

PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO UTILIZANDO PISCINA SOLAR DE GRADIENTE SALINO

Fernando Villamarin Arrebola, Marcelo Eduardo Faria Galvão, Vinícius da Silva Rondon, José Roberto Abbud

Faculdade de Engenharias e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Santa Cecília

Recebido em: 22/08/09 Aceito em: 05/10/09 Publicado em: 04/06/10

RESUMO

O objetivo deste projeto tem como base mostrar a viabilidade da utilização de um sistema de dessalinização em nosso país, de forma sustentável e barata. Afim também de preservar a água que ainda nos resta e que esta sendo utilizada. O Brasil por diversos fatores como a sua latitude é o lugar com maior índice de radiação solar perdendo apenas para o deserto do Saara. Este fator e fácil acesso a água do mar o torna uma região privilegiada para a utilização deste processo. Para este processo utilizamos uma piscina solar de gradiente salino que mesmo não exposta diretamente ao sol em dias ensolarados consegue armazenar calor por não convecção, e assim utilizar-se deste calor em sistemas geração de energia, dessalinização e simples aquecimento da água. Como a água vem sendo tema de grande importância nestes últimos anos, obviamente foi escolhido para utilizá-la na dessalinização. Análises serão feitas com relação a outros processos de dessalinização ou que utilizem a piscina solar de gradiente salino no que diz respeito à temperatura obtida e seus custos benefícios. É mais do que necessário a implementação de sistemas como este para combatermos o problema de escassez de água que nos aguarda num futuro próximo.

Palavras-chave. Água; dessalinização; energia solar; piscina solar.

1. Introdução

A necessidade de obter água potável em nenhum momento deixou de existir. Com a crescente demanda, negligência quanto ao uso por grande parte da população, os primeiros fatores da escassez de água começam a surgir em locais onde até então não era um problema. A água, diferente de outros recursos naturais, não pode ser substituída, deve ser preservada e distribuída corretamente para evitar sua perda.

Contudo, os suprimentos disponíveis são limitados, e não são capazes de se reconstituir a tempo de sanar a demanda, sem deixar de lado, lugares que não possuem qualquer disponibilidade desse líquido.

Apesar de o Brasil ser um país beneficiado quanto a suas reservas naturais, há diversas regiões que sofrem com a seca devido a baixíssimos índices pluviométricos e ausência de qualquer fonte de água.

Para esses locais é mais do que necessário um sistema de dessalinização para fornecer um suprimento de água aceitável para a população.

Sistemas ao redor do mundo já provaram sua eficiência e a necessidade implantação de um sistema para as diversas localidades do Brasil é imediata.

2. Material e Métodos

O método que utilizaremos será o da destilação, um processo inerente do funcionamento da piscina solar.

O calor armazenado na camada inferior da piscina será transferido, através de um trocador de calor, para um tanque dessalinizador que será preenchido com água salgada. Com o aumento de temperatura ocorrerá a evaporação. A medida que o gás subir ele passará por uma tubulação, onde será condensado, devido a diferença de temperatura em relação a água da camada superficial da piscina solar, que será bombeada até essa tubulação.

O produto condensado, a água dessalinizada, será depositada em outro tanque, enquanto os resíduos remanescentes, constituído de uma solução com altíssima concentração salina, serão encaminhados para um terceiro tanque.

Piscina Solar

A piscina solar de gradiente salino é um reservatório contendo um volume de água salina que, de

acordo com sua concentração e profundidade aumenta o desempenho no armazenamento de calor.

Em uma piscina solar, devido à diferente concentração salina das camadas, a radiação solar é absorvida pela camada de armazenamento, resultando em um aumento da temperatura.

Temperaturas próximas de 100°C foram atingidas em experiências realizadas em Israel. (TABOR, H. SOLAR PONDS - Solar Energy vol. 27 - número 3 - 06/81.)

Criação e manutenção do Gradiente Salino

A criação e manutenção do gradiente salino é um dos pontos mais importantes para o funcionamento da piscina solar. Segundo ABBUD, a condição necessária para realizá-los, e também manter a estabilidade das camadas de água é dada por:

$$\frac{\partial s}{\partial z} > -1,14 \frac{\partial \rho}{\partial T} \bullet \frac{\partial T}{\partial z} / \frac{\partial \rho}{\partial s}$$

Onde s = a concentração salina, ρ = a densidade, T = a temperatura, z = a profundidade

$\partial \rho / \partial T$ é negativa e é uma propriedade do sal escolhido, variando levemente com a concentração, o mesmo para $\partial \rho / \partial s$. Já $\partial T / \partial z$ depende da insolação e de outros fatores.

Para manter a estabilidade da configuração hidrodinâmica, gradientes de menor intensidade são necessários na camada inferior da piscina.

Os sais que geralmente são usados são o Cloreto de Sódio (NaCl), Cloreto de Magnésio (MgCl₂) e o Cloreto de Potássio (KCl).

O Cloreto de Magnésio é o mais fácil de obter estabilidade não convectiva devido a sua densidade.

Extração de calor

Segundo ABBUD, com a teoria estabelecida por Elata, Levin e Tabor, através de um trocador de calor, a sua extração é possível.

Estabelecida com base no princípio da hidrodinâmica, em que se pode extrair uma camada de fluido sem perturbar sua configuração, ela é removida a partir de um extremo da piscina, atravessa o trocador de calor no exterior da mesma e retorna pelo extremo oposto.

Processos Envolvidos

Estão envolvidos em seu funcionamento 3 processos principais: Gradiente Salino, Ciclo de Água Quente e Ciclo de Água Fria

Gradiente Salino

O gradiente salino é dividido em três camadas: Superior ou Zona Superficial (Zs), Intermediária ou Zonad Isolante (Zi) e Inferior ou Zona de Armazenamento (Za)

As camadas ficam separadas devido às diferentes concentrações de sal. As diferentes densidades também atuam na supressão do efeito da convecção, mantendo a água mais quente, encontrada na região inferior. O aumento da temperatura é proveniente da radiação solar, transferido para as camadas inferiores na forma de energia térmica.

3. Resultados esperados

A partir de diversas equações foram gerados dados e através de uma aplicação em Java foram adicionados a um banco de dados. O gráfico foi gerado pelo programa Geogebra. Os resultados encontrados serão comparados com os obtidos em outros projetos que utilizam a piscina solar de gradiente salino.

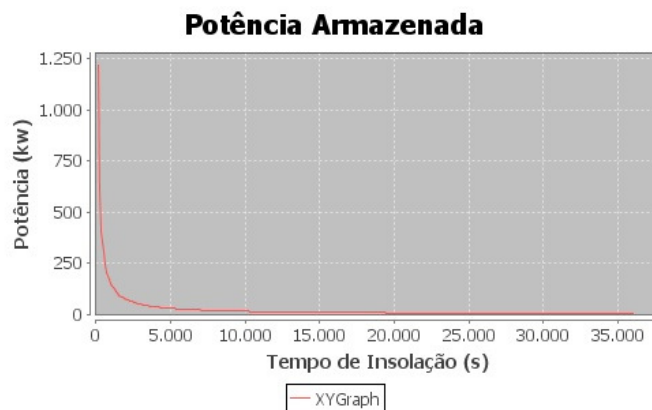
Calor desprendido na zona intermediária (Zi)

$$QZi = \frac{-2\pi(T_0 - T_2)(l_2 - l_1) / 2}{k_c^{-1} \ln(r_0 / r_1) + k_m^{-1} \ln(r_1 / r_2)}$$

Calor desprendido na zona de armazenamento (Za)

$$QZa = \frac{-(T_0 - T_2)2\pi L}{k_c^{-1} \ln(ro - r1) + k_m \ln(r1 - r2)}$$

Pa = E . m . c . dt, Pa = potencia armazenada, E = energia, M = massa, c = calor específico da água, dt = temperatura



4. Conclusão

Com a construção da piscina, espera-se atingir temperaturas que serão utilizadas no processo de termo conversão citado anteriormente.

Após atingirmos a temperatura de operação, o sistema passará a funcionar como um todo, iniciando-se o processo de dessalinização e tendo como produto final a água dessalinizada.

Com os dados coletados de temperatura e tempo necessário para conclusão de um ciclo completo,

serão realizadas análises de eficiência do projeto e também demonstrar a sua viabilidade.

5. Referências

Piscina Solar de Gradiente Salino, Prof. José Roberto Abbud, 2001

Dessalinização da Água, Prof. Jorge Rios, 2000