

## **BALANÇO HÍDRICO CLIMATÓLOGICO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO BIOMA CERRADO COMO SUBSÍDIO PARA IRRIGAÇÃO EM ASSENTAMENTOS DO INCRA**

**MARCONI BATISTA TEIXEIRA<sup>1</sup>; FREDERICO ANTONIO LOUREIRO SOARES<sup>2</sup>; WILKER ALVES MORAIS<sup>3</sup>; RAUANNY BEZERRA PEREIRA<sup>4</sup>; BRUNA EDUARDA LEMES DA COSTA<sup>5</sup> E GERALDO ANDRADE DE OLIVEIRA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>*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. marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br;*

<sup>2</sup>*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. frederico.soares@ifgoiano.edu.br;*

<sup>3</sup>*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. wilker.ambiental@gmail.com;*

<sup>4</sup>*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;*

<sup>5</sup>*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. brunaeduardalescosta@gmail.com;*

<sup>6</sup>*Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto Federal Goiano, campus Trindade, Rodovia Sul Goiana, Av. Wilton Monteiro da Rocha, s/n, Setor Cristina II., CEP: 75389-26, Trindade - GO, - Brasil. geraldo.oliveira@ifg.edu.br.*

### **1 RESUMO**

A gestão dos recursos hídricos e o Balanço Hídrico Climatológico são parâmetros importantes para auxiliar na tomada de decisão para elaboração de projeto e manejo de irrigação. 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<sup>®</sup>. 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. Com o mapa do Balanço Hídrico Climatológico no Bioma Cerrado é possível que os assentados do INCRA possam realizar o planejamento da irrigação.

**Palavras-chave:** clima no cerrado, disponibilidade hídrica, excedente hídrico.

**TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; MORAIS, W. A.; PEREIRA, R. B.; COSTA, B. E. L. da; OLIVEIRA, G. A de.**

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

## 2 ABSTRACT

The management of water resources and the Climatological Water Balance are important parameters to assist in decision-making for project design and irrigation management. The objective of this work was to calculate the monthly climatological water balance (BHC) of the Cerrado Biome. To prepare the BHC map, data on temperature and average monthly precipitation for the period from 2020 to 2021 were used, with the aid of the Rstudio® software. The highest rates of water storage in the soil were from December to April, favoring the formation of water surplus. The water deficit period occurred between July and October, when the lowest water storage rates were identified. With the Climatological Water Balance map in the Cerrado Biome, it is possible for INCRA settlers to carry out irrigation planning.

**Keywords:** climate in the cerrado, water availability, water surplus.

## 3 INTRODUÇÃO

A escassez de água é um problema que tem se tornado cada vez mais presentes em várias regiões onde com isso, a irrigação se torna necessária, sendo de grande importância a eficácia no uso desse recurso (Vicente *et al.*, 2015). As condições climáticas e hidrológicas se tornam basilares para se avaliar a disponibilidade hídrica de uma região, com isso, pode se instituir estratégias para o manejo das produções agrícolas e pecuária. Então, se faz importante realizar o Balanço Hídrico Climatológico da região.

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) é muito utilizado para a caracterização climática e por oferecer uma importante contribuição para a identificação da demanda de água para irrigação de uma determinada região. Os dados do BHC, vêm sendo aplicados em diversas áreas do conhecimento, como nos estudos de classificação climática, planejamento agrícola, caracterização hidrológicas, se tornando uma ferramenta de grande utilidade na gestão dos recursos hídricos (Dourado-Neto *et al.*, 2010).

De acordo com Oliveira (2019a), o modelo proposto por Thornthwaite e Mather (1955) para o Balanço Hídrico Climatológico, é um método empregado para conhecer e monitorar o conteúdo de

armazenamento de água, no qual está presente no solo, esse método considera a textura física do solo, a profundidade das raízes e a contabilização do fluxo de entrada, de precipitação (pluviométrica) e saída (evapotranspiração) de água para determinada região.

Nesse contexto, os parâmetros climáticos do BHC, torna-se uma grande ferramenta para o monitoramento do armazenamento de água no solo, de grande importância para o auxílio na tomada de decisões para o cultivo agrícola e no planejamento e manejo dos sistemas de irrigação. Essa ferramenta permite a classificação de um determinado clima de uma região, o período de excedente, a deficiência hídrica no solo (mensais e anuais), além de contribuir também para o controle de irrigação (Lopes Sobrinho *et al.*, 2020; Pereira; Angelocci; Sentelhas., 2002).

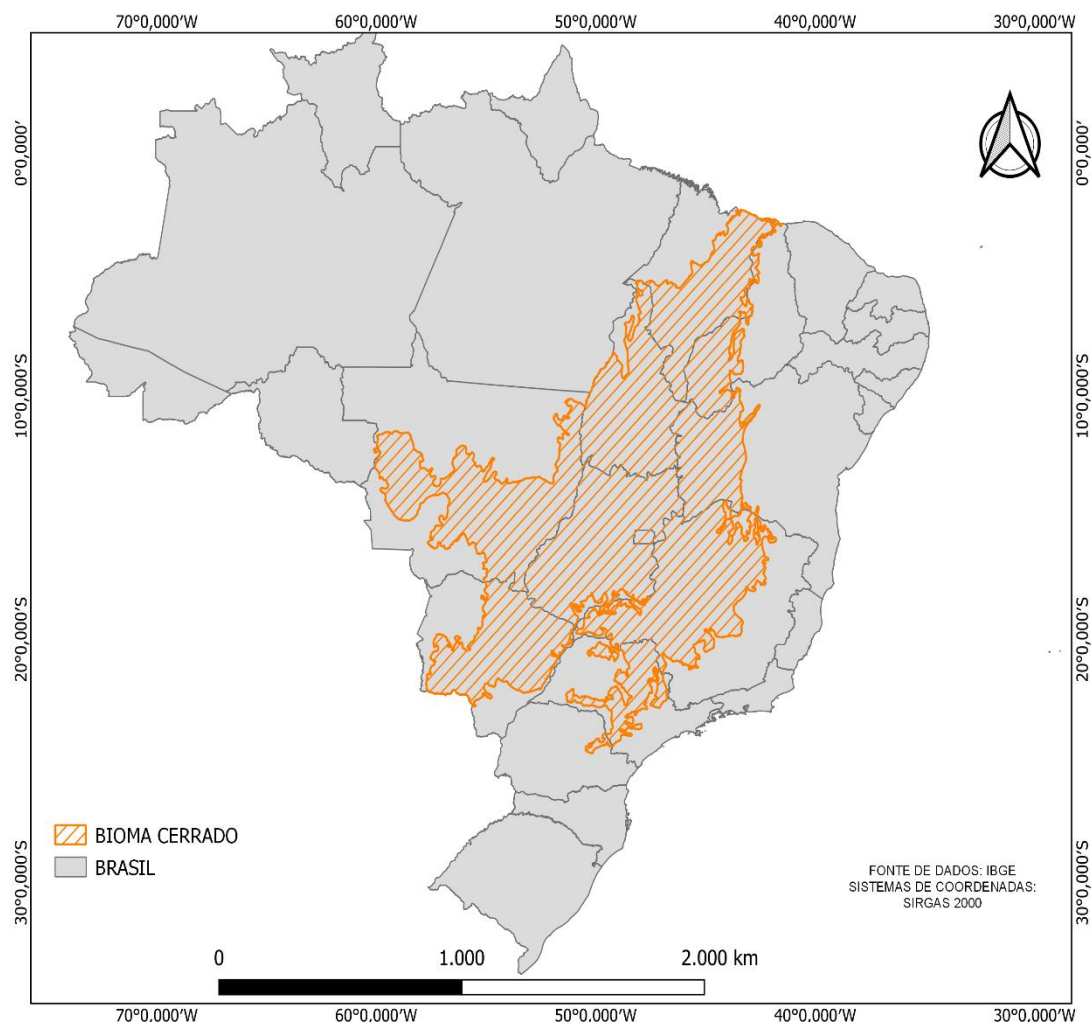
Diante disso, essas informações serão importantes para os assentados rurais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que poderão usufruir desses dados para planejar a irrigação. Assim, objetivou-se realizar nesse trabalho, o mapeamento do Balanço Hídrico Climatológico como subsídio para o manejo de irrigação para os assentamentos rurais do INCRA no Bioma do Cerrado.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

como subsídio para manejo da irrigação em assentamentos do INCRA (Figura 1).

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi realizado no Bioma Cerrado,

**Figura 1.** Mapa de localização do Bioma Cerrado brasileiro.



Fonte: SIEG (2021).

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

Bioma Cerrado, 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 (AWC), que neste caso foi 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; CAD\_arm – porcentagem de armazenamento em relação a capacidade de armazenamento disponível.

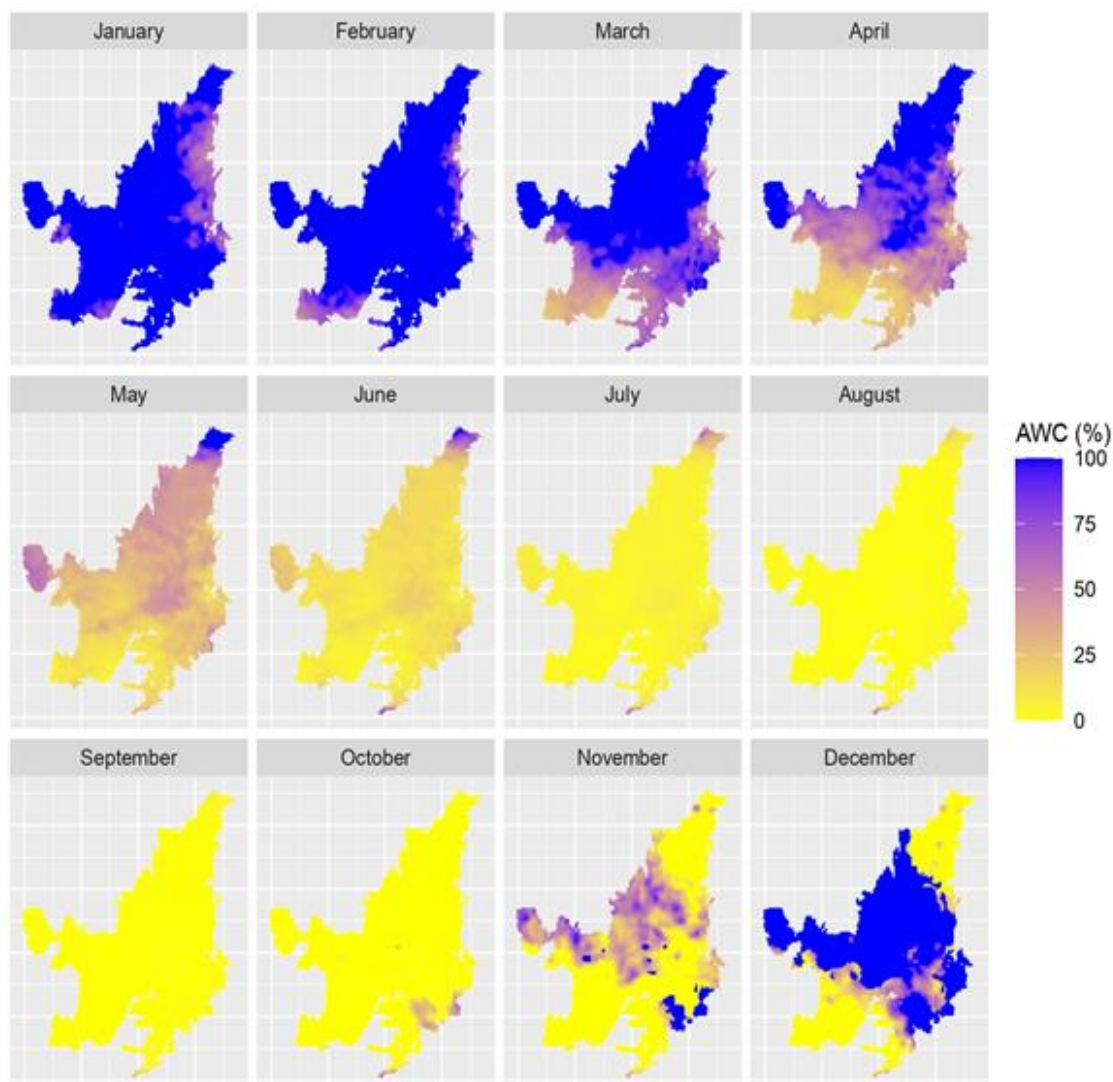
Por fim, foi plotado os mapas do resultado do déficit hídrico climático (porcentagem de armazenamento em relação a capacidade de armazenamento disponível).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao estudar a dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas do Cerrado brasileiro, Nascimento e Novais (2020) evidenciaram que a principal característica climática do Cerrado, é uma forte sazonalidade, configurando um período chuvoso, durante a primavera e verão, que se intercala com um período seco, ao longo do outono e inverno. Com a influência da variação de latitude e longitude, a região norte do bioma apresenta as maiores temperaturas.

Diante disso, de acordo com o mapa de balanço hídrico climatológico do Bioma Cerrado dos anos de 2020 a 2021 (Figura 1), os meses de dezembro a abril apresentaram os menores riscos climáticos de abastecimento de água, com valores acima de 75%. Em março, começou a apresentar maiores riscos na região Oeste. Com o passar dos meses, as áreas com maiores riscos aumentaram, atingindo praticamente toda o Bioma nos meses de agosto a outubro, atingindo os valores entre 0 e 25%.

**Figura 2.** Média do Balanço Hídrico Climatológico do Bioma Cerrado Brasileiro dos anos 2020 e 2021.



**Fonte:** Autora.

As maiores taxas de armazenamento de água no solo, foram observadas nos meses de dezembro a abril, favorecendo a formação do excedente hídrico. Neste período o solo possui capacidade para manter o crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas. O planejamento para o plantio das principais culturas (soja e milho), torna-se necessário, visto que os períodos de maior disponibilidade hídrica são ideais para a semeadura devido a máxima exigência hídrica da cultura nas fases iniciais do seu desenvolvimento, de modo a não ocorrer no

período de deficiência de água no solo (Oliveira, 2019)(2).

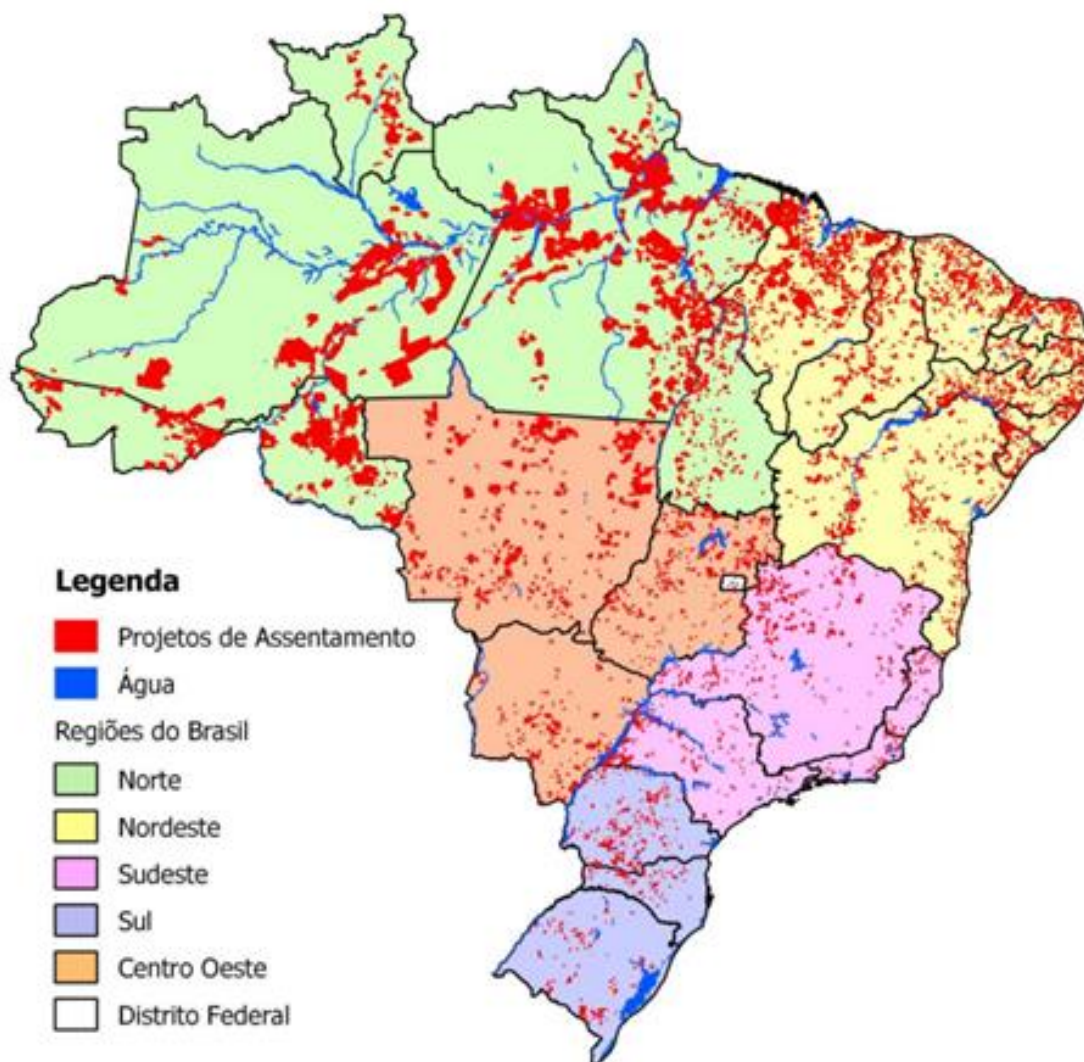
O período de deficiência hídrica ocorreu entre os meses de julho a outubro, no qual foram identificadas as menores taxas de armazenamento de água, correspondendo ao período de estiagem na região. Neste cenário, a água armazenada no solo não é suficiente para atender as demandas das culturas agrícolas, sendo necessário a adoção do sistema de irrigação, uma vez que as culturas necessitam de água na fase de desenvolvimento inicial (Cassettari; Queiroz, 2020).

No período de estiagem, a irrigação, caracteriza-se como uma ferramenta que possibilita o aumento da produção de alimentos na entressafra, o que pode ser uma alternativa significativa para os assentamentos rurais (Figura 3) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), além de possibilitar a diversificação da produção (Cassettari; Queiroz, 2020). Para isso, o manejo sustentável da irrigação seria recomendado, observando a disponibilidade de água para atender a demanda hídrica das culturas com

a preocupação de como, quando e quanto irrigar (Sobrinho *et al.*, 2020).

Ao estudar a climatologia do Estado do Tocantins, Roldão e Ferreira (2019) 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.

**Figura 3.** Espacialização dos assentamentos rurais no Brasil.



Fonte: Gosch, 2020.

Para o Cerrado, a agricultura iniciou um processo de expansão durante a década de 1970, principalmente devido a política de crédito agrícola e da implantação de infraestrutura regional, através de programas federais como o Programa de Desenvolvimento de Áreas de Cerrado (POLOCENTRO). Também responsável pelo desenvolvimento das áreas do Cerrado, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) forneceu as bases para a agricultura “moderna” ou “revolução verde” (Alves *et al.*, 2021).

Diante disso, mesmo com essa grande expansão agrícola no Bioma Cerrado, a grande maioria dos assentados são carentes de recursos financeiros e necessitam de auxílio da gestão pública e/ou parcerias privadas, nesse sentido, essas informações supracitadas serão de grande importância para eles possam realizar o cultivo de maneira adequada utilizando a irrigação.

## 6 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 no Bioma Cerrado.

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.

Com o mapa do Balanço Hídrico Climatológico no Bioma Cerrado é possível que os assentados do INCRA possam realizar o planejamento da irrigação.

## 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 e estrutural a essa pesquisa.

## 8 REFERÊNCIAS

- ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; PÔSSA, É. M.; MOURA, D. M. B. de; MORAIS, W. A.; FERREIRA, R. S.; SANTOS, L. N. S. dos. Geotechnologies applied in the analysis of land use and land cover (LULC) transition in a hydrographic basin in the Brazilian Cerrado. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, Hong Kong, v. 22, n. 100495, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100495>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938521000318>. Acesso em: 07 dez. 2024.
- CASSETTARI, G. A.; QUEIROZ, T. M. Balanço hídrico e classificação climática na bacia do Rio Jauquara, região de transição entre o Cerrado e Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 70-88, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.59513>. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14200>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.

- DOURADO-NETO, D. VAN LIER, Q. J.; METSELAAR, K.; REICHARDT, K.; NIELSEN, D. R. General procedure to initialize the cyclic soil water balance by the Thornthwaite and Mather method. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 1, p.87-95, jan./fev. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/ZfjvJ633zwdqWTZ5bGnf8Ks/>. Acesso em: 26 jul.2023.
- FILGUEIRAS, R.; VENANCIO, L. P.; ALEMAN, C. C.; CUNHA, F. F. da. **Tutorial for cropDemand (R package): advanced form**. Fortaleza: RPubS, 2021. Disponível em: [https://rpubs.com/FilgueirasR/cropDemand\\_advanced](https://rpubs.com/FilgueirasR/cropDemand_advanced). Acesso em: 21 out. 2022.
- GOSCH, M. S. A Criação dos assentamentos rurais no Brasil e seus desafios: algumas considerações sobre Cerrado Goiano. **Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**, Brasília, DF, Edição especial, p. 20-38, 2020. <https://doi.org/10.18829/2108>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rp3/article/view/34177>. Acesso em: 10 nov. 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**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 19-33, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v27i0.68692>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/68692>. Acesso: 04 out. 2023.
- NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e922021, 2020.
- OLIVEIRA, J. A. M., OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos-MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 3021-3027, 2019a. <https://doi.org/10.7127/rbai.v12n600901>. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/901>. Acesso em: 20 set. 2023.
- OLIVEIRA, J. A. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Mather para o município de Conceição do Mato Dentro – MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 3203-3211, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n100939>. Disponível em: <https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/939>. Acesso em: 20 set. 2023.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Porto Alegre: Guaíba Agropecuária, 2002. 478 p.
- 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: 12 nov. 2023.
- SIEG. **Downloads**. Goiânia: SIEG, 2021. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdwnloads/>. Acesso em: 21 out. 2021.



THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

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

VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C.; FERNANDES, A. L. T.; DELAZARI, F.

T.; FIGUEREDO, E. M. Efeito de diferentes lâminas de irrigação nas variáveis de desenvolvimento e produção do cafeeiro irrigado por pivô central. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 528-543, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n3p528>. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1154>. Acesso em: 12 out. 2023.