouco mais grosso e seca. Quando a pressão no interior do gerador de vapor, estiver atingindo a pressão máxima de trabalho, dar uma descarga do visor de nível e no regulador de nível Quando a pressão chegar próxima da pressão de trabalho, abrir lentamente a válvula de saída de vapor, para o seu consume. Lembra-se que neste tipo de caldeira, é fundamental o operador de caldeira controlar constantemente a pressão de vapor, para regular a alimentação de combustível.

## 5. REGULAGEM E CONTROLE

São processos que garante o funcionamento através de leituras, feita pelo operador.

### 5.1. Nível d'água:

Como já foi visto anteriormente, o nível de d'água está baseado em dispositivo que fornecer ao operador de caldeira um controle rígido aliado a segurança e bom desempenho da cadeira. Atualmente o sistema de controle do nível mais difundido é o eletrodos, faremos a seguir algumas considerações sobre o mesmo:

É composto por uma "garrafa" metálica, a qual contém no seu interior, geralmente, três ou quatro eletrodos, esta garrafa possui um dreno na região inferior destinado a limpeza, sendo que esta operação deve ser realizada pelo menos uma vez por dia

Também deve-se proceder, periodicamente, a limpeza dos próprios eletrodos, a fim de que os mesmos não acusem comandos incorretos.

#### Controle de nível por eletrodos:

De nível máximo: Sua função é de acusar o máximo nível d'água permitindo dentro da caldeira, quando o mesmo é atingido o eletrodo enviará um sinal elétrico, ao painel de controle, fazendo com que seja automaticamente interrompido o funcionamento da bomba de alimentação de água;

De nível mínimo: Sua função é oposta ao do nível máximo, ou seja, se o nível d'água dentro da cadeira estiver baixo do eletrodo, o mesmo enviará um comando elétrico ao painel de controle, o qual irá acionar a bomba de alimentação;

De alarme: Caso ocorra algum defeito de operação do eletrodo de nível mínimo, teremos o eletrodo de alarme, qual fará soar uma sirene e também promoverá o desligamento imediato do sistema combustor.

No sistema por eletrodo, tem-se acoplado a garrafa um visor transparente o qual proporcionará um controle visual do nível de água dentro da caldeira. O visor de nível também deverá ser drenado e limpo pelo menos uma vez por dia. No caso do operador realizar a operação de drenagem, jamais deverá deixar o nível de água desaparecer do visor; sob pena de sérios riscos de segurança da caldeira.



Em caldeiras manuais, temos somente o controle visual do nível, sendo tarefa do operador o acionamento/desligamento da bomba de alimentação em injetor.

## 5.2. Combustão

Existem várias maneiras de efetuarmos o controle/regulagem da combustão em geradores de vapor. Veremos a seguir algumas definições técnicas, as quais serão úteis para o estudo da combustão.

a) Poder calorífico superior (PCS);

É a quantidade de calor que o combustível libera na queima por unidade de massa (peso) do combustível. Utilizam o próprio vapor da caldeira como meio de impulsão da água. Quando o vapor passa pelos cônicos divergentes, forma vácuo, abrindo a válvula de admissão e arraste a água do reservatório através da sucção, para dentro da caldeira.

b) Poder calorífico inferior (PCI);

É definido como a quantidade de calor liberada pelo combustível, menos o calor necessário para evaporar a água existente no combustível e também a água formada na reação da combustão.

c) Condição para obtermos uma boa combustão;

Temperatura e pressão adequada do ar e do combustível;  
Perfeita dosagem destes elementos (Ar e Combustível).

d) Ar estequiométrico;

Definimos como sendo a quantidade ideal de ar, necessária para haver combustão completa. Devemos considerar que na composição do ar, consideremos somente o oxigênio como comburente básico.

e) Reações básicas de combustão;

A quantidade de ar ideal para proporcionar a queima completa do combustível. Deve-se salientar que esta quantidade de ar é teórica.

Reação com excesso de ar (ideal):

Para que a combustão seja completa, devido a vários fatores, é necessário que sempre haja excesso de ar.

A porcentagem de excesso de ar, ideal, varia de acordo com o tipo de combustível.

Características de uma boa combustão:

- a) Fuligem:quase inexistente
- b) Fumaça: branca acinzentada
- c) Teor de CO: desprezível
- d) Aspecto de chama; cor alaranjado-claro

Devemos evitar que o excesso de ar seja maior do que o necessário, pois o mesmo causará:

- a) resfriamento de fornalha
- b) Maior consumo de combustível
- c) Baixo teor de CO<sup>2</sup>
- d) Chama muito branca

Reação com falta de ar:

Nesta reação a quantidade de ar será insuficiente para promover a queima completa do combustível.

Características:

- a) - Teor de CO<sup>2</sup> = elevado
- b) - Fuligem = em alto grau
- c) - Fumaça = escura
- d) - Presença de CO nos gases da chaminé = é um gás poluente
- e) - Aspectos de chama = vermelho fuliginosa

### **5.3. Tiragem**

É o processo que garante a introdução do ar para combustão na fornalha e a circulação dos gases resultantes através de todo o gerador de vapor até a saída para atmosfera.

A tiragem pode ser:



- a) Tiragem natural: quando é feita normalmente, sem ajuda de qualquer equipamento. Deve-se este fato a diferença de pressão entre a base e o topo da chaminé provocada pela diferença de temperatura dos gases de exaustão.
- b) Tiragem forçada: quando o ventilador insufla o ar de combustão na fornalha.
- c) Tiragem induzida: quando o ventilador é colocado após a caldeira para retirar os gases de exaustão.
- d) Tiragem mista: quando é colocado um ventilador para insuflar o ar de combustão na fornalha e outro após a caldeira para retirar os gases de exaustão.

#### **5.4. Pressostato**

A função do pressostato, em caldeiras automático, é desligar o sistema de combustão (ventilador) quando a pressão do vapor atingir um valor estabelecido, tornando a ligá-lo quando esta pressão cair até um outro valor fixado.

O pressostato desempenha, portanto, importante papel, pois é ele que não permite a ultrapassagem da pressão máxima de trabalho, tarefa esta executada pelo operador nas caldeiras não automáticas.

Várias vezes ao dia, o operador de caldeira deverá examinar o correto funcionamento do pressostato de máxima pressão.

#### **5.5. Controle visual da combustão:**

Existe algumas formas, não muito precisas, para se conseguir controle visual da combustão em um gerador de vapor, que podem ser.

Quanto a fumaça na saída da chaminé:

- a) Branca = excesso de ar
- b) Preta = falta de ar, fornalha fria
- c) Fagulhas, fuligem fumaça e coque na fornalha = ar primário insuficiente
- d) Fumaça pouco volumosa e acinzentada = Boa combustão.

Quanto a chama:

- a) Chama vermelha – fuliginosa = combustão incompleta
- b) Chama muito branca = excesso de ar
- c) Chama com fagulhas = má atomização
- d) Chama alaranjado claro = boa combustão

## 6. TESTE DE OPERAÇÃO

Durante o funcionamento normal de uma caldeira, o operador deve testar os equipamentos de controle e operação da caldeira. Os principais testes que devem ser feitos são:

a) Testar válvula de segurança;

As alavancas das válvulas de segurança devem ser puxadas pelo menos uma vez por semana, com toda a pressão da caldeira, a fim de se evitar que a sede das mesmas fiquem presas por falta de uso.

b) Regulador de nível;

Caso a caldeira possua controle automático do nível de água, uma vez por dia deve ser testado o seu funcionamento.

c) Pressostato de pressão máxima;

Várias vezes ao dia, o operador de caldeira deverá examinar o correto funcionamento do pressostato de máxima pressão.

### 6.1. Defeitos de operação, causas prováveis e providências a tomar:

Os principais itens de uma caldeira que poderão apresentar defeitos, quando em operação, estão em operação, estão abaixo descritos:

a) Sistemas de alimentação de água;

1º Bomba de água

2º Regulador de nível automático

b) Ventilador (exaustor) de ar

c) Pressão de vapor

d) Manômetro

e) Gases de escape

f) Motores

## 7. ROTEIRO DE VISTORIA DÁRIA

Além dos testes de operação, o operador de caldeira deverá seguir um roteiro diário de vistoria, com o objetivo de garantir a segurança e o bom funcionamento do gerador de vapor.

O roteiro de vistoria é o seguinte:

- a) Verificar se o depósito de água de caldeira está sendo abastecimento corretamente, manômetros e termômetros de ar, água e gases de combustão, nível de água, exaustor, executar descarga de fundo, bombas existentes, combustão na fornalha, através da cor da fumaça na chaminé, movimentar periodicamente todas as válvulas, para evitar que estas fiquem presas, drenar o indicador de nível, manter a casa de caldeira limpa e nunca abandonar a casa de caldeira.

Outras preocupações que devem ser tomadas pelo operador de caldeiras são:

- a) Evitar chamas desprotegidas no ambiente, pois as mesmas poderão provocar princípios de incêndio, manter os extintores de incêndio em perfeitas condições de funcionamento e nunca ultrapassar a pressão máxima de trabalho recomendada na plaqueta. Lembrar-se que a pressão máxima pode ter sido reduzida, em virtude da inspeção de segurança da caldeira.

## **8. FINALIDADE DO TRATAMENTO DE ÁGUA**

A água de alimentação da caldeira, independente do tipo e extensão do tratamento externo, pode conter contaminantes que eventualmente causam problemas. Os principais problemas associados ao tratamento de água de caldeira são:

- a) Corrosão é o ataque sofrido pelos metais componentes do sistema de geração de vapor, provocado pela água e suas impurezas.
- b) Incrustação é depósitos ou precipitações sólidas na superfície da caldeira, no interior da tubulação e equipamentos, reduzindo a transferência de calor.
- c) Arraste é a passagem de água, em fase líquida, para o sistema de distribuição de vapor.



## **9. MANUTENÇÃO**

É o processo que restaura a condição normal, de operação da caldeira.

### **9.1. Corretiva**

A manutenção corretiva é aquela realizada com a falha e visa restaurar a capacidade produtiva de um equipamento.

### **9.2. Preventiva**

É um dos tipos de manutenção mais importantes para indústria e que requer esforços de planejamento e treinamento das equipes especializadas, sempre com o intuito de manter os equipamentos na mais extrema disponibilidade, com base em procedimentos de confiabilidade.

## **10. METODOLOGIA**

### **10.1. Ocorrências nas empresas**

Difícilmente uma caldeira dá manutenção corretiva, porém não podemos evitar imprevistos trabalhando sem monitoramento adequado, com isso na maioria das empresas quando ocorre a impossibilidade do uso da caldeira a primeira ação é recorrer ao ultimo engenheiro no qual fez a inspeção, que geralmente fica por conta de somente inspeção em caldeiras e vasos sob pressão conforme NR 13. Não fornecendo assim manutenção corretiva o que gera certo desconforto.

### **10.2. Capacidade do operador**

O pré-requisito mínimo para participação como aluno, no "Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras" é o atestado de conclusão do 1º grau.

## **11. RESULTADOS**

### **11.1. Empresas**

É satisfatório, pois com a habilidade e conhecimento do operador a empresa nem sempre precisará de terceiros para executar a manutenção.

### **11.2. Operadores de caldeiras**

Consequentemente com a habilidade e conhecimento, sua renda poderá ser aumentada devido à confiabilidade do equipamento e a não recorrer a terceiros.



**MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO  
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO  
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO**

Trata-se de proposta de texto para **revisão** da Norma Regulamentadora n.º 13 (Caldeiras e Vasos de Pressão) disponibilizada em Consulta Pública pela Portaria SIT n.º 368, de 18 de abril de 2013 para coleta de sugestões da sociedade, em conformidade com a Portaria MTE n.º 1.127, de 02 de outubro de 2003.

As sugestões podem ser encaminhadas ao Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho - DSST, **até o dia 17 de junho de 2013**, das seguintes formas:

a) via e-mail:

[normatizacao.sit@mte.gov.br](mailto:normatizacao.sit@mte.gov.br)

b) via correio:

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO

Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho

Coordenação-Geral de Normatização e Programas

Esplanada dos Ministérios - Bloco "F" - Anexo "B" - 1º Andar - Sala 107 - CEP 70059-900 - Brasília - DF

**NORMA REGULAMENTADORA N.º 13  
CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES**  
*(Proposta de Texto)*

**Sumário**

13.1. Introdução

13.2. Abrangência

13.3. Disposições Gerais

13.4. Caldeiras

13.5. Vasos de Pressão

13.6. Tubulações

13.7 Glossário

**Anexo I** - Capacitação de Pessoal.

**Anexo II** - Requisitos para Certificação de Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos.

**13.1. Introdução**

13.1.1. Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e saúde dos trabalhadores.



**13.1.2.** O empregador é o responsável pela adoção das medidas preconizadas nesta NR.

### **13.2.** Abrangência

**13.2.1.** Esta NR deve ser aplicada aos seguintes equipamentos:

- a) todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1.
- b) vasos de pressão cujo produto PV seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa e V o seu volume interno em m<sup>3</sup>;
- c) vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2 (a), independente das dimensões e do produto PV;
- d) recipientes móveis conforme item 0 desta NR;
- 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 (a) desta NR.

**13.2.2.** Os equipamentos abaixo relacionados devem ser submetidos à avaliação de integridade prevista em códigos ou normas nacionais ou internacionais pertinentes, ficando dispensados do cumprimento dos demais requisitos desta NR:

- a) recipientes transportáveis, vasos destinados ao transporte de produtos, reservatórios portáteis de fluido comprimido e extintores de incêndio;
- b) vasos de pressão destinados à ocupação humana;
- c) vasos que façam parte integrante de pacote de máquinas rotativas ou alternativas;
- d) dutos;
- e) fornos e serpentinas para troca térmica;
- f) tanques e recipientes para armazenamento e estocagem de fluidos não enquadrados em normas e códigos de projeto relativos a vasos de pressão;
- g) vasos com diâmetro interno inferior a 150 mm (cento e cinquenta milímetros) para fluidos das classes B, C e D, conforme especificado no item 13.5.1.2 (a);
- h) trocadores de calor por placas corrugadas gaxetadas;
- i) geradores de vapor;
- j) tubos de sistemas de instrumentação com diâmetro nominal  $\leq 12,7$  mm (doze vírgula sete milímetros);
- k) tubulações de redes públicas de tratamento e distribuição.

### **13.3.** Disposições Gerais

**13.3.1.** Constitui condição de risco grave e iminente - RGI o não cumprimento de qualquer item previsto nesta NR que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho, com lesão grave à integridade física do trabalhador.

**13.3.1.1.** As condições específicas listadas abaixo constituem RGI sem a necessidade de justificativa para enquadramento:



- a) operação de equipamentos abrangidos por esta NR sem os dispositivos de segurança contra sobrepressão previstos em seus respectivos códigos de projeto;
- b) atraso na inspeção de segurança periódica de caldeiras;
- c) bloqueio inadvertido ou intencional de instrumentos e dispositivos de controle de pressão de caldeiras e vasos de pressão, sem a devida justificativa técnica baseada em códigos, normas ou procedimentos formais de operação do equipamento ou sistema protegido;
- d) ausência de dispositivo operacional de controle de nível de água de caldeira;
- e) operação de equipamento abrangido por esta NR com continuidade operacional não recomendada por relatório de inspeção de segurança, de acordo com seu respectivo código de projeto ou de adequação ao uso;
- f) operação de caldeira por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos no Anexo I desta NR, ou que não esteja sob supervisão, acompanhamento ou assistência específica de operador qualificado.

**13.3.1.2.** Por motivo de força maior e com justificativa formal do empregador, acompanhada por análise técnica e respectivas medidas de contingência para mitigação dos riscos, elaborada por PH, poderá ocorrer postergação de até 6 (seis) meses do prazo previsto para a inspeção de segurança periódica da caldeira.

**13.3.1.2.1.** O empregador deve comunicar ao Sindicato dos trabalhadores da categoria predominante no estabelecimento a justificativa formal do empregador para postergação da inspeção de segurança periódica da caldeira.

**13.3.2.** Para efeito desta NR, considera-se Profissional Habilitado - PH aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento, operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras, vasos de pressão e tubulações, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

**13.3.3.** Todos os reparos ou alterações em equipamentos abrangidos por esta NR devem respeitar o respectivo código de projeto e as prescrições do fabricante no que se refere a:

- a) materiais;
- b) procedimentos de execução;
- c) procedimentos de controle de qualidade;
- d) qualificação e certificação de pessoal.

**13.3.4.** Quando não for conhecido o código de projeto, deverá ser obedecida a concepção original do vaso ou caldeira, empregando-se procedimentos de controle, prescritos pelos códigos pertinentes.

**13.3.5.** A critério do PH, podem ser utilizadas tecnologia de cálculo ou procedimentos mais avançados, em substituição aos previstos pelos códigos de projeto.

**13.3.6.** Projetos de alteração ou reparo - PAR devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:

- a) sempre que as condições de projeto forem modificadas;

b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.

**13.3.7.** O PAR deve:

- a) ser concebido ou aprovado por PH;
- b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal;
- c) ser divulgado para empregados do estabelecimento que possam estar envolvidos com o equipamento.

**13.3.8.** Todas as intervenções que exijam mandrilamento ou soldagem em partes que operem sob pressão devem ser objeto de exames ou testes para controle da qualidade com parâmetros definidos pelo PH, de acordo com normas ou códigos aplicáveis.

**13.3.9.** Os sistemas de controle e segurança das caldeiras e dos vasos de pressão devem ser submetidos à manutenção preventiva ou preditiva.

**13.3.10.** O empregador deve comunicar ao órgão regional do Ministério do Trabalho e Emprego e ao sindicato da categoria profissional predominante no estabelecimento a ocorrência de vazamento, incêndio ou explosão envolvendo equipamentos abrangidos nesta NR que tenha como consequência uma das situações a seguir:

- a) morte de trabalhador(es);
- b) acidentes que implicaram em necessidade de internação hospitalar.

**13.3.10.1.** A comunicação deve ser encaminhada até o segundo dia útil após a ocorrência e deve conter:

- a) nome da empregador, endereço, local, data e hora da ocorrência;
- b) descrição da ocorrência;
- c) nome e função da(s) vítima(s);
- d) procedimentos de investigação adotados;
- e) cópia do último relatório de inspeção de segurança.
- f) cópia da comunicação de acidente de trabalho (CAT).

**13.3.10.2.** Na ocorrência de acidentes previstos no item 13.3.10, o empregador deve convidar a representação sindical dos trabalhadores predominante do estabelecimento para compor uma comissão de investigação.

**13.3.10.3.** Os trabalhadores, com base em sua capacitação e experiência, devem interromper suas tarefas, exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

**13.3.10.4.** O empregador deverá apresentar, quando exigida pela autoridade competente do órgão regional do Ministério do Trabalho e Emprego, a documentação mencionada nos subitens 13.4.1.6, 13.5.1.6 e 13.6.1.4.



## **13.4. Caldeiras**

### **13.4.1. Caldeiras a vapor - disposições gerais**

**13.4.1.1.** Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia.

**13.4.1.2.** Para os propósitos desta NR, as caldeiras são classificadas em 3 (três) categorias, conforme segue:

- a) caldeiras da categoria A são aquelas cuja pressão de operação é igual ou superior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm<sup>2</sup>);
- b) caldeiras da categoria C são aquelas cuja pressão de operação é igual ou inferior a 588 kPa (5,99 kgf/cm<sup>2</sup>) e o volume interno é igual ou inferior a 100 L (cem litros);
- c) caldeiras da categoria B são todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.

**13.4.1.3.** As caldeiras devem ser dotadas dos seguintes itens:

- a) válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à pressão máxima de trabalho admissível - PMTA, considerados os requisitos do código de projeto relativos a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração;
- b) instrumento que indique a pressão do vapor acumulado;
- c) sistema independente de alimentação de água com intertravamento que evite o seu superaquecimento, para caldeiras de combustível sólido não atomizado ou com queima em suspensão;
- d) sistema dedicado de drenagem rápida de água, em caldeiras de recuperação de álcalis, com ações automáticas após acionamento pelo operador;
- e) sistema automático de controle do nível de água com intertravamento, que evite o superaquecimento por alimentação deficiente.

**13.4.1.4.** Toda caldeira deve ter afixada em seu corpo, em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) fabricante;
- b) número de ordem dado pelo fabricante da caldeira;
- c) ano de fabricação;
- d) pressão máxima de trabalho admissível;
- e) pressão de teste hidrostático de fabricação;
- f) capacidade de produção de vapor;
- g) área de superfície de aquecimento;
- h) código de projeto e ano de edição.

**13.4.1.5.** Além da placa de identificação, devem constar, em local visível, a categoria da caldeira, conforme definida no subitem 13.4.1.2 desta NR, e seu número ou código de identificação.

**13.4.1.6.** Toda caldeira deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalada, a seguinte documentação, devidamente atualizada:

- a) Prontuário da caldeira, contendo as seguintes informações:
  - código de projeto e ano de edição;
  - especificação dos materiais;
  - procedimentos utilizados na fabricação, montagem, inspeção final e determinação da PMTA;
  - registros da execução do teste hidrostático de fabricação;
  - conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da vida útil da caldeira;
  - características funcionais;
  - dados dos dispositivos de segurança;
  - ano de fabricação;
  - categoria da caldeira;
- b) Registro de Segurança, em conformidade com o subitem 13.4.1.9;
- c) Projeto de instalação, em conformidade com o subitem 13.4.2.1;
- d) PAR, em conformidade com os subitens 13.3.6 e 13.3.7;
- e) Relatórios de inspeção, em conformidade com os subitens 13.4.4.14.

**13.4.1.7.** Quando inexistente ou extraviado, o prontuário da caldeira deve ser reconstituído pelo empregador, com responsabilidade técnica do fabricante ou de PH, sendo imprescindível a reconstituição das características funcionais, dos dados dos dispositivos de segurança e dos procedimentos para determinação da PMTA.

**13.4.1.8.** Quando a caldeira for vendida ou transferida de estabelecimento, os documentos mencionados nas alíneas (a), (d), e (e) do subitem 13.4.1.6 devem acompanhá-la.

**13.4.1.9.** O Registro de Segurança deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado com confiabilidade equivalente, onde serão registradas:

- a) todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança da caldeira;
- b) as ocorrências de inspeções de segurança e extraordinárias, devendo constar a condição operacional da caldeira, o nome legível e assinatura de PH e do operador de caldeira presente na ocasião da inspeção.

**13.4.1.10.** Caso a caldeira venha a ser considerada inadequada para uso, o Registro de Segurança deve conter tal informação e receber encerramento formal.

**13.4.1.11.** A documentação referida no subitem 13.4.1.6 deve estar sempre à disposição para consulta dos operadores, do pessoal de manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, devendo o empregador assegurar pleno acesso a essa documentação.

**13.4.2.** Instalação de caldeiras a vapor.

**13.4.2.1.** A autoria do projeto de instalação de caldeiras a vapor, no que concerne ao atendimento desta NR, é de responsabilidade de PH, e deve obedecer aos aspectos de



segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Reguladoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

**13.4.2.2.** As caldeiras de qualquer estabelecimento devem ser instaladas em casa de caldeiras ou em local específico para tal fim, denominado área de caldeiras.

**13.4.2.3.** Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, a área de caldeiras deve satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) estar afastada de, no mínimo, 3,00 m (três metros) de:
  - outras instalações do estabelecimento;
  - de depósitos de combustíveis, excetuando-se reservatórios para partida com até 2000 L (dois mil litros) de capacidade;
  - do limite de propriedade de terceiros;
  - do limite com as vias públicas;
- b) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
- c) dispor de acesso fácil e seguro, necessário à operação e à manutenção da caldeira, sendo que, para guarda-corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;
- d) ter sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação atendendo às normas ambientais vigentes;
- e) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;
- f) ter sistema de iluminação de emergência caso opere à noite.

**13.4.2.4.** Quando a caldeira estiver instalada em ambiente fechado, a casa de caldeiras deve satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) constituir prédio separado, construído de material resistente ao fogo, podendo ter apenas uma parede adjacente a outras instalações do estabelecimento, porém com as outras paredes afastadas de, no mínimo, 3,00 m (três metros) de outras instalações, do limite de propriedade de terceiros, do limite com as vias públicas e de depósitos de combustíveis, excetuando-se os reservatórios para partida com até 2000 L (dois mil litros) de capacidade;
- b) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
- c) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;
- d) dispor de sensor para detecção de vazamento de gás quando se tratar de caldeira a combustível gasoso;
- e) não ser utilizada para qualquer outra finalidade;
- f) dispor de acesso fácil e seguro, necessário à operação e à manutenção da caldeira, sendo que, para guarda-corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;
- g) ter sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão para fora da área de operação, atendendo às normas ambientais vigentes;
- h) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes e ter sistema de iluminação de emergência.

**13.4.2.5.** Quando o estabelecimento não puder atender ao disposto nos subitens 13.4.2.3 e 13.4.2.4, deverá ser elaborado projeto alternativo de instalação, com medidas complementares de segurança, que permitam a atenuação dos riscos, comunicando previamente a representação sindical dos trabalhadores predominante no estabelecimento.

**13.4.2.6.** As caldeiras classificadas na categoria A deverão possuir painel de instrumentos instalado em sala de controle, construída segundo o que estabelecem as Normas Regulamentadoras aplicáveis.

**13.4.3.** Segurança na operação de caldeiras.

**13.4.3.1.** Toda caldeira deve possuir manual de operação atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, contendo no mínimo:

- a) procedimentos de partidas e paradas;
- b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;
- c) procedimentos para situações de emergência;
- d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente.

**13.4.3.2.** Os instrumentos e controles de caldeiras devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais.

**13.4.3.2.1.** Poderá ocorrer a neutralização provisória nos instrumentos e controles, desde que não impactem na segurança operacional, estejam previstos nos procedimentos formais de operação e manutenção ou com justificativa formalmente documentada, com prévia análise técnica e respectivas medidas de contingência para mitigação dos riscos, elaborada por PH.

**13.4.3.3.** A qualidade da água deve ser controlada e tratamentos devem ser implementados, quando necessários para compatibilizar suas propriedades físico-químicas com os parâmetros de operação da caldeira.

**13.4.3.4.** Toda caldeira a vapor deve estar obrigatoriamente sob operação e controle de operador de caldeira.

**13.4.3.5.** Será considerado operador de caldeira aquele que satisfizer o disposto no item A do Anexo I desta NR e seus subitens.

**13.4.4.** Inspeção de segurança de caldeiras.

**13.4.4.1.** As caldeiras devem ser submetidas a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária.

**13.4.4.2.** A inspeção de segurança inicial deve ser feita em caldeiras novas, antes da entrada em funcionamento, no local de operação, devendo compreender exame interno, seguido de teste de estanqueidade e exame externo.



**13.4.4.3.** As caldeiras devem obrigatoriamente ser submetidas a TH em sua fase de fabricação, com a comprovação por meio de laudo assinado por PH, e ter o valor da pressão de teste afixado em sua placa de identificação.

**13.4.4.3.1.** Nos casos onde o TH não tenha sido realizado na fabricação ou na ausência do laudo ou por recomendação do PH, este deverá ser feito durante a próxima inspeção.

**13.4.4.4.** A inspeção de segurança periódica, constituída por exames interno e externo, deve ser executada nos seguintes prazos máximos:

- a) 12 (doze) meses para caldeiras das categorias A, B e C;
- b) 15 (quinze) meses para caldeiras de recuperação de álcalis de qualquer categoria;
- c) 24 (vinte e quatro) meses para caldeiras da categoria A, desde que aos 12 (doze) meses sejam testadas as pressões de abertura das válvulas de segurança;
- d) 40 (quarenta) meses para caldeiras especiais conforme definido no item 13.4.4.6.

**13.4.4.5.** Estabelecimentos que possuam Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos - SPIE, conforme estabelecido no Anexo II, podem estender seus períodos entre inspeções de segurança, respeitando os seguintes prazos máximos:

- a) 24 (vinte e quatro) meses para as caldeiras de recuperação de álcalis e as das categorias B e C;
- b) 30 (trinta) meses para caldeiras da categoria A.

**13.4.4.6.** As caldeiras que operam de forma contínua e que utilizam gases ou resíduos das unidades de processo, como combustível principal para aproveitamento de calor ou para fins de controle ambiental podem ser consideradas especiais quando todas as condições seguintes forem satisfeitas:

- a) estiverem instaladas em estabelecimentos que possuam SPIE citado no Anexo II;
- b) tenham testados a cada 12 (doze) meses o sistema de intertravamento e a pressão de abertura de cada válvula de segurança;
- c) não apresentem variações inesperadas na temperatura de saída dos gases e do vapor durante a operação;
- d) exista análise e controle periódico da qualidade da água;
- e) exista controle de deterioração dos materiais que compõem as principais partes da caldeira;
- f) exista parecer técnico de PH fundamentando tecnicamente a decisão.

**13.4.4.6.1.** O empregador deve comunicar ao Órgão Regional do Ministério do Trabalho e Emprego e ao Sindicato dos trabalhadores da categoria predominante no estabelecimento, previamente, o enquadramento como caldeira especial.

**13.4.4.7.** No máximo ao completar 25 (vinte e cinco) anos de uso, na sua inspeção subsequente, as caldeiras devem ser submetidas a uma avaliação de integridade com maior abrangência para determinar a sua vida remanescente e novos prazos máximos para inspeção, caso ainda estejam em condições de uso.

**13.4.4.8.** As válvulas de segurança instaladas em caldeiras devem ser inspecionadas periodicamente conforme segue:

- a) pelo menos 1 (uma) vez por mês, mediante acionamento manual da alavanca, em operação, para caldeiras das categorias B e C, excluídas as caldeiras que vaporizem fluido térmico;
- b) as válvulas flangeadas devem ser desmontadas, inspecionadas e testadas em bancada, e nas válvulas soldadas feito o mesmo no campo, com uma frequência de calibração compatível com o histórico operacional das mesmas, sendo estabelecidos como limites máximos para essas atividades os períodos de inspeção estabelecidos no subitem 13.4.4.4 e 13.4.4.5, se aplicável para caldeiras de categorias A e B.

**13.4.4.9.** Adicionalmente aos testes prescritos no subitem 13.4.4.8, as válvulas de segurança instaladas em caldeiras podem ser submetidas a testes de acumulação, a critério do PH.

**13.4.4.10.** A inspeção de segurança extraordinária 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.

**13.4.4.11.** A inspeção de segurança deve ser realizada sob a responsabilidade técnica de PH.

**13.4.4.12.** Imediatamente após a inspeção da caldeira, deve ser anotado no registro de segurança a sua condição operacional e em até 90 (noventa) dias deve ser emitido o relatório, que passa a fazer parte da sua documentação.

**13.4.4.13.** O empregador deve informar à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento, num prazo máximo de 30 (trinta) dias a contar do seu término, a conclusão da inspeção de segurança.

**13.4.4.13.1.** Mediante o recebimento de requisição formal, o empregador deve encaminhar a representação sindical predominante no estabelecimento, no prazo máximo de 10 (dez) após a sua elaboração, a cópia do relatório de inspeção.

**13.4.4.13.2.** A representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento poderá solicitar ao empregador que seja enviada de maneira regular cópia do relatório de inspeção de segurança da caldeira em prazo de 30 (trinta) dias após a sua elaboração, ficando o empregador desobrigado a atender os itens 13.4.4.13 e 13.4.4.13.1.

**13.4.4.14.** O relatório de inspeção, mencionado no subitem 13.4.1.6, em páginas numeradas, deve conter no mínimo:

- a) dados constantes na placa de identificação da caldeira;
- b) categoria da caldeira;
- c) tipo da caldeira;



- d) tipo de inspeção executada;
- e) data de início e término da inspeção;
- f) descrição das inspeções, exames e testes executados;
- g) registros fotográficos do exame interno da caldeira;
- h) resultado das inspeções e providências;
- i) relação dos itens desta NR que não estão sendo atendidos;
- j) recomendações e providências necessárias;
- k) parecer conclusivo quanto a integridade da caldeira até a próxima inspeção;
- l) data prevista para a nova inspeção da caldeira;
- m) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

**13.4.4.15.** As recomendações decorrentes da inspeção devem ser registradas e implementadas pelo empregador, com a determinação de prazos e responsáveis pela execução.

**13.4.4.16.** Sempre que os resultados da inspeção determinarem alterações dos dados de projeto, a placa de identificação e a documentação do prontuário devem ser atualizadas.

### **13.5. Vasos de Pressão**

#### **13.5.1. Vasos de pressão - disposições gerais.**

**13.5.1.1.** Vasos de pressão são equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa diferente da atmosférica.

**13.5.1.2.** Para efeito desta NR, os vasos de pressão são classificados em categorias segundo a classe de fluido e o potencial de risco.

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

Classe A:

- fluidos inflamáveis;
- combustível 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);

Classe C:

- vapor de água, gases asfíxiantes simples ou ar comprimido;

Classe D:

- outro fluido não enquadrado acima.

- b) Quando se tratar de mistura deverá ser considerado para fins de classificação o fluido que apresentar maior risco aos trabalhadores e instalações, considerando-se sua toxicidade, inflamabilidade e concentração.
- c) Os vasos de pressão são classificados em grupos de potencial de risco em função do produto PV, onde P é a pressão máxima de operação em MPa e V o seu volume em m<sup>3</sup>, conforme segue:
- Grupo 1 -  $PV \geq 100$   
 Grupo 2 -  $PV < 100$  e  $PV \geq 30$   
 Grupo 3 -  $PV < 30$  e  $PV \geq 2,5$   
 Grupo 4 -  $PV < 2,5$  e  $PV \geq 1$   
 Grupo 5 -  $PV < 1$
- d) Vasos de pressão que operem sob a condição de vácuo deverão enquadrar-se nas seguintes categorias:
- categoria I: para fluidos inflamáveis ou combustíveis;
  - categoria V: para outros fluidos.
- e) A tabela a seguir classifica os vasos de pressão em categorias de acordo com os grupos de potencial de risco e a classe de fluido contido.

## CATEGORIAS DE VASOS DE PRESSÃO

Classe de Fluido	Grupo de Potencial de Risco				
	1 P.V $\geq 100$	2 P.V $< 100$ P.V $\geq 30$	3 P.V $< 30$ P.V $\geq 2,5$	4 P.V $< 2,5$ P.V $\geq 1$	5 P.V $< 1$
	Categorias				
A - Fluido inflamável, combustível com temperatura igual ou superior a 200 °C - Tóxico com limite de tolerância $\leq 20$ ppm - Hidrogênio - Acetileno	I	I	II	III	III
B - Combustível com temperatura menor que 200 °C - Tóxico com limite de tolerância $> 20$ ppm	I	II	III	IV	IV
C - Vapor de água - Gases asfixiantes simples - Ar comprimido	I	II	III	IV	V
D - Outro fluido	II	III	IV	V	V



Notas:

- a) Considerar volume em m<sup>3</sup> e pressão em MPa;
- b) Considerar 1 MPa correspondente a 10,197 kgf/cm<sup>2</sup>.

**13.5.1.3.** 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 a PMTA, considerados os requisitos do código de projeto relativas a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração;
- b) dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula quando este não estiver instalado diretamente no vaso;
- c) instrumento que indique a pressão de operação, instalado diretamente no vaso ou no sistema que o contenha.

**13.5.1.4.** Todo vaso de pressão deve ter afixado em seu corpo em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) fabricante;
- b) número de identificação;
- c) ano de fabricação;
- d) pressão máxima de trabalho admissível;
- e) pressão de teste hidrostático de fabricação;
- f) código de projeto e ano de edição.

**13.5.1.5.** Além da placa de identificação, deve constar, em local visível, a categoria do vaso, conforme item 13.5.1.2, e seu número ou código de identificação.

**13.5.1.6.** Todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, a seguinte documentação devidamente atualizada:

- a) Prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, contendo as seguintes informações:
  - código de projeto e ano de edição;
  - especificação dos materiais;
  - procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final e determinação da PMTA;
  - conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil;
  - pressão máxima de operação;
  - registros documentais do teste hidrostático;
  - características funcionais;
  - dados dos dispositivos de segurança;
  - ano de fabricação;
  - categoria do vaso;
- b) Registro de Segurança em conformidade com o subitem 13.5.1.8;
- c) Projeto de instalação em conformidade com o item 13.5.2.5 e 13.5.2.6;
- d) Projeto de alteração ou reparo em conformidade com os subitens 13.3.6 e 13.3.7;

e) Relatórios de inspeção em conformidade com o subitem 13.5.4.13.

**13.5.1.7.** Quando inexistente ou extraviado, o prontuário do vaso de pressão deve ser reconstituído pelo empregador, com responsabilidade técnica do fabricante ou de PH, sendo imprescindível a reconstituição das características funcionais, dos dados dos dispositivos de segurança e dos procedimentos para determinação da PMTA.

**13.5.1.8.** O Registro de Segurança deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado com confiabilidade equivalente onde serão registradas:

- a) todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança dos vasos;
- b) as ocorrências de inspeções de segurança e extraordinárias, devendo constar a condição operacional do vaso.

**13.5.1.9.** A documentação referida no subitem 13.5.1.6 deve estar sempre à disposição para consulta dos operadores, do pessoal de manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, devendo o empregador assegurar pleno acesso a essa documentação inclusive à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento, quando formalmente solicitado.

**13.5.2.** Instalação de vasos de pressão.

**13.5.2.1.** Todo vaso de pressão deve ser instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, sejam facilmente acessíveis.

**13.5.2.2.** Quando os vasos de pressão forem instalados em ambientes fechados, a instalação deve satisfazer os seguintes requisitos:

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

**13.5.2.3.** Quando o vaso de pressão for instalado em ambiente aberto, a instalação deve satisfazer as alíneas (a), (b), (d) e (e) do subitem 13.5.2.2.

**13.5.2.4.** Quando o estabelecimento não puder atender ao disposto no subitem 13.5.2.2, deve ser elaborado projeto alternativo de instalação com medidas complementares de segurança que permitam a atenuação dos riscos.

**13.5.2.5.** A autoria do projeto de instalação de vasos de pressão enquadrados nas categorias I, II e III, conforme item 13.5.2.6, no que concerne ao atendimento desta NR, é de



responsabilidade de PH e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

**13.5.2.6.** O projeto de instalação deve conter pelo menos a planta baixa do estabelecimento, com o posicionamento e a categoria de cada vaso e das instalações de segurança.

**13.5.3.** Segurança na operação de vasos de pressão.

**13.5.3.1.** Todo vaso de pressão enquadrado nas categorias I ou II deve possuir manual de operação próprio ou instruções de operação contidas no manual de operação de unidade onde estiver instalado, em língua portuguesa e de fácil acesso aos operadores, contendo no mínimo:

- a) procedimentos de partidas e paradas;
- b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;
- c) procedimentos para situações de emergência;
- d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente.

**13.5.3.2.** Os instrumentos e controles de vasos de pressão devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais.

**13.5.3.2.1.** Poderá ocorrer a neutralização provisória nos instrumentos e controles, desde que não impactem na segurança operacional, estejam previstos nos procedimentos formais de operação e manutenção ou com justificativa formalmente documentada, com prévia análise técnica e respectivas medidas de contingência para mitigação dos riscos, elaborada por PH.

**13.5.3.3.** A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categorias I ou II deve ser efetuada por profissional capacitado conforme o Anexo I desta NR;

**13.5.4.** Inspeção de segurança de vasos de pressão.

**13.5.4.1.** Os vasos de pressão devem ser submetidos a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária.

**13.5.4.2.** A inspeção de segurança inicial deve ser feita em vasos novos, antes de sua entrada em funcionamento, no local definitivo de instalação, devendo compreender exames externo e interno.

**13.5.4.3.** Os vasos de pressão categorias IV ou V de fabricação em série, certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO, que possuam válvula de segurança calibrada de fábrica ficam dispensados da inspeção inicial e da documentação referida no item 13.5.1.6 c), desde que instalados de acordo com as recomendações do fabricante.

**13.5.4.4.** Os vasos de pressão deverão obrigatoriamente ser submetidos a TH em sua fase de fabricação, com a sua comprovação por meio de laudo assinado por PH, e ter os dados da pressão de teste afixados em sua placa de identificação.

**13.5.4.4.1.** Nos casos onde o TH não tenha sido realizado na fabricação ou na ausência do laudo ou por recomendação do PH, este deve ser feito durante a próxima inspeção.

**13.5.4.5.** A Inspeção de segurança periódica, constituída por exames externo e interno deve obedecer aos seguintes prazos máximos estabelecidos a seguir:

a) para estabelecimentos que não possuam SPIE conforme citado no Anexo II:

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno
I	1 ano	3 anos
II	2 anos	4 anos
III	3 anos	6 anos
IV	4 anos	8 anos
V	5 anos	10 anos

b) para estabelecimentos que possuam SPIE conforme citado no Anexo II, consideradas as tolerâncias nele previstas:

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno
I	3 anos	6 anos
II	4 anos	8 anos
III	5 anos	10 anos
IV	6 anos	12 anos
V	7 anos	a critério

**13.5.4.6.** Vasos de pressão que não permitam acesso visual para o exame interno ou externo por impossibilidade física devem ser submetidos alternativamente a outros exames não destrutivos e metodologias de avaliação da integridade, a critério do PH, baseados em normas e códigos aplicáveis à identificação de mecanismos de deterioração.

**13.5.4.7.** Vasos com enchimento interno ou com catalisador podem ter a periodicidade de exame interno ampliada, de forma a coincidir com a época da substituição de enchimentos ou de catalisador, desde que esta ampliação seja precedida de estudos conduzidos por PH, baseados em normas e códigos aplicáveis, onde sejam implementadas tecnologias alternativas para a avaliação da sua integridade estrutural.

**13.5.4.8.** Vasos com temperatura de operação inferior a 0 °C (zero graus Celsius) e que operem em condições nas quais a experiência mostre que não ocorre deterioração é obrigatório exame interno a cada 20 (vinte) anos e exame externo a cada 2 (dois) anos.

**13.5.4.9.** As válvulas de segurança dos vasos de pressão devem ser desmontadas, inspecionadas e calibradas com intervalo de tempo não superior ao previsto para a inspeção de segurança periódica interna dos vasos de pressão por elas protegidos.

**13.5.4.10.** A inspeção de segurança extraordinária deve ser feita nas seguintes oportunidades:

- a) sempre que o vaso for danificado por acidente ou outra ocorrência que comprometa sua segurança;
- b) quando o vaso for submetido a reparo ou alterações importantes, capazes de alterar sua condição de segurança;



- c) antes de o vaso ser recolocado em funcionamento, quando permanecer inativo por mais de 12 (doze) meses;
- d) quando houver alteração do local de instalação do vaso, exceto para vasos de pressão móveis.

**13.5.4.11.** A inspeção de segurança deve ser realizada sob a responsabilidade técnica de PH.

**13.5.4.12.** Imediatamente após a inspeção do vaso, deve ser anotado no registro de segurança a sua condição operacional, e em até 90 (noventa) dias deve ser emitido o relatório, que passa a fazer parte da sua documentação.

**13.5.4.13.** O relatório de inspeção, em páginas numeradas, deve conter no mínimo:

- a) identificação do vaso de pressão;
- b) fluidos de serviço e categoria do vaso de pressão;
- c) tipo do vaso de pressão;
- d) data de início e término da inspeção;
- e) tipo de inspeção executada;
- f) descrição dos exames e testes executados;
- g) resultado das inspeções e intervenções executadas;
- h) parecer conclusivo quanto a integridade do vaso de pressão até a próxima inspeção;
- i) recomendações e providências necessárias;
- j) data prevista para a próxima inspeção;
- k) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

**13.5.4.14.** Sempre que os resultados da inspeção determinarem alterações dos dados de projeto, a placa de identificação e a documentação do prontuário devem ser atualizadas.

**13.5.4.15.** As recomendações decorrentes da inspeção devem ser implementadas pelo empregador, com a determinação de prazos e responsáveis pela sua execução.

## **13.6. Tubulações**

### **13.6.1. Disposições Gerais**

**13.6.1.1.** O empregador responsável pelas tubulações e sistemas de tubulações da empresa enquadradas neste capítulo, deve 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.

**13.6.1.2.** As tubulações ou sistemas de tubulação devem possuir proteção contra a sobrepressão, conforme critérios do código de projeto utilizado.

**13.6.1.3.** As tubulações ou sistemas de tubulação devem possuir indicador de pressão de operação, conforme definido no projeto de processo e instrumentação.

**13.6.1.4.** Todo estabelecimento que possua tubulações, sistemas de tubulação ou linhas deve ter a seguinte documentação devidamente atualizada:

- a) especificações aplicáveis às tubulações ou sistemas objeto desta NR, 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 subitens 13.3.6 e 13.3.7;
- d) relatórios de inspeção em conformidade com o subitem 13.6.3.8.

**13.6.1.5.** Os documentos referidos no item 13.6.1.4 quando inexistentes ou extraviados, devem ser reconstituídos pelo empregador, sob a responsabilidade técnica de um PH.

**13.6.1.6.** A documentação referida no item 13.6.1.4 deve estar sempre à disposição para fiscalização pela autoridade competente do Órgão Regional do Ministério do Trabalho e Emprego, e para consulta pelos operadores, pessoal de manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, devendo, ainda, o empregador assegurar o acesso a essa documentação à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento, quando formalmente solicitado.

### **13.6.2. Segurança na operação de tubulações**

**13.6.2.1.** Os dispositivos de indicação de pressão da tubulação devem ser mantidos em boas condições operacionais.

**13.6.2.2.** Poderá ocorrer a neutralização provisória nos instrumentos e controles, desde que não impactem na segurança operacional, estejam previstos nos procedimentos formais de operação e manutenção ou com justificativa formalmente documentada, com prévia análise técnica e respectivas medidas de contingência para mitigação dos riscos, elaborada por PH.

**13.6.2.3.** As tubulações e sistemas de tubulação devem ser rastreáveis segundo padronização formalmente instituída pelo estabelecimento, e sinalizadas conforme a NR-26.

### **13.6.3. Inspeção Periódica de Tubulações**

**13.6.3.1.** As tubulações devem ser submetidas a inspeções periódicas.

**13.6.3.2.** 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 e os exames que as compõe, desde que essa ampliação não ultrapasse o intervalo máximo de 100% sobre o prazo da inspeção interna, limitada a 10 anos.

**13.6.3.3.** Os intervalos de inspeção periódica da tubulação não poderão exceder os prazos estabelecidos em seu programa de inspeção, consideradas as tolerâncias permitidas para as empresas com SPIE.

**13.6.3.4.** O programa de inspeção poderá ser elaborado por tubulação, linha ou por sistema, a critério de PH e, no caso de programação por sistema, o intervalo a ser adotado deve ser correspondente ao da sua linha mais crítica.

**13.6.3.5.** As inspeções periódicas das tubulações devem ser constituídas de exames e análises definidas por PH, que permitam uma avaliação da sua integridade física de acordo com normas e códigos aplicáveis,

**13.6.3.5.1.** No caso de risco à saúde e integridade física dos trabalhadores envolvidos na execução da inspeção, a linha deve ser retirada de operação.

**13.6.3.6.** Deve ser realizada inspeção extraordinária 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.

**13.6.3.7.** A inspeção periódica de tubulações deve ser executada sob a responsabilidade técnica de PH.

**13.6.3.8.** Após a inspeção de cada tubulação, sistema de tubulação ou linha, em até 90 (noventa) dias, deve ser emitido um relatório de inspeção, com páginas numeradas, que passa a fazer parte da sua documentação, que 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 a integridade da tubulação 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;
- k) nome legível e assinatura dos técnicos que participaram da inspeção.

**13.6.3.9.** As recomendações decorrentes da inspeção devem ser implementadas pelo empregador, com a determinação de prazos e responsáveis pela sua execução.

### 13.7. Glossário

Abertura escalonada de válvulas de segurança - condição de calibração diferenciada da pressão de abertura de uma ou múltiplas válvulas de segurança, prevista no código de projeto do equipamento por elas protegido, onde podem ser estabelecidos valores de abertura acima da PMTA, consideradas as vazões necessárias para o alívio da sobre-pressão em cenários distintos.

Alteração - mudança no projeto original do fabricante que promova alteração estrutural ou de parâmetros operacionais significativos definidos por PH, ou afete a capacidade de reter pressão ou possa comprometer a segurança de caldeiras, vasos de pressão e tubulações.

Assinatura digital - assinatura realizada de modo eletrônico atendendo aos requisitos da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP- Brasil.

Avaliação ou inspeção de integridade - conjunto de estratégias e técnicas utilizadas na avaliação detalhada da condição física de um equipamento.

Caldeira de fluido térmico - caldeira utilizada para aquecimento de um fluido no estado líquido, chamado de fluido térmico, sem vaporizá-lo.

Caldeiras de recuperação de álcalis - caldeiras a vapor que utilizam como combustível principal o licor negro oriundo do processo de fabricação de celulose, realizando a recuperação de químicos e geração de energia.

Caldeiras a vapor - equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo.

Código de projeto - conjunto de normas e regras que estabelece os requisitos para o projeto, construção e inspeção de equipamentos.

Construção - processo que inclui projeto, especificação de material, fabricação, inspeção, exame, teste e avaliação de conformidade de caldeiras, vasos de pressão e tubulações.

Controle da qualidade - conjunto de ações destinadas a verificar e atestar a conformidade de caldeiras, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nas etapas de fabricação, montagem ou manutenção. As ações abrangem o acompanhamento da execução da soldagem, materiais utilizados e realização de exames e testes tais como: líquido penetrante, partículas magnéticas, ultrassom, visual, testes de pressão, radiografia, emissão acústica e correntes parasitas.

Dispositivo Contra Bloqueio Inadvertido - DCBI - meio utilizado para evitar que bloqueios inadvertidos impeçam a atuação de dispositivos de segurança.



Dispositivos de segurança - dispositivos ou componentes que protegem um equipamento contra sobrepressão manométrica, independente da ação do operador e de acionamento por fonte externa de energia.

Duto - tubulação projetada por códigos específicos, destinada à transferência de fluidos entre unidades industriais de estabelecimentos industriais distintos ou não, ocupando áreas de terceiros.

Empregador - pessoa jurídica ou física proprietária da instalação que contenha equipamentos objeto desta NR, responsável pelo pessoal direta ou indiretamente envolvido com sua operação.

Enchimento interno - materiais inseridos no interior dos vasos de pressão com finalidades específicas e período de vida útil determinado, tipo catalisador, recheio, peneira molecular, e carvão ativado. Bandejas e acessórios internos não configuram enchimento interno.

Equipamento autoprotégido - equipamento definido pelo projeto do sistema como sem possibilidade técnica da sua pressão interna ultrapassar a PMTA, em todos cenários possíveis mediante parecer fundamentado por PH.

Especificação da tubulação - código alfanumérico que define a classe de pressão e os materiais dos tubos e acessórios das tubulações.

Estabelecimento - conjunto de instalações submetidas a uma gestão comum e normalmente com o mesmo CNPJ - Cadastro Nacional das Pessoas Jurídicas.

Exame - atividade conduzida por PH, qualificado, ou certificado onde exigido por códigos ou normas, usando procedimentos qualificados para avaliar que determinados produtos, processos ou serviços estão em conformidade com critérios aceitáveis especificados.

Exame externo - exame da superfície e de componentes externos de um equipamento, podendo ser realizado em operação, visando avaliar a sua integridade estrutural.

Exame interno - exame da superfície interna e de componentes internos de um equipamento, executado visualmente, com o emprego de ensaios e testes apropriados para avaliar sua integridade estrutural.

Fabricante - empresa responsável pela construção de caldeiras, vasos de pressão ou tubulações.

Fluxograma de engenharia (P&ID) - diagrama mostrando o fluxo do processo com os equipamentos, as tubulações e seus acessórios, e as malhas de controle de instrumentação.

Fluxograma de processo - diagrama de representação esquemática do processo de plantas industriais mostrando o percurso ou caminho percorrido pelos fluidos.

Força maior - todo acontecimento inevitável, em relação à vontade do empregador, e para a realização do qual este não concorreu, direta ou indiretamente. A imprevidência do empregador exclui a razão de força maior.



Gerador de vapor - equipamentos que geram, mas não acumulam vapor.

Inspeções de segurança extraordinária - inspeção realizada devido a ocorrências extraordinárias tais como hibernação prolongada, mudança de localização, surgimento de deformações inesperadas, choques mecânicos de grande impacto, vazamentos, entre outros, envolvendo caldeiras, vasos de pressão e tubulações, com abrangência definida pelo PH.

Inspeções de segurança inicial - inspeção realizada no equipamento novo, montado no local definitivo de instalação e antes de sua entrada em operação.

Inspeções de segurança periódica - inspeções realizadas durante a vida útil de um equipamento, com critérios e periodicidades determinados pelo PH, respeitados os intervalos máximos estabelecidos nesta Norma.

Instrumentos de monitoração ou de controle - dispositivos destinados à monitoração ou controle das variáveis operacionais dos equipamentos a partir da sala de controle ou do próprio equipamento.

Integridade estrutural - conjunto de propriedades e características físicas necessárias para que um equipamento ou item desempenhe com segurança e eficiência as funções para o qual foi projetado.

Isométrico - desenho de uma tubulação ou parte dela, apresentado na perspectiva isométrica, mostrando os detalhes relevantes para a sua caracterização, podendo ou não apresentar cotas (dimensões) de suas partes.

Linha - trecho de tubulação individualizado entre dois pontos definidos e que obedece a uma única especificação de materiais, produtos transportados, pressão e temperatura de projeto.

Manutenção preditiva - manutenção com ênfase na predição da falha e em ações baseadas na condição do equipamento para prevenir a falha ou degradação do mesmo.

Manutenção preventiva - manutenção realizada a intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, e destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um componente.

Máquinas de fluido - aquela que tem como função principal intercambiar energia com um fluido que as atravessa.

Pacote de máquina - conjunto de equipamentos e dispositivos integrantes de sistemas auxiliares de máquinas de fluido para fins de arrefecimento, lubrificação, controle ou selagem.

Pessoal qualificado - profissional com conhecimentos e habilidades que permitam exercer determinadas tarefas, e certificado onde exigível por código ou norma.

Placa de identificação - placa fixada em local visível do equipamento de acordo com os requisitos estabelecidos nesta Norma.

Plano de inspeção - estratégia considerando os mecanismos de danos previsíveis nas tubulações e equipamentos, incluindo os exames e testes a serem realizados, com a respectiva abrangência.

Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) - é o maior valor de pressão compatível com o código de projeto, a resistência dos materiais utilizados, as dimensões do equipamento e seus parâmetros operacionais.

Profissional Habilitado - PH - profissional que atende aos requisitos estabelecidos nesta Norma.

Programa de inspeção - cronograma contendo as datas das inspeções de segurança periódicas a serem realizadas.

Projetos de alteração ou reparo - PAR - projeto realizado por ocasião de reparo ou alteração que implica em intervenção estrutural ou mudança de processo significativa em caldeiras, vasos de pressão e tubulações.

Projeto alternativo de instalação - projeto concebido para minimizar os impactos de segurança para o trabalhador quando as instalações não estiverem atendendo a determinado item desta NR.

Projeto de instalação - projeto contendo o posicionamento dos equipamentos e sistemas de segurança dentro das instalações e, quando aplicável, os acessos aos acessórios dos mesmos (vents, drenos, instrumentos). Integra o projeto de instalação o inventário de válvulas de segurança com os respectivos DCBI e equipamentos protegidos.

Prontuário - conjunto de documentos e registros do projeto de construção, fabricação, montagem, inspeção e manutenção dos equipamentos.

Recipientes móveis - vasos de pressão que podem ser movidos dentro de uma instalação ou entre instalações, através de rodas ou não, e que não podem ser enquadrados como transportáveis.

Recipientes transportáveis - recipientes projetados e construídos para serem transportados pressurizados.

Registro de Segurança - registro da ocorrência de inspeções ou de anormalidades durante a operação de caldeiras e vasos de pressão.

Relatórios de inspeção - registro formal dos resultados das inspeções realizadas nos equipamentos com laudo conclusivo.

Reparo - correção de alguma inconsistência visando restaurar a condição do projeto de construção.

Sistema de iluminação de emergência - sistema destinado a prover a iluminação necessária ao acesso seguro a um equipamento ou instalação na inoperância dos sistemas principais destinados a tal fim.



Sistema de intertravamento de caldeira - sistema de gerenciamento das atividades de dois ou mais dispositivos ou instrumentos de proteção, monitorado por interface de segurança.

Sistema de tubulação - conjunto integrado de linhas e tubulações que exerce uma função de processo, ou que foram agrupadas para fins de inspeção, com características técnicas e de processo semelhantes.

SPIE - Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos.

Teste de estanqueidade - tipo de teste de pressão realizado com a finalidade de atestar a capacidade de retenção de fluido, sem vazamentos, em equipamentos, tubulações e suas conexões, antes de sua entrada ou reentrada em operação.

Teste hidrostático - TH - tipo de teste de pressão com fluido incompressível, executado com o objetivo de avaliar a integridade estrutural dos equipamentos e o rearranjo de possíveis tensões residuais, de acordo com o código de projeto.

Tubulações - conjunto de linhas e acessórios projetados por códigos específicos para tubulação, destinada ao transporte de fluidos entre equipamentos de uma mesma unidade industrial dotada de caldeiras ou vasos de pressão.

Unidades de processo - conjunto de equipamentos e interligações de uma unidade fabril destinada a transformar matérias primas em produtos.

Vasos de pressão - são reservatórios projetados para resistir com segurança a pressões internas diferentes da pressão atmosférica, ou submetidos à pressão externa, cumprindo assim a função básica de armazenamento de fluidos; para efeitos desta NR, estão incluídos:

- a) permutadores de calor, evaporadores e similares;
- b) vasos de pressão ou partes sujeitas a chama direta que não estejam dentro do escopo de outras NR, nem do itens 13.2.2 e 13.2.1 a) desta NR;
- c) vasos de pressão encamisados, incluindo refervedores e reatores;
- d) autoclaves e caldeiras de fluido térmico.

Vida remanescente - estimativa do tempo restante de vida de um equipamento ou acessório, executada durante avaliações de sua integridade, em períodos pré-determinados.

Vida útil - tempo de vida estimado na fase de projeto para um equipamento ou acessório.

Volume - volume interno útil do vaso de pressão, excluindo o volume dos internos ou enchimentos.



Anexo I

Capacitação de Pessoal

A. Caldeiras

A1 Condições Gerais

A1.1 Para efeito desta NR, será considerado operador de caldeira aquele que satisfizer uma das seguintes condições:

- a) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras e comprovação de estágio prático conforme subitem A1.5 deste Anexo;
- b) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras previsto na NR 13 aprovada pela Portaria n° 02, de 08.05.84.

A1.2 O pré-requisito mínimo para participação como aluno, no Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras é o atestado de conclusão do ensino fundamental.

A1.3 O Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras deve, obrigatoriamente:

- a) ser supervisionado tecnicamente por PH;
- b) ser ministrado por profissionais capacitados para esse fim;
- c) obedecer, no mínimo, ao currículo proposto no item A2 deste Anexo.

A1.4 Os responsáveis pela promoção do Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras estarão sujeitos ao impedimento de ministrar novos cursos, bem como a outras sanções legais cabíveis, no caso de inobservância do disposto no subitem A1.3 deste Anexo.

A1.5 Todo operador de caldeira deve cumprir um estágio prático, na operação da própria caldeira que irá operar, o qual deverá ser supervisionado, documentado e ter duração mínima de:

- a) caldeiras da categoria A: 80 (oitenta) horas;
- b) caldeiras da categoria B: 60 (sessenta) horas;
- c) caldeiras da categoria C: 40 (quarenta) horas.

A1.6 O estabelecimento onde for realizado estágio prático supervisionado previsto nesta NR deve informar, quando requerido pela representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento:

- a) período de realização do estágio;
- b) entidade, empregador ou profissional responsável pelo Treinamento de Segurança na Operação de Caldeira ou Unidade de Processo;
- c) relação dos participantes do estágio.

A1.7 Deve ser realizada capacitação para reciclagem dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com a operação das instalações sempre que nelas ocorrerem modificações

significativas na operação de equipamentos pressurizados ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

A1.7.1 Quando não houver capacitação conforme condições estabelecidas no subitem A1.7 deste Anexo, deve ser realizada uma capacitação periódica a cada 5 anos com carga horária mínima de 8 horas.

A2 Currículo Mínimo para Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras.

1. Noções de grandezas físicas e unidades. Carga horária: 4 (quatro) horas

1.1. Pressão

1.1.1. Pressão atmosférica

1.1.2. Pressão interna de um vaso

1.1.3. Pressão manométrica, pressão relativa e pressão absoluta

1.1.4. Unidades de pressão

1.2. Calor e temperatura

1.2.1. Noções gerais: o que é calor, o que é temperatura

1.2.2. Modos de transferência de calor

1.2.3. Calor específico e calor sensível

1.2.4. Transferência de calor a temperatura constante

1.2.5. Vapor saturado e vapor superaquecido

1.2.6. Tabela de vapor saturado

2. Caldeiras - considerações gerais. Carga horária: 8 (oito) horas

2.1. Tipos de caldeiras e suas utilizações

2.2. Partes de uma caldeira

2.2.1. Caldeiras flamotubulares

2.2.2. Caldeiras aquatubulares

2.2.3. Caldeiras elétricas

2.2.4. Caldeiras a combustíveis sólidos

2.2.5. Caldeiras a combustíveis líquidos

2.2.6. Caldeiras a gás

2.2.7. Queimadores

2.3. Instrumentos e dispositivos de controle de caldeiras

2.3.1. Dispositivo de alimentação

2.3.2. Visor de nível

2.3.3. Sistema de controle de nível

2.3.4. Indicadores de pressão

2.3.5. Dispositivos de segurança

2.3.6. Dispositivos auxiliares

2.3.7. Válvulas e tubulações

2.3.8. Tiragem de fumaça

3. Operação de caldeiras. Carga horária: 12 (doze) horas

3.1. Partida e parada

3.2. Regulagem e controle

3.2.1. de temperatura

3.2.2. de pressão

3.2.3. de fornecimento de energia

3.2.4. do nível de água



- 3.2.5. de poluentes
- 3.3. Falhas de operação, causas e providências
- 3.4. Roteiro de vistoria diária
- 3.5. Operação de um sistema de várias caldeiras
- 3.6. Procedimentos em situações de emergência
  
- 4. Tratamento de água e manutenção de caldeiras. Carga horária: 8 (oito) horas
  - 4.1. Impurezas da água e suas conseqüências
  - 4.2. Tratamento de água
  - 4.3. Manutenção de caldeiras
  
- 5. Prevenção contra explosões e outros riscos. Carga horária: 4 (quatro) horas
  - 5.1. Riscos gerais de acidentes e riscos à saúde
  - 5.2. Riscos de explosão
  
- 6. Legislação e normalização. Carga horária: 4 (quatro) horas
  - 6.1. Normas Regulamentadoras
  - 6.2. Norma Regulamentadora 13 - NR-13

B. Vasos de Pressão

B1 Condições Gerais

B1.1 A operação de unidades de processo que possuam vasos de pressão de categorias I ou II deve ser efetuada por profissional com Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processos.

B1.2 Para efeito desta NR será considerado profissional com Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo aquele que satisfizer uma das seguintes condições:

- a) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo expedido por instituição competente para o treinamento;
- b) possuir experiência comprovada na operação de vasos de pressão das categorias I ou II de pelo menos 2 (dois) anos antes da vigência desta NR.

B1.3 O pré-requisito mínimo para participação, como aluno, no Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo é o atestado de conclusão do ensino fundamental.

B1.4 O Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo deve obrigatoriamente:

- a) ser supervisionado tecnicamente por PH;
- b) ser ministrado por profissionais capacitados para esse fim;
- c) obedecer, no mínimo, ao currículo proposto no item B2 deste Anexo.

B1.5 Os responsáveis pela promoção do Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo estarão sujeitos ao impedimento de ministrar novos cursos, bem como a outras sanções legais cabíveis, no caso de inobservância do disposto no subitem B1.4.



B1.6 Todo profissional com Treinamento de Segurança na Operação de Unidade de Processo deve cumprir estágio prático, supervisionado, na operação de vasos de pressão de 300 (trezentas) horas para o conjunto de todos os vasos de categorias I ou II;

B2 Currículo Mínimo para Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo.

1. Noções de grandezas físicas e unidades. Carga horária: 4 (quatro) horas
  - 1.1. Pressão
    - 1.1.1. Pressão atmosférica
    - 1.1.2. Pressão interna de um vaso
    - 1.1.3. Pressão manométrica, pressão relativa e pressão absoluta
    - 1.1.4. Unidades de pressão
  - 1.2. Calor e temperatura
    - 1.2.1. Noções gerais: o que é calor, o que é temperatura
    - 1.2.2. Modos de transferência de calor
    - 1.2.3. Calor específico e calor sensível
    - 1.2.4. Transferência de calor a temperatura constante
    - 1.2.5. Vapor saturado e vapor superaquecido
2. Equipamentos de processo. Carga horária estabelecida de acordo com a complexidade da unidade, mantendo um mínimo de 4 (quatro) horas por item, onde aplicável.
  - 2.1. Trocadores de calor
  - 2.2. Tubulação, válvulas e acessórios
  - 2.3. Bombas
  - 2.4. Turbinas e ejetores
  - 2.5. Compressores
  - 2.6. Torres, vasos, tanques e reatores
  - 2.7. Fornos
  - 2.8. Caldeiras
3. Eletricidade. Carga horária: 4 (quatro) horas
4. Instrumentação. Carga horária: 8 (oito) horas
5. Operação da unidade. Carga horária: estabelecida de acordo com a complexidade da unidade
  - 5.1. Descrição do processo
  - 5.2. Partida e parada
  - 5.3. Procedimentos de emergência
  - 5.4. Descarte de produtos químicos e preservação do meio ambiente
  - 5.5. Avaliação e controle de riscos inerentes ao processo
  - 5.6. Prevenção contra deterioração, explosão e outros riscos
6. Primeiros socorros. Carga horária: 8 (oito) horas
7. Legislação e normalização. Carga horária: 4 (quatro) horas

Anexo II

Requisitos para Certificação de Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos - SPIE.

Antes de colocar em prática os períodos especiais entre inspeções, estabelecidos nos subitens 13.4.4.5 e 13.5.4.5 (b) desta NR, os "Serviços Próprios de Inspeção de Equipamentos" da empresa, organizados na forma de setor, seção, departamento, divisão, ou equivalente, devem ser certificados por Organismos de Certificação de Produto - OCP acreditados pelo INMETRO, que verificarão por meio de auditorias programadas o atendimento aos seguintes requisitos mínimos expressos nas alíneas (a) a (h).

- a) existência de pessoal próprio da empresa onde estão instalados caldeiras ou vasos de pressão, com dedicação exclusiva a atividades de inspeção, avaliação de integridade e vida residual, com formação, qualificação e treinamento compatíveis com a atividade proposta de preservação da segurança;
- b) mão de obra contratada para ensaios não destrutivos certificada segundo regulamentação vigente e para outros serviços de caráter eventual, selecionada e avaliada segundo critérios semelhantes ao utilizado para a mão de obra própria;
- c) serviço de inspeção de equipamentos proposto possuir um responsável pelo seu gerenciamento formalmente designado para esta função;
- d) existência de pelo menos 1 (um) PH;
- e) existência de condições para manutenção de arquivo técnico atualizado, necessário ao atendimento desta NR, assim como mecanismos para distribuição de informações quando requeridas;
- f) existência de procedimentos escritos para as principais atividades executadas;
- g) existência de aparelhagem condizente com a execução das atividades propostas;
- h) cumprimento mínimo da programação de inspeção.

A certificação de SPIE e a sua manutenção estão sujeitas a Regulamento específico do INMETRO.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que ao atender as necessidades das ocorrências da caldeira, o operador possivelmente se tornara em um ótimo profissional na área de manutenção. Lembrando que esse trabalho visa a segurança do operador, por isso nunca jogando a responsabilidade da manutenção ao operador mas sim passando um novo conceito de operação em caldeiras.

Através deste trabalho, conclui-se que ao ministrar cursos de operação em caldeira é viável tanto na questão do proprietário quanto ao ministrador, já que o mesmo adquiriu novos conceitos quanto a manutenção e segurança. Na questão financeira, mostrou ser vantagem ao proprietário, já que o próprio operador irá executar certas manutenções corretivas.

Verificou-se que o operador de caldeiras, adquire dinamismo, quando se trata de relatar ocorrências ocorridas na caldeira



## REFERÊNCIAS

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção função estratégica 3ª edição**. Petrópolis: Editora Vozes Ltda., 2009.

EBAH. **Curso de tecnologia em manutenção, 2008**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA4CAAF/caldeiras?part=4>. Acesso em: 02/10/13.

EBAH. **Geradores de vapor, 2008**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAHEEAAF/geradores-vapor>. Acesso em: 03/10/2013.

EBAH. **Operação em caldeiras, 2008**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA9f8AF/senai-operacao-caldeiras?part=3#>. Acesso em: 03/10/2013.

GUIA TRABALHISTA NR 13. **Segurança e Medicina do Trabalho, 2013**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr13.htm>. Acesso em: 28/09/13.

PERFORMANCE ENGENHARIA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA. **Varginha MG**

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO 52ª EDIÇÃO. **Manuais de legislação atlas Lei Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. São Paulo: Editora Atlas S. A, 2003.