

ESTUDO DAS TAXAS DE EVAPORAÇÃO EM DESTILADOR SOLAR DUAS ÁGUAS COM INCLINAÇÃO DE 20° E 45°

Magna Angélica dos Santos Bezerra¹; Josette Lourdes de Sousa Melo²; Henio Normando de Souza Melo²;
Tháisa Daniella de Araújo Jucá³
¹Msc; ²Dsc; ³ PIBIC/CNPq

End.: R.Maxaranguape, 910, apto 901. Tirol, Natal/RN. CEP 59020-160. Brasil - Fone: 9984 8224/ 221
4927 / 215 3757E-mail: josette@eq.ufrn.br

Palavras-Chave: destilação solar, taxas de evaporação, energia solar.

Introdução. A destilação solar tem sido pesquisada pelo homem, há muito tempo, como forma econômica e prática de obtenção de águas potáveis a partir de águas salobras e salinas. Essa técnica apresenta inúmeras vantagens como: estar baseada numa fonte energética gratuita e abundante, ser tecnologia limpa e de fácil manutenção. Entretanto, apesar dessas qualificações, a destilação solar não tem atingido todo seu potencial de aplicação porque, via de regra, oferece baixos rendimentos e requer grandes áreas para implantação. Essa tecnologia é sempre citada para tratamento de águas potáveis, e poderia ser pesquisada como alternativa para reuso de águas. Al-Hinai *et. Al.* ⁽¹⁾ considera que a destilação solar é uma tecnologia bastante promissora, principalmente em regiões de grande insolação e áreas desertas e são necessários estudos e pesquisas com vistas a melhorar os rendimentos e aumentar a viabilidade dessa técnica. Deve-se salientar que a eficiência da destilação solar está diretamente relacionada com as condições climáticas (como umidade do ar, ventos, insolação, nebulosidade) e com a capacidade do equipamento em absorver a energia incidente. Bezerra ⁽²⁾ recomenda uma inclinação mínima possível para aumento da eficiência, estando essa inclinação em torno de 20° aqui no Brasil, porque a absorção é máxima quando o ângulo de incidência é de 90°. Sabe-se ainda, que essa eficiência sofre variação com a latitude e longitude. Alguns estudos ⁽³⁾ fizeram comparação entre variados ângulos de inclinação de forma a se verificar se um aumento na área de condensação (com o aumento de ângulo de inclinação) compensaria uma perda de eficiência energética. O presente trabalho visa o estudo das taxas de evaporação em um destilador simples efeito de duas águas que operou com coberturas de 20° e 45°, de forma a se verificar qual poderá oferecer o melhor rendimento para as condições climáticas do Nordeste Brasileiro.

Metodologia. O sistema utilizou água de produção de petróleo tratada como amostra a ser dessalinizada. A metodologia de operação consistiu em regime de batelada para alimentação do destilador e recolhimento do resíduo e contínuo para o recolhimento da água destilada. As taxas de evaporação foram determinadas para os dois modos de operação, onde a variação era no ângulo de inclinação da cobertura (ver Figuras 1 e 2) e realizada através da medição do escoamento em proveta graduada de 10 mL e cronômetro. Cronometrava-se um minuto de escoamento e media-se o volume obtido.



Figura 1: Destilador solar com cobertura de 20°



Figura 2: Destilador solar com cobertura de 45°

Os experimentos foram conduzidos entre maio e junho e final de outono de 2004 no Brasil.

Resultados e Discussão. A Figura 3 apresenta os resultados obtidos em gráfico de linha, onde foi feita uma comparação entre os valores encontrados para as inclinações de 20 e 45 °. Os resultados apresentaram taxas de evaporação máximas de 3,6 mL/min para 20° e de 4,7 mL/min para 45° de inclinação e foram medidas as taxas de condensação instantânea.

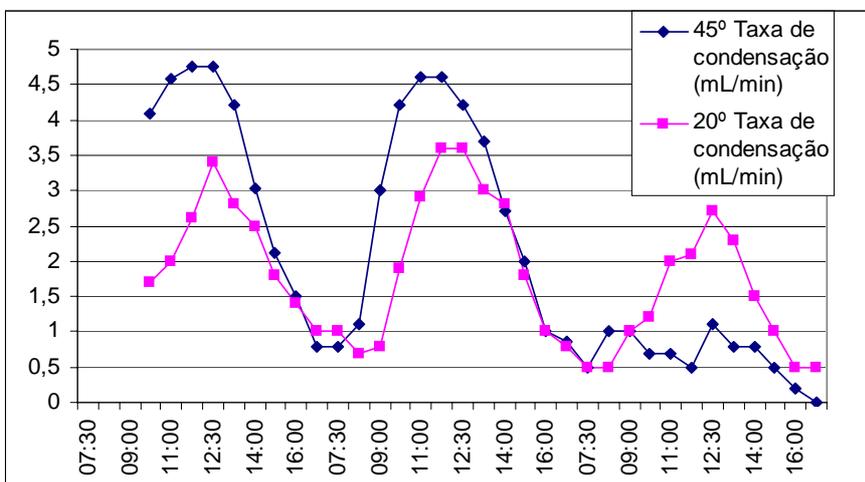


Figura 3: Taxas de condensação para os dois modos de operação

Na abscissa encontra-se o tempo de realização dos experimentos e na ordenada as taxas de condensação em mL/min.

Verifica-se que as taxas de condensação só começaram a ser registradas na segunda hora dos experimentos nos primeiros dias. Essa falta de dados foi decorrência do sistema de medição das vazões destiladas, o qual, por ser rústico, não permitia a leitura de vazões muito baixas (inferiores a 0,01 mL/min).

A observação da Figura 3 permite visualizar que a operação do destilador com o ângulo de inclinação de 45° forneceu maiores taxas de condensação. Esse fato poderia ser explicado, entre outros fatores, pela maior área disponível para condensação que essa cobertura tem em relação à outra. Essa observação é

baseada na relação de $Nu \times Ra$ (dos números adimensionais de Nusselt e Rayleth) e mostra que a energia térmica transferida de uma superfície é independente de seu ângulo de inclinação, de forma que, se pode concluir que maiores produções de destilado em coberturas de maiores inclinações estão relacionadas ao maior calor sensível acumulado pela maior disponibilidade de área⁽³⁾. Entretanto, essa afirmação não pode ser feita aqui porque os experimentos não foram concomitantes, logo as condições climáticas apresentadas são diferentes e a comparação no sentido de ressaltar um e diminuir o outro não deve ter lugar, necessitando investigações mais detalhadas dessa possibilidade. Além disso, a literatura consultada^(1,4) ressalta a importância de se captar maior quantidade de energia para melhorar as eficiências energéticas e essa captação de energia solar é maior quando a radiação do sol é normal à superfície receptora. O que os resultados levam a deduzir é que as taxas de condensação variem de acordo com as estações, onde no outono-inverno a inclinação de 45° privilegiaria a condensação oferecendo maiores rendimentos e nas estações mais quentes (primavera-verão) a eficiência energética seria privilegiada, dando melhores resultados. Para se confirmar essa hipótese deve-se conduzir o estudo dessas taxas por um ano e de forma concomitante para que se possa chegar a uma conclusão definitiva.

O decréscimo nas taxas de condensação para cobertura de 45°, no último dia, é função da precipitação pluviométrica que ocorreu nesse período.

Conclusões. Dos resultados obtidos se poderia deduzir que, para amostras operando nas condições climáticas de Natal, a inclinação de 45° se revela a melhor opção, contudo, não se pode fazer essa inferência devido os experimentos terem sido realizados em dias distintos. Logo, deve-se conduzir a parte experimental por um ano percorrendo todas as estações climáticas, para se verificar essa assertiva ou se determinar que a otimização do equipamento passa por utilizar a inclinação de 20° nas estações mais quentes e de 45° nas mais frias do ano.

Agradecimentos. Os autores agradecem a ANP – Agência Nacional do Petróleo pelo suporte financeiro e concessão da bolsa e a PETROBRAS pelo fornecimento das amostras pela UN-RNCE.

Bibliografia.

1. AL-HINAI, H. AL-NASSRI, M. S., JUBRAN, B. A. Parametric investigation of a double-effect solar still in comparison with a single-effect solar still. *Desalination*, 150(2002)75-83.
2. BEZERRA, A. M. (2001) *Aplicações Térmicas da Energia Solar*. Editora Universitária UFPB. 4ª ed, João Pessoa, PB.
3. De PAUL, I. Coeficiente de Transferencia Convectiva h em el Interior de um Destilador Tipo Batea, *AVERMA*, Vol. 4, 03-27, 2003.
4. MACEDO, H. (1996). Tratamento de águas com altas concentrações de cloretos. f. 79. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, USP, São Paulo.