

DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO PARA FRUTAL-MG EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

João Alberto Fischer Filho¹
Giovani Bonício Rosa²
Júlia Cristina Amâncio Vieira³
Eurípedes Antônio de Oliveira⁴
Nadia Maria Poloni⁵
Daniela Fernanda da Silva Fuzzo⁶

Mudanças climáticas

Resumo

As mudanças climáticas são um dos principais desafios do século XXI para o planejamento e desenvolvimento sustentável. Apesar da importância, pouco se sabe como as mudanças climáticas podem afetar a disponibilidade hídrica de uma região. Objetivou-se determinar a disponibilidade hídrica, pelo balanço hídrico climatológico para Frutal-MG, região do Triângulo Mineiro, para o cenário atual e futuro de mudanças climáticas. Foram utilizadas séries históricas de precipitação e temperatura do ar entre 1981 e 2021, obtidas pelo NASAPOWER. A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948) e assim calculou-se o balanço hídrico por Thornthwaite e Mather (1955) para o cenário atual e os cenários RCP 2.6 e RCP 4.5 para analisar as projeções do final do século XXI (período 2081–2100). Atualmente, para Frutal-MG, a precipitação média anual é de 1350,31 mm e a ETP de 1239,9 mm. A deficiência hídrica total é de 207,8 mm e ocorre entre os meses de abril a outubro; já entre janeiro e março há excedente hídrico de 318,2 mm. Para os cenários futuros, a aumento dos meses secos na região já a partir do cenário RCP 2.6. Para o cenário RCP 4.5 as projeções indicam acréscimo de 2 meses para estação seca, aumento de 400,0 mm na ETP e de 200,0 mm no déficit de água no solo. Conclui-se que as projeções futuras de mudanças climáticas, indicam que ocorrerá aumento do déficit de água no solo, de modo a provocar consequências na hidrologia, na ecologia e na área social da região

Palavras-chave: Balanço hídrico climatológico; IPCC; déficit hídrico; excedente hídrico; Triângulo Mineiro

¹ Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade de Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, joao.fischer@uemg.br

² Aluno do Curso de graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade de Frutal, giovani.1094874@discente.uemg.br

³ Aluna do Curso de graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade de Frutal, julia.1094697@discente.uemg.br

⁴ Aluno do Curso de mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação – PROFNIT, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade de Frutal, euripedes.1098282@discente.uemg.br

⁵ Pesquisadora Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade de Frutal, nadiapoloni@gmail.com

⁶ Profa. Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade de Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, daniela.fuzzo@uemg.br

INTRODUÇÃO

O gerenciamento sustentável dos recursos hídricos pressupõe o conhecimento da oferta hídrica e do balanço no solo frente às demandas de uso e de conservação ambiental. A quantificação e acompanhamento da disponibilidade de água é crucial ao se pensar em manejo de água para as diferentes atividades socioeconômicas. Entretanto, as mudanças climáticas são um dos maiores desafios da atualidade e seus efeitos negativos, principalmente nas atividades que utilizam a água, reduzem a capacidade dos países em atingir o desenvolvimento sustentável (CRAMER et al., 2018).

As mudanças climáticas são causadas em grande medida pelas ações do homem, e afetam a humanidade, bem como animais, plantas e ecossistemas (WHEELER and von BRAUN, 2013). No último século, a temperatura global aumentou 1°C ($\pm 0,2^{\circ}\text{C}$), e de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (IPCC, 2023) as previsões para 2100 são de aumentos entre $1,5^{\circ}\text{C}$ e 6°C . É evidente que as mudanças no clima atual podem alterar toda a classificação da água de uma região, impactando os ecossistemas e, conseqüentemente, as atividades econômicas (THAYER et al., 2020).

Presume-se que a aceleração das alterações climáticas terá grandes implicações para as zonas climáticas e podem causar mudanças zonais significativas (MAHLSTEIN et al., 2013). Por consequência, estudos sobre o impacto das projeções climáticas sobre o comportamento climático e hídrico das regiões são fundamentais para minimizar os danos a diversas atividades econômicas, como a agricultura (MICHALAK, 2020).

A partir do exposto, objetivou-se determinar a disponibilidade hídrica, pelo balanço hídrico climatológico para Frutal-MG, região do Triângulo Mineiro, para o cenário atual e futuro de mudanças climáticas.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado para a cidade de Frutal-MG, que tem predomínio do bioma Cerrado. O clima da região é o tropical, caracterizado pela alternância de estações úmidas e secas, com precipitação média anual de 1.374 mm e a temperatura média anual de $24,7^{\circ}\text{C}$ (FUZZO et al., 2024).

O sistema NASA POWER (<https://power.larc.nasa.gov>) foi desenvolvido para fornecer informações meteorológicas para uso direto em arquitetura, geração de energia e agrometeorologia. Os dados diários foram recuperados entre 1981 e 2021, por meio de solicitações http. Os dados utilizados foram de precipitação total (mm) e temperaturas média ($^{\circ}\text{C}$).

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi calculado de acordo com Thornthwaite e Mather (1955), e possibilitando quantificar os valores de armazenamento de água no solo (ARM), excedente hídrico (EXC) e déficit hídrico (DEF). Para a determinação da evapotranspiração potencial (ETP) foi utilizada a equação

proposta por Thornthwaite (1948), que apresenta boa acurácia na estimativa da ETP para a região (ROSA et al., 2023).

As vias representativas de concentração (RCPs) estão ligadas as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e o impacto no balanço de radiação no sistema terrestre. Neste trabalho foram utilizados os cenários que variam de baixas emissões de GEE (RCP 2.6) e estabilização de médias emissões de GEE (RCP 4.5). As análises de projeções foram para o final do século XXI, entre os anos de 2081 e 2100, utilizando o modelo climático global BCC-CSM2MR desenvolvido no Beijing Climate Center.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente, para Frutal-MG, a precipitação média anual é de 1350,31 mm e a ETP de 1239,9 mm. A ETP determina a demanda por água de uma determinada região, sendo largamente utilizada em diferentes áreas (XIANG et al., 2020), como hidrologia e climatologia. No que tange a caracterização climática, os valores elevados de ETP, presentes na região, interferem diretamente no balanço de água no solo, alterando o déficit e o excedente hídrico do local.

A partir do balanço hídrico climatológico atual (Figura 1), utilizando média histórica, para a cidade de Frutal-MG, observou-se que deficiência hídrica total é de 207,8 mm e ocorre entre os meses de abril a outubro; já entre janeiro e março há excedente hídrico de 318,2 mm, característico de regiões de clima tropical ou subtropical, que apresenta elevada amplitude térmica anual, com verões quentes e invernos frios (MOREIRA et al., 2017).

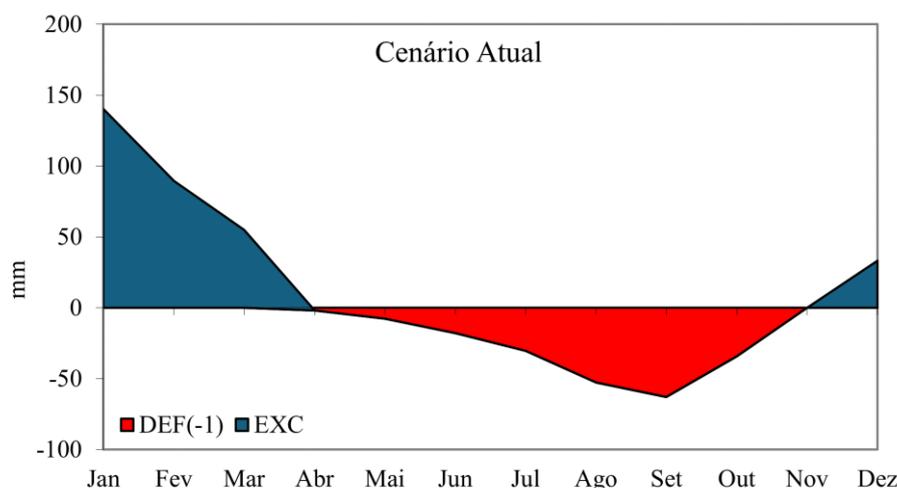


Figura 1: Balanço hídrico climatológico para Frutal-MG no cenário atual.

Segundo Sanches et al. (2017) a redução das chuvas e da umidade relativa nos meses de outubro, juntamente com o aumento das temperaturas (máxima, média e mínima) possuem relação direta com a

permanência de sistemas atmosféricos tropicais sobre o continente brasileiro, ou seja, bloqueio atmosférico, o qual impede a penetração e o avanço dos sistemas polares.

Em relação aos possíveis cenários de mudanças climáticas, entre o período de 2081-2100, final do século XXI, observou-se para ambas projeções, avanço da deficiência hídrica no solo (Figura 2).

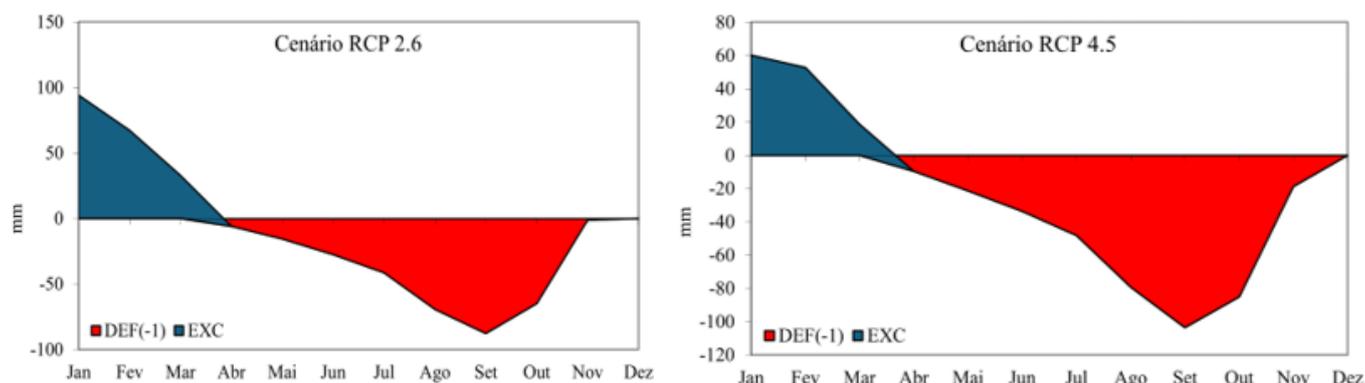


Figura 2: Balanço hídrico climatológico para Frutal-MG em cenários de mudanças climáticas

Para o cenário RCP 2.6 em que se considera baixa emissão de gases de efeito de estufa, o déficit de água no solo passará para 313,7 mm. Já o cenário RCP 4.5, com média emissão de gases de efeito estufa, o DEF avançará para 10 meses do ano, e atingirá 399,6 mm.

As mudanças futuras no clima serão caracterizadas por uma contração significativa na região úmida e uma expansão das zonas de transição árido/úmido (BARONETTI et al., 2022). Em consonância, Sylla et al. (2015) prevê que o aquecimento global aumente a evapotranspiração e a frequência e intensidade de eventos climáticos extremos no século XXI, alterando o armazenamento de água de solo, o que de fato foi observado nas projeções modeladas nesse trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As projeções climáticas mostram, nos dois cenários testados, um déficit hídrico mais acentuado, com aumento nos meses do ano em que a falta de água estará presente. O Cenário RCP 4.5, para o final do século XXI, é a situação mais preocupante, pois a região pode sofrer alterações drásticas em seu regime hídrico.

As projeções de alterações do regime hídrico em razão das mudanças climáticas deste estudo podem fornecer apoio para análises de risco, principalmente para os sistemas de produção agropecuária e encorajar os cientistas e as partes interessadas a desenvolver e avaliar estratégias de adaptação.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro e concessão de bolsa ao segundo autor. Ao Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa (PQ/UEMG) pela concessão de bolsas ao primeiro e quinto autor e ao Programa Institucional de Apoio à Pesquisa (PAPQ/UEMG) pela concessão de bolsa ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS

- BARONETTI, A.; DUBREUIL, V.; PROVENZALE, A.; FRATIANNI, S. Future droughts in northern Italy: high-resolution projections using EURO-CORDEX and MED-CORDEX ensembles. **Climatic Change**, v. 172, p. 22, 2022.
- CRAMER, W.; GUIOT, J.; FADER, M.; GARRABOU, J.; GATTUSO, J. P.; IGLESIAS, A.; LANGE, M. A.; LIONELLO, P.; LLASAT, M. C.; PAZ, S.; PEÑUELAS, J.; SNOUSSI, M.; TORETI, A.; TSIMPLIS, M. N.; XOPLAKI, E. Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. **Nature Climate Change**, v. 8, p. 972-980, 2018.
- FUZZO, D. F. S.; ASSUNÇÃO, F. J. M.; FUZZO, B. E.; FISCHER FILHO, J. A. Tendências e padrões de variação em séries temporais de temperatura do ar e precipitação na microrregião de Frutal – MG. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 17, n. 3, p. 1977–1991, 2024.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for policymakers. In: LEE, H.; ROMERO, J. (ed.). **Climate change 2023: synthesis report: contribution of working groups I, II and III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC, 2023. p. 1-34.
- MAHLSTEIN, I.; DANIEL, J. S.; SOLOMON, S. Pace of shifts in climate regions increases with global temperature. **Nature Climate Change**, v. 3, p. 739-743, 2013.
- MICHALAK, D. Adapting to climate change and effective water management in Polish agriculture-At the level of government institutions and farms. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 20, n. 1, p. 134-141, 2020.
- MOREIRA, A.; FONTANA, D. C.; KUPLICH, T. M.; CARDOSO, M. A. Dados meteorológicos estimados em condições de clima subtropical e a relação com índices de vegetação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, p. 1075-1091, 2017.
- ROSA, G. B.; SILVA FUZZO, D. F.; FISCHER FILHO, J. A. Modelos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região sul do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 33, p. 81-97, 2023.

- SANCHES, F. O.; DA SILVA, R. V.; FERREIRA, R. V.; CAMPOS, C. A. A. Climate change in the Triângulo Mineiro region–Brazil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, p. 570-587, 2017.
- SYLLA, M. B.; GIORGI, F.; PAL, J. S.; GIBBA, P.; KEBE, I.; NIKIEMA, M. Projected changes in the annual cycle of high-intensity precipitation events over West Africa for the late twenty-first century. **Journal of Climate**, v. 28, n. 16, p. 6475-6488, 2015.
- THAYER, A. W.; VARGAS, A.; CASTELLANOS, A. A.; LAFON, C. W.; MCCARL, B. A.; ROELKE, D. L. Integrating agriculture and ecosystems to find suitable adaptations to climate change. **Climate**, v. 8, p. 10-16, 2020.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p.
- XIANG, K.; LI, Y.; HORTON, R.; FENG, H. Similarity and difference of potential evapotranspiration and reference crop evapotranspiration—a review. **Agricultural Water Management**, v. 232, p. 106043, 2020.
- WHEELER, T.; VON BRAUN, J. Climate change impacts on global food security. **Science**, v. 341, p. 508-513, 2013.