

BALANÇO HÍDRICO CLIMATÓLOGICO DO ESTADO DO TOCANTINS COMO SUBSÍDIO PARA IRRIGAÇÃO EM ASSENTAMENTOS DO INCRA

**RAUANNY BEZERRA PEREIRA¹; WILKER ALVES MORAIS¹; MARCONI
BATISTA TEIXEIRA¹; FREDERICO ANTONIO LOUREIRO SOARES¹; BRUNA
EDUARDA LEMES DA COSTA¹ E LUCAS PERES ANGELINI¹**

¹*Departamento de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, CEP: 75.901-970, Rio Verde - GO, Brasil. rauannypereira@gmail.com; wilker.ambiental@gmail.com; marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br; frederico.soares@ifgoiano.edu.br; brunaeduardalemescosta@gmail.com; lucas.angelini@ifgoiano.edu.br*

1 RESUMO

No Brasil, o balanço hídrico climatológico tem sido amplamente utilizado para a gestão e planejamento dos recursos hídricos, tornando uma ferramenta importante para a análise dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade de água em diferentes regiões do Brasil. O objetivo desse estudo, foi calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) mensal dos anos de 2019 a 2020 do estado do Tocantins. Para a execução do mapa foi utilizado o software Rstudio[®], utilizando médias mensais de temperatura e precipitação, para calcular a temperatura média mensal do ar no período de 01 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2020. O maior período de taxa de armazenamento de água no solo, foram nos meses de janeiro a abril, onde favoreceu o excedente hídrico. Já nos meses de maio a outubro prevaleceu o déficit hídrico.

Palavras-chave: agricultura irrigada, déficit hídrico, desenvolvimento agrário, desenvolvimento sustentável, gestão hídrica.

**PEREIRA, R. B.; MORAIS, W. A.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; COSTA, B.
E. L. da; ANGELINI, L. P.**

**CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE AND MANAGEMENT OF WATER
RESOURCES IN THE STATE OF TOCANTINS AS A SUBSID FOR IRRIGATION
IN INCRA SETTLEMENTS**

2 ABSTRACT

In Brazil, the climatological water balance has been widely used for the management and planning of water resources, making it an important tool for analyzing the impacts of climate change on water availability in different regions of Brazil. The objective of this study was to calculate the monthly climatological water balance (BHC) for the years 2019 to 2020 in the state of Tocantins. To execute the map, the Rstudio[®] software was used, using monthly averages of temperature and precipitation, to calculate the average monthly air temperature in the period from January 1, 2019 to December 31, 2020. The longest period of storage rate of water in the soil, were in the months of January to April, where the water surplus was favored. In the months of May to October, water deficit prevailed.

Keywords: irrigated agriculture, water deficit, agrarian development, sustainable development, water management.

3 INTRODUÇÃO

O balanço hídrico climatológico (BHC) é uma ferramenta utilizada para avaliar o equilíbrio entre as entradas e saídas de água em uma determinada região ou bacia hidrográfica. No Brasil, o balanço hídrico climatológico tem sido amplamente utilizado para a gestão e planejamento dos recursos hídricos, especialmente em regiões de clima semiárido e em áreas de irrigação.

Segundo o estudo de Batista, Pereira e Silva (2021), o BHC é uma ferramenta importante para a análise dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade de água em diferentes regiões do Brasil. O estudo avaliou as tendências de mudança do balanço hídrico em diversas bacias hidrográficas do país, e concluiu que as mudanças climáticas têm causado alterações no regime hídrico dessas regiões.

Além disso, o BHC também tem sido utilizado na gestão da irrigação no Brasil. Segundo o estudo de Corrêa, Souza e Rocha (2019), o balanço hídrico é uma ferramenta importante para o planejamento da irrigação, pois permite avaliar as necessidades hídricas das culturas e ajustar a quantidade de água a ser aplicada, evitando desperdícios e otimizando o uso dos recursos hídricos.

Outro estudo relevante sobre o tema foi realizado por Martins *et al.* (2022), que avaliaram a evapotranspiração e o balanço hídrico em uma área irrigada com cana-de-açúcar no semiárido do Nordeste brasileiro. Os autores concluíram que a irrigação foi capaz de suprir as necessidades hídricas da cultura, mantendo um balanço hídrico positivo e suportando os riscos de perdas por seca ou estiagem.

O BHC apresenta grande viabilidade para planejamento de irrigação em

assentamentos rurais, que formam produtos de políticas sociais agrárias, no qual visam melhorar condições de vida e gerar renda para esses assentados. De acordo com o INCRA (2022), o estado do Tocantins possui 352 assentamentos rurais, no qual são atendidas mais de 23 mil famílias, que precisam fazer uso dessas propriedades para geração de rendas. As áreas de assentamentos rurais formam espaços repletos de histórias através dos quais podemos desvendar diversas territorialidades, muitos produtores assentados trazem um histórico de luta e adequação para se manter na terra.

Localizado na região central do Brasil, o estado do Tocantins está sob o domínio do clima tropical semiúmido, ficando bem caracterizado uma estação seca e outra chuvosa (geralmente no verão). A classificação do clima é do tipo Aw – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno, de acordo com a classificação de Köppen (Roldão; Ferreira, 2019; SEAGRO, 2019).

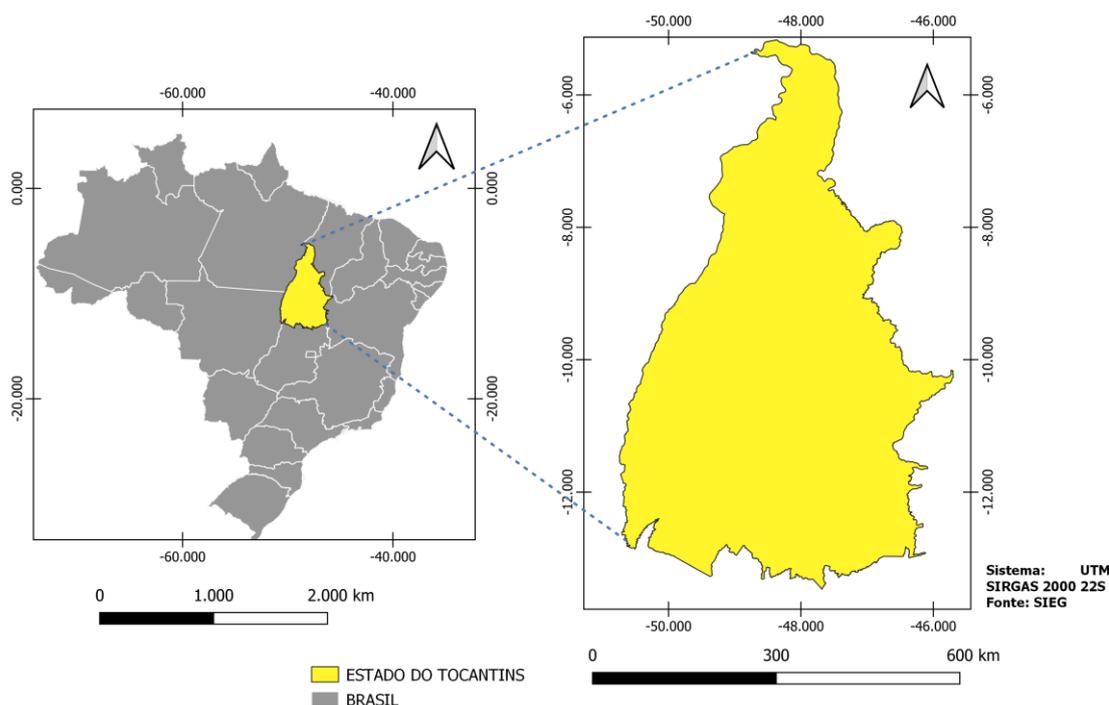
De acordo com a ANA (2022), o estado do Tocantins apresenta uma das maiores bacias hidrográficas do país, a bacia do rio Araguaia. No entanto, apesar da grande disponibilidade hídrica, a região apresenta desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos, como a distribuição desigual de água e a falta de investimentos em infraestrutura para a gestão dos recursos hídricos. Então objetivou-se com esse estudo, realizar o balanço hídrico climatológico do estado do Tocantins como subsídio para irrigação em assentamentos do INCRA.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no estado do Tocantins (Figura 1), localizado na região Norte do Brasil, com população

estimada em 1,6 milhão de habitantes em 2021, possui área territorial 277.423.627 km², com densidade demográfica de 4,98 hab km⁻², segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021).

Figura 1. Mapa de localização do estado do Tocantins.



Fonte: SIEG (2021).

Para realizar o Balanço Hídrico Climatológico (BHC), foi utilizado o Software RStudio, de acordo com a metodologia descrita por Filgueiras et al. (2021). Para isso, foi necessário realizar o download das imagens do TerraClimate e em seguida instalar o pacote pelo GitHub.

Para o trabalho, foi utilizada os resultados médios das imagens dos anos de 2019 e 2020, selecionando a área de interesse, no caso o estado do Tocantins, e em seguida realizar o download dos rasters.

De posse das imagens baixadas, se fez necessário plotar os mapas e calibrar as imagens do TerraClimate para as condições brasileiras, utilizando todas as estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET-Brasil).

Com as imagens calibradas, foi possível gerar as médias mensais de temperatura e precipitação que foram utilizadas para calcular a temperatura média mensal do ar com base no período de 01 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2020.

Com as informações supracitadas obtidas, é possível calcular os parâmetros do balanço hídrico com base na capacidade hídrica disponível (AWC), que neste caso é 100 mm. Isso foi possível com a execução da função waterDemand. Esse valor de AWC (100 mm de água por cm de solo) foi utilizado por ser normalmente empregado para a classificação climática (Vianello; Alves, 2012).

Os parâmetros do BHC para esta função são ARM - armazenamento; ALT –

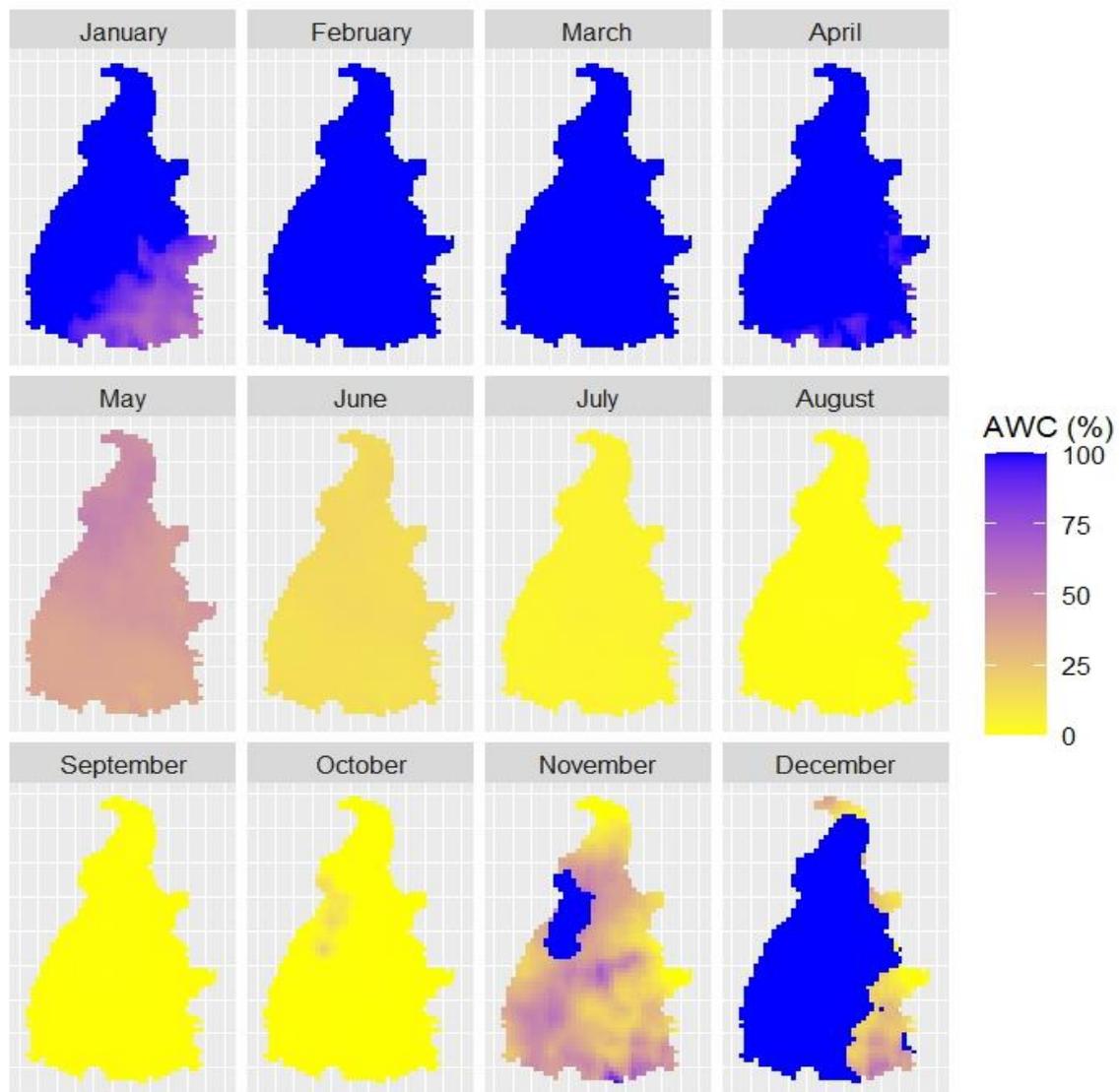
alteração do armazenamento; ETR – evapotranspiração real; DEF – déficit hídrico; EXC – excedente hídrico; REP – reposição; RET – perda; AWC – porcentagem de armazenamento em relação a capacidade de armazenamento disponível.

Por fim, foi plotado os mapas do resultado do déficit hídrico climático (porcentagem de armazenamento em relação a capacidade de armazenamento disponível).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o mapa de balanço hídrico climatológico (BHC) do estado do Tocantins dos anos de 2019 a 2020 (Figura 2). Os meses de janeiro a abril apresentaram menores riscos de abastecimento de água no estado, o mês de janeiro a região sudeste do estado apresentou uma variação entre 25 e 75%, de capacidade de água disponível.

Figura 2. Mapa do balanço hídrico climatológico do estado do Tocantins.



Fonte: Autora.

Nos meses de fevereiro, março e abril o excedente hídrico ficou acima de

75%, atingindo algumas regiões 100%. No mês de maio a capacidade de água

disponível atingiu 50%, na maioria de todo o estado.

Em junho, julho, agosto, setembro e outubro, foram meses que apresentaram maiores riscos climáticos de abastecimento de água, abaixo de 25%, atingindo período de escassez hídrica em toda bacia no mês de julho, agosto e setembro. Souza *et al.* (2019), observaram através de estudo do déficit hídrico nos meses de junho a setembro no estado, em que se predomina característica de inverno do estado do Tocantins, uma variação de 20 a 33% da evapotranspiração anual potencial de todo o estado.

O mês de novembro apresentou variação de Capacidade de Armazenamento de Água Disponível (AWC) entre 25 e 75%, em grande parte do estado, no entanto, a região noroeste do estado, apresentou grande quantidade de capacidade de água disponível.

Já no mês de dezembro, a região leste, sudoeste e uma pequena parte do norte e do nordeste, apresentaram menor capacidade de água disponível, ficando entre os valores de 25 e 75%, enquanto o restante do estado nesse mês apresentou maior capacidade de água disponível.

Ao estudar a climatologia do Estado do Tocantins – Brasil, Roldão e Ferreira (2019) verificaram que as chuvas no estado do Tocantins, concentram-se nos meses de novembro a abril, somando em média 1.404 mm, no qual equivale a 85% das chuvas anuais, já no mês de janeiro evidenciou-se com a maior média pluviométrica do estado somando 265,0 mm. Sendo meses importantes para os assentados poderem implantar seus cultivos.

6 CONCLUSÕES

Os meses de janeiro, fevereiro, maio e abril que apresentaram maiores excedentes hídricos, sendo para os

assentados, os mais propícios para plantio de culturas.

Já nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro prevaleceram o déficit hídrico, evidenciando-se a necessidade de irrigação, para os cultivos, durante a estação seca.

Ressalta-se ainda que este mapa de Balanço Hídrico Climatológico pelo método de Thornthwaite, é considerado uma primeira aproximação, por não ter disponibilidade de séries históricas de dados meteorológicos nas regiões do estado do Tocantins. Sendo assim, à medida que o banco de dados meteorológicos se expande, devem ser realizadas pesquisas para se concentrar no desenvolvimento de uma regionalização mais detalhada do estado.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), a Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

ANA. **Situação dos recursos hídricos no Brasil 2021**. Brasília, DF: ANA, 2022.

BATISTA, G. T.; PEREIRA, A. R.; SILVA, M. B. Mudanças nos índices de balanço hídrico climatológico no Brasil sob cenários futuros de mudanças climáticas.

Revista Brasileira de Climatologia, São Paulo, v. 29, p. 102-118, 2021.

CORRÊA, M. M.; SOUZA, A. A.; ROCHA, H. S. Aplicação do balanço hídrico na gestão da irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 31-44, 2019.

FILGUEIRAS, R.; VENANCIO, L. P.; ALEMAN, C. C.; CUNHA, F. F. **Tutorial for cropDemand (R package)**: advanced form. Fortaleza: RPubS, 2021. Disponível em: https://rpubs.com/FilgueirasR/cropDemand_advanced. Acesso em: 21 maio 2023.

IBGE **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2021**. Brasília, DF: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103estimativasdepopulacao.html?edicao=28765&t=resultados>. Acesso em: 12 abr. 2023.

INCRA. **Pesquisa de Avaliação da Qualidade dos Assentamentos de Reforma Agrária**. Brasília, DF: INCRA, 2023. Disponível em: <http://pqra.incra.gov.br/>. Acesso em: 11 jul. 2023.

MARTINS, S. C. F.; SANTOS, M. A. dos; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L. de; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; FERREIRA, F. F.; FERREIRA JÚNIOR, R. A.; ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, R. C. de. Actual evapotranspiration for sugarcane based on bowen ratio-energy balance and soil water balance models with optimized crop coefficients. **Water Resources**

Management, Athens, n. 36, p. 4557-4574, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03263-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-022-03263-5#citeas>. Acesso em: 10 out. 2023.

ROLDÃO, A. F.; FERREIRA, V. O. Climatologia do Estado do Tocantins – Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 59, p. 1161-1181, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n59p1161>. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/21629>. Acesso em: 05 maio 2023.

SEAGRO. **Clima no Tocantins**. Palmas: SEAGRO, 2022. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seagro/clima-no-tocantins/2nyf7l695u5u>. Acesso em: 07 out. 2022.

SIEG. **Downloads**. Goiânia: SIEG, 2023. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>. Acesso em: 06 de janeiro de 2024.

SOUZA, F. H. M.; VIOLA, M. R.; AVANZI, J. C.; GIONGO, M.; VIEIRA FILHO, M. Thornthwaite's climate regionalization for the State of Tocantins, Brazil. **Floresta**, Curitiba, v. 49, p. 783-792, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v49i4.59188>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/59188>. Acesso em: 07 jun. 2023.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2012.