

Equipamentos de queima em caldeiras

**Notas das aulas da disciplina
de
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS**

Objectivo do sistema de queima

1. Transportar o combustível até ao local de queima
2. Proporcionar maior contacto possível do combustível com o oxigénio do ar.
3. Realizar uma combustão completa, que evite a fuga nos produtos de combustão de partículas e/ou gases por queimar.
4. Promover a evacuação, em tempo útil dos produtos de combustão, de modo a que estes libertem no interior da caldeira o máximo de energia.

Preparação do combustível antes de chegar ao equipamento de queima

➤ Sólido

↪ Exige normalmente preparação prévia, onde se inclui a secagem, a trituração, e em casos mais sofisticados a liquefacção ou gaseificação, passando a ser designado por combustível sintético.

➤ Líquido

↪ Transporte fácil por bombeamento, há excepção do thickfuel-oil, cuja elevada viscosidade exige aquecimento prévio no depósito e nas tubagens. Um filtro e um permutador de calor para aquecimento suplementar são recomendados para proporcionar uma melhor combustão.

Preparação do combustível antes de chegar ao equipamento de queima

➤ Gasoso

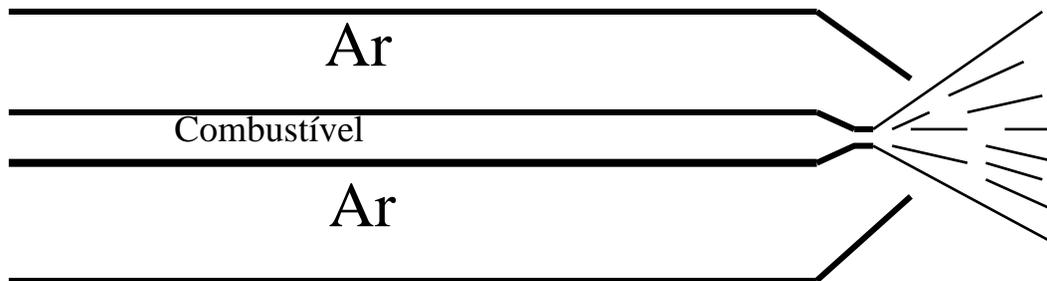
↪ Armazenado sob pressão (podendo estar no estado líquido). Durante o seu transporte em tubagens sofre várias reduções de pressão, devendo atingir o queimador no estado gasoso e com uma temperatura não muito baixa

Sistemas de queima dos combustíveis líquidos

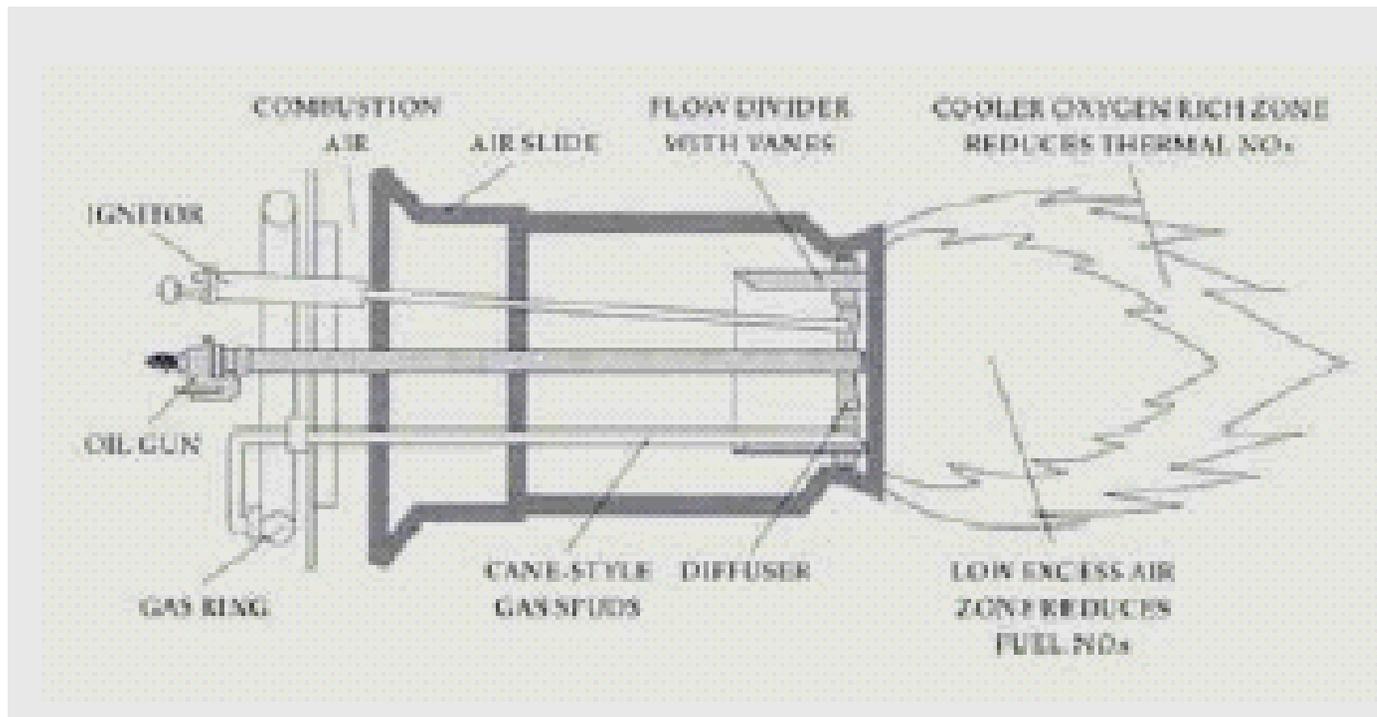
- Existem duas maneiras de preparar o combustível líquido para a combustão:
 - ↪ atomização (spray)
 - ↪ vaporização (aquecimento)
- A atomização pode dividir-se em:
 - ↪ alta pressão → pulverização mecânica
 - ↪ baixa pressão → pulverização por arrastamento com fluido auxiliar
 - ↪ baixa e média pressão ⇒ ar
 - ↪ alta pressão ⇒ vapor
 - ↪ centrífuga

Atomização por alta pressão

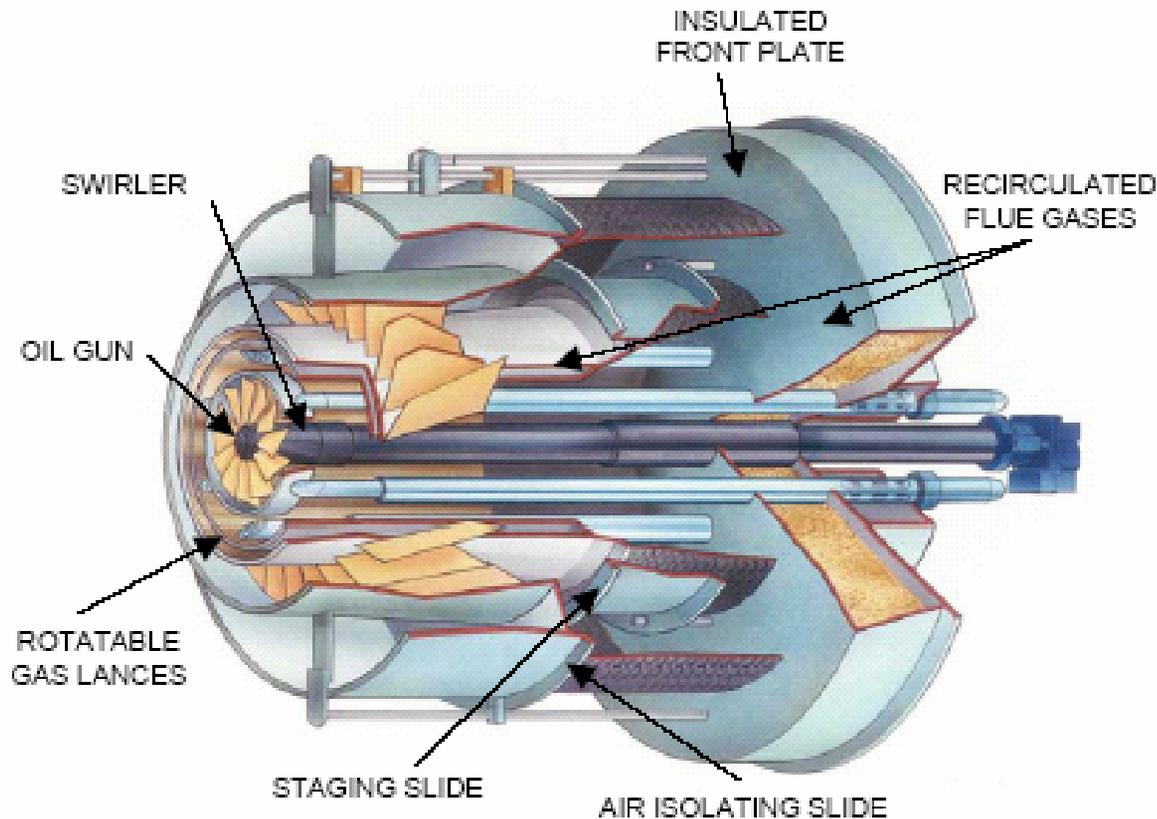
- A pressão do combustível é elevada por meio de bomba (p [7, 20] atm)
- Injecção através de gicleur,
 - Pulverização » nuvem de pequenas gotículas.



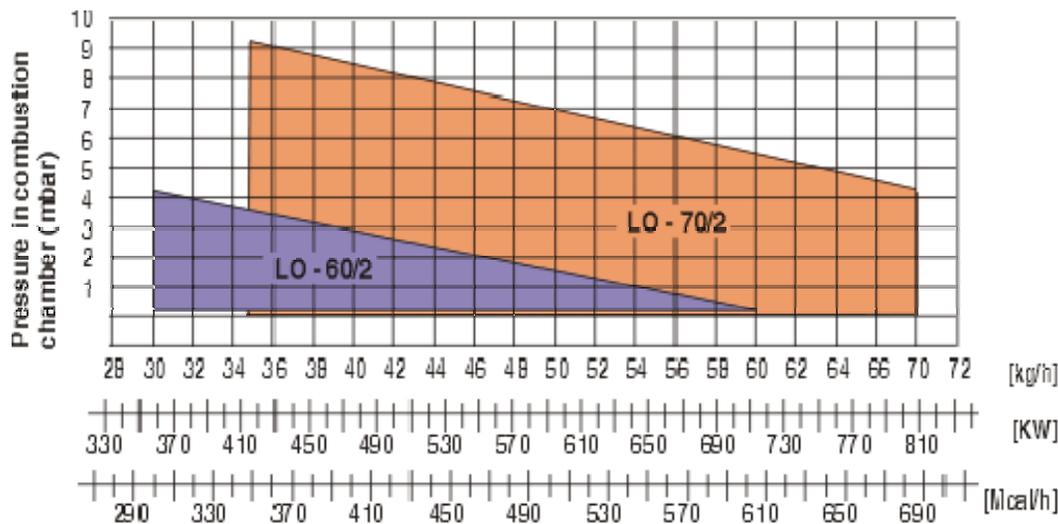
Corte de um Queimador de injeção



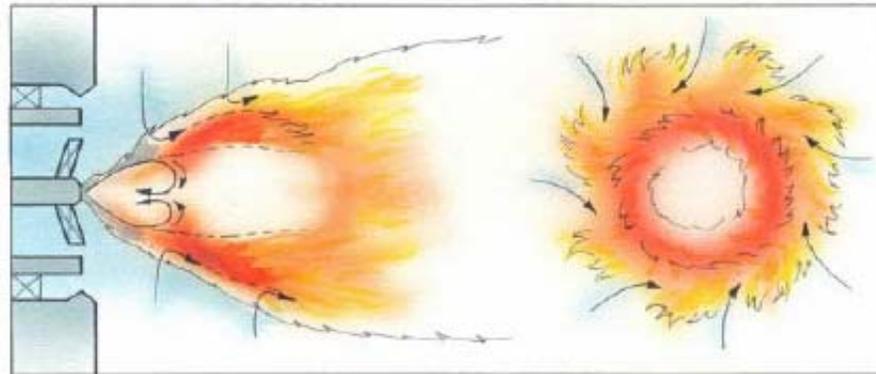
Detalhe do queimador de injeção



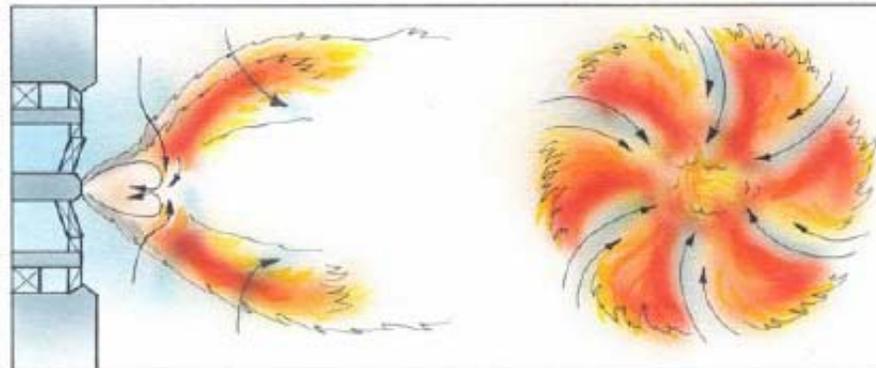
Queimador de injeção



Configuração da chama produzida pelo queimador



Standard Burner Geometry



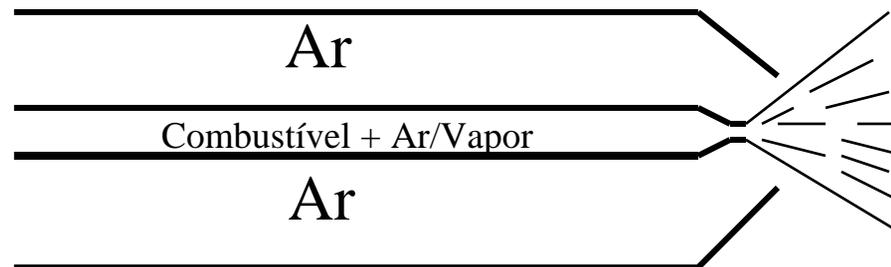
Low NOx Burner Geometry

Especificação técnica de um queimador de thick fuelóleo

- **Nozzle range: 25 - 545 L/h**
- **Oil pressure: 2.1 bar g**
- **Oil viscosity: <30 cSt**
- **Atomising air pressure: 2.8 bar g**
- **Atomising air quantity: 0.25 kg/kg oil**
- **Cooling air pressure: refer to nozzle table**
- **Cooling air quantity: refer to nozzle table**
- **Sealing ring air pressure: 75 mm H2O**
- **Sealing ring air quantity: 15 m³(n)/h**
- **Oil connection: 1/2" BSP**
- **Air connection: 1/2" BSP**

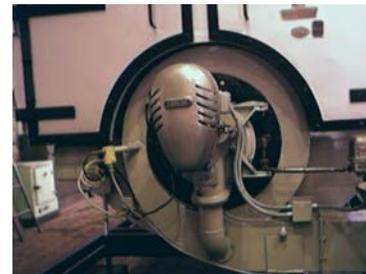
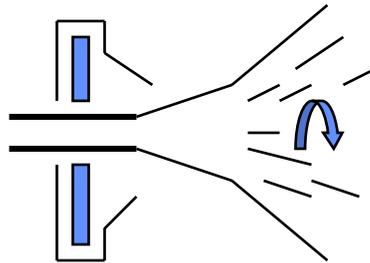
Atomização a baixa pressão

- Combustível e ar são fornecidos ao gicleur a uma pressão que varia entre 0,07 e 1 atm.
- Combustível e ar entram em contacto um com outro antes da saída do queimador.
 - ↪ Ar primário: ar que está em contacto com o combustível
 - ↪ Ar secundário: ar que entra em contacto com o combustível depois de este sair do gicleur.



Atomização através de força centrífuga

- O combustível é alimentado para o interior de um copo rotativo (que funciona entre 2500 e 7000 rpm) formando uma película fina que sai a alta velocidade, em forma de partícula.
- O ar ao chegar pela periferia ao copo, favorece a pulverização do combustível, iniciada pelo movimento de rotação do copo.



Queimador de vaporização

- Vaporização: consiste em aquecer o combustível antes de entrar na câmara de combustão, promovendo a libertação de vapores combustíveis.
 - ↪ São usados na queima de gasóleo para caudais mássicos de 3 a 5 kg/h

Temperaturas recomendadas para a queima de fuelóleo (°C)

	Thin-fuelóleo	Thick-fuelóleo
Bombagem	25 a 30	45 a 55
Pulverização mecânica	75 a 90	100 a 115
Pulverização por ar	55 a 70	80 a 95
Pulverização por vapor	45 a 55	65 a 80
Centrifugação		

Aparelhagem auxiliar e sistemas de controle dos queimadores para líquidos

➤ Ignição

↳ eléctrica:

- ↳ transformador de alta tensão (5 a 10 kV) que descarrega sobre dois eléctrodos isolados ou entre um eléctrodo e a massa
- ↳ descarga de uma bateria de condensadores sobre um eléctrodo com semiconductor

↳ combustível de fácil ignição: queimador específico

➤ **Termostatos e pressostatos:** regulação da temperatura e da pressão. Funcionam por imposição de um diferencial.

➤ **Controlo dos limites:** permite impedir que o queimador funcione quando se está acima ou abaixo de um determinado limite de pressão ou temperatura

➤ **Controlo primário:** evitar que o queimador funcione em condições irregulares.

Equipamentos no circuito de alimentação de gás

➤ Essenciais:

- ↪ purgador de ar: purgar o ar após paragem
- ↪ medidor de caudal
- ↪ válvula de regulação de débito
- ↪ duas válvulas de isolamento entre um troço e a atmosfera

➤ Excepcionais:

- ↪ ventilador
- ↪ filtro
- ↪ separador/purgador
- ↪ reaquecedor
- ↪ redutor

Aparelhagem auxiliar e sistemas de controle dos queimadores para gasosos

➤ Dispositivos de protecção

- ↪ anti-retorno de chama e anti-explosão
- ↪ anti-refluxo de um fluido na alimentação de outro

➤ Ignição automática

- ↪ por resistência eléctrica
- ↪ faísca eléctrica

➤ Detectores de chama

- ↪ dilatáveis
- ↪ termopares
- ↪ vaporização de mercúrio
- ↪ eléctrodos de ionização
- ↪ radiação

Sistemas de queima dos combustíveis sólidos

- Em função do tamanho do combustível
 - ↪ queima por pulverização: partículas até 5 mm de diâmetro
 - ↪ queima em grelhas: partículas desde 2 a 20 mm de diâmetro (exige uniformidade de tamanhos)
 - ↪ queima em leito fluidizado: tamanhos variados
- Entrada do ar
 - ↪ através do leito estacionário
 - ↪ injectores fixados num prato de distribuição
- Remoção das cinzas
 - ↪ parte inferior da grelha: cinzeiro
 - ↪ no ciclone ou filtro

Características dos pulverizadores

- Fácil resposta às variações de carga
- Boa eficiência térmica: excesso de ar inferior a 15%
- Recomendado para caldeiras de maior potência
- Fácil de combinar com sistemas de queima de combustíveis líquidos ou gasosos
- Requer menor acompanhamento manual
- Elevados custos na preparação do combustível
- Promove a ocorrência e formação de cinzas volantes

Tipos de grelhas

➤ Grelhas fixas

- ↪ planas

- ↪ inclinadas

➤ Grelhas móveis

- ↪ planas

- ↪ sacudidora (em forma de degraus)

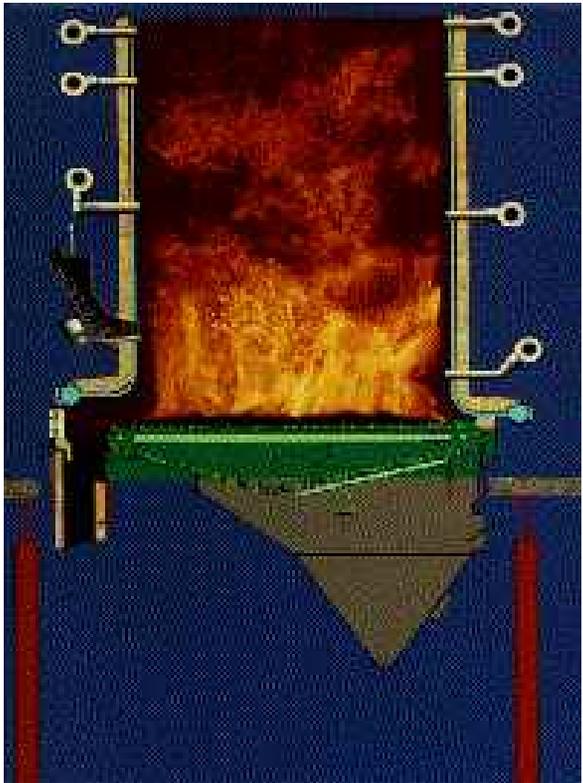
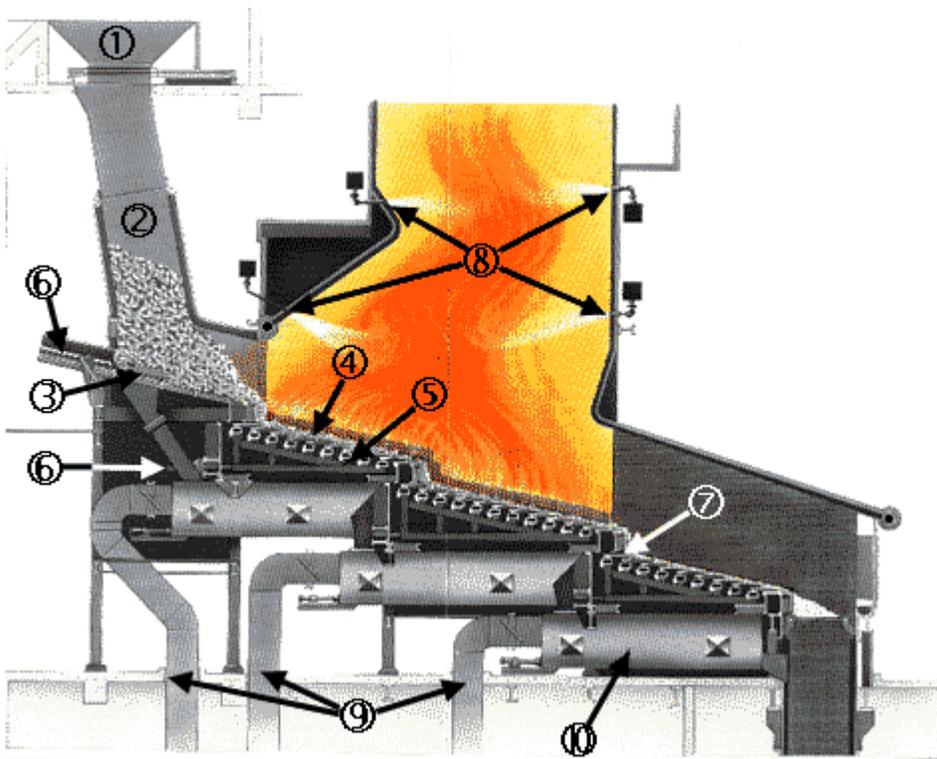
➤ Alimentação das grelhas

- ↪ pelo fundo, sendo o ar fornecido no mesmo sentido

- ↪ pelo topo, sendo o ar fornecido em sentido contrário

- ↪ cruzada: combustível e ar fornecidos perpendicularmente

Grelhas



Características da queima em grelhas

➤ Plana fixa

- ↪ simplicidade
- ↪ fácil manutenção
- ↪ baixo custo
- ↪ requer uniformidade de granulometria
- ↪ requer um elevado excesso de ar

➤ Inclínada fixa

- ↪ possibilita o aquecimento prévio do combustível
- ↪ fácil limpeza
- ↪ admite maior irregularidade no tamanho do combustível
- ↪ mais cara que a plana fixa
- ↪ requer mais espaço para instalação

Características da queima em grelhas

➤ Plana móvel

- ↪ distribuição uniforme do combustível
- ↪ fácil limpeza
- ↪ fácil regulação da combustão
- ↪ custo elevado
- ↪ admite combustíveis com maiores irregularidades de poder calorífico

➤ Sacudidora

- ↪ distribuição uniforme do combustível
- ↪ baixa percentagem de gases não queimados
- ↪ baixo excesso de ar
- ↪ preço bastante elevado
- ↪ requer um grande espaço

Características da queima em grelhas

➤ Alimentação inferior

- ↪ permite o aquecimento prévio do combustível
- ↪ baixo excesso de ar
- ↪ baixa percentagem de gases não queimados
- ↪ fácil regulação da combustão
- ↪ admite combustíveis com maiores irregularidades de poder calorífico
- ↪ preço bastante elevado

Características da queima em leito fluidizado

- Corrente de ar através de um leito inerte (areia, cinza, etc.) com uma velocidade tal (velocidade mínima de fluidização) que assegure a suspensão das partículas e movimento constante do leito.
- Queima a baixas temperaturas (800 a 950 °C)
- Queima a temperatura uniforme
- Admite combustíveis com grandes irregularidades em termos de poder calorífico
- Baixa quantidade de poluentes
- Baixa quantidade de cinzas volantes

LINKS

- <http://www.holamaq.com.br/produtos.htm>
- <http://www.indiamart.com/southerncogen/>
- <http://www.maxoncorp.com/catalog/natural-gas-burners.html>