



POTENCIAL DE ÁGUAS SALOBRAS SUBTERRÂNEAS PARA SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM TILÁPIA E PLANTAS

Carla Ingrid Nojosa Lessa¹, Claudivan Feitosa de Lacerda², Alexsandro Oliveira da Silva²,
Antônia Leila Rocha Neves³, Henderson Castelo Sousa⁴, Fernando Bezerra Lopes²

RESUMO: O objetivo do trabalho foi identificar as potencialidades dos poços com água salobra para o sistema de criação de peixe e a associação de peixe com plantas (halófitas e glicófitas). O banco de dados é composto por poços perfurados no período de 1987 até 2021, totalizando 25.497 poços, sendo que 6.983 poços (27,38% do total) atenderam aos critérios de qualidade e disponibilidade hídrica estabelecidos para o estudo ($CE \geq 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e $Q \geq 0,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$). O uso potencial das águas salobras e a produtividade de água pelo poço foram avaliados através da demanda hídrica e da tolerância à salinidade para cada sistema de produção. Foram considerados duas associações peixe (Tilápia) com halófitas e glicófitas, e sistema de produção apenas com tilápia. As associações entre peixes e hortaliças garantem oportunidades de sustentabilidade produtiva, econômica e ambiental em ambientes semiáridos. A criação de peixe (tilápias) ultrapassa os 80% de adequação. Porém, as associações de tilápia com plantas não atingem 50% de adaptabilidade, em função da maior sensibilidade das plantas à salinidade ou maior requerimento hídrico dos vegetais. Apesar disso, o número de poços com adequação plena é elevado e pode permitir o desenvolvimento de milhares de pequenos agronegócios no semiárido brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, poços, halófitas, glicófitas.

POTENTIAL OF BRACKISH GROUNDWATER FOR PRODUCTION SYSTEMS WITH TILAPIA AND PLANTS

¹ Doutoranda, Dept. de Engenharia Agrícola, UFC, CEP 60455-760, Fortaleza, CE. Email: ingryd.nojosal@gmail.com

² Prof. Dr. Dept. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

³ Dra., Pesquisadora da Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho Estado do Ceará - SEDET, bolsista da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico - FUNCAP

⁴ Doutorando, Dept. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

ABSTRACT: The objective of this work was to identify the potential of wells with brackish water for the fish farming system and the association of fish with plants (halophytes and glycophytes). The database consists of wells drilled in the period from 1987 to 2021, totaling 25,497 wells, 6,983 wells (27.38% of the total) meeting the quality criteria and water availability established for the study ($EC \geq 0.8 \text{ dS m}^{-1}$ and $Q \geq 0.5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$). The potential use of brackish water and the productivity of water by the well were evaluated through water demand and salinity tolerance for each production system. Two fish (Tilapia) associations with halophytes and glycophytes, and production system Tilapia were considered. The associations between fish and vegetables guarantee opportunities for productive, economic and environmental sustainability in semi-arid environments. Fish farming (tilapia) exceeds 80% adequacy. However, the associations of tilapia with plants do not reach 50% adaptability, due to the greater sensitivity of the plants to salinity or the greater water requirement of the plants. Despite this, the number of fully adapted wells is high and may allow the development of thousands of small agribusinesses in the Brazilian semi-arid region.

KEYWORDS: Semiarid, wells, halophytes, glycophytes.

INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas sofrem com a falta de água (MARENGO et al., 2015), que muitas vezes ocasionam secas, e estas podem causar perdas severas nas produções agropecuárias (MARENGO et al., 2017). Devido à alta taxa de evaporação e a escassez de água superficial nesta região, faz-se necessário o uso de águas subterrâneas (NUNES et al., 2022). Estas por muitas vezes são classificadas como salobra, porém, são uma alternativa por conta da falta de água de baixa salinidade (SILVA et al., 2015; AMARAL & NAVORI, 2023).

A disponibilidade hídrica e a qualidade da água para a produção, são alguns problemas que os produtores dessas regiões sofrem (ANDRADE et al., 2010). A partir dos problemas que podem estar relacionados à qualidade das águas disponíveis, é necessário a realização de monitoração contínua das características físicas, químicas e biológicas da água, como uma atividade essencial (ZAHEDI, 2017). Juntamente com a qualidade é necessário conhecer a disponibilidade de água dos poços, visando avaliar simultaneamente o potencial quantitativo e qualitativo das águas salobras subterrâneas para fins agrícolas.

Com isso, o objetivo do nosso trabalho foi identificar as potencialidades dos poços com água salobra do semiárido brasileiro para o sistema de criação de peixe e a associação de peixe com plantas (halófitas e glicófitas).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido utilizando um banco de dados das águas de poços do Estado do Ceará, fornecidos pela Superintendência de Obras Hidráulicas do Ceará - SOHIDRA e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. O banco de dados é composto por poços perfurados no período de 1987 até 2021, totalizando 25.497 poços, sendo 6.983 poços (27,38% do total) atendendo aos critérios de qualidade e disponibilidade hídrica estabelecidos para o estudo ($CE \geq 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e $Q \geq 0,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$).

Para avaliar o uso potencial das águas salobras, foram considerados duas associações peixe (Tilápia) com halófitas e glicófitas, e um sistema de produção animal (Tilápia). O sistema de peixe + glicófitas, combina o cultivo da tilápia com sistemas de produção vegetal (irrigação suplementar do milho ou irrigação da palma forrageira ou produção de mudas ou hidroponia), e considerou-se o limite médio de salinidade para o cultivo das plantas ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$). Para o sistema peixe + halófitas, foi considerado o valor limite de tolerância para o cultivo da tilápia, o qual fica em torno de $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ (LIKONGWE et al., 1996; KAMAL & MAIR, 2005; SOUZA et al., 2022).

Para o sistema peixes mais glicófitas, foi considerada a vazão necessária de $1,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ para 0,4 ha de irrigação suplementar de culturas anuais, ou 0,5 ha de palma forrageira, também suficiente para hidroponia ou produção de mudas. Para o sistema peixe mais halófitas, foi considerada a vazão de $2,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ para 0,5 ha de halófitas. Para a criação de tilápia foi considerado uma vazão de $1,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, para tanques de 100 m^3 . O total de água requerido por cada sistema também inclui as perdas por evaporação na piscicultura.

Os dados de condutividade elétrica da água e da vazão dos poços foram organizados em planilhas no programa computacional Microsoft Excel em arquivo contendo as respectivas coordenadas geográficas dos poços, como forma de facilitar a manipulação dos dados. Em seguida, foram confeccionados mapas georreferenciados para os sistemas bioassalinos de produção, utilizando-se o programa Quantum GIS 3.22 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a associação peixe e glicófitas (0,4 ha de irrigação suplementar ou 0,5 ha de palma forrageira ou 100 m² hidroponia ou produção de 2.000 mudas), representada na Figura 1A, 2.982 poços (47,5%) apresentaram CE e vazão adequadas, 1.272 poços (20,2%) possuem vazão adequada, mas a condutividade elétrica não é adequada, 1.345 poços (21,4%) possuem apenas condutividade elétrica adequada, e 685 poços (10,9%) não possuem vazão e condutividade elétrica adequadas. Para o sistema com peixe e 0,5 ha de halófitas (Figura 1B), 3.042 poços (48,4%) apresentam adequabilidade da CE e Q, 97 poços (1,5%) possuem CE não adequada e vazão adequada, 3.016 poços (48,0%) possuem a CE adequada e Q não adequada, e 129 poços (2,1%) não apresentam adequabilidade de CE e Q.

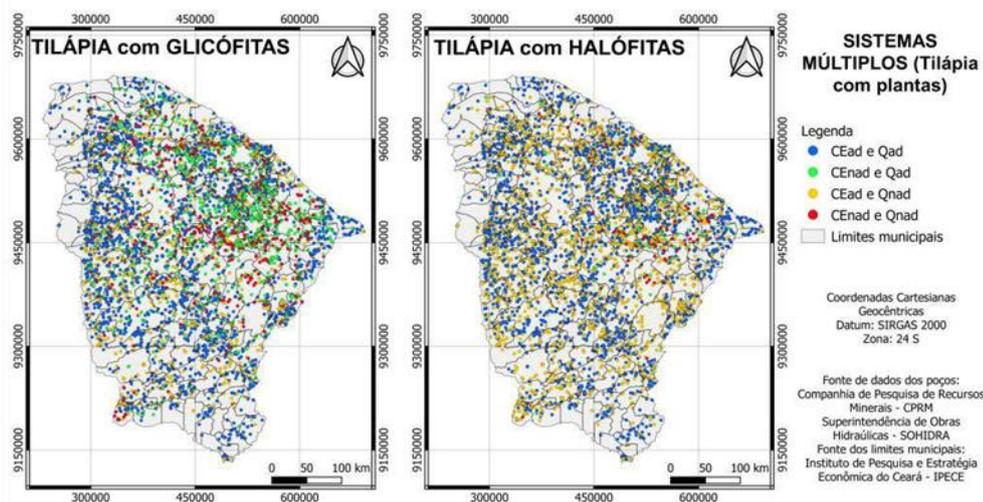


Figura 1. Potencial de águas salobras do Estado do Ceará (Nordeste do Brasil) para o sistema múltiplo com peixe e glicófitas (A) e peixe com halófitas (B), com base nos critérios de condutividade elétrica da água de irrigação e vazão do poço. ECad: condutividade elétrica adequada; ECnad: condutividade elétrica não adequada; Qad: vazão adequada; Qnad: vazão não adequada.

O cultivo de peixes pode ser feito de forma combinada com outros sistemas de produção, como as halófitas, irrigação suplementar, produção de mudas, hidroponia e produção de palma forrageira, com elevado grau de adequação das águas salobras do semiárido brasileiro. Esses sistemas combinados permitem o uso múltiplo da água, bem como o aproveitamento de nutrientes contidos na água residuária do cultivo do peixe (KABURAGI et al., 2020; KIEN et al., 2022; ANDRADE et al., 2023).

Para a criação de tilápia, em tanques de 100 m³ (Figura 2), 80,3% (5.047 poços) apresentam CE e Q adequadas, 2,9% (180 poços) têm restrição para a condutividade elétrica da água, 16,1% (1.011 poços) têm restrição quanto à vazão e, apenas 0,7% (46 poços) não apresentam condições adequadas de condutividade elétrica e vazão.

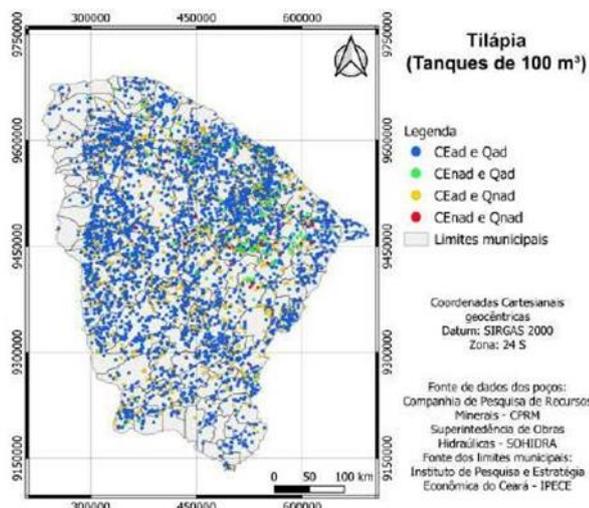


Figura 2. Potencial de águas salobras do Estado do Ceará (Nordeste do Brasil) para a criação de tilápia em tanques de 100 m³, com base nos critérios de condutividade elétrica da água de irrigação e vazão do poço. ECad: condutividade elétrica adequada; ECnad: condutividade elétrica não adequada; Qad: vazão adequada; Qnad: vazão não adequada.

A produção de tilápia em tanques apresenta alto grau de adaptabilidade à salinidade e exige-se pouca água, alcançando grau de adequação superior a 80%. Amaral & Navori (2023), avaliando o potencial de aproveitamento de águas salobras no semiárido brasileiro concluíram que o uso dessas águas na piscicultura apresenta menor grau de restrição do que o uso na agricultura.

Obviamente que o grau de adequação diminui para o cultivo combinado, comparando-se as Figuras 1 (associações de tilápia com vegetais) e 2 (somente cultivo de tilápia). Essas diferenças são explicadas pela limitação da salinidade nas glicófitas ou pela maior demanda hídrica dos sistemas vegetais. Porém, as associações entre peixes e vegetais aumentam as oportunidades de sustentabilidade produtiva, econômica e ambiental nos ambientes semiáridos.

CONCLUSÕES

As associações entre peixes e hortaliças garantem oportunidades de sustentabilidade produtiva, econômica e ambiental em ambientes semiáridos. A criação de peixe (tilápias) ultrapassa os 80% de adequação. Porém, as associações de tilápia com plantas não atingem 50% de adaptabilidade, em função da maior sensibilidade das plantas à salinidade ou maior requerimento hídrico dos vegetais. Apesar disso, o número de poços com adequação plena é elevado e pode permitir o desenvolvimento de milhares de pequenos negócios no semiárido brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa Cientista-chefe em Agricultura (Convênio 14/2022 SDE/ADECE/FUNCAP e Processo 08126425/2020/FUNCAP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo e pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa. Os autores também agradecem à Superintendência de Obras Hidráulicas do Ceará (SOHIDRA) e ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) pela liberação dos bancos de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, K. D. S.; NAVONI, J. A. Desalination in rural communities of the Brazilian semi-arid region: Potential use of brackish concentrate in local productive activities. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 169, p. 61- 70, 2023.

ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; PALÁCIO, H. A. Q.; AQUINO, D. N.; ALEXANDRE, D. M. B. Uso da terra e qualidade das águas subterrâneas: o caso do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Brasil. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 41, p. 208-215, 2010.

ANDRADE, M. S.; SOUSA, J. F.; MORAIS, M. B.; ALBUQUERQUE, C. C. Saline pisciculture effluent as an alternative for irrigation of *Croton blanchetianus* (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 256-263, 2023.

KABURAGI, E.; YAMADA, M.; BABA, T.; FUJIYAMA, H.; MURILLO-AMADOR, B.; YAMADA, S. Aquaponics using saline groundwater: Effect of adding microelements to fish wastewater on the growth of Swiss chard (*Beta vulgaris* L. spp. cicla). **Agricultural Water Management**, v. 227, 105851, 2020.

KAMAL, A. H. M. M.; MAIR, G. C. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. **Aquaculture**, v. 247, p. 189-201, 2005.

KIEN, T. T.; THAO, N. T. P.; THANH, T. V.; HIEU, T. T.; SON, L. T.; SCHNITZER, H.; LUU, T. L.; HAI, L. T. Nitrogen conversion efficiency in the integrated catfish farming system toward closed ecosystem in Mekong delta, Vietnam. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 168, p. 180-188, 2022.

LIKONGWE, J. S.; STECKO, T. D.; STAUFFER JUNIOR, J. R.; CARLINE, R. F. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). **Aquaculture**, v. 146, p. 37-46, 1996.

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: Present state and future projections. **Clim. Chang.**, v. 129, p. 103-115, 2015.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theor. Appl Climatol.**, v. 129, p. 1189-1200, 2017.

NUNES, K. G.; COSTA, R. N. T.; CAVALCANTE, I. N.; GONDIM, R. S.; LIMA, S. C. R. V.; MATEOS, L. Groundwater resources for agricultural purposes in the Brazilian semi-arid region. **Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambient.**, v. 26, p. 915-923, 2022.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Girona: Open Source Geospatial Foundation, 2018.

SILVA, J. E. S. B.; MATIAS, J. R.; GUIRRA, K. S.; ARAGÃO, C. A.; ARAÚJO, G. G. L.; DANTAS, B. F. Development of seedlings of watermelon cv. Crimson Sweet irrigated with biosaline water. **Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambient.**, v. 19, p. 835-840, 2015.

SOUZA, A. C. M.; DIAS, N. S.; ARRUDA, M. V. M.; FERNANDES, C. S.; ALVES, H. R.; NOBRE, G. T. N.; PEIXOTO, M. L. L. F.; SOUSA NETO, O. N.; SILVA, M. R. F.; SILVA, F. V.; SÁ, F. V. S. Economic and analysis and development of the Nile tilapia cultivated in the nursery using reject brine as water support. **Water air soil pollut**, v. 233, p. 1-9, 2022.

ZAHEDI S. Modification of expected conflicts between Drinking Water Quality Index and Irrigation Water Quality Index in water quality ranking of shared extraction wells using Multi Criteria Decision Making techniques. **Ecological Indicators**, v. 83, p. 368-379, 2017.