



## **PLANEJAMENTO DA AGRICULTURA IRRIGADA PARA ASSENTAMENTOS RURAIS DO INCRA VIA BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO**

Wilker Alves Moraes<sup>1</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>2</sup>, Frederico Antonio Loureiro Soares<sup>2</sup>, Bruna Eduarda Lemes da Costa<sup>3</sup>, Rauanny Bezerra Pereira<sup>4</sup>, Lucas Peres Angelini<sup>5</sup>

**RESUMO:** Conhecer a capacidade de armazenamento de água no solo é essencial para o planejamento da agricultura irrigada. Objetivou-se entender o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) do Distrito Federal com o intuito de auxiliar no planejamento da agricultura irrigada em assentamentos rurais do INCRA. Para elaboração do mapa de BHC utilizou-se de dados da temperatura e precipitação média mensal referente ao período de 2019 a 2020, com auxílio do software Rstudio®. Se pode observar que o fato de Brasília ter os períodos de chuva e seca bem definidos, influencia diretamente no BHC. De maneira geral, os meses mais indicados para o plantio das culturas, e de dezembro a abril, sendo o período de maior disponibilidade hídrica no Distrito Federal. Nos meses restantes, faz necessário a reposição hídrica por irrigação. Nesse sentido, é possível utilizar os dados de água disponível no solo, para manejo da irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** armazenamento de água no solo, climatologia, irrigação.

## **IRRIGATE AGRICULTURE PLANNING FOR INCRA'S RURAL SETTLEMENTS VIA CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE**

**ABSTRACT:** Knowing the soil water storage capacity is essential for planning irrigated agriculture. The objective was to understand the Climatological Water Balance (BHC) of the Federal District in order to assist in the planning of irrigated agriculture in rural settlements of INCRA. To prepare the BHC map, data on temperature and average monthly precipitation for the period from 2019 to 2020 were used, with the aid of the Rstudio® software. It can be seen that the fact that Brasília has well-defined rainy and dry periods directly influences the BHC.

<sup>1</sup> Pós-Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, Rio Verde – GO, CEP: 75.901-970, Brasil. Telefone. +55 (64) 9 9699-6501, e-mail: wilker.ambiental@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO

<sup>3</sup> Graduanda, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO

<sup>4</sup> Mestranda, Depto de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Depto de Geotecnologias, IF Goiano, Rio Verde, GO

In general, the most suitable months for planting crops are from December to April, which is the period of greatest water availability in the Federal District. In the remaining months, water replacement by irrigation is necessary. In this sense, it is possible to use data on water available in the soil for irrigation management.

**KEYWORDS:** soil water storage, climatology, irrigation.

## INTRODUÇÃO

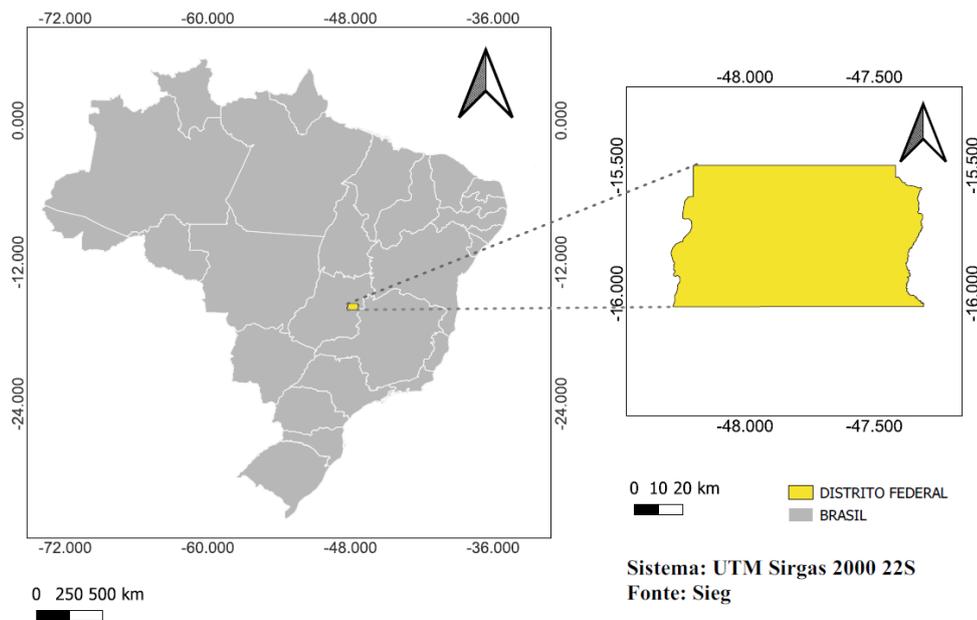
A precipitação e a evapotranspiração potencial estão entre as variáveis meteorológicas mais importantes relacionadas aos ciclos da água e da energia que regulam o clima em todo o mundo. Em um contexto de mudança climática global, as evidências indicam que mudanças de longo prazo nessas variáveis estão levando a impactos importantes na agricultura, na gestão dos recursos hídricos e na dinâmica dos ecossistemas em geral (ARORA, 2019; FOLBERTH et al., 2020). Portanto, seu monitoramento consistente e confiável é crucial para entender o comportamento climático passado, presente e futuro. Isso é particularmente importante em regiões mais vulneráveis às mudanças climáticas, como regiões áridas e semiáridas, que são sensíveis a pequenas mudanças nos padrões de precipitação e a evapotranspiração potencial (HUANG et al., 2016). Esses fatores são essenciais para o estudo do balanço hídrico climatológico (BHC).

O BHC foi desenvolvido por Thornthwaite em 1948 (THORNTHWAITTE, 1948), com o intuito de estudar as bacias hidrográficas dos Estados Unidos, no ano de 1995, foi modificado por Mather em 1955 para possibilitar a classificação climática. O método foi posteriormente denominado Equilíbrio Hídrico de Thornthwaite-Mather (1955). Por ser um balanço, este método considera a entrada de água como a precipitação e a saída de água sendo a evapotranspiração. Esses dados são usados para estimar a evapotranspiração real, déficit hídrico, excesso hídrico e armazenamento de água no solo.

Esses dados são importantes para auxiliar em diversas áreas da agricultura como caracterização de períodos secos, irrigação, zoneamento agroclimático e definir a cultura com melhor aptidão na área de estudo na caracterização climática (FUZZO et al., 2020; MLADENOVA et al., 2020). Diante disso, objetivou-se entender o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) do Distrito Federal com o intuito de auxiliar no planejamento da agricultura irrigada em assentamentos rurais do INCRA.

## MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizado no Distrito Federal, como subsídio para manejo da irrigação em assentamentos rurais do INCRA (Figura 1). O estado baiano possui uma área territorial de 5.760,784 km<sup>2</sup> como uma população estimada de 3.094.325 pessoas, perfazendo uma densidade demográfica de 444,07 hab km<sup>-2</sup> (IBGE, 2021). O clima que predomina no Distrito Federal é o tropical com concentração de precipitações no verão e apresenta o tropical (Aw), tropical de altitude (Cwa) e tropical de altitude (Cwb) como tipos climáticos. As médias de temperaturas anuais variam entre 19°C e 23°C. O período mais quente ocorre entre setembro e outubro, cuja média histórica das temperaturas mais altas podem chegar a 30°C. O período mais frio ocorre entre junho e julho, meses em que as temperaturas mais baixas chegam a 13°C (INMET, 2023).



**Figura 1.** Mapa de localização do Distrito Federal.

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 2019 e 2020. O próximo passo foi selecionar a área de interesse, que no caso deste trabalho é o Distrito Federal, 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 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 é 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; CAD\_arm – 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).

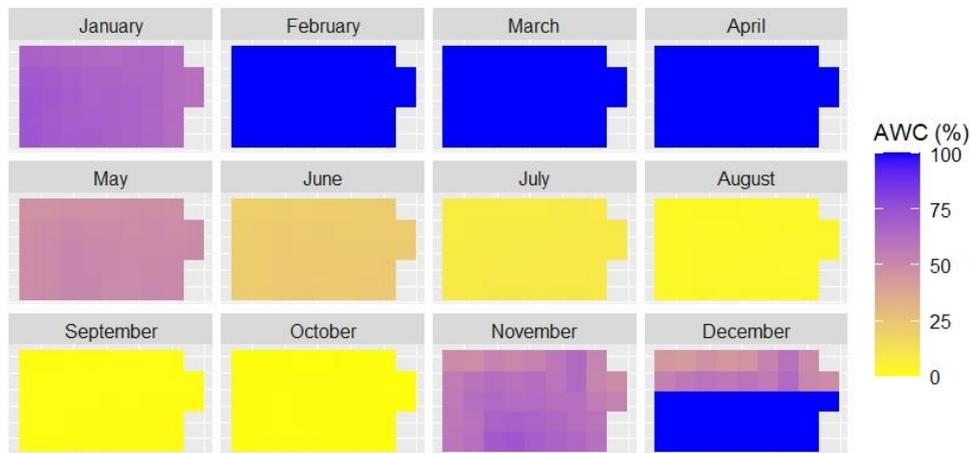
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Distrito Federal possui cerca de 12.634 famílias assentadas, para um total de 206 assentamentos (INCRA, 2023).

De acordo com o mapa de balanço hídrico climatológico do Distrito Federal da média dos anos de 2019 a 2020 (Figura 2), os meses de fevereiro a abril possuem maior armazenamento de água no solo (acima de 75%) e os meses julho a outubro (abaixo de 25%) são os que possuem menor armazenamento. Isso é característico da região, pois, a cidade de Brasília possui clima tropical de altitude, característico de planaltos e serras. O regime de chuva é bem definido com a estação chuvosa com início em outubro e estende-se até março. A estação seca acontece no restante do ano, desde abril até setembro. O total médio anual de precipitação em Brasília é aproximadamente 1700mm (INPE, 2023).

De acordo com o supracitado, nos meses de junho a outubro para o cultivo se deve utilizar a irrigação com o intuito de suprir a deficiência total ou parcial da água possibilitando uma terceira safra, com os benefícios de aumentar a produtividade em duas a três vezes, e melhora a qualidade e a regularidade dos produtos (NIKOLAOU et al., 2020).

A água é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas já que mantém a rigidez dos tecidos vegetais pela pressão de turgescência no interior das células sendo então responsável pelo crescimento vegetal (TAIZ et al., 2017).



**Figura 2.** Média do Balanço Hídrico Climatológico do Distrito Federal dos anos 2019 e 2020.

Ao estudar o BHC mensal e classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás, Lopes Sobrinho et al. (2020) verificaram que a precipitação média anual do município foi de 1.621,2 mm com déficit hídrico de 217,2 mm de maio a setembro e excedente hídrico de 607,2 mm ano<sup>-1</sup> com os meses de outubro e novembro se destacando como período de reposição hídrica. Os mesmos autores verificaram que a classificação climática para o município é AW Tropical.

Ao avaliar o Balanço Hídrico Climatológico e a classificação climática para o município de Jataí-GO, Oliveira (2021) verificou que o município apresenta deficiência hídrica entre os meses de maio a setembro enquanto o excedente hídrico ocorre nos meses de novembro a abril. O autor ainda verificou que a precipitação média anual fica em torno de 1.623,7 mm.

Em outro estudo de Balanço Hídrico Climatológico da cultura do milho em Anápolis, GO, Oliveira (2018) verificou que faça a semeadura das sementes no mês de janeiro para que haja um menor dano ocasionado pelo déficit hídrico.

Ao estudar a espacialização do Balanço Hídrico Mensal para o estado de Goiás, Arruda et al. (2017), verificaram que o Sudeste, o Sudoeste, O Leste e o Centro Oeste do Estado, detêm os maiores picos de excedente hídrico no período chuvoso. Isso explica por que tais regiões são amplamente exploradas pela agropecuária.

Em estudo nas mesmas regiões supracitadas, Parreira et al. (2019) afirmaram que para a implantação de um sistema de irrigação, é necessário um planejamento de recursos hídricos assegurando a qualidade da produção e segurança hídrica.

## CONCLUSÕES

De maneira geral, os meses mais indicados para o plantio das culturas, e de dezembro a abril, sendo o período de maior disponibilidade hídrica no Distrito Federal.

Nos meses restantes, faz necessário a reposição hídrica por irrigação. Nesse sentido, é possível utilizar os dados de água disponível no solo, 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

ARORA, N. K. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. **Environmental Sustainability**, v. 2, p. 95–96, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>>.

ARRUDA, G. S. L.; AMARAL, B. A. S.; LINHARES, M. M. A. Espacialização do Balanço Hídrico mensal para o estado de Goiás de acordo com os dados do SISDAGRO. In: XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva, XXVII., 2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2017. p. 328-332.

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: 21 out. 2022.

FOLBERTH, C.; KHABAROV, N.; BALKOVIC, J.; SKALSKY, R.; VISCONTI, P.; CIAIS, P.; OBERSTEINER, M. The global cropland-sparing potential of high-yield farming. **Nature Sustainability**, v. 3, p. 281–289, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41893-020-0505-x>>.

FUZZO, D. F. S.; CARLSON, T. N.; KOURGIALAS, N. N.; PETROPOULOS, G. P. Coupling remote sensing with a water balance model for soybean yield predictions over large areas. **Earth Science Informatics**, v. 13, p. 345–359, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12145-019-00424-w>>.

HUANG, J.; JI, M.; XIE, Y.; WANG, S.; EI, J.; RAN, J. Global semi-arid climate change over last 60 years. **Climate Dynamics**, v. 46, p. 1131–1150, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00382-015-2636-8>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/>>. Acesso em: 5 jan. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Bahia**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/incra/pt-br/composicao/superintendencias-regionais/bahia>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Clima**. 2023. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 5 jan. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Estação de Brasília - Climatologia Local**. 2023. Disponível em: <[http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/brasilia\\_clima.html#:~:text=A%20cidade%20de%20Bras%20C3%ADlia%20possui,ano%2C%20desde%20abril%20at%20C3%A9%20setembro..](http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/brasilia_clima.html#:~:text=A%20cidade%20de%20Bras%20C3%ADlia%20possui,ano%2C%20desde%20abril%20at%20C3%A9%20setembro..)>. Acesso em: 8 mar. 2023.

LOPES SOBRINHO, O. P.; SANTOS, L. N. S. dos; SANTOS, G. O. CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B. Balanço Hídrico Climatológico mensal e classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 19-33, 2020. DOI:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.68692>.

MLADENOVA, I. E.; BOLTEN, J. D.; CROW, W.; SAZIB, N.; REYNOLDS, C. Agricultural drought monitoring via the assimilation of SMAP soil moisture retrievals into a global soil water balance model. **Frontiers in Big Data**, v. 3, n. 10, 1-16, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fdata.2020.00010>>.

NIKOLAOU, G.; NEOCLEOUS, D.; CHRISTOU, A.; KITTA, E.; KATSOUULAS, N. implementing sustainable irrigation in water-scarce regions under the impact of climate change. **Agronomy**, v. 10, n. 8, 1120, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/agronomy10081120>>.

OLIVEIRA, J. A. M. DE. Balanço Hídrico Climatológico e classificação climática para o Município de Jataí-GO. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.17, n.3, p. 119-124, 2021. DOI:<http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v17i3.1243>.

OLIVEIRA, R. M. N. DE. **Balanço Hídrico Climatológico da cultura do milho em Anápolis, estado de Goiás**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Centro Universitário de Anápolis - UniEvangélica, Anápolis, 2018.

PARREIRA, A. G. B.; MARASCA, I.; SOLINO, A. J. S.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico climatológico para o município de Rio Verde, Goiás. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 6, n. 1, p. 16-33, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55–94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publication in Climatology**, v. 8, n. 8, p. 1–104, 1955.

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