

2

Descrição da planta

Neste capítulo, será descrita a planta de produção de vapor para secagem do fermento. Os dados desta descrição correspondem às instalações em funcionamento durante o ano de 2002 de uma fábrica de fermento localizada em Petrópolis - RJ.

O sistema de geração de vapor seco, objeto de análise deste trabalho, possui duas caldeiras, um resfriador à base de salmoura, um secador de *spray* de brometo de lítio, um pré-aquecedor, um aquecedor, um secador de leito fluidizado e um exaustor. As caldeiras estão indicadas na Figura 2.1 como se fossem uma única. A maior quantidade de vapor produzido na fábrica pelas caldeiras, aproximadamente 80%, destina-se à secagem do fermento.

O diagrama esquemático da planta de geração de vapor está representado no item 2.1.

2.1

Descrição do processo de secagem

O objetivo deste estudo é analisar o processo de secagem do fermento que é realizado pela planta de geração de vapor. Posteriormente, será apresentada a análise energética e exergética da planta.

A planta de produção de vapor/ar-seco para secagem de fermento, conforme mostra a Figura 2.1, está descrita abaixo.

O ar, que é admitido inicialmente da atmosfera sob condições normais (temperatura, pressão e umidade ambientes), passa por um processo de resfriamento à base de solução de salmoura, entre os pontos (1-2), para que seja retirada a sua umidade. Com a temperatura mais baixa, a umidade do ar diminui. Após retirar a umidade do ar, a salmoura passa por um processo de resfriamento em um circuito secundário para retirar a umidade absorvida do ar.

Neste primeiro resfriador há uma drenagem do líquido.

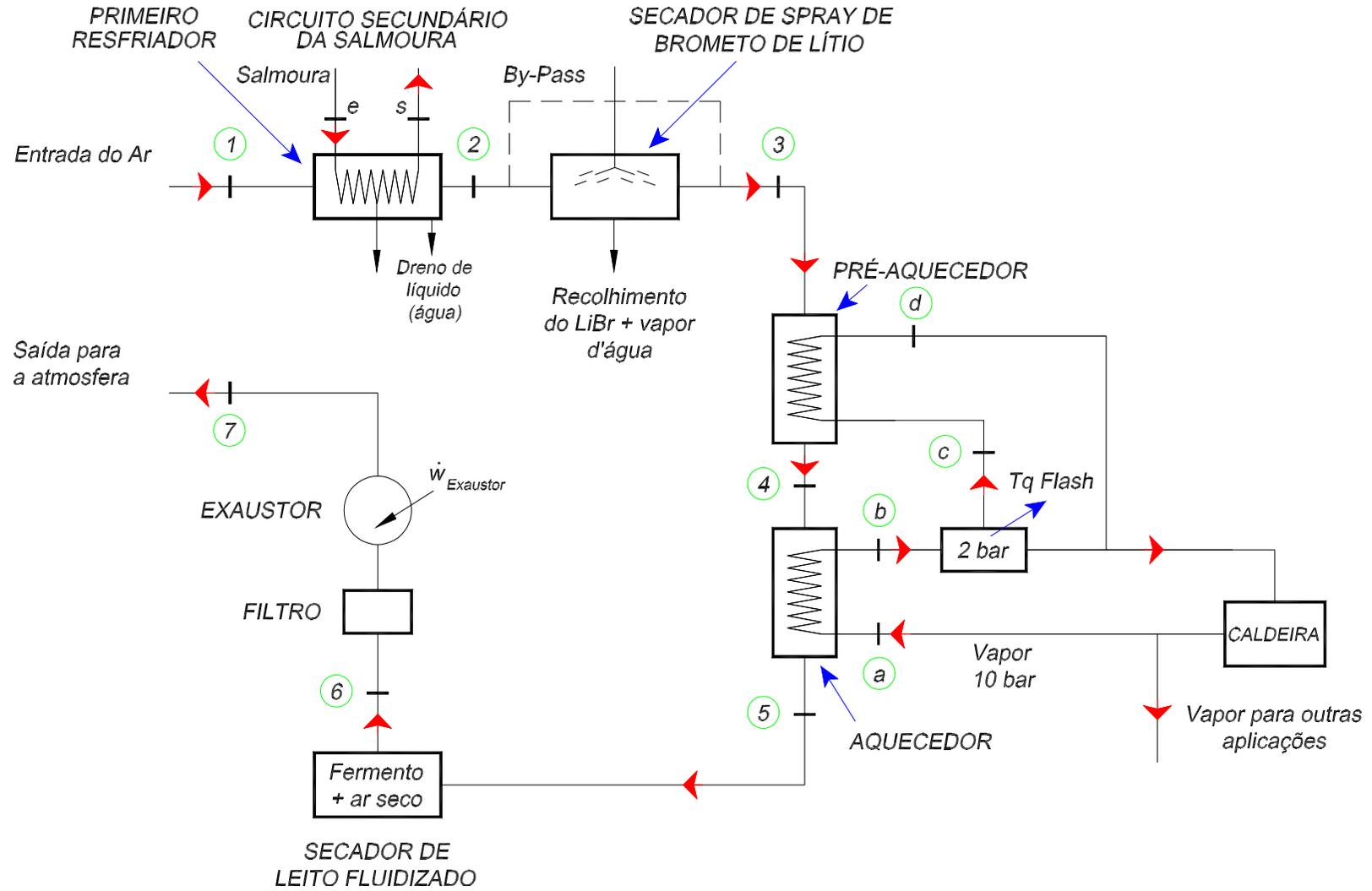


Figura 2.1 - Planta de geração de vapor

Após o resfriamento, o ar passa por uma pulverização em *spray* de brometo de lítio, no secador localizado entre os pontos (2-3), para que o ar se torne mais seco e com teor de umidade muito baixo. O brometo de lítio tem alto poder higroscópico. Nesta etapa há o recolhimento do brometo de lítio e da umidade remanescente. Este secador só admite a vazão de 25.000 m³/h de ar para que o brometo de lítio não seja arrastado pela corrente de ar. Então neste trecho existe um *by pass* por onde passa o restante dos 38.000 m³/h de ar, o que acontece nos 20 minutos iniciais. Após este tempo a vazão de ar cai para 25.000 m³/h e toda a corrente de ar passa pelo secador até o final da secagem.

O objetivo agora é deixar esse ar, que foi resfriado e está com baixo teor de umidade, com a temperatura maior. Então o ar passa por um pré-aquecedor a vapor, entre os pontos (3-4), tornando sua temperatura um pouco mais elevada e em seguida passa por um aquecedor também a vapor, entre os pontos (4-5), onde a partir daí o ar se encontra sob condições ideais de temperatura e com a umidade mais baixa, para a secagem do fermento. O ar, nessas condições, passará por um secador de leito fluidizado, entre os pontos (5-6), onde se encontra o fermento úmido, e pela alta vazão do ar, o fermento flutua na corrente de ar, até se tornar seco e com a temperatura apropriada.

A produção de vapor saturado à temperatura elevada é proveniente de duas caldeiras que operam com óleo BPF (baixo ponto de fluidez). O vapor saturado que sai das caldeiras com pressão de 10 bar é distribuído por toda a indústria onde a porcentagem maior, cerca de 80%, destina-se aos aquecedores. Ao sair do aquecedor, entre os pontos (a-b) o vapor passa por um tanque de *Flash*, entre os pontos (b-c), que opera com pressão de 2 bar onde uma parte do vapor se condensa, retornando às caldeiras e a outra parte de vapor saturado segue para o pré-aquecedor, entre os pontos (c-d), onde, ao sair, se condensa retornando novamente às caldeiras.

No processo final, após a secagem do fermento no secador de leito fluidizado, o ar quente e úmido passa por um filtro de alta eficiência onde são retidas as impurezas que o fermento elimina na corrente de ar, e a partir daí, por meio de um exaustor, o ar é lançado na atmosfera sob condições puras não agredindo o meio ambiente. O fluxo de ar que passa por todo o sistema é produzido por um exaustor. O exaustor está localizado no final da linha porque ele causa uma depressão no leito fluidizado facilitando a desumidificação do fermento.

2.2

Descrição dos equipamentos da planta

Os equipamentos que compõem a planta são um resfriador, um secador de *spray* de brometo de lítio, um pré-aquecedor, um aquecedor, um secador de leite fluidizado e um exaustor, conforme indica a Figura 2.1.

2.2.1

Resfriador

O resfriador, que está localizado entre o trecho 1-2 da Figura 2.1, à base de salmoura, é um trocador de calor com tubo aletado, onde passa salmoura pelo interior dos tubos e por fora passa ar da atmosfera. A temperatura do ar ambiente diminui na saída desse resfriador e ocorre a condensação da umidade.

2.2.2

Secador de *Spray* de Brometo de Lítio

O secador de *spray* de brometo de lítio é o equipamento localizado entre o trecho 2-3, da Figura 2.1. Nesse equipamento ocorre uma pulverização de brometo de lítio (solução higroscópica) sobre o ar resfriado retirando a umidade do ar que o resfriador não retirou. Esse equipamento reduz em muito a umidade do ar, diminuindo os problemas de contaminação do fermento.

2.2.3

Pré-aquecedor

O pré-aquecedor está localizado no trecho 3-4, da Figura 2.1 e na realidade, é uma divisão do aquecedor a vapor. Esse equipamento utiliza o vapor vindo do aquecedor a uma pressão mais baixa, em torno de 2 bar e é constituído de tubos aletados, onde passa pelo interior dos tubos, vapor de flash vindo do aquecedor e por fora passa o ar desumidificado. As especificações detalhadas desse equipamento estão no apêndice A.

2.2.4

Aquecedor

O aquecedor é o trocador de calor localizado após o pré-aquecedor, entre o trecho 4-5, onde passa vapor pelo interior dos tubos e por fora passa ar pré-aquecido. O ar agora está pré-aquecido com uma temperatura de aproximadamente 90°C. A pressão de vapor na entrada do aquecedor é da ordem de 10 bar. Destaca-se que 80% da produção de vapor da fábrica é utilizada para o pré-aquecedor e para o aquecedor. As especificações detalhadas desse equipamento estão no apêndice A.

2.2.5

Secador de leito fluidizado

O secador de leito fluidizado é o equipamento que está representado entre o trecho 5-6 da Figura 2.1. O leito fluidizado, na realidade, é um grande recipiente onde o fermento é depositado em cada batelada. O ar aquecido e seco, passa pelo fermento úmido e retira sua umidade. Devido a velocidade e a vazão do ar serem altas, o fermento flutua na corrente de ar, durante aproximadamente 25 minutos.

2.2.6

Caldeira

A caldeira utilizada é do tipo flamatubular, com capacidade de produção de 7 ton/h e pressão de 10 bar. O título do vapor é aproximadamente de 85%. O combustível utilizado é o óleo BPF (Não foram obtidas informações sobre consumo mensal e vazão do óleo por serem considerados dados sigilosos). Devido à localização da fábrica, não existe ainda canalização de gás, necessitando de grandes reservatórios de combustível.

2.3

A instrumentação da planta. Sistema automático por coleta de dados.

O processo de secagem do fermento é totalmente automatizado. O fermento, por ser um produto biológico, deve ter rigoroso controle de temperatura e umidade para que seja preservada a sua integridade. A planta conta com um sistema computadorizado de aquisição de dados que controla toda a planta. Estão dispostos termopares, sensores de pressão, vazão e umidade. A disposição dos sensores estão indicados na Figura 2.2. Os termopares estão localizados nos pontos 2, 3, 5 e 6 e são do tipo k. Os sensores de pressão são transdutores de pressão da marca Omega e estão localizados no ponto 6, assim como o medidor de vazão do ar, que também está localizado no ponto 6.

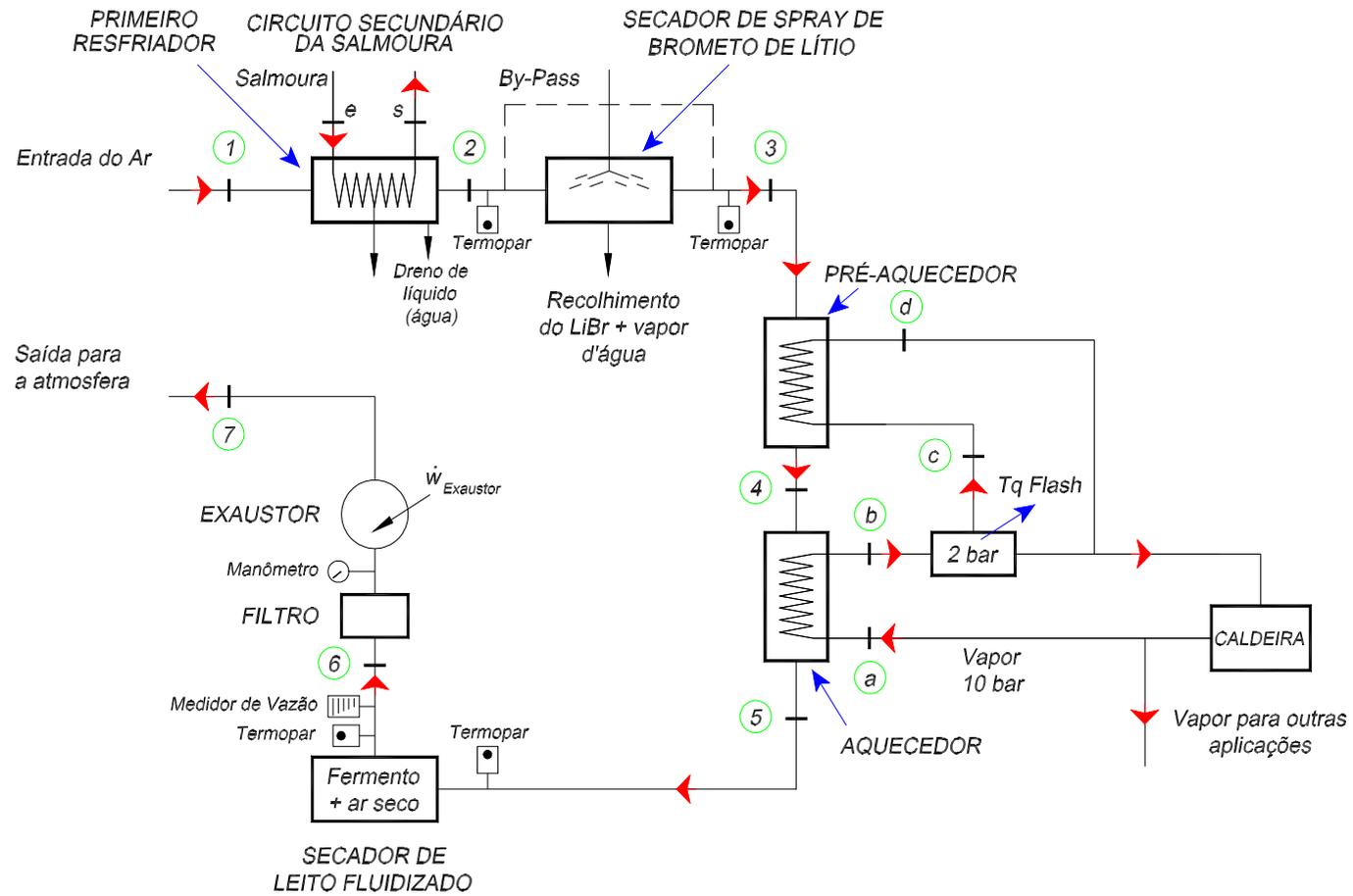


Figura 2.2 – Instrumentação da planta de geração de vapor

2.4

Dados de entrada

Neste item são apresentados os dados de entrada para o programa que estão dispostos na tabela 2.1 abaixo. Inicialmente são conhecidas as condições do ar ambiente, para o primeiro resfriador, como pressão, temperatura, umidade relativa e vazão do ar.

Tabela 2.1 – Dados de entrada para o programa

Equipamento	P (bar)	T (°C)	Umidade relativa (%)	Vazão de ar (kg/s)	Eficiência (%)	Potência (HP)	Pressão de vapor (bar)	Vazão de vapor (ton/h)	Título (%)	Concentração de B. L (%)	Vazão de B.L. (kg/s)	Combustível
Primeiro resfriador	0,8719	30	60	30.000								
Secador de Spray de B.L.		10								40	1	
Pré-aquecedor							2		c 1 d 0,6			
Aquecedor							10		a 0,85 b 0,7			
Exaustor					85	250						
Caldeira					90			7				Óleo BPF