

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO POR ADSORÇÃO ACIONADO POR ENERGIA SOLAR PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA

Eduarda Almeida Copati - RA 21202620676

Universidade Federal do ABC

Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental

Ciência Ambiental

2026.2



Applied Water Science (2024) 14:212
<https://doi.org/10.1007/s13201-024-02265-5>

ORIGINAL ARTICLE



Evaluation of a solar-driven adsorption desalination system for Brazilian semiarid region

Roberto Capparelli Marçal¹  · Mário Benjamim Baptista de Siqueira¹

Received: 20 December 2023 / Accepted: 4 August 2024 / Published online: 5 September 2024
© The Author(s) 2024

Autor(es): Roberto Capparelli Marçal e Mário Benjamim Baptista de Siqueira.

Periódico: Applied Water Science

Ano de publicação: 2024.

Classificação Qualis/CAPES: A1

Fator de impacto: 5.7 (2025)

INTRODUÇÃO

- Aumento da demanda de água por atividades econômicas, além do fenômeno das mudanças climáticas, submete diversas regiões ao **estresse hídrico** (cerca de 80% da população mundial);
- Surge o desenvolvimento de tecnologias ambiental e economicamente **sustentáveis** para **dessalinização**;
- As tecnologias mais utilizadas são destilação por múltiplos estágios, por múltiplos efeitos (MED), osmose reversa (RO), a eletrodialise (ED) e a compressão de vapor (VC).
- O semiárido brasileiro está dentro do contexto do estresse hídrico e por conta das formações geológicas, a água subterrânea contém salinidade, chamada **água salobra**;
- Além disso, algumas regiões sofrem com um fornecimento de **energia elétrica** com qualidade, dificultando a utilização dos processos convencionais;
- Um dos processos que atende a esses requisitos é a **dessalinização por adsorção acionada por energia térmica solar**.

INTRODUÇÃO

- Além disso, a dessalinização por adsorção produz um efeito de **refrigeração**;
- Os autores apontam que essa é uma tecnologia com **baixo custo de manutenção**, sustentabilidade devido a **ausência de químicos**, menor formação de **incrustações**, utilização de energia alternativa (**solar**);
- Há um avanço na literatura em busca de novos materiais para a adsorção de água, como gel sílica, zeólitas e estruturas metal-orgânicas;
- Apesar dos avanços, poucos estudos avaliaram a **influência das condições climáticas reais e da salinidade da água** no desempenho de sistemas de dessalinização por adsorção alimentados por energia solar.

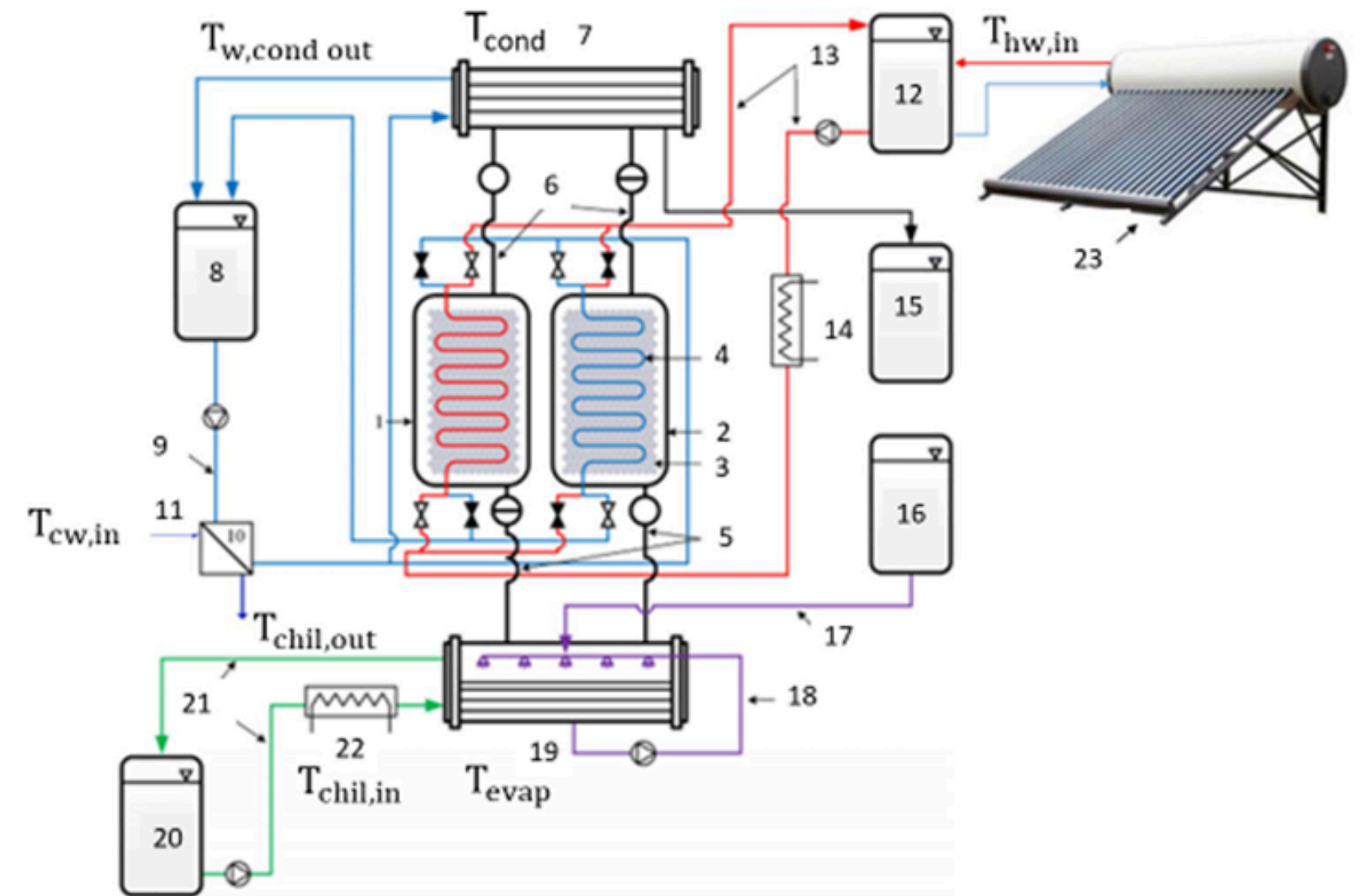
● ● ● ● ● OBJETIVO

COP : Coefficiente of Performance;
SCP: Specific cooling power;
SCWP: Specific daily water production.

- Avaliar o **desempenho** de um sistema simplificado, de pequena escala baseado na dessalinização e refrigeração por adsorção acionada por energia térmica solar.
- Utilizando dados de **águas salobras** típicas dos poços subterrâneos da região semiárida do Nordeste brasileiro.
- Desenvolveram **modelo numérico** concentrado capaz de representar um sistema composto por evaporador, condensador e dois reatores acionados por coletores solares, operando totalmente fora da rede elétrica.
- O modelo considera as **variações diárias das condições meteorológicas**, como temperatura ambiente e irradiância solar, incorporando seus efeitos sobre o ciclo de adsorção.
- Os autores desenvolveram o modelo que permite avaliar simultaneamente os indicadores **SDWP, SCP e COP**, considerando as variações transitórias de **temperatura** e pela sazonalidade da **salinidade** da água de alimentação ao longo de um dia típico.

METODOLOGIA

A aderência das moléculas de água à superfície do adsorvente ocorre por meio de forças eletrostáticas fracas do tipo **van der Waals**, sendo um processo físico completamente reversível mediante alterações nas condições de **temperatura e pressão**.



água salobra evapora → vapor é adsorvido pelo gel de sílica → o gel é aquecido por energia solar → o vapor é liberado → condensa no condensador → gera água potável, enquanto o evaporador produz simultaneamente um efeito de resfriamento que também pode ser aproveitado.

METODOLOGIA

Etapa 1: Construção do modelo numérico, considerando as premissas:

1. Temperatura uniforme no reator;
2. Desprezados perda de calor e capacidade térmica do vapor;
3. Vapor e sílica em gel em equilíbrio;
4. Tubulações perfeitamente isoladas.

Equações Matemáticas:

- Isoterma de Tóth: quanto de vapor de água a sílica consegue armazenar em equilíbrio;
- Modelo LDF: velocidade de adsorção de água pela sílica;
- Consideram a difusão das moléculas de água no gel de sílica
- Conservação da massa da água.

Etapa 3: Implementação do modelo no MATLAB

Etapa 4: Simulação para diferentes condições do semiárido brasileiro

RESULTADOS

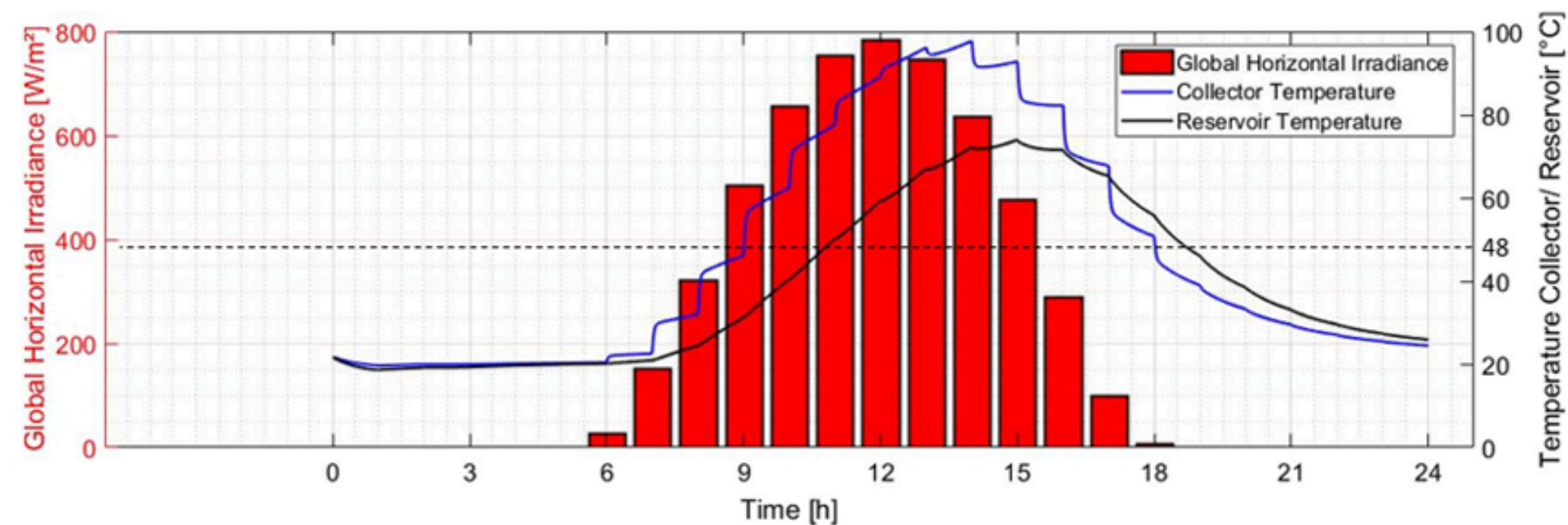


Fig.7 Variation of collector temperature (T_c) and reservoir temperature (T_s) throughout a typical day. Dotted line represents minimum temperature for desorption

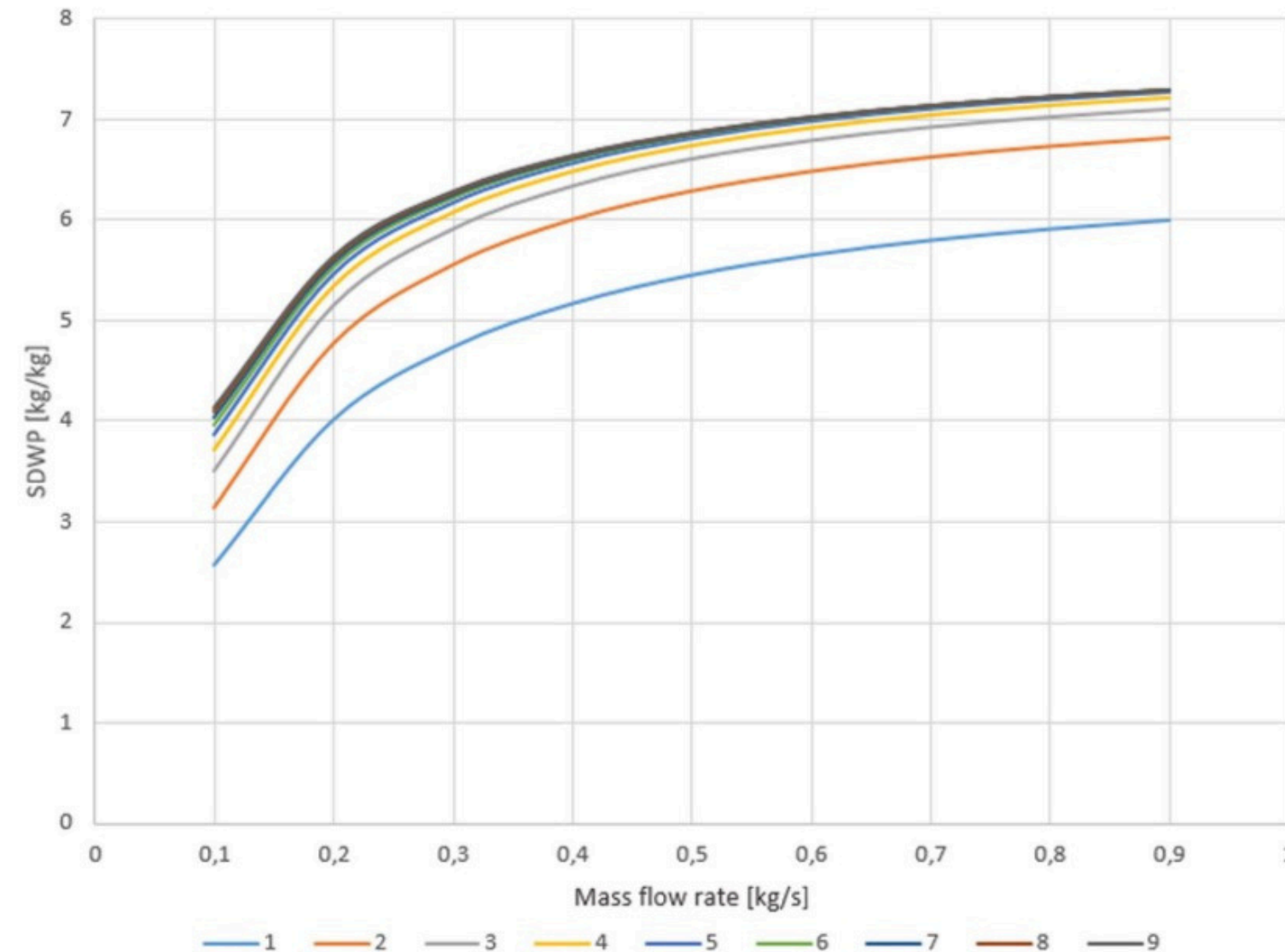
As informações de irradiância solar e temperatura ambiente foram retiradas da Estação Meteorológica de Campina Grande (PB).

A Fig.7 representa a variação da temperatura do coletor solar e reservatório de água do sistema de acordo com a radiação global em um dia representativo.

O coletor solar apresentou a temperatura de 74°C às 15h, temperatura que auxilia na velocidade do processo de dessorção da sílica

RESULTADOS

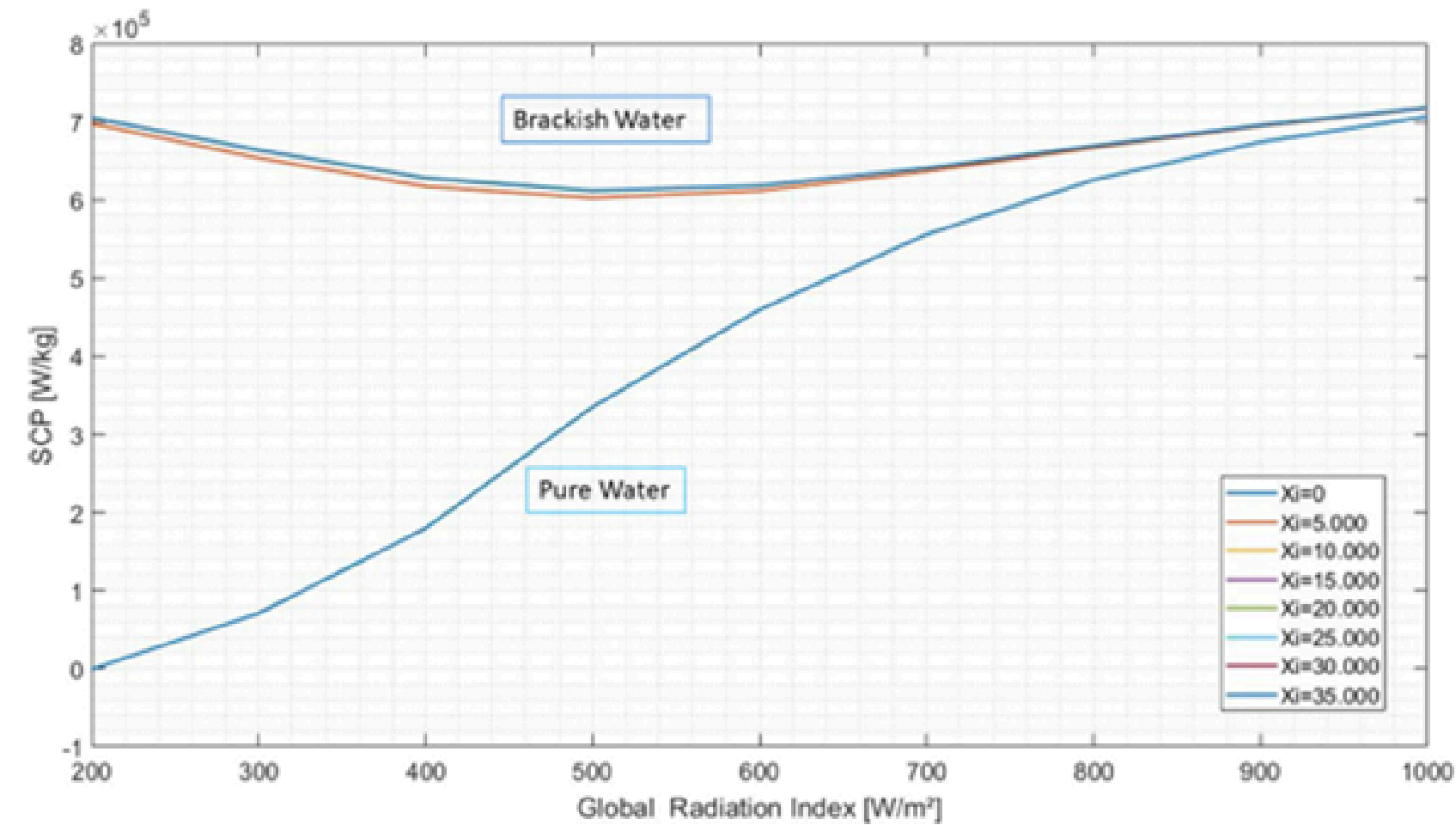
Fig.14 Influence of flow rate and the number of collectors on the productivity of potable water SDWP



A partir de 3 coletores solar, a produção de água se mantém sem grandes variações (SDWP).

RESULTADOS

Fig.15 Variation of SCP as a function of global radiation index and salinity level



Os autores verificaram que durante períodos de **maior irradiância solar**, o SCP aumenta porque a regeneração da sílica ocorre de forma mais eficiente, permitindo novos ciclos de adsorção.

A água resfriada permaneceu abaixo de **10 °C** durante boa parte do ciclo.

ANÁLISE CRÍTICA

Pontos a melhorar:

- Aplicar o modelo numérico em um **sistema real** para avaliar os resultados;
- Explicar o **sistema de refrigeração** derivado da tecnologia;
- Estudo não abordou a concentração da **salmoura** do sistema;
- Não considerou o quanto precisaria trocar de **substrato** nesse equipamento, qual a durabilidade, se é necessária algum tipo de manutenção;
- Considerando que o sistema é simulado para a região Nordeste e do Semiárido e também devido a comparação no próprio artigo ao **Programa de Água Doce** instalado na região nordeste ele poderia aprofundar a comparação com relação ao consumo energético, custo operacional, vida útil, manutenção e capacidade de produção do sistema;
- O estudo também não detalha os **dados meteorológicos**, ele coloca como dia típico, mas não indica se é um dia específico, uma média dos dados. Poderia abranger mais regiões, estações do ano e anos diferentes com relação a secas.

OBRIGADA!

Dúvidas?
