

CONCEPÇÃO DE UMA UNIDADE PARA DESTILAÇÃO DE ÁGUA COM RECICLO DO FLUIDO REFRIGERANTE

Djeson Mateus Alves da Costa

Departamento Acadêmico de Formação de Professores - CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
djeson@cefetrn.br

José Américo Grilo

Departamento Acadêmico de Formação de Professores – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
grilojr@cefetrn.br

Alessandra Agna Araújo dos Santos

Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN

RESUMO

Os sistemas destinados à destilação de água, para uso em laboratório, são imprescindíveis para o sucesso das atividades desenvolvidas nesses ambientes experimentais. No entanto, os atuais aparelhos de destilação apresentam um grande inconveniente quanto ao seu desempenho, isto devido esses equipamentos desperdiçarem elevados volumes de água, principalmente na etapa de condensação do vapor, para obtenção de água destilada. Estima-se que, aproximadamente, esse desperdício esteja numa faixa entre 30 e 40 litros de água de refrigeração, por cada litro de água destilada. Neste trabalho estudaram-se os consumos de água e de energia dos atuais equipamentos para destilação de água, utilizados em laboratórios e, ao final, foi idealizado um novo sistema para destilação, com reciclo do fluido refrigerante, evitando assim o seu desperdício. Para a adoção do equipamento proposto fez-se uma análise comparativa da sua eficiência em relação à do sistema convencional.

PALAVRAS-CHAVES: destilação de água; reciclo do fluido refrigerante; evaporador.

1. INTRODUÇÃO

O processo da troca térmica é de fundamental importância em muitas aplicações na engenharia. Tendo utilização em amplas faixas de capacidade, desde um pequeno transistor até refinarias, caldeiras, reatores nucleares etc. Esse processo é efetuado em equipamentos denominados permutadores de calor.

Os permutadores de calor são equipamentos térmicos, no qual um fluido quente cede calor a um fluido frio. O tipo mais simples de trocador de calor é um recipiente no qual um fluido quente e um fluido frio são misturados diretamente. Nesses sistemas, ao estabelecer-se o equilíbrio os fluidos atingirão mesma temperatura. Os módulos que empregam esse princípio de funcionamento são denominados de dessuperaquecedores, condensadores de jato e aquecedores de água de alimentação abertos (Kreith, 1977). Porém, nos aparelhos mais comumente utilizados os fluidos trocam calor através de uma parede, sem haver contato direto entre si.

Esses aparelhos têm atualmente uma gama de aplicabilidade bastante diversificada e variada. Nas indústrias são usados para aquecer ou resfriar fluidos para usos diversos e são utilizados no aquecimento e resfriamento de ambientes, no condicionamento de ar, na produção de energia, na recuperação de calor, em processos químico etc (Araújo, 1978). Os permutadores de calor são encontrados sob a forma de torres de refrigeração, caldeiras, condensadores, evaporadores e leito fluidizado.

Os evaporadores são equipamentos tipo ar-ar que se caracterizam pelo fato de neles ser recuperada parte da energia de gases quentes, que irão ser lançados na atmosfera. Essa energia poderá ser aproveitada para aquecimento de outros fluidos, como por exemplo, a água ou o ar de alimentação de turbinas dos motores de combustão. Esse tipo de equipamento térmico baseia-se na recuperação de calor de escoamentos de exaustão, tais como, ar de ventilação em edifícios, ar úmido de secadores ou gases de escape de queimadores. O princípio tem como objetivo tirar o máximo partido das diferenças de temperatura entre os escoamentos de entrada e de saída, usando o mínimo de material ou energia de ventilação possível (Bejan, 1996).

Por outro lado, sempre que sobre uma superfície fria houver contato de um vapor saturado ocorrerá condensação. O fenômeno da condensação pode ocorrer por filme e por gotas. A primeira estará presente quando sobre a superfície fria forma-se uma película de condensado. Como o movimento do filme sobre a parede é laminar, admite-se que existe através dela apenas condução de calor e esse fluxo é dependente da espessura do filme (Araújo, 1978).

Na outra forma de condensação o condensado não consegue molhar totalmente a superfície e o vapor condensa-se, então, por meio de gotas em vez de uma camada contínua de condensado. As gotas formam-se em virtude do atrito do vapor com a parede fria ou pela ação da gravidade e, desprendem-se da superfície e, logo em seguida, novas gotas surgem (Araújo, 1978).

A presença do filme condensado funciona como isolante térmico e, por conseguinte, a condensação por gotas torna-se mais eficiente que a por filme.

A associação desses dois processos, evaporação e condensação, caracterizam o sistema de destilação de água, comumente usado em laboratório de química.

A água é o solvente mais utilizado em laboratório e para isso, deve possuir pureza adequada (Neves et al., 1998). O procedimento mais simples para que a água alcance essa característica é a destilação convencional. Esse sistema possui por inconveniência seu alto custo operacional, energético e principalmente de consumo de água de refrigeração, a qual é utilizada para a condensação dos vapores oriundos do evaporador.

Atualmente, as políticas mundiais chamam à atenção de todos sobre a grande importância que se deve dar aos processos industriais que evitem o desperdício de água potável, visto que, a cada dia seus reservatórios se tornam mais escassos.

O presente trabalho propõe a substituição do atual sistema de destilação de água, em laboratório, por um alternativo que minimize as perdas de água de refrigeração, os custos de construção e operacionalização, além de melhorar o seu rendimento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho, na área de fenômenos de transporte, foi conduzido no laboratório de Química II, do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, localizado em Natal.

A seqüência aplicada a este estudo, iniciou-se com uma revisão literária objetivando identificar as propriedades térmicas dos materiais convencionais que compõem os atuais evaporadores/condensadores de laboratório. Em seguida, procedeu-se a destilação de água e posteriormente determinou-se o rendimento do processo. O mesmo procedimento, descrito anteriormente, foi aplicado ao sistema proposto visando comparar seus respectivos rendimentos.

O sistema convencional de destilação de água, em laboratório, utiliza uma resistência elétrica mergulhada no fluido a ser evaporado. A dissipação de calor nessa resistência, devido a passagem da corrente elétrica, aquece a água ocasionando sua vaporização. O vapor produzido é conduzido ao condensador, onde se condensa devido à troca de calor entre o vapor e o fluido de refrigeração.

O conteúdo de energia consumido durante o processo evaporativo, para os dois sistemas, foi calculado por meio da expressão

$$W = P.t \quad (01)$$

onde W é o trabalho, P a potência dissipada e t é o tempo.

Para o cálculo do consumo teórico de energia utilizou-se a equação

$$Q = M_A.C_P.(T_V - T_A) + M_A.L_V \quad (02)$$

sendo, Q o calor total absorvido pela massa de água, M_A, C_P a capacidade calorífica da água a pressão constante, T_A temperatura da água ao entrar no evaporador, T_V temperatura da água na fase de vapor e L_V o calor latente de vaporização da água.

O cálculo do rendimento, aplicado aos dois sistemas, foi feito utilizando-se as medidas do consumo de energia (kWh) e da quantidade de condensado produzido (kg) comparando-os, em seguida, com os valores teóricos. Os cálculos foram realizados utilizando-se a equação:

$$\varepsilon = \frac{M_E}{M_T}.100 \quad (03)$$

onde ε é a eficiência do sistema, M_E é a massa de vapor produzida no experimento e M_T é a massa teórica de vapor que deveria ter sido produzida a partir da energia consumida no processo.

O destilador proposto foi confeccionado empregando-se duas cubas de alumínio de diâmetro igual a 35 cm e altura 10 cm, e isolado termicamente com fibra de vidro. Em seu interior foi instalada uma resistência elétrica (315 W) com a finalidade de fornecer energia térmica para a evaporação do fluido, a água. O recipiente contendo água – cuba – possui saída para o vapor na parte inferior. O vapor produzido na cuba é, então, conduzido através de uma saída inferior central até o condensador, onde será condensado, como representado na Figura 1.

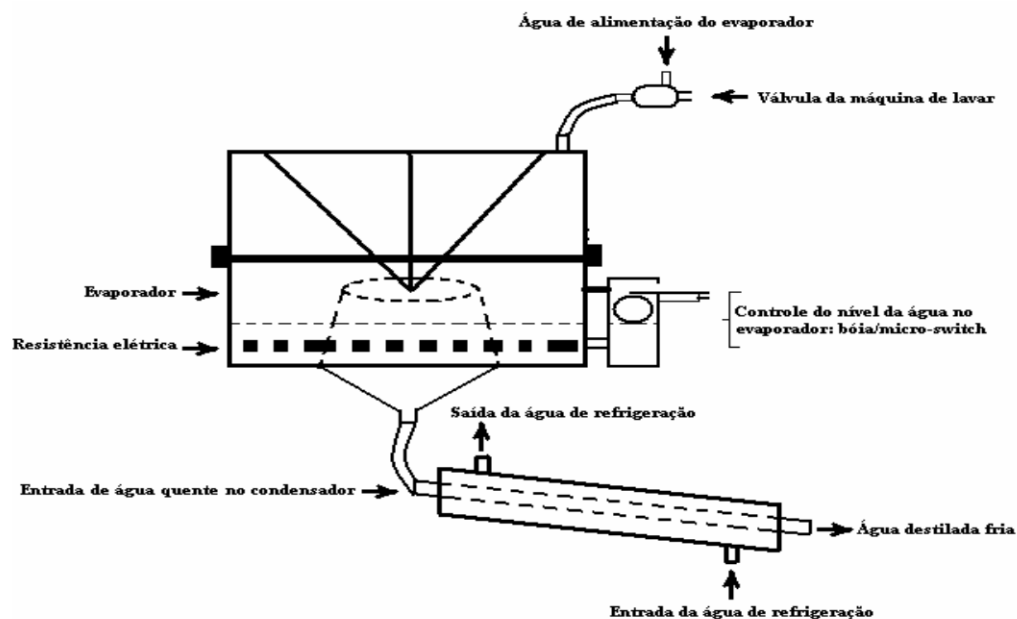


Figura 1: Esquema simplificado para o sistema de destilação proposto.

O controle da água de alimentação do evaporador é feito por uma válvula de entrada de água de uma máquina de lavar, acionada por um micro-switch acoplado a uma bóia mecânica. A abertura da válvula ocorre quando o nível da água no evaporador atinge 5 mm, acima da resistência elétrica. Por outro lado, a válvula fecha quando esse nível atinge 20 mm, em relação ao mesmo referencial (Figura 1).

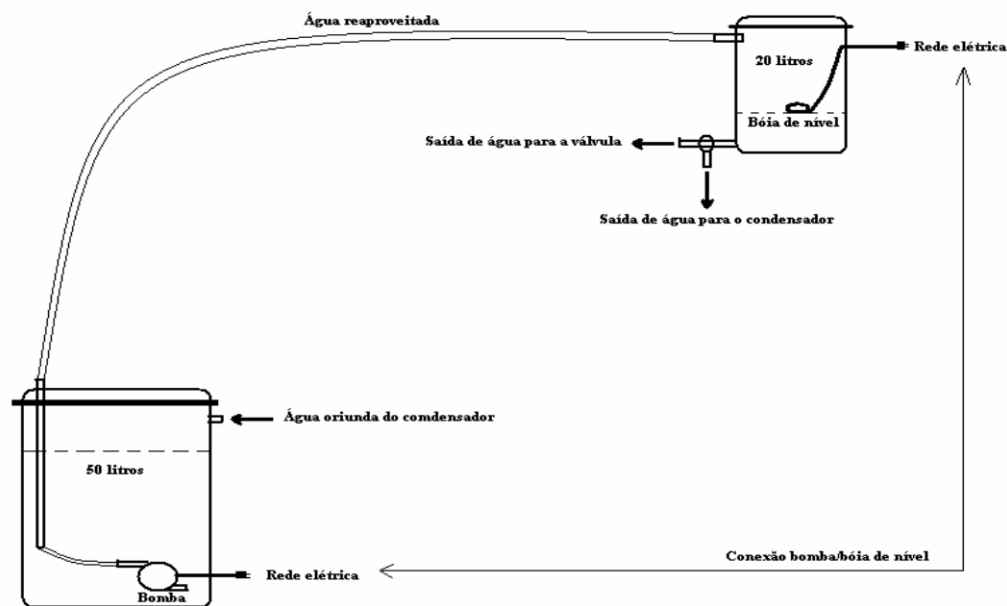


Figura 2: Sistema representativo do reaproveitamento do fluido de alimentação do condensador.

O alumínio foi escolhido como material alternativo devido possuir boa condutividade térmica, característica que o torna adequado para aplicações em equipamentos destinados à troca de calor. Além disso, possui baixo peso específico (2,7g.cm⁻³ a 200C), boa resistência à corrosão devido a estabilidade de seu principal óxido, Al₂O₃, que se forma na superfície do metal, funcionando como uma camada passivadora.

Utilizou-se uma bomba de recalque, semelhante às de aquário, para fazer o reciclo da água de refrigeração, usada na condensação dos vapores. A alimentação desse fluido é feita por gravidade e, o acionamento da bomba é feito por uma bóia de nível (elétrica). A bomba entra em serviço quando o nível da água no depósito de alimentação, do fluido de refrigeração, alcança aproximadamente 10 cm. Ao encher esse depósito, a bomba é automaticamente desligada, por meio da bóia de nível (Figura 2).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O destilador convencional utilizado no laboratório de química tem potência instalada de 4000 W, com capacidade de destilar 3 L.h⁻¹. Com essas características, o aparelho consome em média 1,33 kWh de energia (1140 kcal) para produzir 1,0 kg de água destilada.

O consumo de energia pelo sistema proposto, para a produção de 1 kg de água destilada, foi de 0,851 kWh (730 kcal) significando, portanto, uma redução de 36 % no consumo de energia.

O consumo teórico de energia para a produção de 1,0 kg de água destilada é de 615 kcal. Dessa forma, o sistema convencional apresentou um rendimento de 54 %, enquanto no proposto esse valor foi igual a 84 %.

Além do maior gasto de energia, o sistema convencional apresentou desperdício de, aproximadamente, 40 L de água de refrigeração por cada litro de água destilada. Esse fato foi completamente solucionado no sistema proposto devido à recirculação total da água de refrigeração, com uso de uma bomba de recalque.

4. CONCLUSÕES

Os experimentos realizados nesse trabalho permitem que se façam as seguintes conclusões:

1. O sistema de destilação de água proposto apresenta maior eficiência que o convencional.
2. O novo destilador possui grande vantagem, em relação ao convencional, por não desperdiçar água de refrigeração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. 1978. **Transferência de Calor**.

BEJAN, A. 1996. **Transferência de Calor**. Edgar Bluchen Ltda. São Paulo.

KREITH, F. 1977. **Princípios da transmissão de calor**; tradução da 3. ed. Americana [por] Eitaro Yamane, Otávio de Matos Silveiras [e] Virgílio Rodrigues Lopes de Oliveira. São Paulo, Edgard Blücher.

NEVES, C. A.; GUTZ, I. G. R.; LAGO, C. L. do. 1998. **Automatization of a water distilling apparatus**. Química Nova, São Paulo, v.21, n.5.