

# XVII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

## A QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BONFIM AFLUENTE DO RIO PIABANHA, PETRÓPOLIS/RJ

*Janaina Gomes Pires da Silva<sup>1</sup>; Cristiane Ribeiro de Melo<sup>2</sup>; Mariana Dias Villas Boas<sup>3</sup>; Michele Bruna de S. do Nascimento<sup>4</sup>.*

**RESUMO** – A ocorrência dos eventos extremos de precipitação, somadas às características naturais e de ocupação do solo, fazem com que o município de Petrópolis/RJ, localizado na região Serrana do Rio de Janeiro, apresente eventos de inundação e deslizamentos de terra. Uma medida não estrutural para mitigação e redução dos danos ocorridos no solo, são as técnicas de restauração em área deslizada, degradada e desprovida das camadas iniciais de solo, através de atividades agrícolas. O objetivo deste trabalho é avaliar a água utilizada para irrigação na bacia hidrográfica do Bonfim, afluente do rio Piabanha, no município de Petrópolis, na recuperação de áreas degradadas através do uso agrícola, identificando os trechos inapropriados para captação.

**ABSTRACT** – The occurrence of extreme rainfall events, added to the natural characteristics and land occupation, contribute to flooding and earth sliding events, in the municipality of Petrópolis/RJ, located in the Serrana region of Rio de Janeiro. A non-structural measure to mitigate and reduce damage to the soil are restoration techniques in degraded landslide areas, devoid of superficial layers of soil, through agricultural activities. The objective of this work is to evaluate the water used for irrigation in the Bonfim hydrographic basin, a tributary of the Piabanha river, in the municipality of Petrópolis, in the recovery of degraded areas through agricultural use, identifying places inappropriate for water collection.

**Palavras-Chave** – Qualidade de água, Atividades agrícolas, Irrigação.

### INTRODUÇÃO

A ocupação de Petrópolis, região serrana do Rio de Janeiro, ocorreu fundamentalmente em fundo de vale, o que torna a cidade suscetível a movimentos de massa e inundações. A expansão urbana de Petrópolis resultou na redução das áreas vegetadas, os morros foram ocupados na maioria da cidade, levando a um aumento do desmatamento e à ocupação das margens dos rios, aumentando os riscos para os residentes (Rocha *et al.*, 2024).

1) Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM: (21) 98666-4571, e-mail: [janaina.silva@sgb.gov.br](mailto:janaina.silva@sgb.gov.br);

2) Serviço Geológico do Brasil. Ruas Escritor Souza, 1001- Cabanga, Recife-PE, Brasil. e-mail: [cristiane.melo@sgb.gov.br](mailto:cristiane.melo@sgb.gov.br);

3) Serviço Geológico do Brasil – Av. Pasteur 404 Urca, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. e-mail: [mariana.villasboas@sgb.gov.br](mailto:mariana.villasboas@sgb.gov.br);

4) Serviço Geológico do Brasil – Av. Pasteur 404 Urca, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. e-mail: [michele.nascimento@sgb.gov.br](mailto:michele.nascimento@sgb.gov.br).

Ocorrências dos eventos extremos de precipitação, somadas às características naturais e de ocupação do solo, fazem com que o município se destaque como uma das áreas mais afetadas por desastres, sendo a maioria de deslizamentos de terra. A preparação das comunidades para tais eventos é crucial para o desenvolvimento de sistemas resilientes, utilizando mecanismos para mitigação de riscos de desastres, como o Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR (Oda *et al.*, 2024).

Uma medida não estrutural para mitigação de riscos, para redução dos danos ocorridos no solo, são as técnicas de restauração em área deslizada, degradada e desprovida das camadas iniciais de solo. A regeneração do solo pode ser feita de forma natural, o que deixa margem para reocupação desordenada, ou através de utilização da área para plantio. Entretanto, para que sejam realizadas atividades agrícolas, é necessário que a água utilizada seja de boa qualidade, evitando contaminação e comprometimento da produção.

Diante do exposto, o trabalho aqui apresentado tem como objetivo avaliar a água utilizada para irrigação na bacia hidrográfica do Bonfim, possibilitando a recuperação das áreas degradadas/deslizadas através do uso agrícola, identificando os trechos inapropriados para captação.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

A bacia hidrográfica do rio Bonfim, afluente do rio Piabanha, nasce na região da unidade de conservação do Parque Nacional da Serra dos Órgãos - PARNASO e apresenta uma área total de aproximadamente 30 km<sup>2</sup>. Os solos dominantes são os Neossolos Litólicos Distróficos e Cambissolos Háplicos Tb Distróficos. O clima da bacia hidrográfica é caracterizado como Cfb segundo Köppen, com verão mais ameno e inverno mais seco, e a temperatura média, variando de 13° a 23° C (Nascimento, 2024).

O bairro do Bonfim está inserido na área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos desde a demarcação da unidade, em 1984. De acordo com Silva (2013), no ano de 2006, na bacia hidrográfica do Bonfim, os sistemas de uso e cobertura do solo (Figura 1) apresentavam uso para agricultura de 7,7% da área da bacia, enquanto a área urbana ocupava 3,8% deste total.

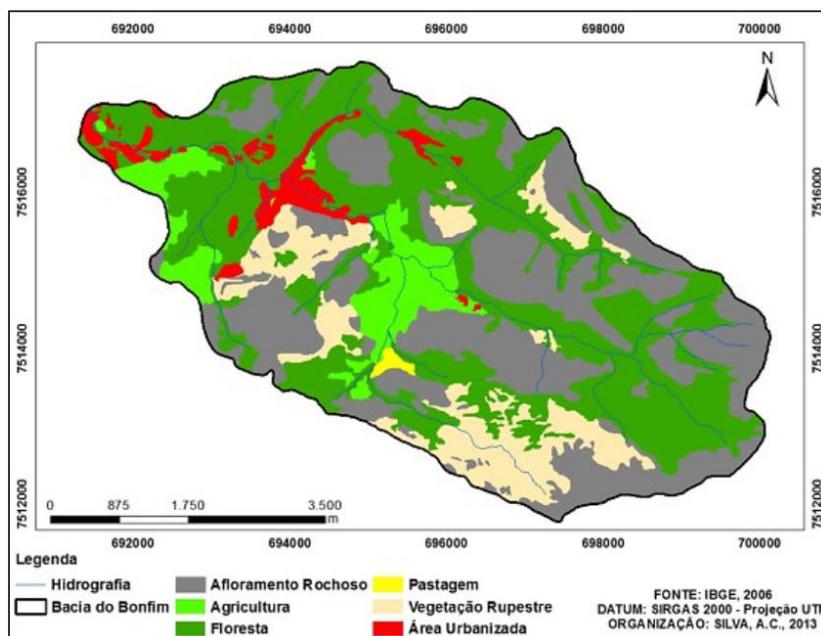


Figura 1. Uso e cobertura da bacia hidrográfica do rio Bonfim, Petrópolis-RJ. Fonte: Silva, 2013.

Por ser considerada uma área agrícola, e como não estão especificados os limites com o parque, foi assinado em 2019 um termo de compromisso, que prevê um ordenamento do local, entre o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio e os produtores rurais. Dessa forma, mesmo a água não sendo utilizada objetivando a produção agrícola, como meio de recuperação de área, já existe uma produção rural local que utiliza a água disponível na bacia para diversos fins, dentre eles a produção de flores, hortaliças e leguminosas de ciclo curto (Figura 3).

### **Qualidade de água para irrigação**

As fontes de água superficiais estão sujeitas à contaminação pelo lançamento de esgotos sanitários, dejetos orgânicos gerados pela própria atividade rural, ou pelo carreamento, e pela água da chuva (EMBRAPA, 2014). A Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO é o parâmetro mais utilizado para medir o nível de poluição das águas. A Tabela 1 apresenta a classificação das águas para DBO segundo seus usos para fins de irrigação, proposta e regulamentada pela Resolução nº 357 do CONAMA, publicada em 2005.

Entretanto, existem nas águas microelementos que não podem ter suas concentrações excedidas (Tabela 2), pois a aplicação incontrolada na água de irrigação pode produzir nos solos uma acumulação progressiva. O acúmulo pode ocasionar posteriormente, efeitos tóxicos sobre as plantas cultivadas, absorção e acumulação de certos elementos pelos cultivos, alcançando concentrações

perigosas para as pessoas ou animais que os consumam ou ser arrastado até as águas subterrâneas ou superficiais, contaminando-as para uso posteriores (EMBRAPA, 2010).

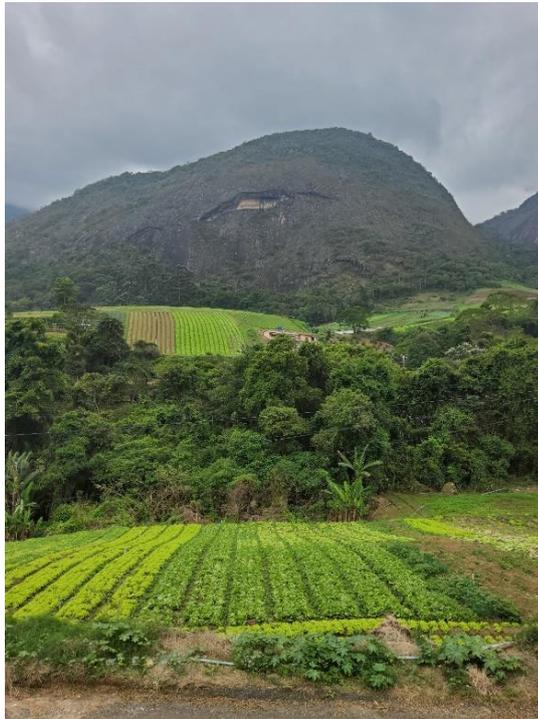


Figura 3. Plantação na bacia hidrográfica do Bonfim, Petrópolis/RJ.

Tabela 1. Classes e possibilidades de uso de água para a irrigação, para espécies de plantas

| Classe | DBO <sup>(1)</sup><br>(mg/L O <sub>2</sub> ) | Culturas a serem irrigas   |
|--------|--|--|
| 1      | 3  | Hortaliças consumidas cruas e fruteiras em que os frutos se desenvolvam rentes ao solo, e sejam consumidos crus, sem remoção da película                 |
| 2      | 5  | Hortaliças e frutíferas, exceto as anteriores, parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa a vir a entrar em contato direto |

(1) DBO: demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C).

Fonte: Brasil (2005)

Tabela 2. Concentrações máximas de microelementos recomendáveis para a água de irrigação

| Elemento     | Concentração mg L <sup>-1</sup> | Toxicidade   |
|--------------|---------------------------------|--|
| Cd (Cádmio)  | 0,01                            | Tóxico para o feijão, a beterraba e o nabo em concentrações tão baixas como 0,1 mg L <sup>-1</sup> em soluções nutritivas. Recomendam-se limites baixos devido a sua acumulação potencial em solos e plantas, perigosos para seres humanos |
| Co (cobalto) | 0,05                            | Tóxico para o tomateiro a 0,1 mg L <sup>-1</sup> em solução nutritiva. Tende a ficar inativo em solos neutros e alcalinos  |

Fonte: EMBRAPA, 2010

### **Pontos de coleta de qualidade de água na bacia hidrográfica**

A bacia do Bomfim é monitorada em sua extensão por 03 estações operadas pela rede de monitoramento hidrológico do Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM (Tabela 3) e que fazem parte do projeto Estudos Integrados em Bacias Experimentais e Representativas - EIBEX: Mata Atlântica Fluminense. A Figura 2 apresenta a localização das estações, ou pontos de coleta, em relação à bacia, sendo a estação de coleta mais a jusante do Poço Casinho e mais a montante do Poço do Tarzan.

A série de dados coletada pelo projeto EIBEX encontra-se disponível ao público no site do SGB/CPRM (2014), com os dados de precipitação e cota do nível d'água das estações convencionais, os resumos de medição de descarga e os dados de qualidade de água compatíveis com o formato Hidro.

Tabela 3. Localização das estações de monitoramento do SGB/CPRM

| Bacia    | Estação         | Curso d'água | Latitude      | Longitude     | Coleta de dados             |
|----------|-----------------|--------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| Agrícola | Poço Tarzan     | Rio Bonfim   | 22° 27' 14" S | 43° 06' 28" O | Agosto/2009 a<br>Março/2024 |
|          | Poço do Casinho | Rio Açú      | 22° 27' 40" S | 43° 05' 41" O |                             |
|          | João Christ     | Rio Alcobaça | 22° 27' 38" S | 43° 06' 00" O |                             |



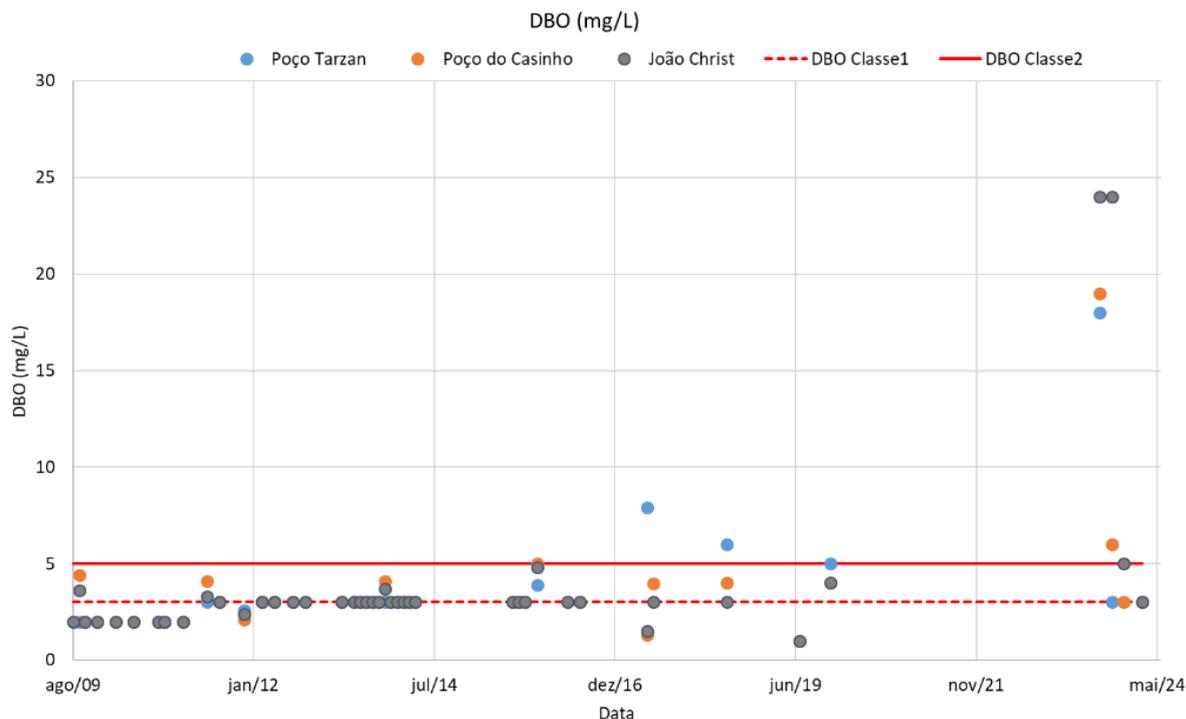
Figura 2. Localização dos pontos de coleta de qualidade de água na bacia do Bonfim  
(Fonte: Google Earth, 2024)

## METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em 3 etapas. Na primeira etapa foram identificadas as estações de monitoramento de qualidade de água na bacia e quais os índices monitorados compatíveis com os monitorados pelos órgãos competentes. Na segunda etapa, observou-se a evolução temporal dos parâmetros coletados pelo SGB/CPRM (DBO, cádmio e cobalto) e sua distribuição espacial. Os mesmos foram comparados com as concentrações permitidas para uso da água, para fins de irrigação. Em seguida, na terceira etapa, a avaliação foi feita por trecho (entre os pontos de coleta) de montante para jusante, identificando a possibilidade ou não de captação da água.

## RESULTADOS

Em toda a série de dados, agosto/2009 a março/2024, os índices de cádmio e cobalto dissolvidos não excederam  $0,002 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,005 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente. Tais índices tornam viável o cultivo de feijão, beterraba, tomate e nabo, no que se refere aos referidos índices de toxicidade. Entretanto, a concentração de DBO ( $\text{mg/L}$ ) apresentou concentração acima do tolerável, em alguns períodos, como apresentado na Figura 3.



Tais índices tornam viável o cultivo de feijão, beterraba, tomate e nabo, no que se refere aos referidos índices de toxicidade. Entretanto, a concentração de DBO (mg/L) apresentou concentração acima do tolerável, em alguns períodos, como apresentado na Figura 3.

Dessa forma, o trecho entre as estações João Christ e Poço do Tarzan também pode ser considerado apropriado para fins de irrigação. Vale ressaltar que mesmo sendo uma bacia rural, o aumento excessivo dos índices em alguns períodos do ano pode ocorrer, alertando para a necessidade de constante monitoramento na área e de investigações, para entender a causa de tais mudanças.

Por se tratar de uma bacia agrícola, os usuários padrão (agricultores e população local) se utilizam da água sem muitos critérios: não só para irrigação, mas para uso humano, com captações clandestinas para abastecimento residencial.

## CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do rio Bonfim, monitorada através do projeto EIBEX, encontra-se em área agrícola, e apresentou valores medidos próximos ao desejável, na maior parte do tempo de monitoramento. O monitoramento realizado na bacia no período de 2009 a 2024 mostra que os índices de toxicidade de cádmio e cobalto apresentaram valores aceitáveis durante todo o período.

Contudo, entre os meses de agosto e outubro de 2023, as concentrações de DBO (mg/L) para todas as estações alcançaram valores muitíssimo elevados. Mesmo ocorrendo uma volta aos padrões esperados no mês de setembro/2023, para as estações Poço Casinho e Poço Tarzan, a estação João Christ permaneceu com valores excessivos.

Cabe observar, que os resultados obtidos para DBO para as três estações na campanha de agosto de 2023 e para João Christ em outubro de 2023 são outliers e podem significar um evento pontual, uma mudança de comportamento ou, talvez um erro de digitação ou análise e devem ser analisados conforme forem realizadas análises futuras.

Diante do exposto, este trabalho conclui que a água da bacia é propícia para irrigação, mas que o monitoramento deve continuar a ser realizado, para garantir a qualidade da água captada e monitorar eventuais mudanças nos padrões, além de tentar compreender suas causas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Leis, decretos, etc. Resolução/CONAMA no 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial, Brasília 18 março 2005. Seção 1, p. 58-63.

GOOGLE EARTH. Imagem de localização das Estações de qualidade de água. Brasil: Google, [2024]. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 08 jul. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Qualidade da Água de Irrigação. ALMEIDA, O. A. Cruz das Almas, BA, Dezembro, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. MAROUELLI, W. A.; MALDONADE, I. R.; BRAGA, M. B. E SILVA, H. R. Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação. Circular técnica. Brasília, DF, Outubro, 2014.

NASCIMENTO, Ana Cláudia de Mello et al. Balanço hídrico de florestas e pastagens em diferentes solos na bacia hidrográfica do Bonfim–Região Serrana do estado do Rio de Janeiro. 2024.

ODA, P. S. S., TEIXEIRA, D. L. S., PINTO, T. A. C., DA SILVA, F. P., RIONDET-COSTA, D. R. T., MATTOS, E. V., ... & DOS SANTOS, A. P. P. (2024). Disasters in Petrópolis, Brazil: Political, urban planning, and geometeorological factors that to contributed to the event on February 15, 2022. *Urban Climate*, 54, 101849.

ROCHA, Emanuela et al. PETRÓPOLIS MAIS-QUE-HUMANA. *PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade*, v. 8, n. 29, p. 316-341, 2024.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. [2024]. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/dados-do-projeto-e-arquivos-vetoriais>.

SILVA, A. C. Simulação da descarga fluvial em resposta a mudanças de uso e cobertura da terra: Bacia do rio Bonfim, Petrópolis (RJ). Dissertação de Mestrado em Geografia—Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.