



**CALDEIRA  
ELÉTRICA PARA  
VAPOR NUMA  
FABRICA DE LEITE**

## CALDEIRA ELÉTRICA PARA VAPOR NUMA FABRICA DE LEITE

### Cálculos para Escolher uma Caldeira Elétrica para Vapor numa Fábrica de Engarrafamento de Leite

A escolha de uma caldeira elétrica para vapor é uma decisão crítica em uma fábrica de engarrafamento de leite, pois o vapor desempenha um papel essencial em diversos processos, incluindo pasteurização, aquecimento, limpeza e até mesmo na fermentação de produtos lácteos. Este documento apresenta um guia detalhado sobre os cálculos necessários para determinar a potência da caldeira, além de considerações sobre instalação, manutenção e eficiência.

**Definição da Procura de Vapor:** A definição da procura de vapor é o primeiro passo para garantir que a caldeira elétrica atenda às necessidades operacionais da fábrica. Este cálculo deve considerar cada processo que requer vapor.

### PROCESSOS QUE REQUEREM VAPOR

**Pasteurização:** Este processo elimina microrganismos patogênicos, sendo crucial para a segurança alimentar. A pasteurização envolve aquecer o leite a temperaturas específicas por um período determinado.

**Aquecimento de Leite:** O leite pode precisar ser aquecido antes de outros processos, como a fermentação ou a adição de ingredientes.

**Limpeza e Sanitização:** O vapor é frequentemente utilizado para a limpeza de equipamentos, tubulações e tanques, garantindo que não haja contaminação.

**Fermentação:** Se a fábrica produz iogurtes ou queijos que dependem da fermentação, o vapor pode ser necessário para manter temperaturas controladas durante esse processo.

**Cálculos para a Pasteurização: Vamos considerar um cenário típico em que a fábrica processa 1.000 litros de leite por hora.**

### DADOS A CONSIDERAR

- **Volume de leite processado (m):** 1.000litros/hora (equivalente a 1.000kg/h).
- **Temperatura inicial do leite (T1):** 4°C.
- **Temperatura final para pasteurização (T2):** 72°C.
- **Capacidade calorífica do leite (c):** aproximadamente 3,9 kJ/kg.°C.

**Cálculo do Calor Necessário (Q), utilizamos a fórmula,  $Q = mc (T2 - T1)$ :**

- $Q = 1000\text{kg/h} \times 3,9 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C} \times (72^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C})$
- $Q = 1000 \times 3,9 \times 68 = \mathbf{265200\text{kJ/h}}$

**Conversão para kW:**

- Sabendo que 1 kW = 3,6 MJ/h, Potência (kW) =  $265200\text{kJ/h} / 3600\text{s/h} = \mathbf{73,67\text{kW}}$

**Consideração da Eficiência da Caldeira:** A eficiência da caldeira elétrica é um fator crítico. A eficiência geralmente varia entre 90% e 95%. Para este exemplo, vamos assumir uma eficiência de 95%.

- Cálculo da Potência de Entrada Necessária: Potência requerida =  $73,67\text{kW} / 0,95 = 77,54\text{kW}$

**Margem de Segurança:** Para garantir que a caldeira possa lidar com picos de procura, recomenda-se incluir uma margem de segurança de 20%:

- Potência Total Recomendada =  $77,54\text{kW} \times 1,20 = 93\text{kW}$

**Além da pasteurização, é importante considerar outras etapas que também requerem vapor**

**Cálculo para Limpeza:** Se a limpeza dos equipamentos requer 30% da capacidade total de vapor, calculamos a procura de limpeza:

- Procura de Limpeza =  $0,30 \times 93\text{kW} = 27,9\text{kW}$

**Cálculo para Aquecimento:** Se a fábrica exige vapor para aquecer leite a uma temperatura específica antes da pasteurização, vamos considerar que essa etapa requer mais 20% da capacidade que foi calculada para a pasteurização:

- Procura de Aquecimento =  $0,20 \times 77,54\text{kW} = 15,5\text{kW}$

**Procura Total de Vapor:** Agora, somamos todas as procuras para obter a procura total de vapor:

- Procura Total = Pasteurização + Limpeza + Aquecimento
- Procura Total =  $77,54\text{ kW} + 27,9\text{kW} + 15,5\text{kW} = 120,94\text{kW}$

### **ESCOLHA DA CALDEIRA**

Com base nos cálculos realizados, a caldeira elétrica deve ter uma potência mínima de aproximadamente 120kW para atender adequadamente à procura total da fábrica para engarrafamento de leite.

### **INSTALAÇÃO DA CALDEIRA ELÉTRICA**

A instalação deve ser realizada por profissionais qualificados, respeitando todas as normas de segurança e regulamentações locais. Algumas considerações importantes incluem:

- **Localização:** A caldeira deve ser instalada em uma área bem ventilada, com espaço suficiente para manutenção e operação.
- **Conexões Elétricas:** As conexões elétricas devem ser projetadas para suportar a carga da caldeira e devem ser instaladas de acordo com as normas vigentes.
- **Sistema de Controle:** A implementação de um sistema de controle automatizado pode otimizar o desempenho da caldeira, permitindo ajustes em tempo real conforme as necessidades operacionais.

- **Segurança:** A caldeira deve ser equipada com dispositivos de segurança, como válvulas de alívio de pressão e sistemas de desligamento automático, para proteger os operadores e garantir a segurança da instalação.
- **Manutenção Regular:** Um plano de manutenção preventiva deve ser estabelecido para garantir o funcionamento adequado da caldeira elétrica. As práticas recomendadas incluem:
  - **Inspecções Periódicas:** Realizar inspeções regulares para verificar o estado dos componentes da caldeira e a eficiência do sistema.
  - **Limpeza de Sensores e Válvulas:** Garantir que os sensores de temperatura e pressão estejam limpos e funcionando corretamente.

### CONCLUSÃO

A escolha de uma caldeira elétrica para vapor em uma fábrica de engarrafamento de leite envolve cálculos detalhados para determinar a potência necessária, considerando todas as etapas do processo. Com uma potência total recomendada de aproximadamente 120kW, a caldeira será capaz de responder a todas as procuras operacionais, garantindo eficiência e qualidade no processamento de leite. Além disso, a instalação e a manutenção adequadas da caldeira elétrica não apenas melhorarão a eficiência operacional, mas também contribuirão para a sustentabilidade da produção de laticínios, alinhando-se com as melhores práticas da indústria.

