

ESTUDO TEÓRICO E EXPERIMENTAL DE UM DESSALINIZADOR PARA TRATAR ÁGUA SALOBRA

Sebastião Araújo Coutinho,¹ Severino Rodrigues de Farias Neto²

¹Suna Engenharia, email: sacoutinho@sunaengenharia.com.br

² UFCG/DEQ, email: fariasn@deq.ufcg.edu.br

RESUMO:

O nordeste brasileiro passa frequentemente por longos períodos de estiagem, o que causa diversos problemas ao homem do campo por não ter ainda aprendido a conviver com a seca. Alguns pesquisadores vem desenvolvendo e adaptando técnica para possibilitar o convívio com a seca, de forma que seja possível, ao homem do campo, obter renda evitando assim o tão problemático êxodo rural. Neste trabalho, foi estudado o processo de dessalinização por umidificação e desumidificação, o qual imita o ciclo natural da chuva e não apresenta grande parte dos problemas das técnicas de dessalinização tradicionais. Foram estudados diversos fatores que influenciam no processo de dessalinização proposto tais como: vazão de ar, temperatura da água salgada, vazão da água salgada, posicionamento dos bicos aspersores. Os resultados obtidos com o dessalinizador, demonstram que é possível obter vazão de dessalinizado de aproximadamente 30 kg/h com TDS (sólidos totais dissolvidos) de 67 ppm, partindo de uma água com TDS de 584 ppm.

PALAVRAS-CHAVE: dessalinização, umidificação, desumidificação, turbulência, ciclone.

ABSTRACT:

The northeast part of Brazil frequently undergoes long periods of drought that causes several problems to the rural workers because they still did not know how to live with the dry. Some researchers have been developing and adapting techniques in order to enable rural workers to obtain their income even in the dry seasons and then avoiding the rural exodus. This work it was studied the humidification/dehumidification desalination process which emulates the natural rain cycles and does not present the most part of the problems traditional desalination techniques do. Many factors were taken into account: air flowrate, salty water temperature and flowrate, and sprinklers positioning. Obtained results show a desalinated water flowrate of about 30 kg/h with 67 ppm TDS from a salty water of 584 ppm TDS.

KEY-WORDS: desalination, humidification, dehumidification, turbulence, cyclone.

INTRODUÇÃO

O processo de dessalinização por Umidificação e Desumidificação (do inglês *Humidification Dehumidification Desalination Cycle* - HDH) é um método que opera

abaixo do ponto de bolha da água e foi derivado do sistema de destilação solar (*Solar Still*), se mostrando uma tecnologia promissora para produção de água em pequena escala ou descentralizado (produção menor que 10 m³/dia), sendo nesse caso, aconselhado o uso das fontes de energias renováveis tais como: energia solar, geotérmica, etc. Esse processo de dessalinização imita o ciclo natural da água, onde um gás de transporte, normalmente o ar a pressão atmosférica, evapora a água de uma corrente salina ou salobra causando seu resfriamento. O ar rico em umidade é então resfriado e o condensado é recuperado como água dessalinizada, conforme mencionado por Al-Enezi *et al.* (2006), Queiroz (2011), Narayan *et al.* (2010), Beckman (2008), Bourouni *et al.* (2001) e Xiong *et al.* (2005)..

Os pesquisadores Yuan *et al.* (2011) e Qiblawey e Banat (2008) afirmam que o uso da energia solar é a mais promissora tecnologia para purificação água em escala reduzida devido a coincidência geográfica e sazonal entre a escassez de água potável, grande salinidade dos mananciais e a os altos índices de radiação solar, o que torna o semi-árido brasileiro um lugar propício a dessalinização por umidificação e desumidificação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 1 está representado o esquema do sistema de dessalinização. A temperatura no reservatório de água salobra foi controlada pela variação automática de corrente fornecida por uma resistência elétrica de 1kW. A medição de umidade relativa do ar e de temperatura foi realizada por um sensor digital SHT-75 da Sensirion acoplado a um sistema de aquisição de dados. A leitura da vazão de ar foi realizada por um sensor do tipo turbina. A vazão de água salobra foi considerado constante e controlada pela medição da pressão da água no ramal de distribuição para o bicos aspersores, baseado nos dados do fabricante.

O dessalinizador é formado por duas câmaras uma de umidificação e outra de desumidificação, conforme ilustra a Figura 2 e Figura 3. O ar é introduzido pela entrada de ar (4) tangencialmente na câmara de umidificação (1) (Figura 2). Ao ser aquecido e umidificado pela água salobra quente, o ar sai pela saída de ar úmido (11) e entra na câmara de desumidificação (7). Neste ponto, o ar entra em contato com a superfície externa da câmara de umidificação (1) e com as aletas (8) onde troca calor, condensando o excesso de umidade e deixando o dessalinizador pela saída de ar (5). A água condensada deixa o equipamento pela saída de água dessalinizada (6). A água salgada aquecida entra no dessalinizador pela entrada de água salgada (2) e o excesso sai pela saída de água concentrada (3).

Detalhes da câmara de umidificação é ilustrada na Figura 3. A água salgada aquecida é pulverizada pelos bicos aspersores (10) proporcionando o aquecimento da corrente de ar elevando sua temperatura e umidade. O calor necessário para a evaporação é retirado do calor

sensível da água causando o seu resfriamento. O excesso de água salobra, agora resfriada, escoo pelas paredes da câmara de umidificação (1) causando o seu esfriando-a e consequentemente das suas aletas (8).

1 – Câmara de umidificação; 2 – Entrada de água salgada; 3 – Saída de água salgada concentrada; 4 - Entrada de ar; 5 – Saída de ar; 6 – Saída de água dessalinizada; 7 – Câmara de desumidificação; 8 – Aleta; 9 – Ramal de distribuição; 10 – Bicos aspersores; 11 – Saída de ar úmido.

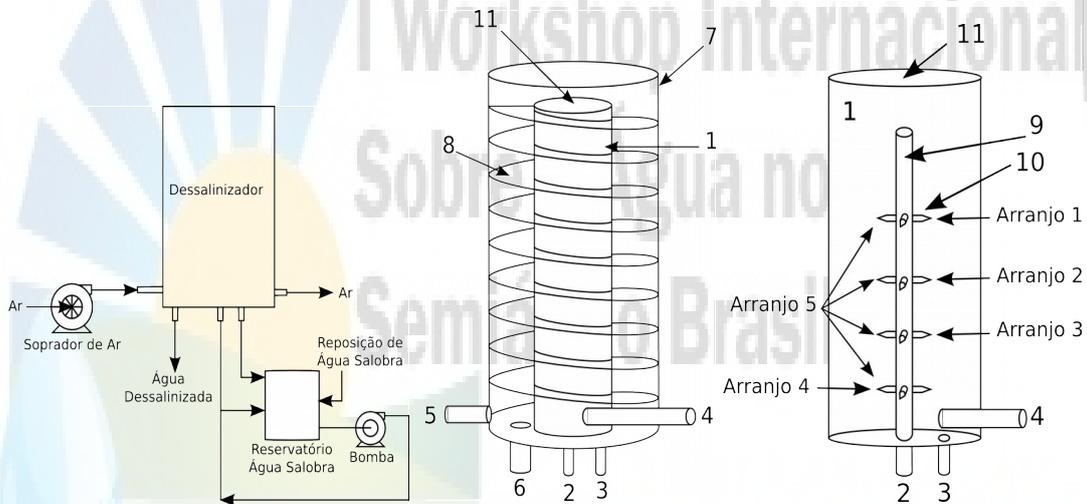


Figura 1: Esquema do sistema de dessalinização.

Figura 2: Esquema do dessalinizador.

Figura 3: Câmara de umidificação

Para verificar a influencia de sua localização, os bicos aspersores (10) foram divididos em arranjos de quatro bicos conforme ilustra a Figura 3, sendo o arranjo 5 e o somatório de todos os arranjos, ou seja 16 bicos. Dada a impossibilidade de retirada dos bicos, foi desenvolvido um dispositivo que só permitia a aspensão no arranjo desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, o resultado das Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam comportamento semelhante quanto a influencia da vazão de ar, ou seja, quanto maior a vazão de ar menor a produção de dessalinizado para qualquer temperatura da água salobra, concordando como os resultados obtidos por Hou *et al.* (2010), que observaram a mesma dependência com a temperatura e vazão de ar.

Percebe-se uma particularidade nos arranjos 1 e 3 (Figura 4 e Figura 6) e em menor intensidade no arranjo 2 (Figura 5), pois com a elevação da vazão de ar houve uma elevação na produção de água dessalinizada, este fato pode estar ligado a condição de formação e deslocamento do turbilhão ciclônico provocado pela entrada tangencial, melhorando os coeficientes de troca de calor e massa.

O maior produção de água para os arranjos foi de aproximadamente 30 kg/h obtida para a condição de maior temperatura e menor vazão de ar.

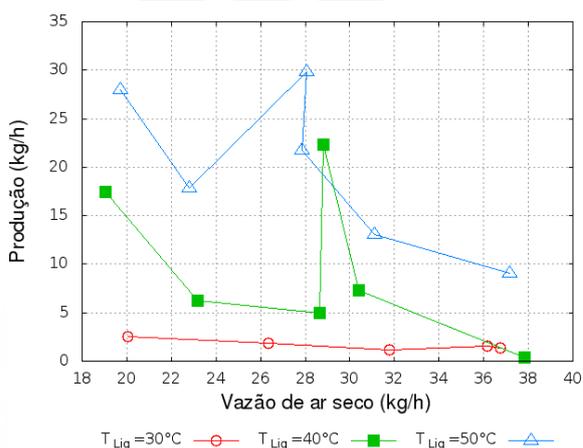


Figura 4: Produção de dessalinizado - Arranjo 1

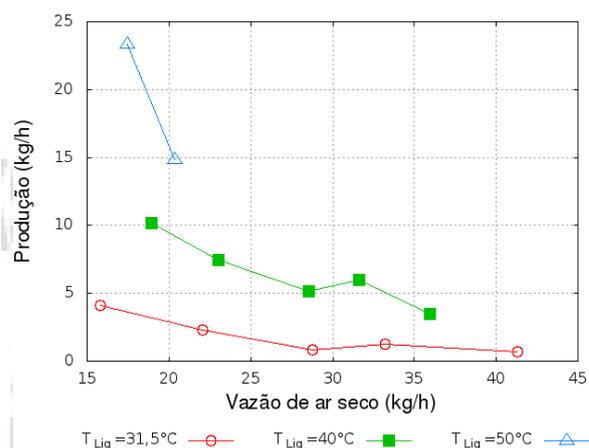


Figura 5: Produção de dessalinizado - Arranjo 2

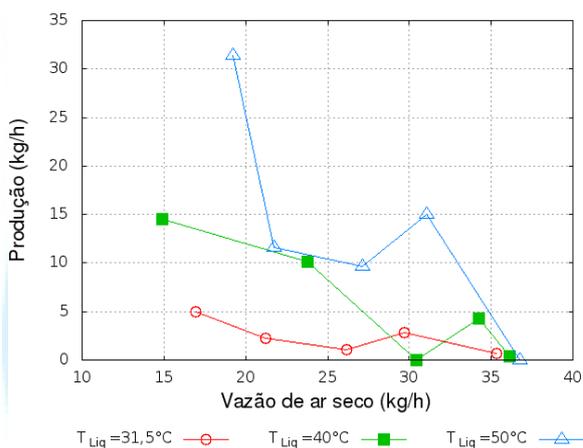


Figura 6: Produção de dessalinizado - Arranjo 3

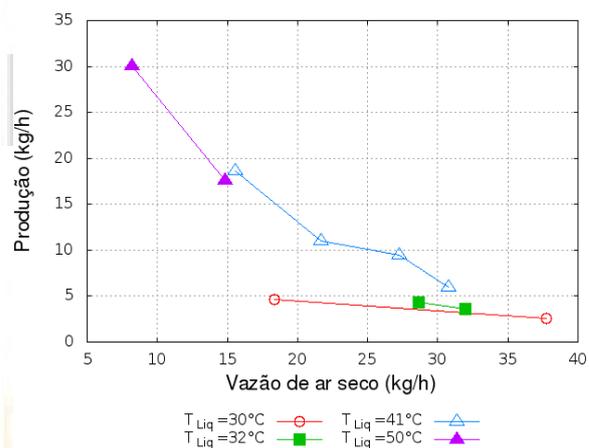


Figura 7: Produção de dessalinizado - Arranjo 5

CONCLUSÕES

Houve para todos os arranjos a inversão dos efeitos da vazão do ar de alimentação na produção de dessalinizado.

O comparativo entre os arranjos mostrou fortes indícios da ocorrência do efeito de turbulência na câmara de umidificação como consequência da entrada de ar tangencial, sua maior intensidade ocorreu na região dos arranjos de maior proximidade com a entrada de ar (arranjo 3), e com menor intensidade na região mais distante (arranjo 1).

Os resultados obtidos com o dessalinizador, demonstram que é possível obter vazão de dessalinizado de aproximadamente 30 kg/h com TDS (sólidos totais dissolvidos) de 67 ppm, partindo de uma água com TDS de 584 ppm.

AGRADECIMENTOS:

A CAPES pelo suporte financeiro através da Bolsa de Demanda Social do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da UFCG.

A Coordenação do Doutorado em Engenharia de Processos da UFCG por todo o apoio recebido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ENEZI, G.; ETTOUNEY, H.; FAWZY, N. Low Temperature Humidification Dehumidification Desalination Process. Elsevier. Energy Conversion and Management n° 47, pp. 470-484. 2006.

BECKMAN, J. R. Dewvaporation Desalination 5,000-Gallon-Per-Day Pilot Plant. Reclamation Managing Water in the West. Desalination and Water Purification Research and Development Program Report n° 120. Utah . 2008.

BOUROUNI, K.; CHAIBI, M. T.; TADRIST, L. Water Desalination by Humidification and Dehumidification of Air: Stat of the Art. Desalination n° 137, pp 167-176. 2001.

HOU, J; CHENG, H; WANG, D; GAO, X; GAO, C. Experimental Investigation of Low Temperature Distillation Coupled with Spray Evaporation. Desalination, v. 258, issues 1–3, pp 5-11. 2010.

NARAYAN, G. P; SHARQAWY, M. H.; LIENHARD, J. H; ZUBAIR, S, M. Thermodynamic Analysis of Humidification Dehumidification Desalination Cycles. Desalination and Water Treatment n° 16, pp 339-353. 2010.

QIBLAWEY, H. M.; BANAT, F. Solar Thermal Desalination Technologies. Desalination n° 220, pp. 633-644. 2008.

QUEIROZ, L. A. L. Desenvolvimento de um Sistema de Purificação de Água com Bomba de Calor. Dissertação de Mestrado. UNICAMP. 2011.

XIONG, R; WANG, S; WANG, Z.; XIE, L.; LI, P.; ZHU, A. Experimental Investigation of a Vertical Tubular Desalination Unit Using Humidification-Dehumidification Process. Chinese Journal of Chemical Engineering, volume 13, n° 3, pp. 324-328, 2005.

YUAN, G.; WANG, Z.; LI, H.; LI, X. Experimental Study of a Solar Desalination System based on Humidification-Dehumidification Process. Desalination vol. 277, pp. 92-98. 2011.

Da ajuda à transposição do Rio São Francisco

11 a 13 de dezembro de 2013 - Campina Grande - PB/Brasil