

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
JHONATAN WARMLING MORGAN

**PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO DE VÁLVULA DE
SEGURANÇA E ALÍVIO PARA CALDEIRAS**

LAGES
2018

JHONATAN WARMLING MORGAN

**PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO DE VÁLVULA DE
SEGURANÇA E ALÍVIO PARA CALDEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Prof. ME. Alisson Ribeiro de Oliveira

JHONATAN WARMLING MORGAN

**PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO DE VÁLVULA DE
SEGURANÇA E ALÍVIO PARA CALDEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Prof. ME. Alisson Ribeiro de Oliveira

Lages, SC ____/____/2018. Nota _____

ALISSON RIBEIRO DE OLIVEIRA
Curso de Engenharia Mecânica

LAGES
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar a todo instante na batalha para a conquista dos meus objetivos.

Agradeço aos meus pais pelo incentivo e apoio neste projeto importante, por toda educação a mim concedida.

Agradeço a minha noiva pelo companheirismo e apoio nesta importante etapa da vida.

Aos professores mestres e doutores por todo conhecimento compartilhado.

PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA E ALÍVIO PARA CALDEIRAS

Jhonatan Warmling Morgan¹
Alisson Ribeiro de Oliveira²

RESUMO

Caldeira ou Gerador de vapor é um equipamento que se destina a gerar vapor através de uma troca térmica entre o combustível e a água. Este equipamento é construído com chapas e tubos cuja finalidade é fazer com que água se aquece e passe do estado líquido para o gasoso, aproveitando o calor liberado pelo combustível que faz com as partes metálicas da mesma se aqueça e transfira calor à água produzindo o vapor. Os requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras são regidos pela NR13. Acessórios obrigatórios em equipamentos que operam sob pressões superiores à pressão atmosférica, as válvulas de segurança e/ou alívio foram projetadas para atuar somente em último caso, quando, antes dela, outros dispositivos para mostrar ou interromper o aumento de pressão, falharam. A função principal da válvula de segurança e/ou alívio é a proteção de vidas e do capital investido na aquisição dos equipamentos que deverão operar pressurizados e ser protegidos por estas válvulas. Quando o procedimento de manutenção é realizada nas válvulas de segurança em uma caldeira, os custos com máquinas paradas, peças sobressalente, horas trabalhadas, horas extras, entre outros, se tornam mais controláveis, além de garantir a segurança dos envolvidos no processo, também evita perdas patrimoniais e mantém os equipamentos funcionando adequadamente. Desta forma, este trabalho tem como objetivo contribuir na conscientização sobre a utilização, calibração, bem como os cuidados necessários com as válvulas de segurança e alívio, instrumentos que são indispensáveis nos mais diversos processos industriais, bem como o conhecimento de suas especificações, causas específicas de deterioração e avarias e a segurança que se atinge com uma manutenção preventiva bem executada.

Palavras chaves: Caldeira, Válvula de Segurança, Manutenção.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, 10ª fase, Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Centro Universitário UNIFACVEST.

² Especialista, curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário UNIFACVEST.

SAFETY VALVE MAINTENANCE PROCEDURE AND BOILER RELIEF

Jhonatan Warmling Morgan¹
Alisson Ribeiro de Oliveira ²

ABSTRACT

Boiler or Steam Generator is an equipment that is intended to generate steam through a thermal exchange between the fuel and water. This equipment is constructed with plates and tubes whose purpose is to make the water heats up and go from the liquid to the gaseous state, taking advantage of the heat released by the fuel that makes with the metallic parts of the same if it heats and transfers heat to the water producing the vapor . The minimum requirements for structural integrity management of boilers are governed by NR13. Mandatory accessories on equipment operating under pressures above atmospheric pressure, safety and / or relief valves are designed to act only in the latter case when other devices to show or stop the pressure increase have failed. The main function of the safety and / or relief valve is the protection of lives and capital invested in the acquisition of equipment that must operate under pressure and be protected by these valves. When the maintenance procedure is performed on the safety valves in a boiler, the costs of standing machinery, spare parts, hours worked, overtime, among others, become more controllable, as well as ensuring the safety of those involved in the process, also avoids losses and keeps the equipment functioning properly. In this way, this work aims to contribute to the awareness about the use, calibration and the necessary care with safety and relief valves, instruments that are indispensable in the most diverse industrial processes, as well as the knowledge of its specifications, specific causes deterioration and malfunctions and the safety that is achieved with well-executed preventive maintenance.

Keywords: Boiler, Safety Valve, Maintenance

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, 10ª fase, Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II , do Centro Universitário UNIFACVEST.

² Especialista, curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário UNIFACVEST.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Caldeira flamotubular.....	9
Figura 02 – Caldeira horizontal.....	10
Figura 03 – Caldeira cornuália.....	10
Figura 4 – Caldeira Lancashire.....	11
Figura 5 – Caldeira Multitubular.....	11
Figura 06 – Caldeira escocesa.....	12
Figura 07 – Caldeiras Locomotivas.....	12
Figura 8 – Segurança em Caldeiras.....	14
Figura 9 – Corrosão em caldeira.....	17
Figura 10 – Câmara de combustão.....	18
Figura 11 – Aquecedor de ar.....	18
Figura 12 – Superaquecedores.....	19
Figura 13 – Aquecedor de ar e Economizador.....	20
Figura 14 – Queimadores.....	20
Figura 15 - Fornalhas e Grelhas.....	21
Figura 16 – Chaminé.....	21
Figura 17 – Válvula de segurança.....	22
Figura 18 – Válvula de alívio.....	23
Figura 19 – Válvula de segurança e alívio.....	23
Figura 20 – estrutura de uma válvula de segurança.....	24
Figura 21 – Aliviar a “sobre pressão”.....	26
Figura 22 – Bancada de testes.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Chek list Petrobás	16
Tabela 2 - Tempo antes de iniciar a contagem de bolhas	31
Tabela 3 - Tabela de Máximo vazamento para válvulas com Vedação metal-metal (bolhas/minuto).....	31
Tabela 4 – Registros da qualidade	33
Tabela 5 – Histórico de revisão	34
Tabela 6 – Classificação e período de inspeção de válvulas	36
Tabela 7 - Problemas e solução em válvulas	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 CALDEIRAS.....	9
2.1 Conceito.....	9
3 SEGURANÇA EM CALDEIRAS	13
4 PROCESSO DE MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DE UMA CALDEIRA.....	15
4.1 Check list Petrobrás verificação e inspeção – caldeiras, vasos de pressão e tubulação	16
5 PRINCIPAIS CAUSAS DE PROBLEMAS EM CALDEIRAS	17
6 COMPONENTES DE UMA CALDEIRA	18
7 VÁLVULAS DE SEGURANÇA	22
7.1 Conceito.....	22
7.2 Definições.....	22
7.3 Histórico da Válvula de segurança	24
8 CALIBRAÇÃO.....	27
8.1 Check List – Procedimento de Manutenção de Válvulas de Segurança.....	28
8.2 Check list DYNAMICA – Calibração, manutenção de válvulas de segurança.....	29
9 PROBLEMAS COMUNS QUE ACONTECEM NAS VÁLVULAS.....	35
10 PROCEDIMENTOS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMUNS EM VÁLVULAS DE SEGURANÇA	36
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas tem sua preocupação voltada para a produtividade e esta se relaciona com o bem estar do empregado e a segurança.

Ao relacionar à tecnologia a funcionalidade dentro de uma empresa, um dos equipamentos mais importantes é a válvula de segurança, pois esta está diretamente ligada a segurança e os riscos vitais caso este equipamento não esteja em condições adequadas.

Dessa maneira, o que impulsionou a realização deste projeto foi mostrar o quão importante é a manutenção de uma válvula de segurança, apresentando conceitos, definições e ferramentas necessárias para a realização do método de manutenção, para manter e garantir a segurança dos envolvidos no processo, evitar perdas patrimoniais e assim fazer com que os equipamentos funcionem adequadamente, com base nas normas e princípios técnicos da manutenção.

A necessidade de manter o equipamento calibrado com a manutenção é a proteção de vidas e do capital investidos nos equipamentos. Essa proteção ocorre quando a válvula é capaz de descarregar uma determinada taxa de fluxo, suficiente para reduzir a pressão de um sistema a um nível seguro. Essa taxa deve ser prevista em seu dimensionamento, considerando a pior condição esperada.

Desta maneira, esta pesquisa tem por objetivo apresentar o check list, destacando o procedimento da manutenção de válvulas de segurança e alívio para caldeiras, relacionando a teoria estudada durante o curso à prática, bem como utilizar as normas vigentes e informações técnicas para descrever como é feito este procedimento.

2 CALDEIRAS

2.1 Conceito

A caldeira é um equipamento que surgiu no século XVIII, ainda nesta época, funcionava com carvão.

Esse equipamento “produz e acumula vapor sob pressão superior à pressão atmosférica, utilizando para isso alguma fonte de energia, com exceção de refervedores e equipamentos similares, utilizados em unidades de processo” (WAGNER, 2015, p. 01).

A caldeira se destina a gerar vapor através de uma troca térmica entre o combustível e a água, sendo que isto é feito por este equipamento construído com chapas e tubos cuja finalidade é fazer com que água se aquece e passe do estado líquido para o gasoso, aproveitando o calor liberado pelo combustível que faz com as partes metálicas da mesma se aqueça e transfira calor à água produzindo o vapor (LEITE e MILITÃO, 2008).

Com a evolução tecnológica foram desenvolvidas diversas caldeiras, nas quais podemos especificar algumas:

- Caldeiras flamotubulares: são as caldeiras mais antigas, ela pode gerar de 100 a 30 mil kg/h, com pressão de até 30 kgf/cm². Nesse modelo de caldeira, os gases quentes provenientes de queima de combustível passam através de tubos imersos em água. Os tubos, por sua vez, aquecem a água, criando o vapor. Trata-se de um tipo de caldeira com construções mais simplificadas em relação à distribuição de tubos, podendo classificá-los em verticais e horizontais. Esse tipo de caldeira é ideal para uso em baixa pressão e temperatura.



Figura 01 – caldeira flamotubular³

- Caldeiras horizontais: elas usam mais água do que a variação anterior e contam com vários modelos, como Cornuália, Lancaster, Multitubulares e Escocesas. Esse tipo de caldeira apresenta tubulação interna, por onde os gases quentes são conduzidos, podendo ter de 1 a 4

³ <http://www.tsambientali.com.br/caldeira-flamotubular-conheca-mais-sobre-seus-tipos-vantagens-e-funcionamento/>

tubos de fornalha. “As caldeiras de 3 e de 4 tubos são muito utilizadas na marinha” (WAGNER, 2015, p. 02).



Figura 02 – caldeira horizontal⁴

- Caldeira Cornuália: A caldeira cornuália consistem de 2 cilindros horizontais unidos por placas planas. O acionamento é muito simples, porém elas apresentam baixo rendimento.

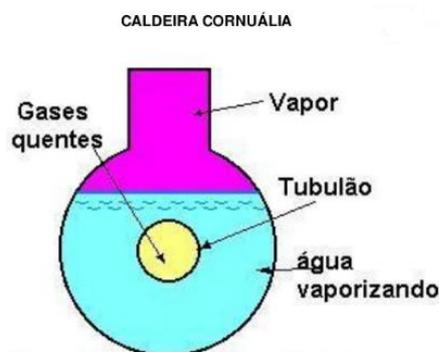


Figura 03 – Caldeira cornuália⁵

- Caldeira Lancashire: É constituída de até quatro tubulações internas, alcançando superfície de aquecimento de 120 a 140 metros quadrados atingem até 18 kg de vapor por metro quadrado de superfície de aquecimento. “É um tipo de caldeira que vem sendo substituído nos últimos anos por caldeiras mais compactas e modernas” (WAGNER, 2015, p. 02).

⁴ <http://www.tsambientali.com.br/caldeira-flamotubular-conheca-mais-sobre-seus-tipos-vantagens-e-funcionamento/>

⁵

https://www.google.com/search?q=caldeira+cornualia&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=8OUUB5XOLfBd3M%253A%252Cu3OGgBopODse4M%252C_&usg=AI4_-kQto4_



Figura 4 – Caldeira Lancashire⁶

- Caldeiras multitubulares de fornalha interna: Esse modelo de caldeira possui vários tubos de fumaça. Dessa forma, elas tem três tipos: Tubos de fogo diretos, Tubos de fogo de retorno e Tubos de fogo diretos e de retorno.

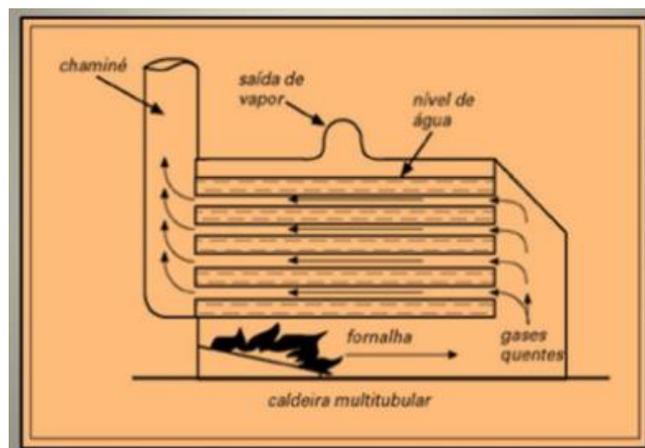
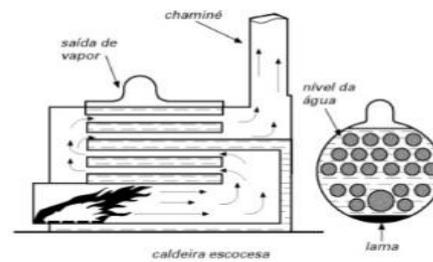


Figura 5 – Caldeira Multitubular⁷

- Caldeiras multitubulares de fornalha externa: “Nesse tipo de caldeira, a fornalha é constituída pela própria alvenaria, que fica abaixo do corpo cilindro da caldeira, com os gases da combustão entrando em contato com a base do cilindro e retornando pelos tubos de fogo” (WAGNER, 2015, p. 02). Essas caldeiras atuam exclusivamente com óleo ou gás, e a circulação dos gases é feita por ventiladores. Conseguem rendimentos de até 83%.

⁶ <http://www.consultoriatecnoseg.com.br/empresa>

⁷ <https://www.google.com.br/search?q=Caldeiras+multitubulares+de+fornalha+interna&source>



Queima de óleo ou gás
Pressão máxima 18 kgf/cm²
Rendimento térmico 83%

Figura 06 – Caldeira escocesa⁸

- Caldeiras locomotivas e locomóveis: o vapor gerado serve para movimentar a própria caldeira e os vagões; praticamente fora de uso hoje em dia, por usar carvão ou lenha como combustível.

Atualmente, com a evolução da tecnologia, esses equipamentos são muito mais modernos e seguros, mas não deixam de ser perigoso, devendo ser manejadas com muito cuidado, precisando de constante inspeção e manutenção (WAGNER, 2015, p. 02).



Figura 07 – Caldeiras Locomotivas⁹

⁸ <https://www.slideshare.net/OsmarGomes/caldeiras-1>

⁹ <https://datamarcos.blogspot.com/2015/04/ferromarcos-como-funciona-uma.html>

3 SEGURANÇA EM CALDEIRAS

Um equipamento de grande importância usado nas mais diversas áreas, como: fábricas de papel e celulose, usinas de açúcar e álcool, hospitais, hotéis, frigoríficos, indústrias têxteis, petroquímicas, fábricas de cervejas e refrigerantes, entre outras; é a caldeira. Caldeiras são usadas para aquecer líquidos, principalmente água até sua ebulição. Esse vapor é utilizado em aquecimento, movimentação de turbinas e geração de energia elétrica.

Usada há séculos, as caldeiras surgiram nas locomotivas a vapor, algumas como as usadas nas indústrias de papel e celulose chegam a atingir 30 m. e produzem sobre pressão elevada centenas de toneladas de vapor por hora.

Deste modo, os profissionais que trabalham com esse equipamento precisam de treinamento específico, pois a utilização requer proteção individual e constante manutenção, sendo esses dois quesitos fundamentais para evitar acidentes.

As empresas mais modernas contam com equipamentos automatizados para manutenção e algumas funcionam 24h distribuídas em 3 períodos e cada período com apenas um operador, no qual tem que ter acesso ao manual técnico e as inspeções que são realizadas.

Apesar de algumas indústrias serem automatizadas, ainda no Brasil existem muitas que não são e o operador está exposto aos mais diversos riscos, como uma explosão.

Nesse sentido, em 1994, com o intuito de evitar acidentes, o governo em parceria com os sindicatos e representantes das indústrias concluíram uma importante revisão da NR 13 (Norma Regulamentadora), depois de uma série de reuniões, a NR 13 foi oficializada por uma portaria e publicada no diário oficial da união.

As normas regulamentadoras são de observância obrigatória para as empresas privadas, públicas e pelos órgãos públicos de administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados redigidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).¹⁰

O resultado da revisão da NR13 foi uma das melhores normas regulamentadoras editadas em nosso país, que inspirou a publicação do Manual técnico de Caldeiras e Vasos de Pressão, onde a norma é comentada item por item, levou a secretaria de segurança, saúde e trabalho a editar a portaria 393, conhecida também como NR0. Esta portaria estabeleceu os procedimentos para a realização de revisão de normas regulamentadoras do Ministério do

¹⁰ Fonte: INBEP <http://blog.inbep.com.br/normas-regulamentadoras-nrs-o-que-e/> .

Trabalho e instituiu a Comissão Tripartite Paritária Permanente, pela qual deve passar toda revisão e criação de NRs.

Em 1995 o Brasil propôs aos países do Mercosul a adoção da NR13, nela está caracterizado as irregularidades com risco grave e médio, os quais podemos citar: falta de válvulas de segurança, manômetro e uso de artifícios que neutralizem o sistema de controle de segurança em lugares confinados, ausência de saídas em direção distintas, amplas e desobstruídas, acesso fácil e seguro para atividades de manutenção, interação e inspeção , ventilação, iluminação e sistema de iluminação de emergência.

É importante ressaltar que, em situações de acidentes graves e identificadas pelo ministério do trabalho, é determinado uma interdição do equipamento, resultando na paralização de uma fábrica ou de uma unidade inteira.

A NR13 incorpora aspectos de projetos de equipamentos, aspectos de instalação, aspectos relativos a operação, aspectos de manutenção de uma caldeira e aspectos de inspeção de uma caldeira.



Figura 8 – Segurança em Caldeiras¹¹

¹¹ <https://www.epi-tuiuti.com.br/blog/conheca-principais-orientacoes-para-o-operador-de-caldeira-vapor/>

4 PROCESSO DE MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DE UMA CALDEIRA

O prazo de manutenção de uma caldeira é no máximo dozes meses. Uma boa inspeção e manutenção se inicia com a escolha de um profissional habilitado.

Nas inspeções e manutenções de segurança que a SCL idealiza existem alguns itens que são mandatórios de acordo com a NR13 e código de projetos que jamais poderão passar despercebidos, tais como: os cruzamentos de solda da fornalha, exame visual nos espelhos frontal e traseiro da caldeira, medição de espessura ou a técnica por LP pra detectar possíveis discontinuidades, trincas e coberturas nos espelhos, caso necessário. Realizar manutenção no quadro elétrico, verificar a saída de vapor tubulação, flanges, válvulas, calibração de manômetro, pressostatos, indicadores de temperaturas de gases de chaminés, calibrar e fazer manutenção nos dispositivos de segurança, tais como: válvulas de segurança, abrir, desmontar, limpar, fechar, pintar e instalar novamente, sempre com a pressão de ajuste da válvula de segurança igual ou inferior a PMTA.

Analisar o estado de conservação de tubulação de água da caldeira, juntamente com o responsável pelo tratamento de agua.

Na parte inferior da caldeira é importante a inspeção devido à formação de lama, incrustação e corrosão, caso o tratamento de água estiver ruim. Verificar o sistema de alimentação de água, verificar se não há vazamento no tanque de condensado, verificar a existência do visor de nível no tanque de condensado, verificar o funcionamento das bombas de combustível, verificar a existência das válvulas de contenção na entrada da caldeira, limpeza dos eletrodos de garrafa de nível e do corpo de caldeira; limpeza a cada três meses devido ao barro, dependendo da situação troque os terminais e faça a manutenção preventiva no quadro elétrico. Realizar teste de falta de água na caldeira, se faltar água na caldeira, desliga-se o queimador automaticamente e aciona-se o alarme sonoro. O PH deve acompanhar com o operador sobre o funcionamento do período estipulado para a manutenção, 12 meses entre outras atividades de suma importância para garantir a integridade da caldeira e conseqüentemente a integridade da população ao redor da caldeira. Após manutenção todos saem satisfeitos e assegurados de um bom funcionamento do equipamento.

4.1 Check list Petrobrás verificação e inspeção – caldeiras, vasos de pressão e tubulação.

Tabela 1 – – Chek list Petrobrás ¹²

BR PETROBRAS		LISTA DE VERIFICAÇÃO PRÉ INSPEÇÃO DOS REQUISITOS LEGAIS REGULATÓRIOS DA NR-13 (CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES)-41597-0		 PADRÃO DA ETM NR-13 Nº 41597	
ESPECIALIDADE: ENGENHARIA / ACESSORIA / PRÉ INSPEÇÃO DE CONFORMIDADE LEGAL E REGULATÓRIA / MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS MECÂNICOS TIPO DE LV : LV PADRÃO ORIGEM: ETM REVISÃO 0 (15/07/2014) TIPO DE AVALIAÇÃO : FISCALIZAÇÃO					
RESPONSÁVEL TÉCNICO: RAMON RODRIGUES RIBEIRO CADASTRADOR: MARCIO BARBOSA DE SOUZA STATUS: DISPONÍVEL IMPRESSÃO: 19/02/2015					
ITEM	DESCRIÇÃO	PESO	R.L.		
1	155112/0-É cumprida a obrigação de manter os instrumentos e controles dos vasos de pressão calibrados e em boas condições operacionais? Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
2	155113/0-É exigido dos responsáveis por caldeiras e vasos de pressão evidência de que os equipamentos possuem, no local de sua instalação, a documentação exigível, onstituída de: - prontuário (manual técnico expedido pelo fabricante), registro de segurança (diário do equipamento, que relata suas ocorrências), - projeto de instalação e/ou projeto de alteração ou reparo, elaborados por profissional habilitado, - relatórios de inspeção (conforme item 13.4.4.14) e certificados de calibração dos dispositivos de segurança? Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
3	155114/0-É exigido dos responsáveis por caldeiras e vasos de pressão evidências de que profissionais habilitados realizam nos equipamentos inspeções de segurança: inicial, para os equipamentos novos, antes de sua entrada em operação, conforme descrição da NR-13, Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
4	155115/0-É exigido dos responsáveis por caldeiras e vasos de pressão que os equipamentos estejam instalados em locais seguros, dispo de: pelo menos 2 saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas, ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas (quando instalados em ambientes fechados), iluminação conforme normas oficiais vigentes, 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, demais exigências da NR 13? Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
5	155116/0-As caldeiras possuem, 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, f) capacidade de produção de vapor, g) área de superfície de aquecimento, h) código de projeto e ano de edição. Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
6	155117/0-Os vasos de pressão enquadrados nas categorias "I" ou "II" desta NR e todas as caldeiras têm manual de operação próprio, ou instruções de operação contidas no manual de operação da unidade em que estejam instalados, em língua portuguesa e de fácil acesso aos operadores? Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
7	155118/0-Vasos de pressão: Os vasos de pressão estão classificados em categorias segundo a classe de fluido e o potencial de risco? Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		
8	155119/0-Vasos de pressão:Está prevista válvula ou outro dispositivo de segurança? Doc. Ref.: NR-13 - CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO e TUBULAÇÕES	2	N		

Os documentos de referência, listados em cada pergunta, podem ser considerados na sua totalidade ou individualmente, dependendo do estipulado em cada contrato.

Gestor:ETM/GPRI/PIE

1/10

19/02/2015

¹² <https://pt.slideshare.net/faustinatoroberto/nr-13-vaso-presso-1>

5 PRINCIPAIS CAUSAS DE PROBLEMAS EM CALDEIRAS

Segue abaixo os principais problemas que acontecem em caldeiras e suas causas:

- Incrustação: esse problema acontece por causa de carbonatos ou sílica na parte interna da caldeira ou na superfície de aquecimento. As causas podem ser: falta de abrandadores ou operação deficiente; ausência no controle de qualidade da água de caldeira no que tange a dureza; falha na adição de químicos e descargas de fundo.
- Corrosão: esse problema acontece nas linhas de condensado e superfície de aquecimento devido aos gases dissolvidos, contaminantes PH. Os motivos são: tratamento deficiente de remoção de oxigênio e do controle do pH; reutilização de condensado contaminado e corrosão provocada por equipamentos parados por longos períodos sem os cuidados necessários.
- Arraste: acontece devido a deterioração da pureza do vapor, depósito de sedimentos nas tubulações e nos equipamentos que são utilizados pelos usuários de vapor. As causas são: controle deficiente na água da caldeira do índice de cloretos e problema no separador de vapor ou controle de água de alimentação.

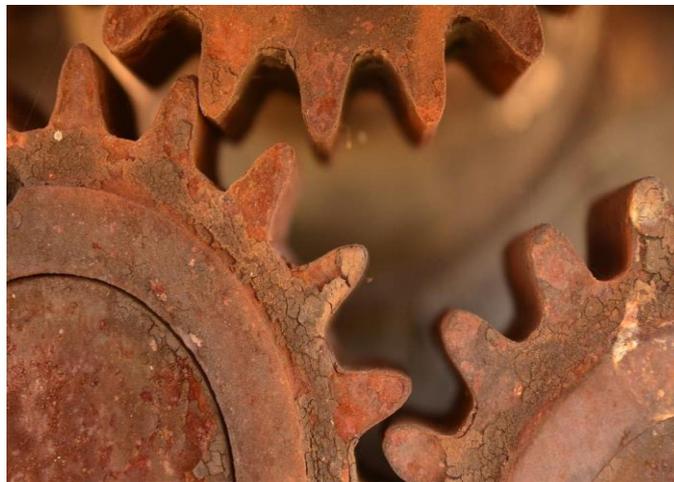


Figura 9 – Corrosão em caldeira¹³

¹³ <http://www.tsambientali.com.br/corrosao-em-caldeiras-quis-sao-as-mais-comuns-e-como-preveni-las/>

6 COMPONENTES DE UMA CALDEIRA

Os componentes de uma caldeira são: câmara de combustão, aquecedor de ar, superaquecedores, reaquecedores, economizador, queimadores, fornalhas, grelhas, chaminés e válvulas de segurança.

- Câmara de combustão: É um volume que tem o papel de manter a chama numa temperatura alçada com duração suficiente para que o combustível queime totalmente antes dos produtos alcançarem os feixes (dutos) de troca de calor.

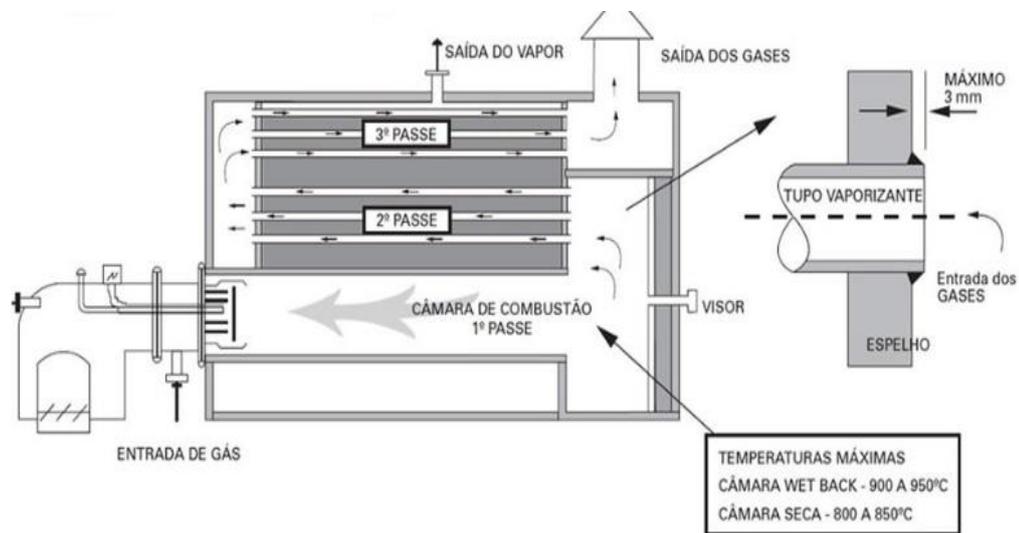


Figura 10 – Câmara de combustão¹⁴

- Aquecedor de ar: aplica o calor residual dos gases de combustão pré-aquecendo o ar usado na queima de combustível. Acalora o ar entre 120 e 300 °C, dependendo do tipo de instalação e do tipo de combustível queimado.

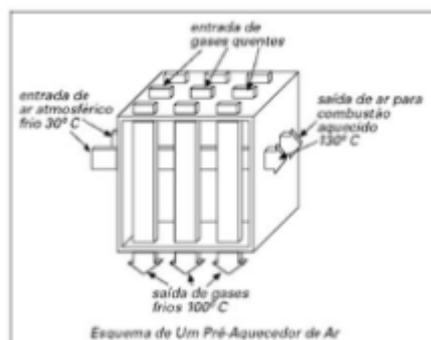


Figura 11 – Aquecedor de ar¹⁵

¹⁴ <http://www.matayoshi.com.br/servicos/engenharia-de-combustao/>

- Superaquecedores: incide de um ou mais feixes tubulares, destinados a aumentar a temperatura do vapor gerado na caldeira.

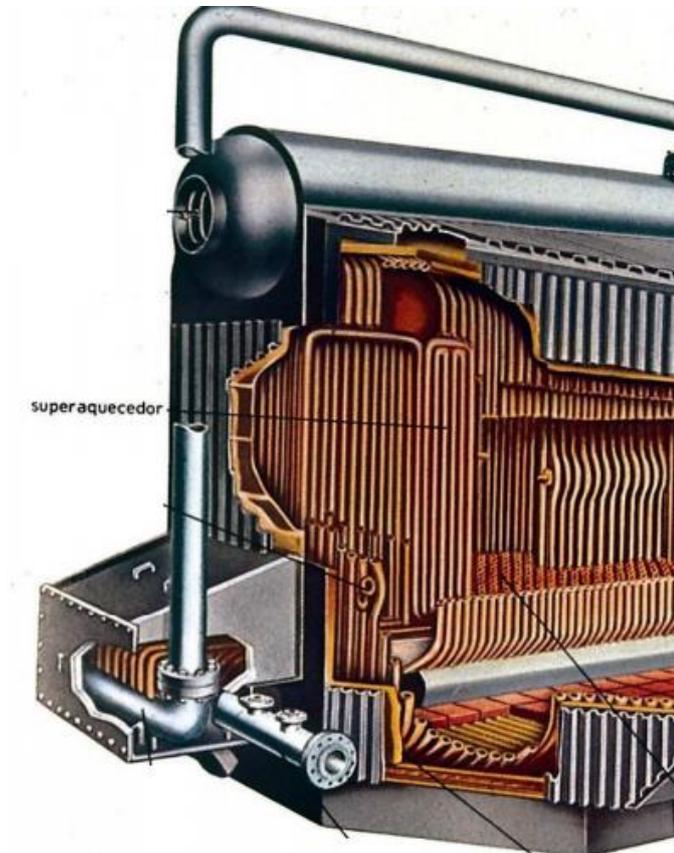


Figura 12 – Superaquecedores¹⁶

- Aquecedores: é semelhante aos superaquecedores. A sua presença torna-se necessária quando se deseja elevar a temperatura do vapor proveniente de estágios intermediários de uma turbina.
- Economizador: serve para aquecer a água de alimentação da caldeira. O processo acontece quando os gases passam sobre a superfície dos tubos do economizador, aquecendo a água da alimentação que flui pelo interior dos tubos, antes desta entrar no coletor da caldeira.

¹⁵ <https://slideplayer.com.br/slide/10969315/>

¹⁶ <https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2015/11/Marcelo-.Shultz-Petrobras.pdf>

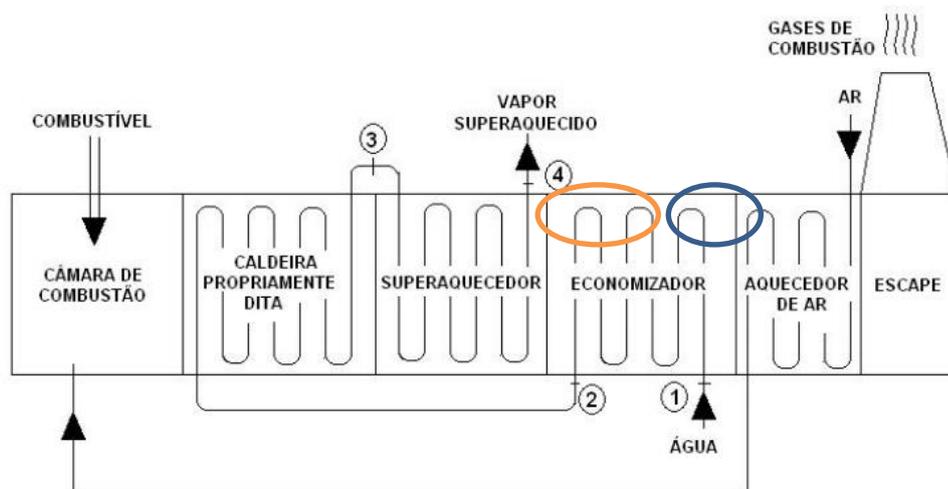


Figura 13 – Aquecedor de ar e Economizador¹⁷

- Queimadores: é o equipamento que tem a função de misturar o combustível e o ar de comburente que alimenta a fornalha.

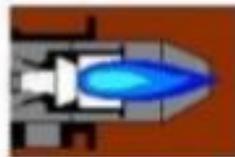


Figura 14 - Queimadores¹⁸

¹⁷ http://www.mecanica-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2014/02/Art_TCC_013_2006.pdf

¹⁸ <https://pt.slideshare.net/homeroalvesdelima/11-aula-caldeiras>

- Fornalhas: este equipamento tem o papel de misturar ar-combustível, atomização, vaporização do combustível e a conservação de uma queima contínua da mistura.
- Grelhas: serve para amparar o material dentro da fornalha. Elas podem ser de três modelos: fixas, rotativas ou inclinadas.

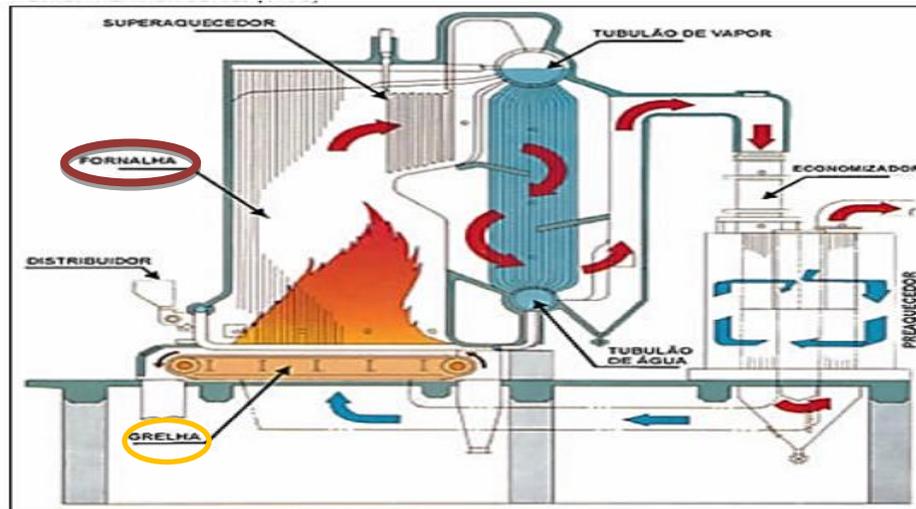


Figura 15 - Fornalhas e Grelhas¹⁹

- Chaminés: A chaminé tem como consequência natural promover a entrada de mais oxigênio na fornalha, acelerando o processo de combustão.

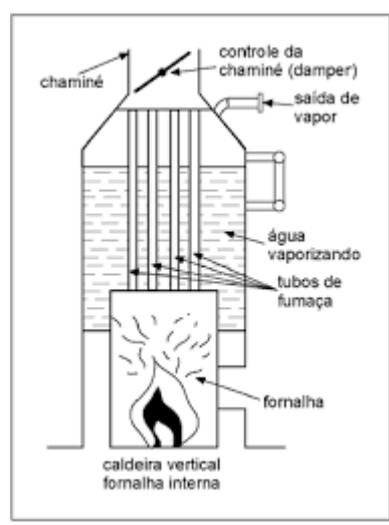


Figura 16 – chaminé²⁰

A próxima parte de uma caldeira é a válvula que receberá um capítulo especial neste trabalho.

¹⁹ www.ebah.com.br/content/ABAAABgO4AE/caldeiras-equipamentos-navais

²⁰ http://www.fem.unicamp.br/~franklin/EM884/pdf/geracao_vapor_intro.pdf

7 VÁLVULAS DE SEGURANÇA

7.1 Conceito

A válvula de segurança foi projetada com intuito de atuar em princípios que podem resultar em aumento de pressão e em falha no funcionamento de processos ou válvulas de controle.

A válvula de segurança é um dispositivo que funciona com água, vapor saturado, superaquecidos, ar comprimido e outros fluidos, ajustando os melhores requisitos de ação de disparo e capacidade de descarga.

Essa peça tem como objetivo a proteção da vida, propriedade e meio ambiente. Nesse sentido, essa peça é tencionada para abrir e avaliar a pressão exagerada de vasos ou aparelhamentos e para religar e evitar a liberação a mais de fluido depois das condições normais terem sido restauradas.

7.2 Definições

- **Válvula de Segurança:** Dispositivo automático de alívio de pressão acionado pela pressão à montante da válvula, caracterizado por uma abertura instantânea (“pop”), uma vez atingida a pressão de abertura. Usada para fluidos compressíveis, como vapor, ar e gases em geral.



Figura 17 – Válvula de segurança²¹

- **Válvula de alívio:** Dispositivo automático de alívio de pressão acionado pela pressão estática à montante da válvula, caracterizado por uma abertura progressiva e proporcional ao aumento de pressão acima da pressão de abertura. Usada para fluidos incompressíveis (líquidos).

²¹



Figura 18 – Válvula de alívio²²

- **Válvula de Segurança e Alívio:** Dispositivo automático de alívio de pressão adequado para trabalhar como válvula de segurança ou válvula de alívio, dependendo da aplicação desejada. Pode operar com gás/vapor e líquido simultaneamente.



Figura 19 – Válvula de segurança e alívio²³

22

[://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instalacoes_e Equipamento_industrial/grofe/produtos/valvulas/valvulas-de-seguranca-e-alivio](http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instalacoes_e Equipamento_industrial/grofe/produtos/valvulas/valvulas-de-seguranca-e-alivio)

23

[://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instalacoes_e Equipamento_industrial/grofe/produtos/valvulas/valvulas-de-seguranca-e-alivio](http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instalacoes_e Equipamento_industrial/grofe/produtos/valvulas/valvulas-de-seguranca-e-alivio)

7.3 Histórico da Válvula de segurança

A válvula de segurança surgiu na Inglaterra por volta de 1662.

A válvula de segurança é um dispositivo de alívio de pressão que existe desde 1682, quando na Inglaterra foi inventada por um físico francês chamado Denis Papin. O modelo inventado por Papin funcionava com um sistema de contrapeso, onde um peso ao ser movimentado ao longo de uma alavanca alterava sua pressão de ajuste. A válvula desenvolvida por Papin conseguia proteger um equipamento, cuja pressão alcançava 8,0 atm! (8,3 kgf/cm²) (MATHIAS, 2008, p. 02).

Porém, este equipamento causou muitos acidentes e muitas vidas se perderam, após quase duzentos anos foi inventada a válvula de segurança tipo mola sob carga.

Somente a partir de 1869 é que foi inventada a válvula de segurança tipo mola sob carga (mola helicoidal) a partir do projeto de dois americanos, George Richardson e Edward H. Ashcroft. De acordo com os registros da época, sua válvula era muito utilizada na proteção de locomotivas a vapor (MATHIAS, 2008, p. 02).

A partir deste modelo se originou a válvula de segurança que foi evoluindo até chegar nos modelos mais modernos existentes atualmente no mercado.

7.3 Estrutura de uma válvula de segurança

A figura abaixo mostra a estrutura de uma válvula do tipo mola. Pode-se observar que contem duas partes fixas, o castelo e o corpo e por partes móveis que operam controle da pressão.

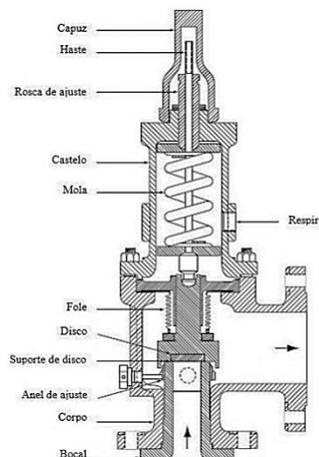


Figura 20 – estrutura de uma válvula de segurança²⁴

²⁴ <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110101/000951720.pdf?sequence=1>

- Castelo e corpo

Segundo Pinheiro (2016, p. 22), “o castelo (bonnet) liga o corpo da válvula ao atuador. A haste da válvula se movimenta através do engaxetamento do castelo. Há três tipos básicos de castelo: aparafusado, união e flangeado”.

O engaxetamento no castelo para alojar e guiar a haste com o plug, deve ser de tal modo que não haja vazamento do interior da válvula para fora e nem muito atrito que dificulte o funcionamento ou provoque histerese. Para facilitar a lubrificação do movimento da haste e prover vedação, usam-se caixas de engaxetamento. Algumas caixas requerem lubrificação periódica. Os materiais típicos de engaxetamento incluem Teflon®, asbesto, grafite e a combinação deles (asbesto impregnado de Teflon e asbesto grafitado) (PINHEIRO, 2016, p. 22).

Já o corpo da válvula refere-se a um vaso de pressão, onde “com uma ou duas sedes, se assenta o plug (obturador), que está na extremidade da haste, que é acionada pelo atuador pneumático” (PINHEIRO, 2016, 22).

Segundo Mathias (2008, p. 05), o corpo da válvula “é sempre a parte inferior onde fica situada a sede fixa, as conexões para acoplar a válvula à tubulação, além de permitir o acesso aos componentes internos, através da retirada do castelo”.

No corpo estão contidos a sede, obturador, haste, guia da haste, engaxetamento e selagem de vedação.

A bitola de uma válvula é sempre determinada através do corpo; sua espessura de parede* determina a classe de pressão, enquanto seu material de construção determina os limites de pressão, temperatura e resistência à abrasividade e corrosividade do fluido de processo, somente quando as sedes não forem construídas em elastômeros ou termoplásticos (MATHIAS, 2008, p. 05).

Nesse sentido, vale destacar que numa válvula de segurança o tamanho é formada pela classe de pressão do flange de saída, significando que a região do flange de entrada é reforçada para anular os efeitos da força de reação no momento da abertura da válvula.

7.4 Funções da válvula

Após a instalação, as válvulas precisam atender a três funções básicas de maneira confiável e precisa, são elas:

- Abrir a uma pressão pré-determinada (pressão de ajuste PA), ou seja, aliviar a “sobre pressão”;

- Descarregar todo volume previsto em seu dimensionamento, na sobre pressão permitida (capacidade vazão);
- Fechar dentro da faixa de pressão estabelecida, mantendo a vedação inicial (diferencial de alívio).



Figura 21 – Aliviar a “sobre pressão”²⁵

²⁵ http://www.creaes.org.br/img/Palestra_Valvulas_Seguranca_Alivio.pdf

8 CALIBRAÇÃO

É o nome dado ao conjunto de operações que estabelecem, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento (calibrador) ou sistema de medição e os valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, ou os correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões.

Esse procedimento aponta a qualidade da produtividade, bem como a segurança do trabalhador. Nesse sentido, visa um processo técnico que é verificado através de limpezas, remontagens, testes e relatórios que indicam se a válvula apresenta o funcionamento correto.

Dentre os problemas mais comuns sofridos pela **calibração de válvula de segurança**, estão: válvulas que sofrem entupimento, corrosão agressiva, e problemas que precisam de manutenção corretiva. Existem casos em que a **calibração de válvula de segurança** está sujeita a desgastes por parte do fluido trabalhado (IOPE, p. 01).

Desta forma, a calibração pode ser feita de várias formas. Vejamos:

- **Calibração a Frio:** Calibração feita com a válvula em bancada.
- **Calibração a Quente:** Calibração feita com a válvula no processo, onde se faz a elevação da pressão lentamente até o ponto de abertura da válvula e através de análise comparativa com a pressão de processo faz-se ou não o seu ajuste.
- **Calibração a On-Line:** Calibração feita com a válvula no processo, onde é instalado um dispositivo que simula a pressão de abertura na mola e através de análise comparativa entre pressão de processo e a pressão aplicada pelo dispositivo, obtém-se então o valor de ajuste.
- **Calibração Externa (Cliente):** Quando o serviço de calibração de válvulas de segurança/alívio for realizado na entidade externa (cliente), o serviço pode ser executado de duas formas: Calibração a Frio; Calibração a Quente.
- **Estanqueidade:** Vazamento máximo admissível para as válvulas sob determinadas condições.

8.1 Check List – Procedimento de Manutenção de Válvulas de Segurança

Contratante:	Data: ____/____/____
Técnico Responsável:	
Local:	
Telefone:	
Pressão Abertura:	Pressão fechamento:

Item referente à parte externa das Válvulas:	Sim	Não
1. O equipamento contém sinais de corrosão?		
2. Amassados, trincas, sinais de queda ou batidas?		
3. Capuz, porca trava, castelo, corpo e porcas com trincas ou deformações?		
Item referente a placa de identificação:	Sim	Não
4. Nome do fabricante?		
5. Número de Identificação?		
6. Modelo?		
7. Tipo? Castelo Fechado?		
8. Tipo? Convencional?		
9. Assentamento? Metal x Metal?		
10. Tamanho? ____''x____''		
11. Pressão? Abertura: Teste:		
Item referente à parte interna da Válvula:	Sim	Não
12. Mola contém trinca ou excesso de corrosão?		
13. Haste torta ou com desgaste de material?		
14. Bucha guia com desgaste de material?		
15. Guia com desgaste de material?		
16. Eixo do suporte, suporte do Disco e Disco com desgaste de material, trincas ou fissuras?		
17. Anel Inferior contém todos os dentes?		
18. Parafuso trava, com sinais de trinca ou quebrado?		
19. Bocal contém fissuras?		
20. Alguma peça apresenta perda excessiva de material que precisa ser torneada? Quais? _____		

8.2 Check list DYNÂMICA – Calibração, manutenção de válvulas de segurança

	CHECK LIST – CALIBRAÇÃO, MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS DE SEGURANÇA.	IT - TEC - 001
		<small>Documento elaborado em: 18/09/2013 Rev.: 00</small>

A - OBJETIVO

Este procedimento tem como objetivo descrever os passos para calibração, ajuste e manutenção de Válvulas de segurança/alívio.

B - APLICAÇÃO

Este procedimento é aplicável para a calibração, ajuste e manutenção de Válvulas de segurança/alívio em entidade externa ou nas dependências da Dinâmica.

C - DESENVOLVIMENTO

- **Calibração em Bancada de Teste (Cliente Ou Dinâmica)**

- Montar a válvula na bancada de testes conforme anexo;
- Aplicar pressão próxima à pressão de abertura da válvula;
- Continuar aplicando a pressão até que ocorra a abertura da válvula;
- Se a válvula não abrir a uma pressão 1,2 vezes a pressão de abertura, registrar e solicitar a manutenção;
- Anotar a pressão em que a válvula abriu no certificado de calibração, na linha ‘abertura’, no campo de calibração inicial;
- Baixar a pressão, verificando se a mesma fechou e anotar o valor de pressão em que isso ocorreu na linha ‘fechamento’ no certificado de calibração no campo de calibração inicial;
- Fazer o teste de estanqueidade, para verificar se não há vazamento.
- Calcular o erro encontrado e se houver a necessidade de Ajuste, proceder de acordo com o item 4.3 – Procedimento de ajuste;

Se houver a necessidade de manutenção, proceder de acordo com o item 4.2 – Manutenção.

- **Manutenção:** Para desmontagem dos anéis, proceder da seguinte forma:

Anel Inferior: girar o anel no sentido anti-horário, contando o n° de dentes, até ele encostar-se ao disco (obturador) anotar o n° contado.

Anel Superior: girar o anel no sentido horário, contando o n° de dentes, até ele atingir o paralelismo com disco, anotar o n° contado.

- Desmontar a válvula, verificando a posição do parafuso de ajuste de abertura da válvula, para que após a montagem da mesma, o ajuste de abertura não fique muito distante do valor desejado;

- Verificar o estado do corpo da válvula a fim de localizar defeitos como: trincas ou deformações no corpo da válvula e enviar o mesmo para jateamento e pintura caso necessário;

- Inspeccionar os internos da válvula a fim de detectar defeitos como: trincas, deformações ou desgaste excessivo, condições de auto centralização do disco (obturador);

- Verificar o estado da mola, com relação à oxidação excessiva e possíveis pontos com trinca;

- Inspeccionar possíveis deformações na porca e parafuso de ajuste da pressão de atuação da válvula;

- Verificar e trocar se necessário os parafusos de fixação do capacete da válvula;

- Proceder com a lapidação da sede e obturador da válvula;

- Executar a montagem da válvula, de acordo com o observado no primeiro e segundo parágrafo acima, e encaminhar a mesma para que seja calibrada em bancada de teste seguindo os passos descritos no item – Procedimento de Calibração;

- **Procedimento de Ajuste**

Para ajustar a válvula, execute os passos abaixo:

- Repita os passos do item 4.1 verificação inicial, verificar com que pressão a válvula abriu;

- Se a válvula abriu com pressão inferior à pressão desejada, deve-se reduzir a pressão e então girar o parafuso de ajuste de tensão da mola no sentido horário e fazer o teste novamente;

- Se a válvula não abriu após ter atingido a pressão desejada, deve-se reduzir a pressão e então girar o parafuso de ajuste no sentido anti-horário e fazer o teste novamente;

- Após feito o ajuste, deve-se reiniciar o processo a partir do item 4.1- Procedimento de Calibração, até que se consiga atingir o ponto de abertura e fechamento desejado e fazer a anotação dos valores ao lado dos campos descritos ‘abertura’ e ‘fechamento’ do Certificado de Calibração no campo de calibração final;

- Após a válvula ter aberto na pressão desejada, diminuir lentamente a pressão até que perceba que a válvula fechou, então, com um medidor de bolhas aplique a mesma no local de

escape de forma a gerar bolhas para que se verifique a estanqueidade da válvula, conforme item 4.4.

- **Teste de Estanqueidade**

Para fazermos o teste de estanqueidade de válvulas com sede metal/metal, devemos primeiramente aplicar uma pressão correspondente a 90% da pressão de abertura. Ex: se a válvula abre com 10 kgf/cm² podemos aplicar no máximo 90% da pressão de abertura que equivale a 9kgf/cm² e com o medidor de bolhas fazer uma contagem das bolhas de ar relacionadas ao tempo de medição de um minuto, isto verificado junto a tabela poderemos estabelecer as condições de aceitação da válvula.

- Aguardar o tempo determinado na Tabela 1 a seguir antes de iniciar a contagem de bolhas:

Tabela 2: Tempo antes de iniciar a contagem de bolhas

Diâmetro do flange de entrada	Tempo de pressurização
até 2"	1 minuto
2½", 3" ou 4"	2 minutos
6" ou maior	5 minutos

- Para uma válvula com assentamento metal-metal, a taxa de vazamento em bolhas por minuto não deve exceder 50% do valor apropriado na tabela 2. Para uma válvula com assentamento metal/elastômero, não se aceita nenhum vazamento por minuto (0 bolhas por minuto)

Tabela 3: Tabela de Máximo vazamento para válvulas com Vedação metal-metal (bolhas/minuto).

Unidades de pressão				Tamanho do boca	
Kpa	Kgf./cm ²	PSI	Bar	Orifício F e menores	Orifícios maiores que F
103	1,05	14,94	1,03	40	20
6895	70,31	999,81	68,95	40	20
10342	105,46	1499,6 4	103,42	60	30

13790	140,62	1999,6 2	137,90	80	40
17238	175,78	2499,6 0	172,38	100	50
20685	210,93	2999,4 3	206,85	100	60
27580	281,24	3999,2 4	275,80	100	80
34475	351,55	4999,0 5	344,75	100	100
41370	421,86	5998,8 5	413,70	100	100
Observação: Orifícios \leq que $F = \text{Área} \leq$ que $0,307 \text{ pol}^2$					

- **Materiais Necessários**

- Bancada para testes em válvulas de segurança;
- Reguladora de pressão.
- Cronômetro padrão
- Garrafa de nitrogênio para geração de pressão de teste;
- Manômetro padrão com escala adequada de acordo com a pressão a ser calibrada a válvula;
- Jogo de chaves para montagem da válvula na bancada de testes e ajuste do ponto de abertura da válvula;
- Recipiente contendo água com sabão para ser utilizado no teste de estanque da válvula.

- **Orientações de Segurança**

- Usar equipamento de proteção individual indicado para o local;
- Verificar a necessidade de utilização de andaime e ou plataforma;
- Verificar a necessidade e possibilidade de liberação da área para atividade;
- Providenciar bloqueios necessários para a retirada, se necessário, junto à operação.

D - RESPONSABILIDADE

É de responsabilidade da Dinâmica o preenchimento dos seguintes dados no Certificado de Calibração:

- N° Certificado;
- Data de Calibração;
- Padrões Utilizados e sua rastreabilidade;
- O TAG de cada válvula;
- O número de Série da Válvula;
- A descrição do Local da Válvula;
- Especificação da válvula (marca, modelo, n. série, tamanho, tipo de assentamento, tipo do castelo, e demais dados que forem possíveis).
- Dados do Processo (pressão, temperatura e produto de operação);
- Pressão de abertura e pressão de fechamento na calibração inicial e final;
- O erro encontrado na abertura e no fechamento em relação ao ponto de ajuste;
- Comentários e observações
- Assinatura do executante;
- Carimbo e assinatura do técnico responsável;
- Calibrar e ajustar Válvulas de segurança/alívio: Colaboradores autorizados.

E - REFERÊNCIAS

- Norma Petrobrás N-2368 (2006): Inspeção de Válvulas de Segurança e Alívio.
- IBP Guia N° 10: Inspeção de Válvulas de Segurança e Alívio.

F - REGISTROS DA QUALIDADE

Tabela 4 – Registros da qualidade

Nome	Arquivamento			Acesso	Tempo de Retenção	Disposição
	Local	Forma	Ordem			
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO	Software	Arquivo Eletrônico	Por Cliente / Sequência Numérica	Qualidade	Indeterminado	Indeterminado

G - HISTÓRICO DE REVISÃO

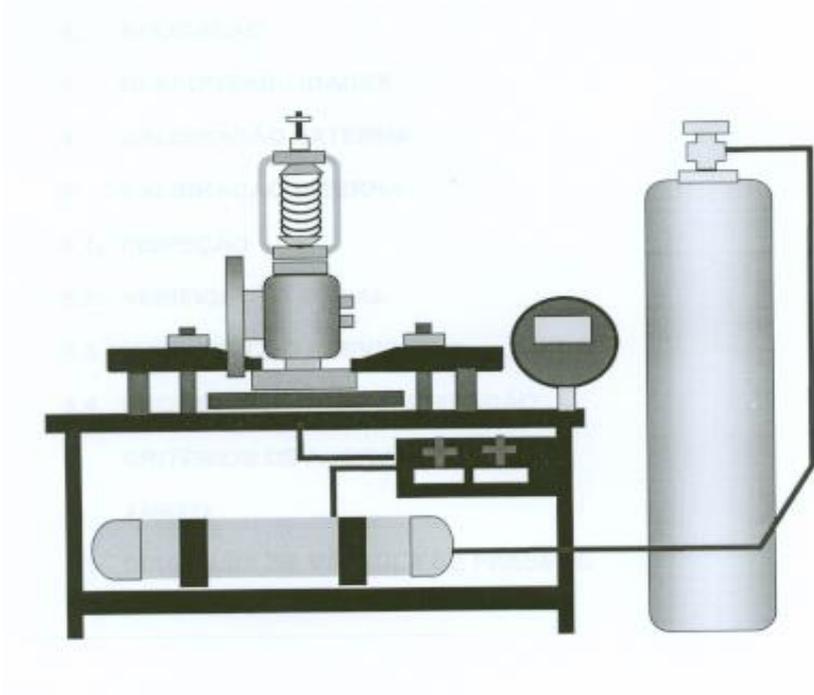
Tabela 5 – Histórico de revisão

Revisão	Data	Responsável	Observações
00	18/09/13	Reni Macedo	Elaboração do documento.

0

H - ANEXO

ANEXO : Figura 22 – Bancada de testes



9 PROBLEMAS COMUNS QUE ACONTECEM NAS VÁLVULAS

- Corrosão: a corrosão provoca pites nos componentes das válvulas. De acordo com Souza (2017, p. 17), “esses depósitos interferem com o funcionamento das partes móveis, quebra de várias partes ou uma deterioração generalizada dos materiais da válvula”.
- Superfícies de Assentamento danificadas: essas superfícies devem ser mantidas planas, polidas e centralizadas para se obter perfeita vedação; caso contrário pode ocorrer vazamento e os danos podem ser descritos como: corrosão; partículas estranhas; batimento; manuseio descuidado da válvula ou de seus componentes; vazamento através das superfícies de assentamento da válvula após a sua instalação.
- Molas quebradas: as molas quebradas acontecem por causa das corrosões, que podem ser: corrosão generalizada e corrosão sob tensão.
- Ajustes inadequados: ocorre por uso de equipamentos impróprios ou falta de conhecimento sobre os ajustes exigidos, Manômetros descalibrados são causa frequente de ajuste inadequado.
- Entupimento e emperramento: os sólidos do processo podem provocar obstruções ou entupir a entrada ou saída da válvula, esses sólidos podem ser: coques, produtos solidificados ou resíduos de manutenção que não foram removidos.
- Especificação incorreta de materiais: Souza (2017, p.18) relata que, “a especificação de materiais para um determinado serviço é ditada pelos requisitos de temperatura, pressão e corrosão de fluido, e pelas condições ambientais a que a válvula está exposta”. É fundamental que se tenha um registro desses materiais especiais e dos locais onde devem ser utilizados.
- Instalação inadequada: a válvula deve ser instalada no local exato para o qual foi projetado, caso contrário perde sua finalidade.
- Manuseio descuidado: esse manuseio pode afetar a calibração da válvula, destruir sua estanqueidade e alterar o desempenho na bancada de ensaio, ou provocar vazamento excessivo em operação se a válvula já foi ensaiada. Este problema pode ocorrer: no transporte, na manutenção ou na instalação.
- Utilização incorreta: é um dispositivo para segurança, nunca pode ser utilizada para controlar a pressão de operação, se utilizada de modo incorreto pode sofrer danos.

10 PROCEDIMENTOS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMUNS EM VÁLVULAS DE SEGURANÇA

Para evitar os problemas comuns que acontecem com as válvulas de segurança existem algumas medidas a serem tomadas.

As válvulas de segurança e/ou alívio devem fazer parte de um programa de inspeção que defina a frequência de inspeção, mantenha um registro das datas das últimas inspeções e informe a data da próxima inspeção, que tipo de intervenção foi realizada e o responsável pela manutenção dos dados no sistema (GOMES, 2015, p. 02).

Essa inspeção faz parte das normas de segurança e tem prazo estabelecido, conforme tabela abaixo:

Tabela 6 – Classificação e período de inspeção de válvulas

<i>Nível de Criticidade</i>	<i>Descrição</i>	<i>Prazo MÁXIMO de Inspeção Recomendado</i>
A	Válvulas que podem sofrer incrustação, colagem, entupimento, corrosão agressiva que possam interferir na sua atuação normal, ou que necessitem frequentemente de manutenção corretiva.	1 ano
B	Válvulas sujeitas a reduzido desgaste por parte do fluido.	2 anos
C	Válvulas que mantenham contato com fluidos "limpos", que não apresentem risco de colagem, entupimento ou desgaste dos materiais em contato com o fluido.	4 anos
D	Válvulas em que se comprove através de confiável histórico de recepção e manutenção que podem atender em um prazo maior que o indicado para o nível de criticidade C.	6 anos

Tabela 7 - Problemas e solução em válvulas

Problema	Solução
Corrosão	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar a vedação para evitar a circulação do fluido corrosivo nas partes superiores da válvula, - Melhorar a vedação; - Isolar a parte superior da válvula; - Melhorar a especificação dos materiais; - Aplicar pintura ou revestimento anticorrosivo; - Instalar disco de ruptura em série com a válvula; - Atuar no fluido de forma a torna-lo menos agressivo.

Superfícies de Assentamento danificadas	- Devem ser substituídas e mantidas, planas, polidas e centralizadas para se obter perfeita vedação.
Molas quebradas	- A maioria deste problema é ocasionado por corrosão, então para evitar o ideal é passar substancia anticorrosiva na mola.
Ajustes inadequados	- Utilização de manuais de fabricantes ajuda a eliminar esta deficiência; - Calibrar os manômetros da bancada de ensaio.
Entupimento e emperramento	- Alinhamento do disco; - Limpeza das superfícies de guia, - Usinagem do suporte do disco ou da guia.
Especificação incorreta de materiais	- Proceder imediatamente a uma troca para material mais adequado.
Instalação inadequada	- Estabelecer um sistema rígido de controle que evite trocas nas posições das válvulas.
Manuseio descuidado	- Transportar na posição vertical e com muito cuidado; - Manusear cuidadosamente a válvula, mantendo limpa e perfeitamente alinhada. - Evitar quedas ou impactos nas válvulas.
Utilização incorreta	- Verificar manual para utilização correta da válvula.

CONCLUSÃO

Dentro de uma indústria existem válvulas de segurança e/ou alívio que podem parar toda uma planta e de forma inesperada, enquanto outras param somente uma parte desta, porém, em ambas as situações os prejuízos são enormes. Quanto maior a criticidade de uma instalação para um processo, mais minuciosa deve ser a inspeção e/ou manutenção de qualquer equipamento instalado. Muitas vezes a parada de todo um processo para a correção de um problema devido à falta de manutenção adequada pode ter um custo muito maior do que a compra de um equipamento novo.

É de extrema importância a implantação de um “Check List” no processo de reparo e calibração em válvulas de segurança. Pois desta forma garantimos a padronização dos procedimentos e a confiabilidade necessária aos equipamentos.

A manutenção de qualquer equipamento é essencial para a continuidade de um processo industrial. Para as válvulas de segurança e/ou alívio a necessidade de uma manutenção preventiva periódica está relacionada não apenas a manter aquela continuidade do processo, mas também preservar a vida daqueles que operam os equipamentos por elas protegidos.

Os objetivos da pesquisa foram alcançados, tendo uma probabilidade de bons resultados na prática. Teve um grande impacto no aprendizado no que se refere a instrumentação, Válvulas de Seguranças e Caldeiras. Este estudo pode servir como base para outras pesquisas sobre este assunto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR-13: Caldeiras e Vasos de Pressão. Disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF2695817E43/nr_13.pdf>.

Acesso em ago. 2018.

ABENDIEVENTOS. **Qualificação e certificação de fabricantes de vasos de pressão.**

Disponível em: http://www.abendieventos.org.br/6_ctvp/down/apre_3.pdf. Acesso em: set. de 2018.

GOMES, Leonardo. **Boas práticas para inspeção em válvulas de segurança e alívio.**

Publicado em: 06 de dezembro de 2015. Disponível em:

<http://www.invalv.com.br/index.php/noticias/artigos/87-boas-praticas-para-inspecao-de-valvulas-de-seguranca-e-alivio>. Acesso em: nov. de 2018.

IOPE. **Calibração de Válvulas de Segurança.** Disponível em:

<http://www.iope.com.br/calibracao-valvula-seguranca>. Acesso em: out. de 2018.

LEITE, Nilson R.; MILITÃO, Renato de A. Tipos e aplicações de caldeiras. Fabricação e Montagem de Caldeiras e Trocadores de Calor. Escola Politécnica – Deptº de Engenharia Mecânica EPUSP-PROMIMP, 2008. Disponível em . Acesso em out.de 2018.

MATHIAS, Artur Cardozo. **Válvulas de Segurança para Caldeiras e Processos Industriais.** Publicado em 2008. Disponível em:

http://www.pipesystem.com.br/Artigos_Tecnicos/V%E1lvula_de_Seguran%E7a_1.pdf.

Acesso em: 12 de ago. de 2018.

PINHEIRO, Eliézer. **Válvula de Controle.** Publicado em 2016. Disponível em:

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABMqkAC/valvula-controle>. Acesso em: ago. de 2018.

SOUZA, Luiz Antônio Moschini. **Válvulas de Segurança e Alívio.** Rio de Janeiro: IBP, 2017 (Guia de Inspeção n. 10)

WAGNER, Felipe. **O que é uma caldeira?** Publicado em: 30/10/2015. Disponível em:

<http://www.rwengenharia.eng.br/o-que-e-uma-caldeira/>. Acesso em: set. de 2018.

