

## DEMANDA HÍDRICA DAS PRINCIPAIS CULTURAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA (SP)

ANA PAULA PEREIRA CARVALHO <sup>1</sup>, TAMARA MARIA GOMES <sup>2</sup>, ANA CLAUDIA PEREIRA CARVALHO <sup>3</sup>, FABRÍCIO ROSSI <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Ambiental, Pós-doutoranda no Programa USP Sustentabilidade, Universidade de São Paulo, ana.carvalho02@alumni.usp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Professora associada do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo

<sup>3</sup> Eng. Ambiental, Pós-doutoranda no Programa USP Sustentabilidade, Universidade de São Paulo.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Professor associado do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo.

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

**RESUMO:** A preocupação com o uso dos recursos hídricos cresce com o passar dos anos, devido ao aumento do contingente populacional e a crescente necessidade por alimentos e produtos. Dessa forma, é imprescindível conhecer a demanda hídrica dos diferentes setores, principalmente do setor agrícola pela necessidade da irrigação. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar a demanda hídrica das principais culturas da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba (BHRP), com base na utilização de técnicas de geoprocessamento e a integração de dados de duas plataformas oficiais (MapBiomass e Coeficientes Técnicos para Agricultura Irrigada). Com base nas análises, a cultura que apresenta maior demanda hídrica é a cana-de-açúcar, devido ser a cultura predominante em extensão territorial, além de apresentar maior necessidade de irrigação, correspondendo a 9,33m<sup>3</sup>/ha/dia. A menor demanda hídrica é representada pelo café, a sua necessidade média de irrigação se enquadra em 6,39 m<sup>3</sup>/ha/dia. Os métodos adotados poderão ser utilizados em outras regiões para auxiliar na gestão agrícola e no planejamento dos recursos hídricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura, irrigação, coeficientes técnicos.

### WATER DEMAND OF THE MAIN CROPS IN THE PIRACICABA RIVER BASIN (SP)

**ABSTRACT:** Concern over the use of water resources has grown over the years due to the increase in population and the growing need for food and products. It is therefore essential to know the water demand of the different sectors, especially the agricultural sector due to the need for irrigation. With this in mind, the aim of this work was to determine the water demand of the main crops in the Piracicaba River Basin (BHRP), based on the use of geoprocessing techniques and the integration of data from two official platforms (MapBiomass and Technical Coefficients for Irrigated Agriculture). Based on the analyses, the crop with the highest water demand is sugar cane, as it is the predominant crop in terms of land area, as well as having the greatest need for irrigation, corresponding to 9.33m<sup>3</sup>/ha/day. The lowest water demand is represented by coffee, with an average irrigation requirement of 6.39 m<sup>3</sup>/ha/day. The methods adopted could be used in other regions to help with agricultural management and water resource planning.

**KEYWORDS:** agriculture, irrigation, technical coefficients.

**INTRODUÇÃO:** O uso racional dos recursos hídricos é um dos assuntos de grande relevância nas áreas ambiental e agrícola, principalmente nas regiões que sofrem com a escassez hídrica. Considerando os diferentes tipos de usuários, a irrigação se destaca como o setor de maior demanda hídrica, em escala global, e está cada vez mais submetida as consequências dos riscos climáticos (KALBOUSSI et al., 2022). Diante disso, torna-se necessário a adoção de estratégias de irrigação que assegure uma gestão agrícola sustentável (BOUNAJRA et al., 2024). Contudo, é fundamental estimar a necessidade de irrigação das culturas, para não comprometer o seu desenvolvimento, bem como evitar as perdas de água pelo uso em excesso, o que consequentemente influencia no rendimento das culturas e na diminuição da oferta hídrica. Atualmente, existem ferramentas computacionais que permitem realizar análises do uso e cobertura do solo, para identificar as regiões de caráter agrícola, e classificá-las quanto ao tipo de cultura (CARVALHO et al., 2021). Além disso, a utilização de produtos oriundos de sensores remotos auxilia no cálculo do volume de água demandado nessas regiões. Diante deste contexto, o objetivo principal deste trabalho consistiu em determinar a demanda hídrica de quatro principais culturas da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba (BHRP), utilizando como base o mapeamento do uso e cobertura do solo, referente ao ano de 2022, elaborado pelo projeto MapBiomias, para fim de auxiliar na gestão agrícola e dos recursos hídricos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo consiste em uma das bacias hidrográficas que compõem a quinta Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI-05), sendo especificamente a BHRP. Esta bacia apresenta extensão territorial na ordem de 12.655 km<sup>2</sup>, totalizando 61 municípios, sendo 56 municípios situados no estado de São Paulo, e 5 municípios situados no Estado de Minas Gerais. A produção industrial e a agricultura são as principais atividades que contribuem com a economia da BHRP. Com relação aos aspectos metodológicos, em primeiro momento, foi realizado o *download* dos arquivos matriciais referentes ao uso e cobertura do solo dos estados de São Paulo e Minas Gerais, referente ao ano de 2022, por meio da utilização do código aberto no Google Earth Engine<sup>®</sup> (Projeto MapBiomias, 2024). Em seguida, os arquivos foram reprojatados para o datum SIRGAS 2000, e recortados para a área de interesse (BHRP). Posteriormente, foram separadas as classes do mapa de uso e cobertura do solo que representam as culturas de maior evidência (café, cana-de-açúcar, soja e citros) da BHRP. Em seguida, estas classes foram intersectadas com os limites administrativos dos estados de São Paulo e Minas Gerais, com auxílio das ferramentas do *software* ArcGIS<sup>®</sup>. Posteriormente, foram coletados a necessidade de irrigação de cada cultura, levando em consideração o município, visto que, cada região da bacia apresenta suas especificidades com relação as variáveis climáticas. A necessidade de irrigação corresponde o volume da chuva complementado com a irrigação. Os valores médios que representam essa variável foram estimados pela Agência Nacional de Águas, que considerou em suas análises a precipitação efetiva, a evapotranspiração real, a eficiência de irrigação e as características da cultura. Os dados numéricos foram coletados na plataforma “Coeficientes Técnicos para Agricultura Irrigada” (ANA, 2019), e seguiu dois critérios: a precipitação efetiva em 100%, ou seja, nesta condição supõem-se que a cultura consegue aproveitar totalmente a água da chuva; e, a eficiência do uso da água em 70%. Uma vez coletados os dados, foi realizado o cálculo da demanda hídrica das quatro culturas, com base na multiplicação das respectivas áreas pelas suas necessidades de irrigação. Para isto, foram contabilizadas as áreas de cada cultura por município. Posteriormente, foram analisadas as regiões que sobressaem quanto a demanda hídrica, a fim de auxiliar no planejamento dos recursos hídricos e na gestão agrícola.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A porção centro-oeste da BHRP se destaca com relação à agricultura, tendo a cana-de-açúcar como cultura predominante, atingindo 1.737,42 km<sup>2</sup>. A Figura 1 apresenta a espacialização das principais culturas existentes na BHRP, com suas extensões territoriais (km<sup>2</sup>), referente ao ano de 2022. A Figura 2 apresenta a necessidade de irrigação e a demanda hídrica das quatro principais culturas da BHRP. Nota-se que a cana-de-açúcar apresenta os maiores valores médios referente a necessidade de irrigação. O município de Saltinho apresenta a maior necessidade de água para a cultura, na ordem de 13,39 m<sup>3</sup>/ha/dia. Enquanto, o município de Sapucaí-Mirim apresenta a menor necessidade, correspondendo a 5,10 m<sup>3</sup>/ha/dia.

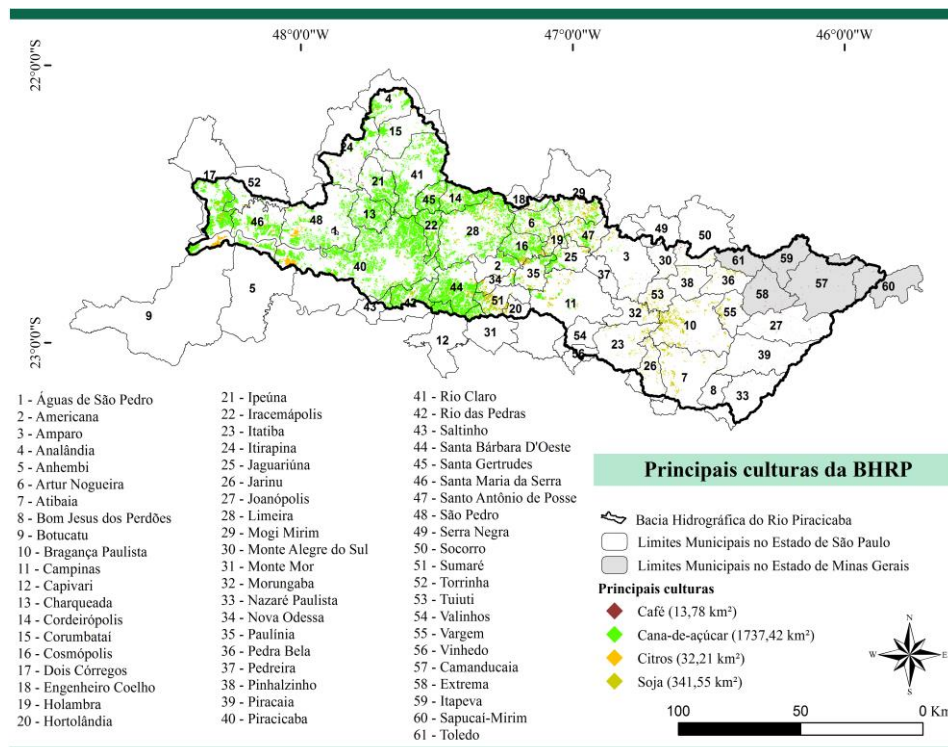


FIGURA 1. Espacialização das principais culturas da BHRP, referente ao ano de 2022. Fonte: Adaptado do Projeto MapBiomass (2024).

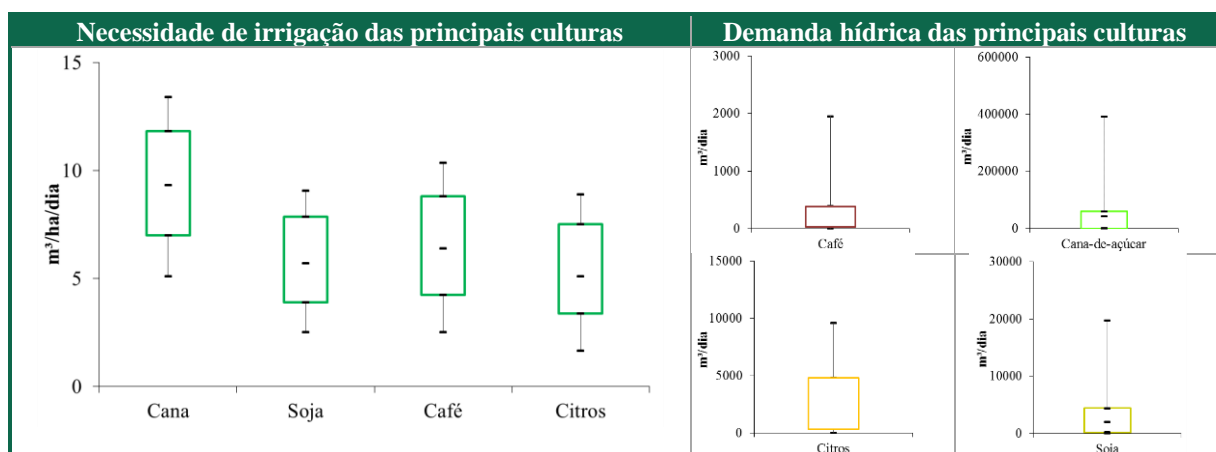


FIGURA 2. Necessidade de irrigação das culturas (m<sup>3</sup>/ha/dia) e a demanda hídrica (m<sup>3</sup>/dia) das principais culturas da BHRP.

Os valores médios da necessidade de irrigação das demais culturas não variam de forma significativa, sendo de 5,10 m<sup>3</sup>/ha/dia, 5,70 m<sup>3</sup>/ha/dia e 6,39 m<sup>3</sup>/ha/dia, para os citros, a soja e

o café, respectivamente. Com relação à demanda hídrica das culturas analisadas, pode-se observar que a cultura de cana-de-açúcar se sobressai, devido apresentar maiores extensões de áreas agricultáveis, bem como maior necessidade de irrigação, correspondendo a média de 9,33 m<sup>3</sup>/ha/dia. O município de Piracicaba demanda cerca de 20% do volume total de água utilizado para a irrigação da cana-de-açúcar na BHRP. Enquanto, o município de Pedreira localizado na região central da BHRP, apresenta apenas um volume de 2,34 m<sup>3</sup>/dia. A segunda cultura que se destaca quanto a demanda hídrica é a soja, compreendendo a 195.681,39 m<sup>3</sup>/dia, os municípios com maior produção são: Limeira, Sumaré, Bragança Paulista, e Mogi Mirim. Em seguida, os citros se enquadram na terceira cultura de maior demanda hídrica. Os municípios de Piracicaba, Botucatu e São Pedro são responsáveis por 91,23% do total da demanda hídrica da cultura na BHRP, totalizando mais de 20.000 m<sup>3</sup>/dia. Com relação ao café, a produção é pouco expressiva, distribuída principalmente no noroeste e na porção leste da BHRP, tal fato se deve pelas características físicas destas regiões. O município de Itirapina apresenta maior demanda hídrica com 1.954,91 m<sup>3</sup>/dia, enquanto Jarinu a demanda não ultrapassa a 3,33 m<sup>3</sup>/dia.

**CONCLUSÕES:** A metodologia abordada permitiu determinar a demanda hídrica que considerou a necessidade de irrigação (volume de chuvas complementado com a irrigação) e as áreas das principais culturas da BHRP, por meio da associação dos dados de duas plataformas oficiais (MapBiomas e Coeficientes Técnicos para Agricultura Irrigada), além do uso do geoprocessamento. A região oeste da BHRP se destaca com caráter agrícola, tendo a cana-de-açúcar como cultura predominante, apresentando maior demanda hídrica. Os procedimentos metodológicos adotados podem ser reaplicados para outras regiões hidrográficas para auxiliar as tomadas de decisão quanto a gestão agrícola e o uso sustentável dos recursos hídricos.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo pelas bolsas de pós-doutorado.

## REFERÊNCIAS:

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). Coeficientes Técnicos para Agricultura Irrigada. 2019. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYWw0NDMzNmYtNTYxZC00ZThjLWlyYjctM2NIMDVjZTQxOWI3IiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTU2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada. 2019. Brasília.

BOUNAJRA, A.; GUEMMAT, K. E.; MANSOURI, K.; AKEF, F. Towards efficient irrigation management at field scale using new technologies: A systematic literature review. **Agricultural Water Management**, v. 295, p. 108758, 2024.

CARVALHO, A. P. P.; LORANDI, R.; COLLARES, E. G.; DI LOLLO, J. A.; MOSCHINI, L. E. Potential water demand from the agricultural sector in hydrographic sub-basins in the southeast of the state of São Paulo-Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 319, p.107508, 2021.

PROJETO MAPBIOMAS - Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2024.

KALBOUSSI, N.; BIARD, Y.; PRADELEIX, L.; RAPAPORT, A.; SINFORT, C.; AIT-MOUHEB, N. Life cycle assessment as decision support tool for water reuse in agriculture irrigation. **Science of the Total Environment**, v. 836, p. 155486, 2022.