

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM BACIA HIDROGRÁFICA PARA DEMANDA HÍDRICA POR PIVÔS CENTRAIS

TERESA CRISTINA TARLE PISSARRA<sup>1</sup>, JOÃO GUILHERME DA CRUZ<sup>2</sup>,  
GISLAINE COSTA DE MENDONÇA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Profa. Titular, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Jaboticabal. E-mail: teresa.pissarra@unesp.br

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Jaboticabal.

<sup>3</sup>Doutora em Agronomia, Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Jaboticabal.

Apresentado no LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** A disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica está relacionada ao volume de água produzido e consumido cujo balanço deve ser sustentável, e é um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico, principalmente para o sucesso da produtividade agrícola. Este trabalho teve como objetivo principal compreender a dinâmica dos fluxos hidrológicos e a demanda hídrica em uma microbacia hidrográfica de manancial, no intuito de promover produção agrícola mais sustentável e segurança hídrica. Nas bases de buscas da Agência Nacional de Águas e da HidroWeb foram coletados dados fluviométricos, pluviométricos, altitude, coordenadas geográficas, e prefixo das estações. A disponibilidade hídrica na bacia foi determinada com base no estudo de “Regionalização das Águas no Estado de São Paulo”, realizado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAAE. Foram observadas que descargas inferiores a 0,15 (m<sup>3</sup>/s), em que: Q98, Q95 e Q90 indicam que a vazão é atendida pelo menos durante 90%, 95% e 98% do tempo. Os valores de vazão Qm indicam a vazão média e Q<sub>7,10</sub> corresponde à vazão mínima com sete dias consecutivos de duração no tempo de retorno de dez anos. Na região, cada 1 ha de cana-de-açúcar em pivô central demanda ~ 0,0009 (m<sup>3</sup>/s) de volume de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** política de uso do solo; hidrogeologia; sustentabilidade.

### WATER AVAILABILITY IN BASIN FOR DEMAND BY CENTER PIVOTS

**ABSTRACT:** The hydro availability of a watershed is related to the volume of water produced and consumed, whose balance must be sustainable and is one of the fundamental factors for socioeconomic development, especially for the success of agricultural productivity. In this scenario, the main objective of this work was to understand the dynamics of hydrological flows and water demand in order to promote more sustainable agricultural production and water security. Through the search bases of the National Water Agency and HidroWeb, fluviometric, rainfall, altitude, geographic coordinates, and station prefix data were collected. The water availability in the basin was determined based on the study of “Hydro Regionalization of the State of São Paulo”, carried out by the Department of Water and Electricity – DAAE. Discharges below 0.15 (m<sup>3</sup>/s) were observed, where: Q98, Q95 and Q90 indicate that the flow is met at least 90%, 95% and 98% of the time. The flow values Qm indicate the average flow and Q<sub>7,10</sub> corresponds to the minimum flow with seven consecutive days of duration in the return time of ten years. In the region, each 1ha of central pivot sugarcane requires ~0.0009 (m<sup>3</sup>/s) of water volume.

**KEYWORDS:** land use policy; hydrogeology; sustainability; soil.

**INTRODUÇÃO:** As bacias hidrográficas de cabeceiras são fundamentais para a regulação dos fluxos hidrológicos à jusante, uma vez que contribuem diretamente para a produção de água de pequenas bacias hidrográficas. O balanço hídrico deve ser sustentável como um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico, principalmente para o sucesso da produtividade agrícola. No entanto, estudos realizados sobre a disponibilidade hídrica em ambientes rurais evidenciam os impactos dos padrões de uso dos solos sobre o manejo nas áreas de mananciais das microbacias (VALLE JUNIOR et al., 2015; SIMEDO et al., 2020; LOPES et al., 2021; PISSARRA et al., 2021). Como o impacto das atividades agrícolas é intensificado nestas áreas, especialmente quando ocorre o uso de irrigação, a investigação da disponibilidade e demanda hídrica é fundamental para compreender o sistema de consumo de água e promover a sustentabilidade da agricultura e a segurança hídrica local. Neste cenário, a agricultura desenvolvida sob sistemas de pivô-central está associada a uma demanda de recursos hídricos que pode comprometer o ecossistema e a segurança hídrica. O planejamento e o desenvolvimento de projetos de irrigação devem considerar a superfície do solo e os fluxos hidrológicos para assegurar o equilíbrio entre a disponibilidade hídrica e a demandada pela produção vegetal. Este entendimento é um grande desafio para a conservação dos serviços ecossistêmicos (PARRAS et al., 2020) e para o desenvolvimento de ações e o estabelecimento de critérios para o uso sustentável dos recursos naturais (PACHECO et al., 2018). Este projeto teve como principal objetivo compreender a disponibilidade hídrica em bacia hidrográfica de cabeceira como suporte à implementação sustentável de sistemas de irrigação em pivô-central.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi conduzido na área de cabeceira da bacia hidrográfica do córrego Rico (BHCR), localizada na região nordeste do Estado de São Paulo, constituída pelos Municípios de Jaboticabal, Taquaritinga, Monte Alto, Guariba e Santa Ernestina, em uma área de aproximadamente 563 km<sup>2</sup>, com posição geográfica entre as coordenadas UTM, longitudes 762000 e 766000 m E, latitudes 7664000 e 7945000 m N, MC 51°W Gr, com altitude variando entre 754 a 498 metros. Considerando o conjunto principal de nascentes e a área de drenagem do manancial (área de estudo) que corresponde a região de maior altitude e cabeceira, a extensão é de 2141,53 ha, correspondendo a 3,95% da BHCR. A área estudada é de extrema importância regional, uma vez que o manancial é responsável por 75% do abastecimento público de água do município de Jaboticabal e que tem enfrentado problemas recorrentes com o baixo nível dos reservatórios de captação em função do estresse hídrico.

O cálculo de disponibilidade hídrica foi realizado com os dados obtidos nas estações (postos) de medição de vazão operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e disponíveis na hidroweb, site: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br), obtida das séries históricas com pelo menos o período de dez anos de dados completos e que abrangeu o período crítico de estiagem da região. O fator de correção permitiu o ajuste dos resultados, admitindo-se que valores menores ocorreram na série histórica no período de estiagem. A disponibilidade hídrica na bacia foi determinada com base no estudo de “Regionalização das Águas no Estado de São Paulo”, realizado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE (2022) e disponibilizado em plataforma digital. O estudo foi baseado na análise de série histórica de precipitação e vazão, observadas em 444 postos pluviométricos e 219 fluviométricos.

Os cálculos estatísticos das vazões médias, vazões de referência (Q95%; Q90%; Q7.10) foram realizados e as curvas de permanência foram elaboradas em gráficos de estiagem (TUCCI, 2002; BERNARDO, 1995). A demanda hídrica foi obtida a partir da metodologia aplicada por RODRIGUES; BAYER (2019), conforme é exemplificado no Atlas de irrigação da Agência Nacional das Águas (ANA, 2017), em metros cúbicos ao mês na área de cada pivô. A coleta e o processamento dos dados referentes a superfície estudada em escala espacial foi realizada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com o uso dos softwares Google Earth Pro e ArcGIS 10.1.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As descargas hídricas foram inferiores a 0,15 (m<sup>3</sup>/s), em que: Q98, Q95 e Q90 indicam que a vazão é atendida pelo menos durante 90%, 95% e 98% do tempo. Os valores de vazão Qm indicam a vazão média e Q<sub>7,10</sub> corresponde à vazão mínima com sete dias consecutivos de duração no tempo de retorno de dez anos. Considerando que o DAEE adota como vazão de referência a Q<sub>7,10</sub>, ou seja, o valor de vazão que representa o limite superior de utilização da água em um curso d'água Tucci (2002), pode-se destacar que a bacia do manancial não suporta uma demanda de vazão firme – Q<sub>f</sub> superior a 0,0386 m<sup>3</sup>/s. A curva de permanência demonstra a relação entre a vazão observada e as percentagens com que esta vazão é superada ou igualada. A porcentagem de permanência (Fig. 1) indica que a bacia tem a vazão de referência mantida em pelo menos 95% do tempo.

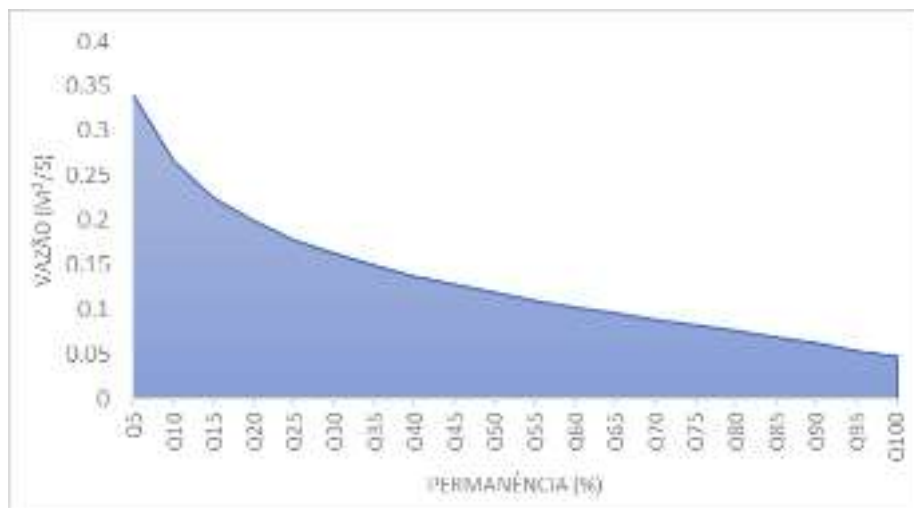


Fig.1 - Curva de permanência de vazão.

Os pivôs centrais fixos são recomendados para estratégias de irrigação deficitária com atendimento de 30 a 60% da demanda hídrica. Na região, cada 1 ha cebola em pivô central demanda ~ 0,0009 (m<sup>3</sup>/s) de água. Os princípios hidrológicos aplicados indicam o volume de água produzido na região de manancial da BHCR. A formação da região das nascentes e a manutenção da água oriunda dos lençóis freáticos no manancial da BHCR dependem das ações de preservação e da aplicação de tecnologias de conservação.

**CONCLUSÕES:** Os pivôs centrais fixos são recomendados para estratégias de irrigação deficitária com atendimento de 30 a 60% da demanda hídrica. Na região, cada 1 ha de cebola em pivô central demanda ~ 0,0009 (m<sup>3</sup>/s) de água. As vazões mínimas aplicadas como referência são vazões de elevada permanência no tempo e considera o valor do Q<sub>7,10</sub> o limiar aproximado de 42 ha em sistema de pivô-central. Para assegurar o atendimento à demanda necessária aos múltiplos uso da água é fundamental considerar futuras instalações de irrigação na bacia.

**AGRADECIMENTOS:** Processo: 405976/2021-6 Vigência: início: 03/02/2022 fim: 28/02/2025 - Título: PROJETO MANANCIAIS: serviços ecossistêmicos de bacia hidrográfica, paradigma para a gestão de recursos hídricos, solo e política de uso do solo Instituição de Execução: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho CNPJ: 48031918000124 Ação: Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N° 18/2021 - Faixa A - Grupos Emergentes. Processo: 311791/2023-9 Vigência: início: 01/03/2024 fim: 28/02/2027 Título: Estudos Integrados das Relações Paisagem-Solo-Água: avaliando a eficácia dos mananciais Instituição de Execução: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal CNPJ: 48031918001287 Ação: Chamada CNPq N° 09/2023 - Bolsas de Produtividade em Pesquisa - PQ

## **REFERÊNCIAS:**

- ANA (Agência Nacional das Águas). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. Viçosa. UFV, Impr. Univ. 6 ed. 657 p.: il. 1995. DAEE – 2022. Outorgas. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br>. Acesso 10 ago. 2022.
- LOPES, M. C. et al. A case study of factors controlling water quality in two warm monomictic tropical reservoirs located in contrasting agricultural watersheds. *Science of the Total Environment*, v. 762, n. 1, p. 144511, 2021.
- PACHECO, F.A.L. et al. Land degradation: Multiple environmental consequences and routes to neutrality. *Curr. Opin. Environ. Sci. Heal.* 5, 79–86, 2018.
- PARRAS, R. et al. The configuration of forest cover in Ribeirão Preto: A diagnosis of Brazil's forest code implementation. *Sustainability*, v. 12, n. 14, p. 1–13, 2020.
- PISSARRA, T.C.T, et al. 2021. Production of clean water in agriculture headwater catchments. *Science of the Total Environment*, 785.
- RODRIGUES, L. de C.; BAYER, M. Avaliação da demanda hídrica por pivôs centrais e agroindústrias na Alta Bacia do Ribeirão Santo Inácio–Orizona/GO. *Ateliê Geográfico*, v. 13, n. 2, p. 128-147, 2019.
- SIMEDO, M. B.L. et al. The Assessment of Hydrological Availability and the Payment for Ecosystem Services: A Pilot Study in a Brazilian Headwater Catchment. *Water*, v. 12, n. 10, p. 2726, 2020.
- TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 256 p.
- VALLE JÚNIOR R.F. et al. Impacts of land use conflicts on riverine ecosystems. *Land Use Policy*, 43, 48-62, 2015.
- <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>
- <https://www.gov.br/ana/pt-br>