

# Inspeção e manutenção de caldeiras a vapor



# Inspeção e manutenção de caldeiras a vapor

---

## Introdução

Apesar de nossa sociedade ter evoluído para um ambiente financeiro moderno e de ritmo acelerado, muitas empresas ainda utilizam caldeiras a vapor em vários tipos de aplicações, algumas delas muito similares as utilizadas na revolução industrial. É fato que, enquanto a sociedade tiver necessidades de fabricação e de aquecimento, haverá aplicações para caldeiras a vapor. Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, não sendo inclusos os refervedores e similares em sua definição. Porém, mesmo com o advento de equipamentos de segurança mais complexos e automáticos, ainda persistem eventos em que caldeiras a vapor causam danos à propriedade, ferimentos a pessoas e extensa perda de receita devido à interrupção dos negócios.

Existem diversas classificações utilizadas para caldeiras; por exemplo, em razão da fonte de energia utilizada: caldeira de biomassa, caldeira a óleo, caldeira a gás, caldeira elétrica; em razão do propósito ou finalidade: caldeira de recuperação; caldeira industrial; caldeira auxiliar, caldeira de cogeração; em razão da forma construtiva: flamotubulares, aquatubulares e mistas; em razão da destinação ou propósito do vapor gerado: caldeira de força, caldeira de processo; em função da capacidade de produção de vapor ou até mesmo da pressão de trabalho que operam. Algumas destas classificações são baseadas em normas técnicas ou legislação específica que são mandatórios nos limites jurisdicionais.

No Brasil por exemplo, a norma NR-13 de 2018 estabelece 2 categorias para caldeiras:

- caldeiras da categoria A: são aquelas cuja pressão de operação é igual ou superior a 1.960 kPa (19,98 kgf/cm<sup>2</sup>), com volume superior a 100 L (cem litros);
- caldeiras da categoria B: são aquelas cuja a pressão de operação seja superior a 60 kPa (0,61 kgf/cm<sup>2</sup>) e inferior a 1 960 kPa (19,98 kgf/cm<sup>2</sup>), volume interno superior a 100 L (cem litros) e o produto entre a pressão de operação em kPa e o volume interno em m<sup>3</sup> seja superior a 6 (seis).

Legislações anteriores estabeleciam uma categoria “C” para caldeiras com pressão operação é igual ou inferior a 588 kPa (5,99 kgf/cm<sup>2</sup>), mas que foi alterado em 2018. Essas categorias estão associadas a critérios mínimos de inspeção, controles, instrumentação e proteções que são mandatórios e que devem ser observados pelos seus proprietários. É importante destacar que a operação segura de uma caldeira não prescinde o compromisso do proprietário dela de mantê-la e operá-la de maneira segura e eficiente.

A Zurich, através de sua engenharia de riscos, leva muito a sério o uso e os cuidados dedicados às estes tipos de equipamentos, contando com um grupo de engenheiros de riscos especializados e dedicados à ajudar a proteger seu negócio contra perdas e acidentes. Neste informativo, teremos por foco as caldeiras industriais de categoria B, já que são as mais comumente observadas, destacando os principais sistemas de proteção. Não se pretende exaurir o tema, mas sim destacar os aspectos mais relevantes.

## Sistemas Mínimos de Proteção

Os fabricantes de caldeiras desenvolveram muitos dispositivos automáticos para ajudar a manter e operar uma caldeira de maneira segura e eficiente. A NR-13 estabelece que caldeiras categoria B novas, com queima de combustíveis líquidos ou gasosos, devem dispor de SGC Sistema de Gerenciamento da Combustão – sistema de controle – definido no projeto pelo fabricante para este fim, que garanta a execução segura da sequência de acendimento e o bloqueio automático dos combustíveis em casos de perda do controle de combustão ou da geração de vapor. As seguintes funções de segurança deveriam ser previstas:

- a) proteção de nível baixo de água;
- b) sequenciamento de purga e acendimento;
- c) teste de estanqueidade de válvulas de bloqueio de combustível;
- d) proteção de pressão alta ou baixa do combustível líquido ou gasoso;
- e) proteção de falha de chama

Adicionalmente, as caldeiras industriais devem ser dotadas dos seguintes itens:

- Válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA, considerados os requisitos do código de projeto relativos a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração;
- Instrumento que indique a pressão do vapor acumulado;
- Injetor ou sistema de alimentação de água independente do principal que evite o superaquecimento por alimentação deficiente, acima das temperaturas de projeto, de caldeiras de combustível sólido não atomizado ou com queima em suspensão;
- Sistema automático de controle do nível de água com intertravamento que evite o superaquecimento por alimentação deficiente.

A seguir descrevemos com maior detalhes alguns destes sistemas:

**Dispositivos de alívio de pressão** - Os dispositivos de alívio de pressão (DAP) são um dos principais dispositivos de proteção instalados em caldeiras para protegê-la contra eventual sobre pressurização. Os fabricantes projetam os DAPs de forma a ter a capacidade para aliviar toda a pressão que uma caldeira pode gerar, tendo por referência máxima a PMTA. Os principais DPAs para caldeiras são as válvulas de alívio e as válvulas de segurança. Embora ambos os dispositivos tenham a função de proteção contra sobre pressurização, existem ligeiras diferenças entre elas. De um modo geral, as caldeiras são sempre providas com válvulas de alívio, que são projetadas para abrir e fechar durante eventuais picos de transientes de operação, atuando também como amortecedores de transientes, reduzindo os tempos de sobrepressão que as caldeiras ficam submetidas e os esforços sobre o equipamento; aumentando assim o tempo de vida útil destes equipamentos. Válvulas de alívio tem ajustes de abertura geralmente entre a pressão de operação e a PMTA. Por outro lado, válvulas de segurança, quando instaladas em caldeiras, são complementares as válvulas de alívio e estão associadas essencialmente a segurança de processo, sendo prevista sua atuação em situações de emergência do equipamento, ou seja, fora de transientes normais de operação, sendo seus ajustes de abertura geralmente superiores aos das válvulas de alívio, porém tendo referência máxima a PMTA.

É boa prática testar periodicamente e de forma manual a válvula de alívio de uma caldeira. Com estes testes é possível verificar travamentos e falhas no mecanismo acionador das válvulas de alívio. Isto é realizado acionando sua alavanca de teste. Normalmente, quando se testa manualmente a válvula de alívio de pressão, deve-se observar uma pressão mínima de operação para o teste, ou seja, de pelo menos 75% da pressão de ajuste da válvula de alívio testada. Válvulas de segurança, quando presentes, não permitem testes periódicos de forma manual, devendo-se então removê-la da caldeira durante o período de manutenção, enviá-la a uma instalação de testes credenciada pela ASME, ou junto a RBC – Rede Brasileira de Calibração no caso do Brasil, para a realização de testes e ajustes de bancada. É importante mencionar que mesmo sendo testadas em processo, válvulas de alívio devem passar pelo mesmo procedimento de testes e ajustes de bancadas mencionado, por força legislativa. Em ambos os casos, o proprietário da caldeira deve ter um programa que garanta testes regulares e adequação deste importante dispositivo de segurança as normas vigentes. Pela NR-13, novas caldeiras categoria B independente do combustível queimado devem possuir redundância de válvula de segurança.

**Chave de corte de combustível acionada nível baixo de água** - A falta de água ou nível muito baixo da caldeira pode gerar interrupções de operação e mesmo danos permanentes a uma na caldeira. Como mencionamos, espera-se que as caldeiras sejam providas com um Sistema de Gerenciamento da Combustão que garanta a execução segura da sequência de acendimento e o bloqueio automático dos combustíveis em casos de perda do controle de combustão ou da geração de vapor. Entre os muitos intertravamentos integrados a este tipo de sistema, está o corte de combustível em condições de baixo nível água nas caldeiras. Ele é geralmente indicado no P&I – Diagrama de Controle e Instrumentação - por “LSL – Level Switch Low”, que aciona um alarme de nível muito baixo da caldeira para ciência da operação bem como o corte de combustível para a caldeira. É um dispositivo de segurança muito importante projetado para interromper o queimador da caldeira no caso de ocorrer uma condição de baixo nível de água. Atualmente, a maioria das jurisdições exigem que dois desses dispositivos estejam instalados em todas as caldeiras a vapor, uma como proteção primária e controle de processo e uma segunda como backup e associado direto a emergência no equipamento.

Os testes deste dispositivo de proteção devem fazer parte de um procedimento formal de testes de intertravamentos da caldeira, prevendo-se a periodicidade e as instruções para realizá-lo. Estes dispositivos são geralmente testados pela purga da caldeira, mantendo a descarga até que a caldeira realmente desligue de forma automática. Estes testes são realizados em pre-manutenção, quando oscilações do vapor da caldeira não interferirão com o processo. Neste momento, verificar-se-á o acionamento da bomba de alimentação de água para a caldeira, o bloqueio do combustível e a parada do queimador.

É importante mencionar que o indicador de nível de água da caldeira deve sempre ser mantido em ordem, sendo um equipamento que serve como parâmetro operacional e como referência do nível baixo durante os testes.

**Operação do queimador – sensor de falha de chama** - Para evitar explosões na caldeira, o responsável / operador da caldeira deve verificar se algum tipo de dispositivo sensor de chama está em uso para garantir que as condições da chama sejam seguras no lado do queimador da caldeira. No caso de falha da chama durante a operação, o dispositivo sensor de chama deve ser capaz de interromper o suprimento de combustível da caldeira, acionar um alarme e causar uma purga de ar dos passes laterais da caldeira para remover os vapores de combustível para as chaminés da caldeira e para a atmosfera.

O funcionamento do queimador e o padrão de chama deve ser verificado regularmente, bem como o sensor de falha de chama: de preferência pelo menos semanalmente. Siga as diretrizes de manutenção presentes no manual do fabricante da caldeira ou no Código ASME – para equipamentos construídos com base nesta norma - para o queimador e sensores de falha de chama de chama. Não descarte o suporte do fabricante em caso de anormalidades fora das previstas em manual.

**Medidor de pressão do vapor acumulado** - O medidor de pressão do vapor da caldeira permite que os operadores observem a pressão de operação da caldeira e eventuais transientes. Os medidores de vapor devem estar claramente visíveis e em boas condições de operação e calibração.

**Sistema de Gerenciamento da Combustão (SGC)** – O SGC ou Sistema de Gerenciamento da Combustão compreende os dispositivos de campo, o sistema lógico e os elementos de controle finais dedicados à segurança da combustão e a assistência do operador no início e na parada de caldeiras e para evitar erros durante a operação normal. É também conhecido como Burner Management System (BMS) e que deve ser comissionado conforme projeto das funções instrumentadas de segurança, realizado pelo proprietário, com apoio do fabricante, com parecer formal de aceitação pelos responsáveis técnicos no aceite do equipamento. Todos os parâmetros ajustados devem ser formais e enquadrados dentro do sistema de gerenciamento de mudanças da empresa, ou seja, somente deveriam ser alterações com estudo formal prévio e consulta ao fabricante.

## Conclusão

A operação segura de uma caldeira implica em conhecimento do equipamento, seus protecionais, dos procedimentos de operação e de emergência, bem como de uma adequada manutenção e inspeção do equipamento tendo por foco seu ciclo de vida. Havendo quesitos mandatórios ou não, cabe ao proprietário da caldeira zelar por sua operação segura e eficiente, minimizando impactos que possam advir de eventuais falhas nestes equipamentos.

Apesar do foco nos principais sistemas de proteção, é importante destacar que não se deve negligenciar os demais sistemas de proteção e controle de uma caldeira, tais como medidores de saturação do vapor, temperatura, controle dos ventiladores, etc; como também o treinamento de operadores. Profissionais e empresas qualificadas e com experiência comprovada devem sempre ser utilizadas como suporte a equipe de manutenção e operação, assim mitiga-se os potenciais riscos deste importante equipamento industrial.

## Referências

1. National Board of Boiler & Pressure Vessel Inspector's Code.
2. ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section VI and CSD-1.
3. BRASIL, Portaria Ministério do Trabalho n.º 1.082. NR-13 CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO, TUBULAÇÕES E TANQUES METÁLICOS DE ARMAZENAMENTO, 18 de dezembro de 2018.

## Zurich Brasil Seguros

Av. Jornalista Roberto Marinho, 85 - 23º andar  
Brooklin Novo – 04576-010  
São Paulo, SP – Brasil

Publicação do Departamento de Risk Engineering da Zurich Brasil Seguros S.A.  
Edição Digital nº 01 - Atualizada em Dezembro/2020

Para receber outros informativos ou obter maiores informações, contatar o  
Departamento de Risk Engineering da Zurich.

E-mail: [engenharia.riscos@br.zurich.com](mailto:engenharia.riscos@br.zurich.com)

A informação contida nesta publicação foi compilada pela Zurich a partir de fontes consideradas confiáveis em caráter puramente informativo. Todas as políticas e procedimentos aqui contidos devem servir como guia para a criação de políticas e procedimentos próprios, através da adaptação destes para a adequação às vossas operações. Toda e qualquer informação aqui contida não constitui aconselhamento legal, logo, vosso departamento legal deve ser consultado no desenvolvimento de políticas e procedimentos próprios. Não garantimos a precisão da informação aqui contida nem quaisquer resultados e não assumimos responsabilidade em relação à aplicação das políticas e procedimentos, incluindo informação, métodos e recomendações de segurança aqui contidos. Não é o propósito deste documento conter todo procedimento de segurança ou requerimento legal necessário. Esta publicação não está atrelada a nenhum produto em específico, e tampouco a adoção destas políticas e procedimentos garante a aceitação do seguro ou a cobertura sob qualquer apólice de seguro.

