

ESTIMATIVA DA EVAPORAÇÃO EM TRÊS RESERVATÓRIOS, NO CEARÁ, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO

Ludmylla Beatrice Martins do Nascimento¹, Janine Brandão de Farias Mesquita²

RESUMO

O presente estudo, vinculado a linha de pesquisa em metodologias para implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, objetiva mensurar a evaporação diária de três reservatórios no estado de Ceará, açudes batalhão, Jaburu I e Edson Queiroz, a partir do método do sensoriamento remoto baseado no balanço de energia. Este trabalho está em consonância com o objetivo do desenvolvimento sustentável número 6 da Agenda 2030, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos e todas. Para isso, foi utilizado o modelo AquaSEBS. O método integra dados de satélite e dados hidrometeorológicos para estimar a evaporação diária. O estudo já analisou a variação espacial da temperatura superficial da água no açude Batalhão, a partir de imagens do satélite Landsat 8, no período seco e chuvoso de 2014 a 2024. Os resultados evidenciam amplitudes térmicas significativas, com valores mínimos próximos de 17 °C e máximos superiores a 39 °C, além de forte heterogeneidade espacial, onde áreas rasas apresentaram temperaturas mais elevadas em comparação às regiões centrais. As flutuações observadas refletem a influência conjunta de fatores sazonais, climáticos e morfométricos ressaltando a importância do monitoramento multitemporal para compreender a dinâmica térmica em ambientes aquáticos dessa região.

PALAVRAS-CHAVE: AquaSEBS, Balanço de energia, Landsat 8.

ABSTRACT

This study, linked to the line of research on methodologies for implementing water resource management tools, aims to measure the daily evaporation of three reservoirs in the state of Ceará, Batalhão, Jaburu I, and Edson Queiroz, using the remote sensing method based on energy balance. This work is in line with sustainable development goal number 6 of the 2030 Agenda, which aims to ensure the availability and sustainable management of water and sanitation for all. To this end, the AquaSEBS model was used. The method integrates satellite data and hydrometeorological data to estimate daily evaporation. The study has already analyzed the spatial variation of surface water temperature in the Batalhão reservoir, based on Landsat 8 satellite images, during the dry and rainy seasons from 2014 to 2024. The results show significant temperature ranges, with minimum values close to 17 °C and maximum values above 39 °C, as well as strong spatial heterogeneity, where shallow areas had higher temperatures compared to central regions. The fluctuations observed reflect the combined influence of seasonal, climatic, and morphometric factors, highlighting the importance of multitemporal monitoring to understand the thermal dynamics in aquatic environments in this region.

KEYWORDS: AquaSEBS, Energy balance, Landsat 8.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das fontes de perdas hídricas por evaporação em superfície livre de água nos reservatórios nas regiões semiáridas é de suma importância no gerenciamento dos recursos hídricos para os diferentes usos, seja na produção agropecuária, agroindustrial, abastecimento doméstico, entre outros (MEDEIROS, 2019). Além disso, entender o processo de transferência de vapor d'água para atmosfera vem a contribuir para o uso consciente da água. Pesquisas nesta área são de interesse geral, tendo em vista que podem melhorar as metodologias de cálculo para os índices evaporativos dos reservatórios, e beneficiar muitos setores da atividade humana

¹ Aluna do Mestrado Profissional ProfÁgua ofertado pela Universidade Federal do Ceará. Linha de pesquisa vinculada a Metodologias para Implementação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos. Crateús, Ceará, Brasil. E-mail: ludmylla.beatrice13@gmail.com.

² Docente no Mestrado Profissional ProfÁgua. Universidade Federal do Ceará. Crateús, Ceará, Brasil. E-mail: janine@crateus.ufc.br.



subsidiando assim um melhor planejamento socioeconômico e, principalmente, regional. (SILVA, 2018).

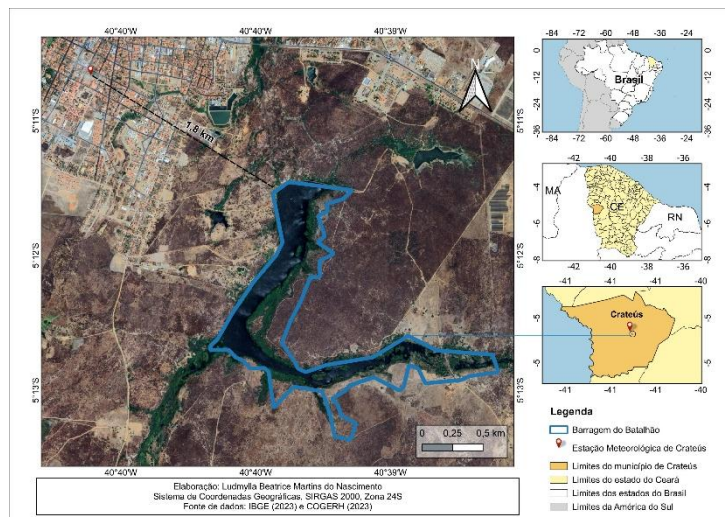
Nesse sentido, a presente pesquisa objetiva realizar a estimativa da evaporação em três reservatórios do semiárido, Batalhão, Jaburu I e Édson Queiroz, por meio de sensoriamento remoto e um modelo hidrológico. Almejam-se obter informações sobre a emissividade, temperatura da superfície da água, albedo, radiação líquida, fluxos de calor sensível e latente e, assim, mensurar o quantitativo da evaporação diária de um reservatório tropical a partir do método do Sensoriamento Remoto baseado no balanço de energia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo está sendo desenvolvido em três reservatórios do Estado do Ceará, sendo eles: Barragem do Batalhão, indicado na figura 1, Jaburu I e Édson Queiroz.

O açude Batalhão com capacidade de 2,77hm³, localiza-se na zona urbana da cidade de Crateús. Integra a Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús (COGERH, 2021). O açude Jaburu I, localiza-se nos municípios de Tianguá e Ubajara, com capacidade de acumulação de 138hm³, desempenhando papel importante no abastecimento da região da Serra da Ibiapaba, bacia do qual faz parte (SRH, 2015). Por fim, o açude Edson Queiroz, localizado no município de Santa Quitéria, pertence ao sistema hidráulico do Rio Groaíras, o qual integra a bacia hidrográfica do Rio Acaraú com capacidade para 254hm³ (COGERH, 2011).

Figura 1 – Mapa de localização do açude Batalhão, Crateús – CE



Fonte: Autoria própria, 2025

Para estimativa da evaporação por sensoriamento remoto, a realização de 3 etapas é primordial: aquisição de dados climáticos e hidrológicos, escolha das cenas dos satélites do Landsat 8 e aplicação do modelo. A captura das cenas para a modelagem da evaporação ocorre entre os anos de 2014 a 2024, integrando períodos seco e chuvoso dos anos. A estimativa da evaporação nos reservatórios será realizada a partir do método proposto por Abdelrady et al. (2016), *Aqua Surface Energy Balance System (AquaSEBS)*. O modelo integra dados de satélite e dados hidro meteorológicos para estimar a taxa de calor latente e, assim, estimar a evaporação diária, conforme equação 01.

$$\lambda E_{wet} = R_n - G_0 - H_{wet} \quad (1)$$



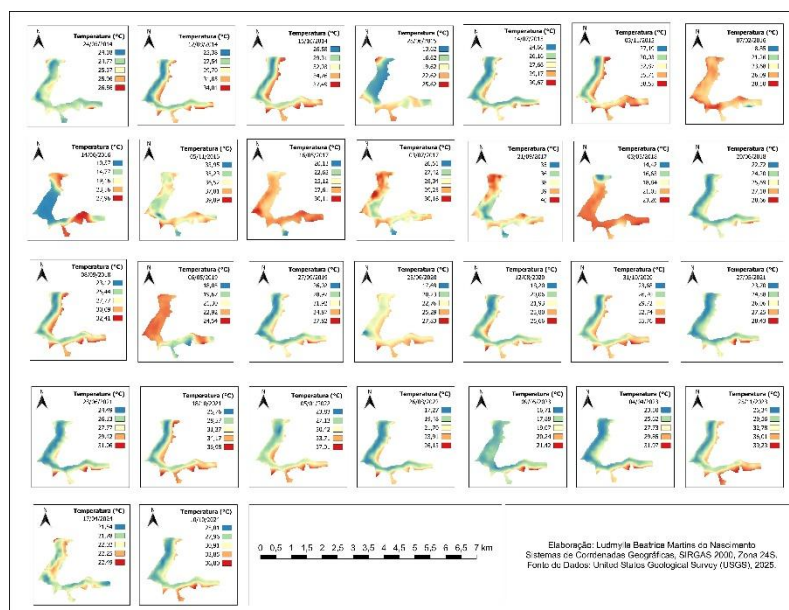
Onde, λE_{wet} representa o fluxo de calor latente sobre a água (W/m^2), R_n é o fluxo de radiação líquida na superfície (W/m^2), G_0 o fluxo de calor da água (W/m^2) e H_{wet} o fluxo de calor sensível da água (W/m^2). Para aplicar a equação, são necessários os seguintes dados: dados de Sensoriamento Remoto – emissividade, temperatura superficial (água) e albedo da superfície, dados meteorológicos – pressão de vapor, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento a uma altura de referência e dados de radiação – radiação descendente de ondas curtas e ondas longas.

RESULTADOS PRÉVIOS E DISCUSSÕES

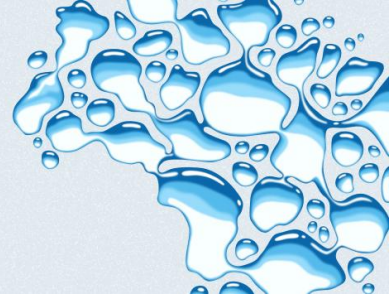
A Figura 2 exibe a variabilidade espacial da temperatura no reservatório Batalhão, em diferentes datas do período seco e chuvoso, entre 2014 e 2024. Nota-se que, nos primeiros anos (2014–2016), predominam temperaturas moderadas, com valores entre 23 °C e 30 °C, ainda que ocorram picos acima de 34 °C em pontos específicos. A partir de 2016, há registros de temperaturas mais elevadas, ultrapassando 39 °C em alguns trechos, o que evidencia períodos de aquecimento mais intenso da lâmina d’água. Essa distribuição não é homogênea: áreas rasas e próximas às margens tendem a concentrar os valores mais altos, enquanto as regiões centrais e mais profundas apresentam temperaturas relativamente mais baixas, indicando forte influência da profundidade e da insolação direta sobre a dinâmica térmica.

Nos anos mais recentes (2018–2023), percebe-se uma alternância entre fases de resfriamento, com valores mínimos em torno de 17 °C a 20 °C, e episódios de aquecimento acentuado, com máximas acima de 37 °C. Em 2021 e 2023, por exemplo, destacam-se mapas com gradientes térmicos bem definidos, evidenciando contrastes expressivos entre setores do reservatório. Esses resultados sugerem que fatores sazonais, como variação climática regional, intensidade da radiação solar, regime pluviométrico e aporte hídrico, exercem papel central no controle da temperatura superficial da água.

Figura 2 – Variabilidade espacial da temperatura superficial do açude Batalhão, Crateús – CE



Fonte: Autoria própria, 2025



CONCLUSÕES PRELIMINARES

A análise multitemporal da temperatura superficial evidenciou uma marcada variabilidade espacial e sazonal no reservatório, com ocorrência de episódios de aquecimento intenso intercalados a períodos de resfriamento, refletindo a influência direta das condições climáticas regionais e das características morfométricas do corpo hídrico. Esses resultados ressaltam a importância do monitoramento contínuo, especialmente em regiões semiáridas, onde a dinâmica térmica da água pode impactar tanto a disponibilidade hídrica quanto os processos ecológicos associados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

ABDELRAHY, Ahmed et al. **Surface energy balance of fresh and saline waters: AquaSEBS**. Remote sensing, [s.l.] v. 8, n. 7, p. 583, 2016.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH. Diagnóstico da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús: versão final. Fortaleza: COGERH, 2021. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wpcontent/uploads/PRODUTOS%20PLANOS%20FINALIZADOS/DIAGN%20STICO/DIAGN%20STICO%20SERT%20ES%20DE%20CRATE%20AS%20VERS%20830%20FINAL.pdf>. Acesso em: 16 de ago. 2025.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH. Inventário Ambiental do Açude Edson Queiroz. Fortaleza: COGERH, 2011. 106 p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wpcontent/uploads/pdf/inventarios/2011/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Edson-Queiroz%202011.pdf>. Acesso em: 16 de ago. 2025.

MEDEIROS, Aline Daniele Lucena de Melo. **Avaliação de métodos de estimativa de evaporação no reservatório armando Ribeiro Gonçalves em Itajá/RN**. 2019. 45f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Centro de Engenharias e Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. **saneamento**. 2022.

SILVA, Larissa Carolina Corraide da. Captação de água da atmosfera – análise do potencial brasileiro e desenvolvimento de protótipos. 2018. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS AÇUDES (SRH). **Características Técnicas. Ficha Técnica Açude Jaburu**. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/ficha-tecnica-dos-acudes-158/>. Acesso em: 20 de ago. 2025.