ZURICH

Caldeiras de Biomassa: Segurança Contra Incêndios



Introdução

Esta análise sobre a utilização de caldeiras de biomassa na indústria consolida os principais pontos de atenção na sua gestão de riscos, destacando a exposição a incêndio e explosão, os requisitos de projeto, operação e manutenção, além das medidas recomendadas para reduzir a exposição das instalações.

1. Contexto e objetivo

As caldeiras de biomassa ganharam relevância por serem uma alternativa energética associada à redução de emissões de carbono e à menor dependência de combustíveis fósseis. Entretanto, esses sistemas introduzem riscos específicos que diferem das caldeiras convencionais a gás ou óleo, especialmente pela presença de combustível sólido, maior carga de incêndio, geração de poeira combustível e dificuldade de interrupção imediata da combustão.

O objetivo central do documento é orientar a concepção, instalação, operação e manutenção desses sistemas, com foco na prevenção de incêndios, explosões, propagação de chamas e acidentes envolvendo depósitos de combustível, salas de caldeiras e sistemas de alimentação.

2. Funcionamento básico dos sistemas

Um sistema típico de caldeira de biomassa inclui depósito de combustível, sistema de entrega, transporte mecânico automático por sem-fim ou piso móvel, câmara de combustão, trocadores de calor, chaminé e, em sistemas maiores, tanque acumulador de água quente. O combustível é alimentado na câmara de combustão, onde gera calor para produção de água quente ou vapor.

A principal diferença frente às caldeiras convencionais é que, mesmo após o corte do fornecimento de combustível, pode permanecer calor residual significativo na grelha e na câmara de combustão. Isso aumenta o risco de sobretemperatura, sobrepressão, formação de gases combustíveis e explosões, especialmente em situações de falha elétrica, parada súbita ou operação inadequada.

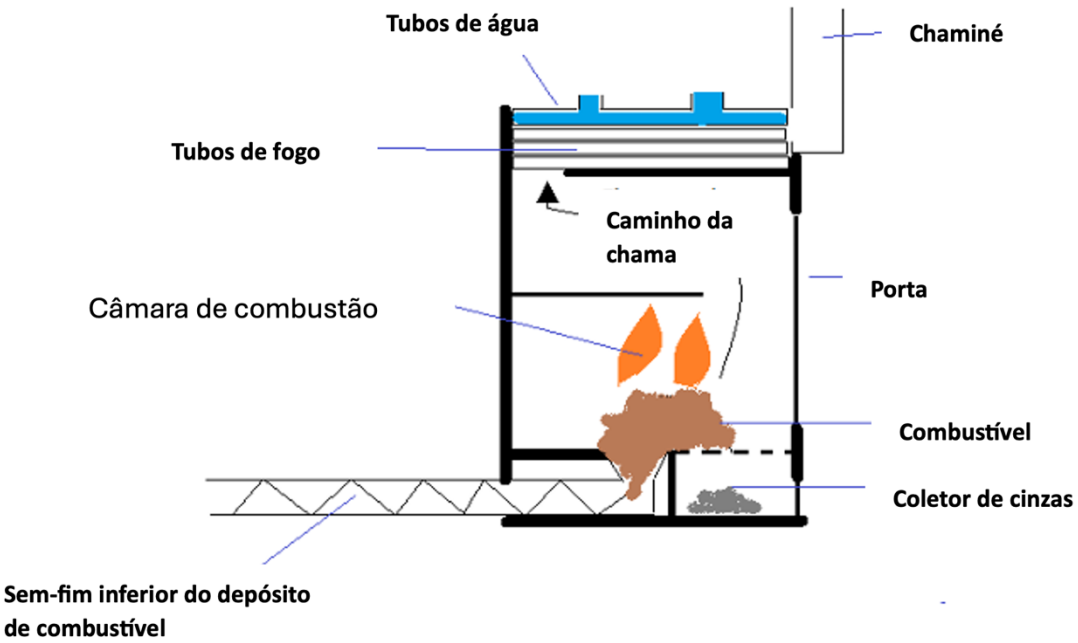


Figura 1: Diagrama de caldeira com alimentador inferior

3. Principais riscos identificados

Risco	Descrição resumida	Impacto potencial
Propagação de incêndio	Depósitos de combustível próximos ou integrados ao edifício podem permitir propagação para a sala da caldeira e demais áreas.	Perda patrimonial, interrupção operacional e aumento da severidade do sinistro.
Retorno de chama	O fogo pode retornar pelo sistema de alimentação, especialmente pelo sem-fim, até o depósito de combustível.	Incêndio no estoque de biomassa e propagação rápida.
Explosão por poeira	Pellets, serragem, palha e outros combustíveis secos podem gerar poeira combustível durante armazenamento e entrega pneumática.	Explosão em depósitos, danos estruturais e acidentes graves.
Gases combustíveis e CO	Gases podem se acumular na câmara de combustão, chaminé, sala da caldeira ou depósito.	Explosão, intoxicação ou asfixia.
Combustível inadequado	Combustível muito seco aumenta poeira e risco de explosão; combustível úmido favorece falhas mecânicas e fermentação.	Incêndio, falha de alimentação, ignição espontânea ou acúmulo de gases perigosos.
Falhas mecânicas	Problemas em sem-fins, pisos móveis ou mecanismos de alimentação podem causar obstruções ou retorno de gases.	Parada do sistema, exposição de operadores e aumento de risco de incêndio/explosão.

4. Controles essenciais de segurança

Sistema de supressão no sem-fim: deve atuar automaticamente por temperatura, liberando água para impedir que o fogo avance pelo alimentador até o depósito de combustível.

Válvula rotativa, bloqueio de ar ou placa corta-fogo: devem impedir o retorno de chama e limitar o fluxo de oxigênio para o sistema de alimentação.

Monitoramento de temperatura e pressão: termostatos, sensores e dispositivos de alívio devem controlar riscos de sobreaquecimento e sobrepressão.

Monitoramento de monóxido de carbono: deve ser instalado em salas de caldeiras e áreas de armazenamento de combustível.

Alívio de explosão e ventilação: depósitos de combustível devem considerar ventilação adequada e medidas de alívio para atmosferas explosivas.

Aterramento e controle de eletricidade estática: especialmente em sistemas pneumáticos de entrega de pellets ou aparas.

5. Projeto, localização e compartimentação

A localização da casa de caldeiras e do depósito de combustível é um fator crítico. Idealmente, ambos devem ser construídos com materiais não combustíveis e situados a pelo menos 10 metros do edifício principal. Quando estiverem dentro, adjacentes ou a menos de 10 metros do edifício, devem ficar em compartimento separado com resistência ao fogo mínima de 60 minutos.

Escotilhas, portas e acessos entre depósito e sala da caldeira também devem ser de construção não combustível e preservar a separação corta-fogo. Depósitos subterrâneos devem ser evitados sempre que possível, pois apresentam maior exposição à entrada de água, inundação e dificuldades de manutenção.

6. Gestão operacional e manutenção

A gestão de risco depende fortemente da manutenção preventiva, inspeções regulares e treinamento dos operadores. Deve existir contrato anual de manutenção com profissionais competentes, contemplando a verificação dos dispositivos de segurança, válvulas de alívio, sensores, sistemas de supressão, mecanismos de alimentação e chaminés.

Os operadores devem ser treinados em procedimentos de partida, operação, parada, reinício após desligamento súbito, resposta a emergências e riscos de abertura inadequada de portas ou escotilhas. O manual de operação e manutenção deve permanecer disponível na casa de caldeiras.

A limpeza também é essencial: não deve haver armazenamento de materiais combustíveis na sala da caldeira, depósitos de poeira devem ser removidos com frequência e as chaminés devem ser limpas pelo menos anualmente para evitar acúmulo de fuligem ou alcatrão.

7. Proteção contra incêndio

O sistema de detecção e alarme de incêndio deve cobrir a sala da caldeira de biomassa e, em depósitos maiores, também a área de armazenamento de combustível. A seleção dos detectores deve considerar o ambiente poeirento para evitar alarmes falsos. Quando o edifício principal possui sprinklers, a proteção deve ser estendida à casa de caldeiras e ao depósito de combustível, especialmente se estiverem próximos ao edifício principal.

Nos depósitos, as cabeças de sprinkler podem sofrer danos durante a entrega de combustível. Por isso, o projeto deve prever posicionamento adequado, proteção física, defletores ou soluções construtivas que mantenham a efetividade do sistema sem comprometer a operação.

8. Recomendações prioritárias

Prioridade	Recomendação	Objetivo
Alta	Construir casa de caldeiras e depósito com materiais não combustíveis e manter distância mínima de 10 m do edifício principal, quando possível.	Reduzir propagação de incêndio.
Alta	Garantir compartimentação de 60 minutos quando o sistema estiver dentro ou próximo ao edifício.	Conter incêndio e proteger áreas adjacentes.
Alta	Instalar supressão no sem-fim, válvula rotativa, bloqueio de ar ou dispositivo equivalente.	Evitar retorno de chama para o depósito.
Alta	Realizar avaliação de atmosferas explosivas e adequar instalações elétricas, aterramento, ventilação e alívio de explosão.	Reduzir risco de explosão por poeira.
Média	Formalizar contrato anual de manutenção e testar dispositivos de segurança regularmente.	Preservar confiabilidade operacional.
Média	Treinar operadores em riscos específicos, emergências e reinício após parada súbita.	Evitar falhas humanas e respostas inadequadas.
Média	Evitar depósitos subterrâneos e áreas sujeitas a inundação.	Reduzir umidade, falhas mecânicas e degradação do combustível.
Média	Estender sprinklers e detecção automática quando aplicável.	Melhorar detecção e controle inicial do incêndio.
Média	Manter uma caldeira convencional a gás ou óleo como reserva	Ter respaldo em caso de quebra ou manutenção preventiva da caldeira de biomassa

9. Conclusão

As caldeiras de biomassa representam uma alternativa energética relevante, mas exigem controles robustos de engenharia, manutenção e operação. Os maiores pontos de atenção são o armazenamento de combustível, a propagação de incêndio, o retorno de chama, a explosão por poeira e o acúmulo de gases perigosos. A adoção de materiais não combustíveis, compartimentação adequada, sistemas de segurança no alimentador, avaliação de atmosferas explosivas, manutenção preventiva e treinamento dos operadores é essencial para reduzir a frequência e a severidade de eventos.

Referências

- www.forestry.gov.uk/forestry/infd-9peg6n: Agência da Comissão Florestal (financiada pelo governo) que oferece conselhos detalhados sobre todos os aspetos das caldeiras de biomassa, desde a escolha de um sistema, instalação, tipos de combustível e normas que se aplicam.
- Diretrizes de Armazenamento EPC: Documento produzido pelo Conselho Europeu de Pellets (EPC) detalhando diretrizes de segurança para a conceção e instalação de sistemas de armazenamento de pellets, disponível para download no site www.pelletcouncil.org.uk.
- Saúde e Segurança em Sistemas de Biomassa: Documento de orientação produzido pela Associação de Engenharia de Combustão (CEA), apoiado pelo Carbon Trust, que inclui orientação detalhada sobre todos os aspetos de saúde e segurança ao conceber e instalar sistemas de caldeiras de biomassa, disponível para download no site www.cea.org.uk.
- Norma Regulamentadora Nº 13 (NR-13) do Ministério de Trabalho e Emprego (TEM) estabelece todos os requisitos legais mínimos para a instalação, operação, manutenção e inspeção periódica de caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos.
- Outras NRs relevantes – Embora a NR-13 seja a principal norma específica, vários riscos em plantas que possuem caldeiras de biomassa são tratados por outras NRs, que complementam os controles de riscos normalmente encontrados em operações de biomassa.

    NR-01: Gerenciamento de riscos ocupacionais (GRO) / Programa de gerenciamento de riscos (PGR)

    NR-06: Equipamentos de proteção individual (EPI)

    NR-10: Segurança em instalações elétricas

    NR-12: Máquinas e equipamentos / Transportadores de biomassa / Roscas transportadoras / Trituradores

    NR-20: Inflamáveis e combustíveis

    NR-23: Proteção contra incêndios

    NR-33: Espaços confinados / Silos, moegas e interior de caldeiras

    NR- 35: Trabalho em altura

Todas as informações contidas neste documento foram compiladas e obtidas de fontes consideradas fiáveis e credíveis, mas nenhuma representação ou garantia, expressa ou implícita, é feita pelo Zurich Insurance Group Ltd ou qualquer das suas subsidiárias (o "Grupo") quanto à sua precisão ou integridade. Algumas das informações aqui contidas podem ser sensíveis ao tempo. Assim, deve consultar o material referenciado mais recente.

As informações relacionadas com a engenharia de risco destinam-se a ser uma descrição geral de certos tipos de serviços de engenharia de risco disponíveis para clientes qualificados. O Grupo e os seus funcionários não assumem qualquer responsabilidade de qualquer espécie, resultante do uso ou confiança em qualquer informação, material ou procedimento aqui contido. O Grupo e os seus funcionários não garantem resultados particulares e podem existir condições nas suas instalações ou dentro da sua organização que podem não ser evidentes para nós. Está na melhor posição para compreender o seu negócio e a sua organização e para tomar medidas para minimizar o risco, e desejamos ajudá-lo fornecendo as informações e ferramentas para avaliar o seu ambiente de risco em mudança.

Para mais informações, visite:

https://www.zurich.com.br/seguros-empresariais/risk-engineering

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.

Publicada em Setembro/2026

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

E-mail: engenharia.riscos@br.zurich.com

ZURICH