



## **PLANEJAMENTO DA AGRICULTURA IRRIGADA EM ASSENTAMENTOS DO INCRA NO ESTADO DE GOIÁS VIA BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO**

Bruna Eduarda Lemes da Costa<sup>1</sup>, Wilker Alves Morais<sup>2</sup>, Rauanny Bezerra Pereira<sup>3</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>3</sup>, Frederico Antônio Soares<sup>4</sup>, Laércio Contarato<sup>5</sup>

**RESUMO:** O balanço hídrico climatológico é calculado com base em dados climáticos coletados ao longo do tempo, como a precipitação média mensal ou anual, a evaporação potencial (que é a quantidade de água que seria evaporada se houvesse água suficiente no solo) e o escoamento superficial (que é a água que escoar na superfície do solo). Esses dados são combinados para determinar a quantidade de água que é adicionada (precipitação) e subtraída (evaporação e escoamento) do sistema em um determinado período. Objetivou-se com esse trabalho calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) mensal do Bioma Cerrado. Para elaboração do mapa de BHC utilizou-se de dados da temperatura e precipitação média mensal referente ao período de 2020 a 2021, com auxílio do software Rstudio®. As maiores taxas de armazenamento de água no solo, foram nos meses de dezembro a abril, favorecendo a formação do excedente hídrico. O período de deficiência hídrica ocorreu entre os meses de julho a outubro, no qual foram identificadas as menores taxas de armazenamento de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** disponibilidade hídrica, excedente hídrico, clima.

## **IRRIGATED AGRICULTURE PLANNING IN INCRA SETTLEMENTS VIA CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE**

**ABSTRACT:** The climatological water balance is calculated based on climate data collected over time, such as average monthly or annual precipitation, potential evaporation (which is the amount of water that would be evaporated if there was enough water in the soil), and surface runoff (which is water that flows on the surface of the soil). This data is combined to determine

<sup>1</sup> Graduanda, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, campus Rio Verde, Rua 76, n. 760, Bairro Popular, CEP: 75.903-464, Rio Verde-GO, (64) 9 9226-6225 brunaeduardalescosta@gmail.com

<sup>2</sup> Pós-Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

<sup>4</sup> Pesquisadora, Depto de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO

<sup>5</sup> Pós-Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano, Rio Verde, GO

the amount of water that is added (precipitation) and subtracted (evaporation and runoff) from the system in a given period. The objective of this work was to calculate the monthly climatological water balance (BHC) of the Cerrado Biome. To prepare the BHC map, we used data on temperature and average monthly precipitation for the period from 2020 to 2021, with the aid of the Rstudio software®. The highest rates of water storage in the soil were in the months of February to April, favoring the formation of the water surplus. The period of water deficiency occurred between the months of July and October, in which the lowest rates of water storage were identified.

**KEYWORDS:** water availability, water surplus, climate.

## INTRODUÇÃO

As condições climáticas influenciam diretamente nas atividades humanas, seja na produção agrícola, no sistema econômico, como também no bem-estar da população e nas suas relações sociais. Assim, o ser humano é dependente das condições que o clima lhe impõe e, está sujeito as suas variações, sejam elas positivas ou negativas. Nesse sentido, a obtenção e análise de dados climatológicos tem sido de suma importância no cenário nacional da crescente quantidades de áreas irrigadas e os múltiplos usos da água (SILVA et al., 2018). Nesse sentido, se faz importante realizar o Balanço Hídrico Climatológico no estado de Goiás.

Para a execução da classificação climática, um dos métodos mais utilizados se dá pelo cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC), por meio do BHC é possível obter informações referentes à disponibilidade de água no solo ao longo do ano, efetuando o cálculo de excedente, deficiência, retirada e reposição hídrica do solo, ou seja, contabiliza a entrada e saída de água numa região. A partir destes cálculos torna-se simples fazer a classificação climática, pois os dados necessários são justamente variáveis já determinadas na resolução do balanço hídrico (THORNTHWAITE & MATHER, 1955).

No Centro-Oeste, o estado de Goiás se destaca com uma expansão acentuada na adoção de sistemas de irrigação nas atividades agrícolas, tornando-se o estado com a segunda maior concentração de irrigação do país. Essa expansão pode ser caracterizada tecnologicamente, geograficamente e agronomicamente, e está focada em sistemas de irrigação, regiões e culturas específicas, e promove o desenvolvimento econômico local, estimulando a formação de agricultura para processamento de alimentos e melhoria em áreas onde o uso de irrigação tem se consolidando (FURQUIM, 2019).

Goiás é o sétimo maior estado brasileiro, com mais de 340 mil km<sup>2</sup> e 7 milhões de habitantes, é a principal economia da Região Centro-Oeste (IBGE, 2020). Goiás também é o estado com maior número de assentamentos do país chegando a 308 PA e com mais de 14.500 famílias, numa área total de 720.435 hectares. As primeiras ações de reforma agrária no território goiano ocorreram, em 1986, no município de Goiás, no oeste do estado. Desde então novos PA têm sido criados para atender a demanda de trabalhadores rurais sem terra que reivindicam esse direito (INCRA, 2017).

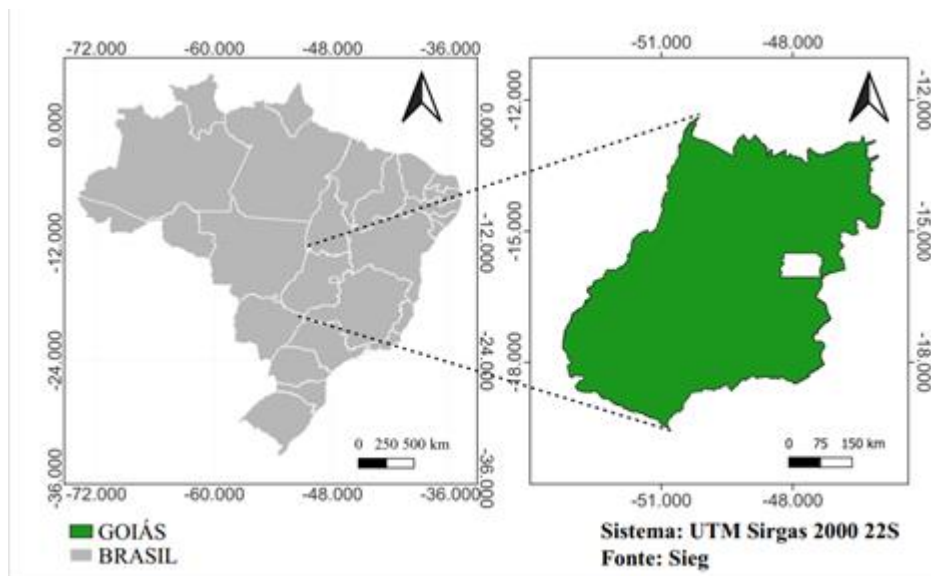
O desenvolvimento e consolidação dos assentamentos resultantes da reforma agrária no estado de Goiás, bem como no Brasil, têm como barreira significativa sua integração às condições do sistema produtivo, especialmente quanto à comercialização da produção agrícola. A irrigação por exemplo, seria umas das ferramentas importantes para a melhora da produção agrícola nos assentamentos. Esse cenário estabelece aos assentados a necessidade de unir-se coletivamente para romper os obstáculos à agricultura familiar no mercado brasileiro (PONTES & SANTOS, 2015).

Nesse sentido, o balanço hídrico climatológico é uma ferramenta valiosa no processo de gestão de recursos hídricos, permitindo a compreensão da disponibilidade de água em uma região específica e auxiliando na tomada de decisões informadas para o uso sustentável dos recursos hídricos e na otimização da irrigação em sistemas agrícolas.

Portanto, objetivou-se com o presente trabalho realizar o mapeamento do Balanço Hídrico Climatológico como subsídio para o manejo de irrigação para os assentamentos rurais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) no estado de Goiás.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizado no Estado de Goiás, como subsídio para manejo da irrigação em assentamentos do INCRA (Figura 1). O estado possui área territorial de 340.242,859km<sup>2</sup>, população estimada de 7.206.589 pessoas e densidade demográfica 17,65 hab km<sup>-2</sup> (IBGE, 2022).



**Figura 1.** Mapa de localização Estado de Goiás.

Para realizar o BHC, foi utilizado o Software RStudio, de acordo com a metodologia descrita por Filgueiras et al. (2021). Para isso, foi necessário baixar as imagens do TerraClimate e em seguida instalar o pacote pelo GitHub. Neste caso, foi utilizada os resultados médios das imagens dos anos de 2020 e 2021.

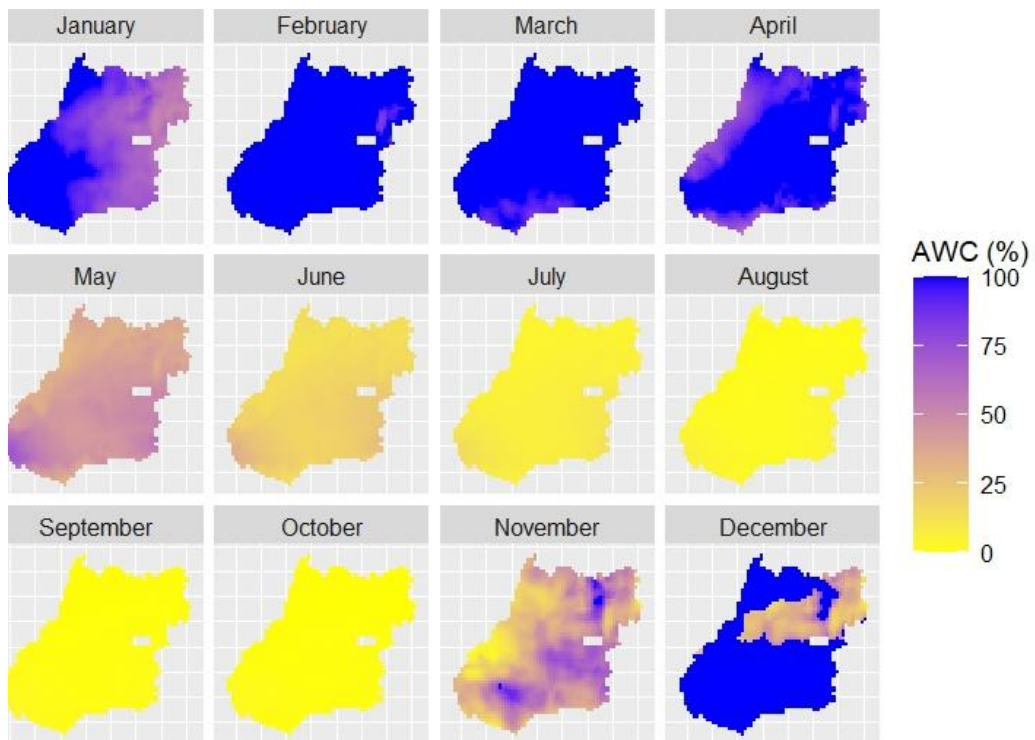
O próximo passo foi selecionar a área de interesse, que no caso deste trabalho é o Estado de Goiás, e em seguida baixar os rasters. De posse das imagens baixadas, se fez necessário plotar os mapas e calibrar as imagens do TerraClimate para as condições brasileiras, utilizando todas as estações meteorológicas 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 2020 a 31 de dezembro de 2021. Com as informações supracitadas obtidas, foi possível calcular os parâmetros do balanço hídrico com base na capacidade hídrica disponível (CAD), que neste caso é 100 mm. Isso é possível com a execução da função WaterDemand. Esse valor de CAD (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; CAD\_arm – percentagem 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).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o mapa do Balanço Hídrico do Estado de Goiás, no mês de janeiro a capacidade de água disponível apresentou valores entre 50 a 75% na região norte, leste e sul do estado. As maiores taxas de armazenamento de água foram observadas nos meses de dezembro a abril, favorecendo assim, o excedente hídrico nesses meses.



**Figura 2.** Média do Balanço Hídrico Climatológico do Estado de Goiás 2020 e 2021.

No mês de maio a capacidade de água disponível apresentou uma variação entre 25 a 75%, praticamente em todo o estado. Nos meses de julho a outubro foram os meses que apresentaram menor índice de reposição hídrica, nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, atingindo praticamente todo o estado com variação de 0 a 25%. Em novembro apresentou a menor taxa de reposição de água na região oeste do estado. No mês de dezembro, o estado apresentou excedente hídrico em quase todo o estado menos na região norte, ficando a variação entre 0 a 50%.

Isso ocorre, pois, o estado de Goiás possui um clima predominantemente tropical, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa, que vai de outubro a abril, e uma estação seca, que vai de maio a setembro (MASTELLA et al., 2019). Essa distribuição irregular das chuvas ao longo do ano pode afetar diretamente a produção agrícola e, por isso, é importante considerar o balanço hídrico climatológico no planejamento.

Portanto, é importante determinar a quantidade de água disponível no solo para as culturas em diferentes períodos do ano. Com base nessa informação, os agricultores podem tomar decisões sobre quais culturas plantar, quando plantar, como manejar a irrigação e adotar práticas de conservação de água.

A safra e safrinha são termos comumente usados na agricultura para se referir a diferentes ciclos de cultivo no mesmo ano. No caso do estado de Goiás, a safra geralmente ocorre no período de outubro a março comumente o cultivo de soja, enquanto a safrinha é plantada logo após a colheita da safra (PINTO et al., 2019). A definição de datas específicas para o cultivo da safra e safrinha está relacionada a diversos fatores, dentre eles o fator climático, que é responsável por indicar a melhor época do ano para plantio para cada tipo de cultura.

A safra de 2020/2021 teve início no mês de outubro e final no mês de fevereiro, de acordo com os resultados deste trabalho seria mais vantajoso começar a safra no mês de novembro, uma vez que o mesmo apresentou maior disponibilidade hídrica. Já a safrinha, a iniciou no mês de fevereiro e finalizou no mês de agosto, um período bom para o milho.

Além disso, o balanço hídrico climatológico também auxilia na identificação de períodos de déficit hídrico, ou seja, momentos em que a demanda de água pelas plantas supera a disponibilidade no solo. Essas informações são essenciais para o manejo adequado da irrigação, evitando desperdícios e garantindo o suprimento adequado de água para as culturas (SILVA JÚNIOR et al., 2020).

Goiás é subdividido em regiões, as quais, possuem variações climáticas no decorrer do ano. Nesse sentido, é válido analisar o presente trabalho voltado para os assentamentos de cada região. Os dados a seguir se referem à área de atuação da Superintendência Regional do Inca em Goiás, que compreende todo o Estado, exceto os municípios das regiões Nordeste e Entorno do DF – abrangidas pela Superintendência Regional do Distrito Federal e Entorno (INCRA GOIÁS, 2022).

Região Centro Goiano, conta com 22 assentamentos (1.148 famílias), sendo os principais: Presente de Deus, Maria Cecília, Novo Horizonte II. Para esses assentamentos o período de irrigação seria do mês de junho ao mês de outubro.

Região do Entorno do DF, 02 assentamentos (46 famílias), sendo eles: Barro Amarelo, Dom José Gomes. Para essa região o período de irrigação seria melhor aproveitado do mês de junho até outubro, podendo ser necessária uma complementação hídrica no mês de dezembro.

Região Noroeste Goiano, 51 assentamentos (1.552 famílias), tendo como principais: Santa Anna, São Carlos, Chê, Mata do Baú, Santa Benta e Santa Rosa. Necessitando de irrigação do mês de junho a novembro.

Região Norte Goiano, 92 assentamentos (6.092 famílias), dentre eles se destacam: Água Fria, Joaquim D'êça, Vale Do Bijuí, Iracema, Roberto Martins Melo, Santa Marta. Sendo necessário o período de irrigação do mês de maio até o mês de novembro.

Região Oeste Goiano, conta com 68 assentamentos e 3.869 famílias, sendo eles: Bom Jesus Do Araguaia, Oziel Alves, Pequena Vanessa II, Lagoa da Serra e Padre Ilgo. Já para essa região os meses que necessitam de irrigação são os de maio a novembro.

Região Sudeste Goiano, conta com 07 assentamentos e 263 famílias, Madre Cristina, Pequena Vanessa, Olga Benário, Maria Da Conceição, Buriti, São Sebastião, João De Deus. Nesse caso, a irrigação poderá ser feita de junho a outubro.

Região Sudoeste Goiano, 34 assentamentos e 1.455 famílias, sendo eles: Terra e Liberdade, Rio Paraíso, Rio Claro, Ícaro, Sete de Setembro, Nova Conquista, 1º De Maio e Ponte Pedra. Para esses assentamentos o período de irrigação seria do mês de junho ao mês de outubro.

Região Sul Goiano, 11 assentamos e 421 famílias, sendo eles: raposa serra do sol, sonho real, santa elza, são gerônimo, tjunqueiro, tjunqueiro II, são domingos, piraçanjuba, boa esperança, rochedo e palmares. Para esses assentamentos o período de irrigação seria do mês de junho ao mês de outubro.

De acordo com estudo realizado por Neves (2019), as médias pluviométricas mensais mais expressivas se localizam na porção norte do Estado de Goiás. Os valores de chuva superam os 400mm entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Ainda, no período chuvoso a sazonalidade média da chuva supera os 300mm. Todavia, no período seco, as médias mensais não superam 30mm nos meses de junho julho e agosto. Nos meses de transição de períodos chuvosos e secos, existe a ocorrência de acumulados médios de chuva consideráveis para o norte do estado de Goiás, superando 100mm.

## CONCLUSÕES

O Bioma Cerrado apresenta duas estações climáticas bem definidas: chuvoso, de dezembro a abril, e seco, de julho a outubro. Sendo assim, os meses mais indicados para o plantio das culturas, e no período de dezembro a abril, sendo o período de maior disponibilidade hídrica em Goiás. Nos meses de julho a outubro se faz necessário a reposição hídrica por irrigação. Nesse sentido, é possível utilizar os dados de água disponível no solo, neste período, para manejo da irrigação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colaboradores do laboratório de hidráulica e irrigação e ao grupo de pesquisa Agricultura Irrigada em Área de Cerrado (AGRICE). Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), ao Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (Ceagre) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, pelo apoio financeiro e estrutural para a condução deste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILGUEIRAS, R.; VENANCIO, L. P.; ALEMAN, C. C.; CUNHA, F. F. DA. **Tutorial for cropDemand (R package): advanced form**. 2021. Disponível em: <[https://rpubs.com/FilgueirasR/cropDemand\\_advanced](https://rpubs.com/FilgueirasR/cropDemand_advanced)>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FURQUIM, M. G. D.; ABDALA, K. O. Sustentabilidade e expansão da agricultura irrigada: um olhar para o setor no estado de Goiás. **Natural Resources**, v. 9, n. 1, p. 47-56, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados/Goiás**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go.html>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa da População para o Estado de Goiás**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>>. Acesso em: 27 jun. 2023

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Distribuição dos assentamentos no Estado de Goiás, região por região**. 2017. Disponível em: <<https://incragoias.wordpress.com/distribuicao-dos-assentamentos-no-estado-de-goias/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

INCRA GOIÁS WORD PRESS. **Distribuição dos assentamentos no Estado de Goiás, região por região**. 2022. Disponível em: <<https://incragoias.wordpress.com/2022/06/30/conheca-a->



distribuicao-dos-assentamentos-no-estado-de-goias-regiao-por-regiao/#sudoeste>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MASTELLA, A. D. F. et al. Classificação do Estado de Goiás e do Distrito Federal segundo o Sistema de zonas de Vida de Holdridge (classification of Goiás state and the Federal District according to the Holdridge life zones system). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 2, p. 443-456, 2019.

NEVES, G. Z. F. A chuva no estado de Goiás e Distrito Federal: Aspectos espaciais, temporais e dinâmicos. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2019.

PONTES, A. E.; SANTOS, M. J. Produção e comercialização em assentamentos rurais: Estudo do caso do assentamento São Domingos dos Olhos D'Água (Morrinhos, Goiás-Brasil). **Mundo Agrário**, v. 16, n. 33, 2015.

SILVA JÚNIOR, J. J. DA; FURTADO, M. N.; DE SOUSA, M. B. **Balanço hídrico climatológico normal mensal no Estado de Goiás**. Tópicos em Ciências Agrárias Volume 4, p. 6. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2020.

SILVA, J. F., HERNANDEZ, F. B. T., SILVA, I. P. F., REIS, L. S., TEIXEIRA, A. H. C. Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, n. 2, p. 122-131, 2018.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology. 1955. 104p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2ª Edição. Viçosa: UFV, 2012. 460p, 2012.