

## XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

# EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM A FINALIDADE DE USO NA PORÇÃO SUL DA BACIA DO RIO GORUTUBA, NORTE DE MINAS GERAIS

*Hugo G. de Oliveira<sup>1</sup>; Luan M. F. Meireles<sup>1</sup>; Rodrigo S. de Paula<sup>2</sup>; Vitória G. Macedo<sup>1</sup>;  
Izamara M. Verteiro<sup>1</sup>; Júlia H. Sigoli<sup>1</sup>.*

### **Resumo:**

A região estudada se localiza na porção sul da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, no norte de Minas Gerais em uma área de, aproximadamente, 2.140,80 km<sup>2</sup> e abrange parte dos municípios de Janaúba, Porteirinha, Nova Porteirinha, Riacho dos Machados e Francisco Sá. A bacia analisada está dentro do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (SF10 – CBH). Dados de outorgas subterrâneas, superficiais e não identificadas foram utilizados para entender como se deu a evolução da quantidade de outorgas ao longo do tempo, além das respectivas somas das vazões outorgadas vigentes em cada ano de análise. Para esse trabalho foi definido que o período avaliado é de 12 anos, iniciando em 2010 e finalizando em 2022. A partir dos resultados verifica-se que as outorgas subterrâneas representam quase a totalidade dos tipos de captações para a bacia, e Janaúba e Nova Porteirinha são os municípios que mais captam água, tanto pelo número de outorga como pela vazão. Já a principal finalidade de uso de água para a bacia é a irrigação, o que pode ser explicado pelo aumento da agricultura na região, que representa a principal atividade econômica dos municípios. Além disso, outras importantes finalidades das captações são para o abastecimento público e para a indústria.

**Palavras-Chave** – Rio Gorutuba; Outorgas; Recursos Hídricos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A área de estudo corresponde à porção sul da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, com 2.140,80 km<sup>2</sup>. Localizada a norte do estado de Minas Gerais, na região sudeste do Brasil, a bacia

---

<sup>1</sup>) Discente de Graduação em Geologia - Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil ([hgo-oliveira@ufmg.br](mailto:hgo-oliveira@ufmg.br); 31 92002-0678)

<sup>1</sup>) Discente de Graduação em Geologia - Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil ([luanmeireles999@ufmg.br](mailto:luanmeireles999@ufmg.br); 38 99230-8797).

<sup>2</sup>) Docente do Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ([rodrigo.spdm@yahoo.com.br](mailto:rodrigo.spdm@yahoo.com.br); 31 99116-7905).

<sup>1</sup>) Discente de Graduação em Geologia - Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil ([vitoriagomesmacedo3@gmail.com](mailto:vitoriagomesmacedo3@gmail.com); 33 98454-1389)

<sup>1</sup>) Discente de Graduação em Geologia - Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil ([izamaramartinsverteiro@gmail.com](mailto:izamaramartinsverteiro@gmail.com); 31 9602-0796)

<sup>1</sup>) Discente de Graduação em Geologia - Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil ([juhuckss@gmail.com](mailto:juhuckss@gmail.com); 11 93278-8672)

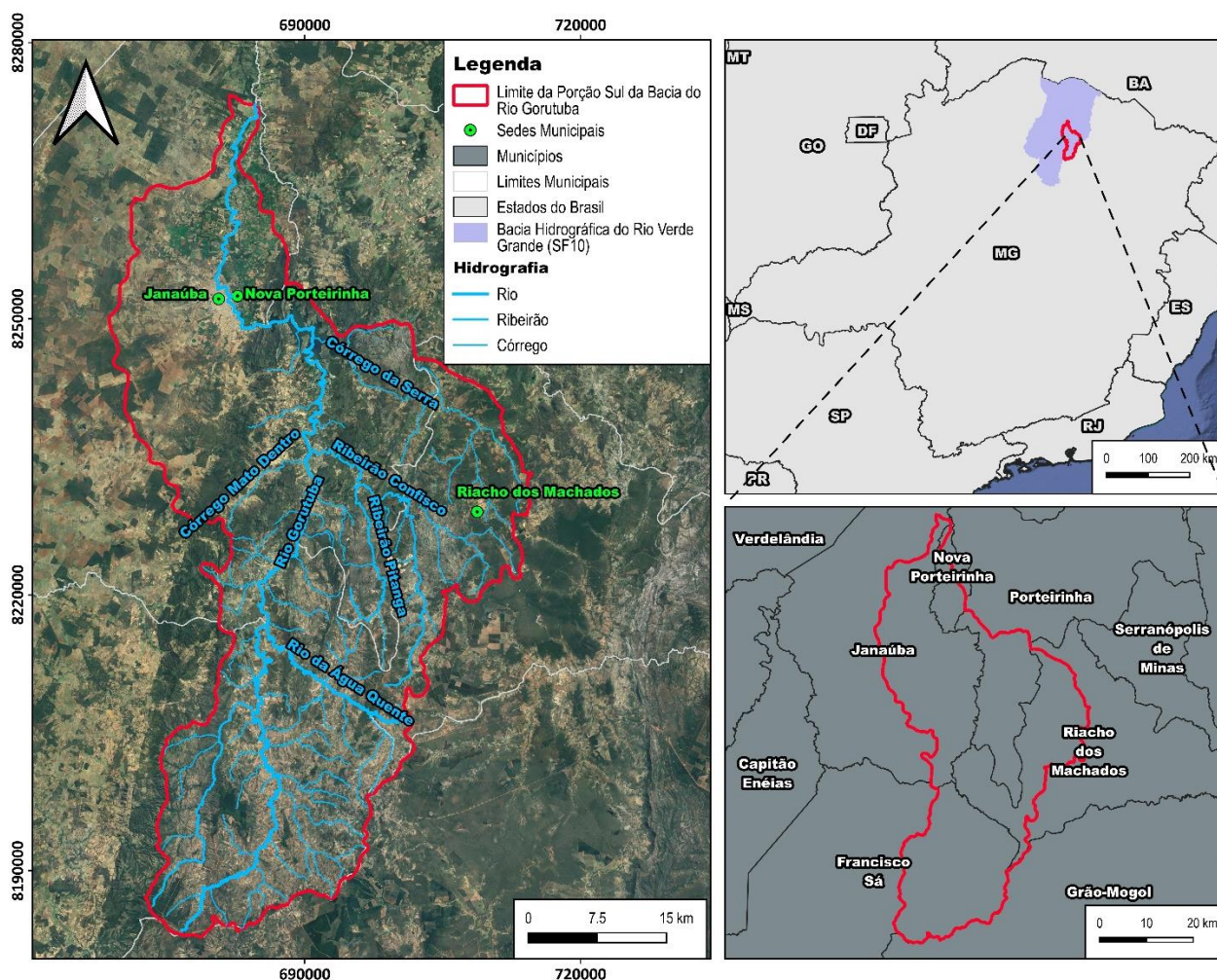
estudada abrange os municípios de Janaúba, Porteirinha, Nova Porteirinha, Riacho dos Machados e Francisco Sá (Figura 1).

O principal rio da bacia é o rio Gorutuba, que possui sua nascente localizada no município de Francisco Sá e deságua no Rio Verde Grande, localizado a jusante da área de estudo. O rio Gorutuba possui 152,36 km de extensão dentro do limite de interesse, e seus principais afluentes são o Rio da Água Quente, o Ribeirão Confisco, o Ribeirão Pitanguí, o Córrego Mato Dentro e o Córrego da Serra (Figura 1). Além disso, está inserida na região fisiográfica do alto da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande (SF10).

### 1.1. Objetivo

A partir dos dados de outorga obtidos, considerando as superficiais, subterrâneas e não identificadas, busca-se entender a evolução ao longo de 12 anos, entre 2010 e 2022, do número absoluto de outorgas e a vazão total anual outorgada de captações vigentes dentro dos limites da porção sul da Bacia do Rio Gorutuba. Além disso, busca entender a finalidade de uso e consumo de cada uma dessas outorgas nos últimos 12 anos, para saber em quais delas há a maior extração de água e o motivo pelo qual isso acontece.

Figura 1 – Mapa de localização e hidrográfico da área de estudos.

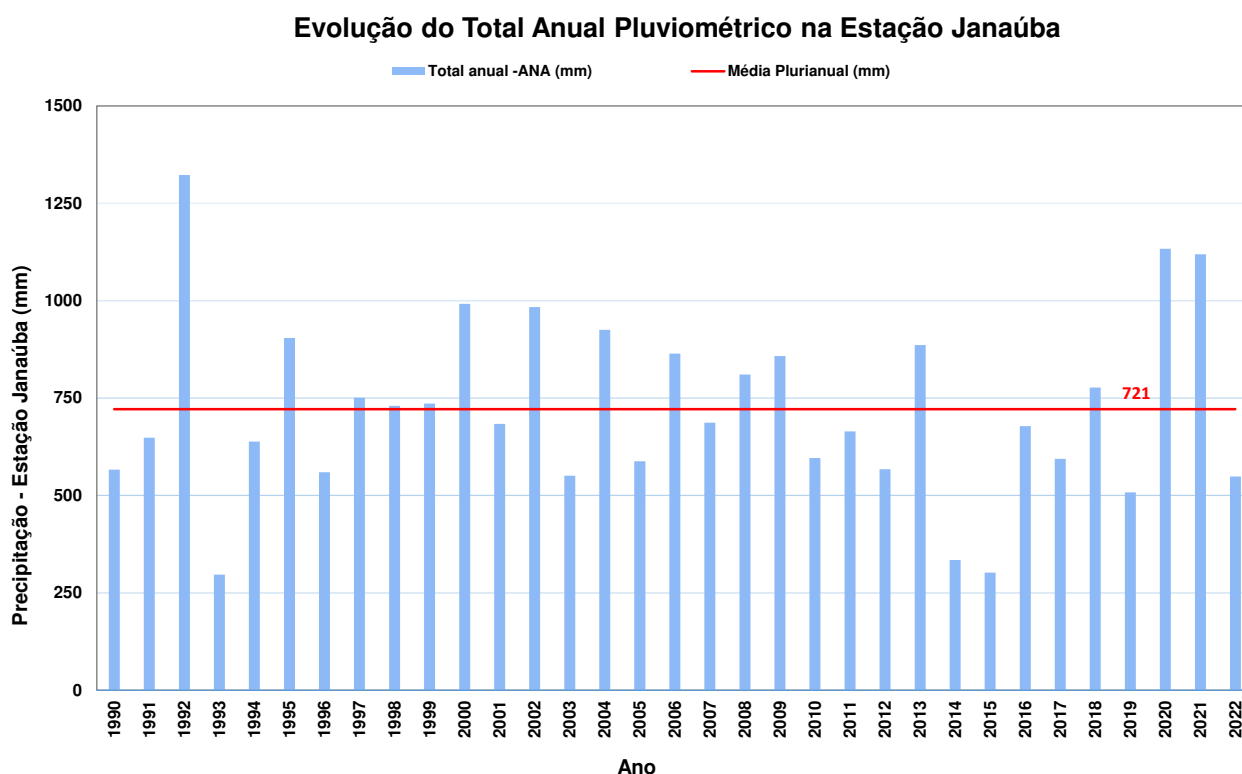


### 1.2. Pluviometria

Na área da bacia estudada existem algumas estações pluviométricas, mas para o presente estudo foi utilizada a estação Janaúba – 01543013, cuja localização está dentro do município de Janaúba. A

evolução anual total da precipitação ao longo dos anos de 1990 a 2022 pode ser visualizada na Figura 2. Nesse gráfico se observa que a média plurianual entre esses anos é de 721 mm, e possui mínimo de 297 mm em 1993 e máximo de 1323 em 1992. Vale destacar que entre o período de análise do trabalho (2010 a 2022), os anos de 2014 e 2015 representam anos com precipitações muito baixas, enquanto 2020 e 2021, o contrário, com totais pluviométricos anuais mais altos do que a média considerada.

Figura 2 – Evolução do total anual pluviométrico na estação Janaúba – 01543013 (Fonte: ANA).



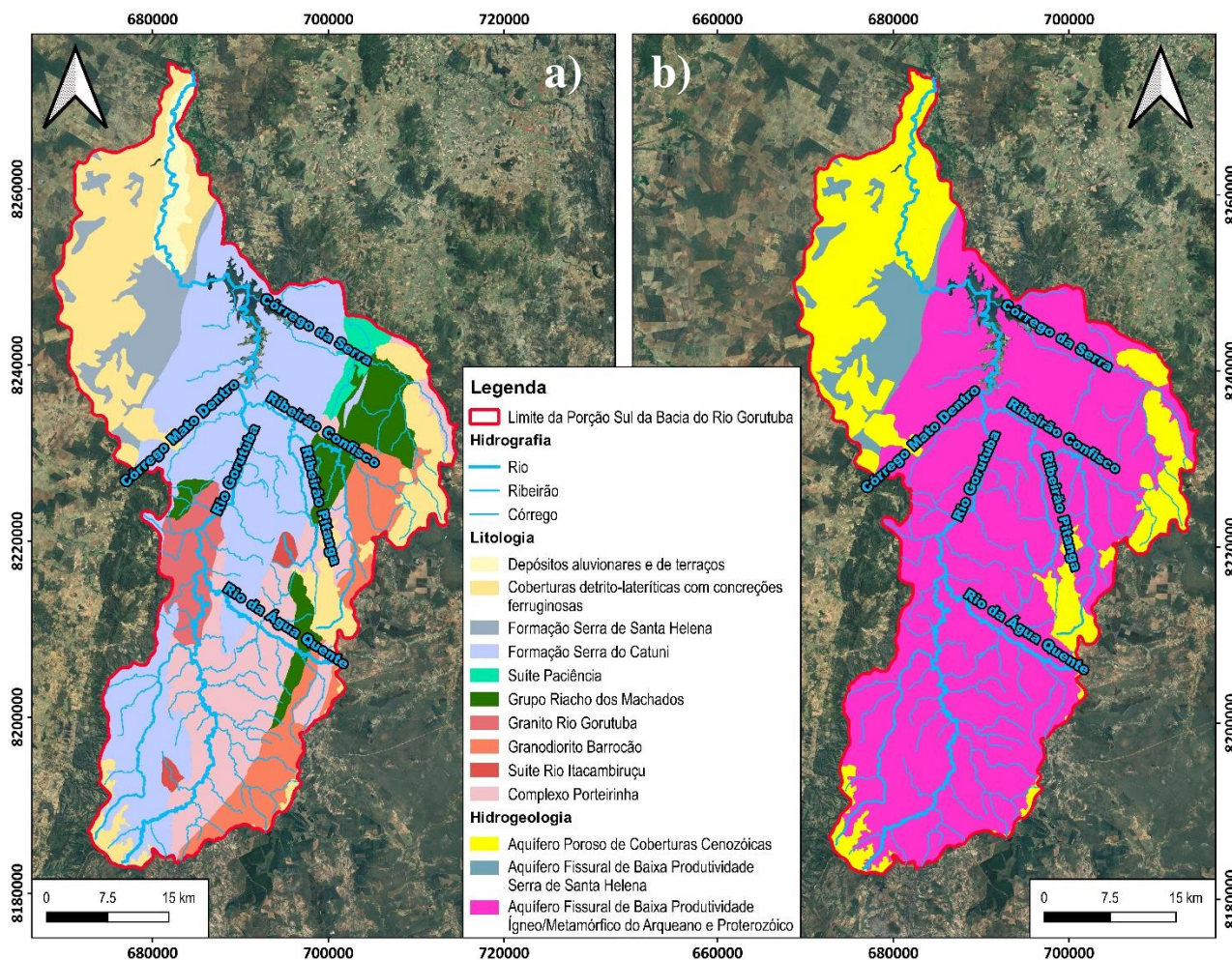
### 1.3. Geologia e Hidrogeologia

A área possui basicamente três tipos de aquíferos (Figura 3), o aquífero poroso de coberturas cenozóicas, o aquífero fissural de baixa produtividade Serra de Santa Helena e aquífero fissural de baixa produtividade Ígneo/Metamórfico do Arqueano e Proterozóico.

O aquífero poroso de coberturas cenozóicas é o principal aquífero da área no quesito produtividade, e aflora principalmente no norte da bacia, mas também possui pequenas porções a leste e a sul. Ele é composto por depósitos aluvionares e de terraços e coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas. O segundo aquífero, de baixa produtividade Serra de Santa Helena é o que possui menos área dentro da bacia, e aflora exclusivamente na parte norte. É composto por rochas da Formação Serra da Saudade e Serra de Santa Helena, como metassiltitos, metargilitos, arenitos e siltitos. O terceiro e último é o aquífero fissural de baixa produtividade Ígneo/Metamórfico do Arqueano e Proterozóico, e é o que ocupa a maior área dentro da bacia de estudos, aflorando em

grande parte do segmento do rio Gorutuba. Ele é composto por um conjunto de Suítes, Complexos, Unidades e Corpos ígneos e metamórficos de idade Arqueana e Proterozóica (Atman *et al.*, 2011).

Figura 3 – a) Mapa litológico da região meridional da Bacia do Rio Gorutuba b) Mapa hidrogeológico da porção sul da Bacia do Rio Gorutuba.



## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de outorgas foram adquiridos nas plataformas online da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Sistema Estadual de Meio-Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA). Em cada ano foi feito um levantamento das outorgas que estavam vigentes durante o período, considerando a data inicial e final de cada outorga. As outorgas mais antigas compiladas foram de 1998, porém, as análises gráficas foram feitas considerando o intervalo de tempo de 2010 a 2022. Neste trabalho, os dados de uso insignificante da água não foram considerados, sendo assim, 361 outorgas foram analisadas, entre superficiais (8) e subterrâneas (334), além das não identificadas (19). Outro fator considerado para este trabalho foi a finalidade de uso das águas captadas, são elas: consumo humano, abastecimento público, irrigação, criação animal, construção civil, extração e pesquisa mineral, indústria, lavagem de veículos e também há a finalidade não declarada.

Os tratamentos dos dados foram feitos através de *softwares* como QGis para dados de cartografia digital e elaboração de mapas de localização e figuras relacionadas a distribuição espacial

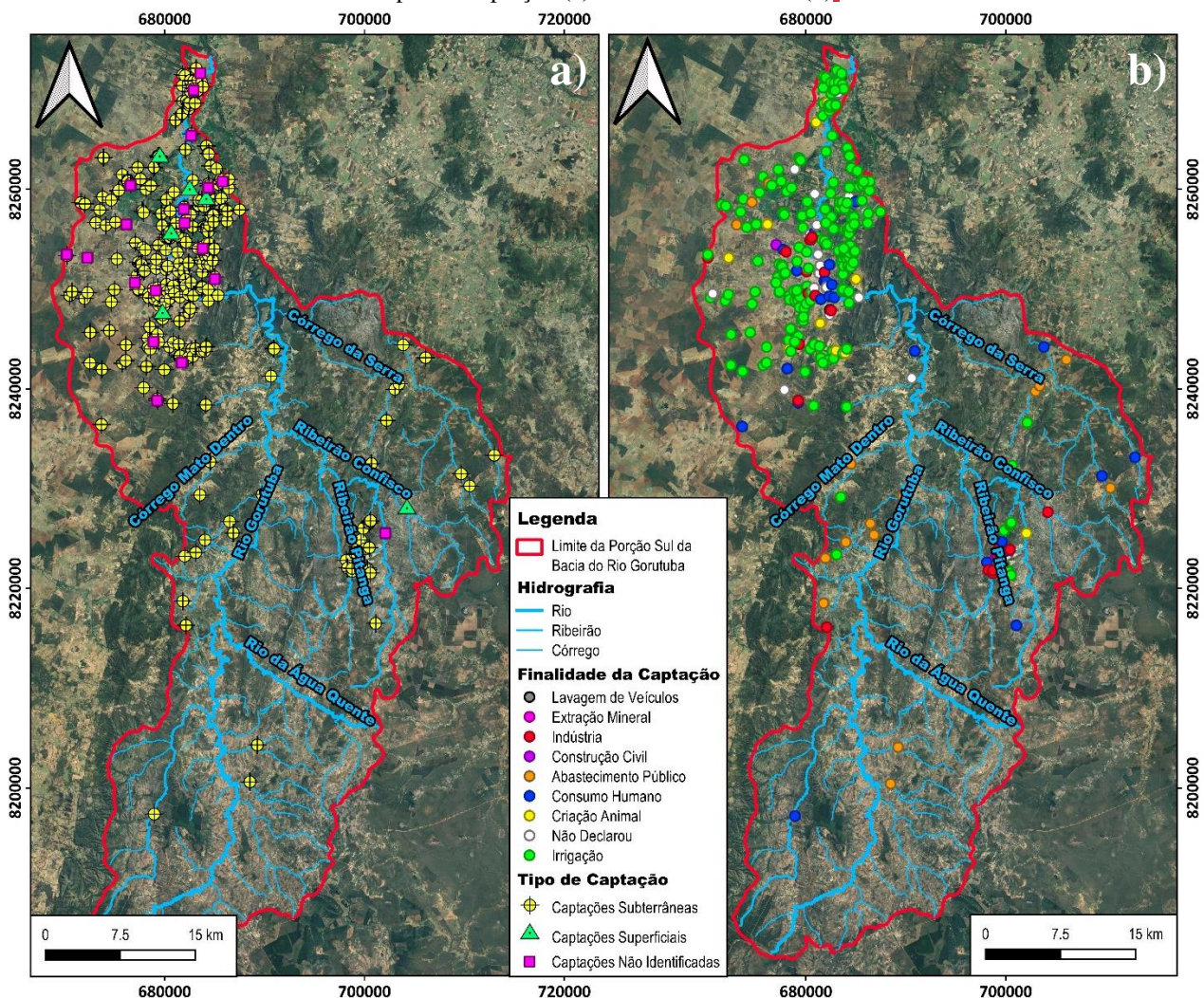
das outorgas; e Excel para a filtragem de dados de interesse no intervalo especificado para análise, estatística dos dados e elaboração de gráficos.

Foram analisados então os dados de outorgas entre os anos de 2010 e 2022, totalizando 361 captações. Na figura 4 é possível observar a localização de todas essas outorgas ao longo do limite da bacia estudada, elas estão divididas pelo tipo de captação na Figura 4a e pela finalidade de uso da captação na Figura 4b.

Além disso, foram utilizados dados de pluviometria da estação pluviométrica de Janaúba (retirados da plataforma digital da ANA) para que pudéssemos fazer a análise e a relação entre os totais pluviométricos anuais da região e suas relações com a quantidade de captações superficiais ou subterrâneas.

Para ter um melhor entendimento dos aquíferos presentes na região sul da Bacia Hidrográfica do Rio Gortuba, utilizamos o mapa geológico da Bacia do São Francisco (Dias *et al.*, 2022) para identificação das litologias e conseqüentemente a classificação dos aquíferos em: aquífero poroso (Coberturas Cenozóicas) e aquífero fissural de baixa produtividade (dividido a partir das Formações Serra de Santa Helena e Serra da Saudade e Complexos ígneos/ metamórficos) (Figura 3) (coincidente com Atman *et al.*, 2011). Uma vez feita a classificação de aquíferos, buscaremos entender a relação entre a disposição das captações com o tipo de aquífero.

Figura 4 – Mapa com localização de todas as outorgas utilizadas no presente trabalho, com os seus respectivos tipos de captação (a) e finalidades de uso (b).

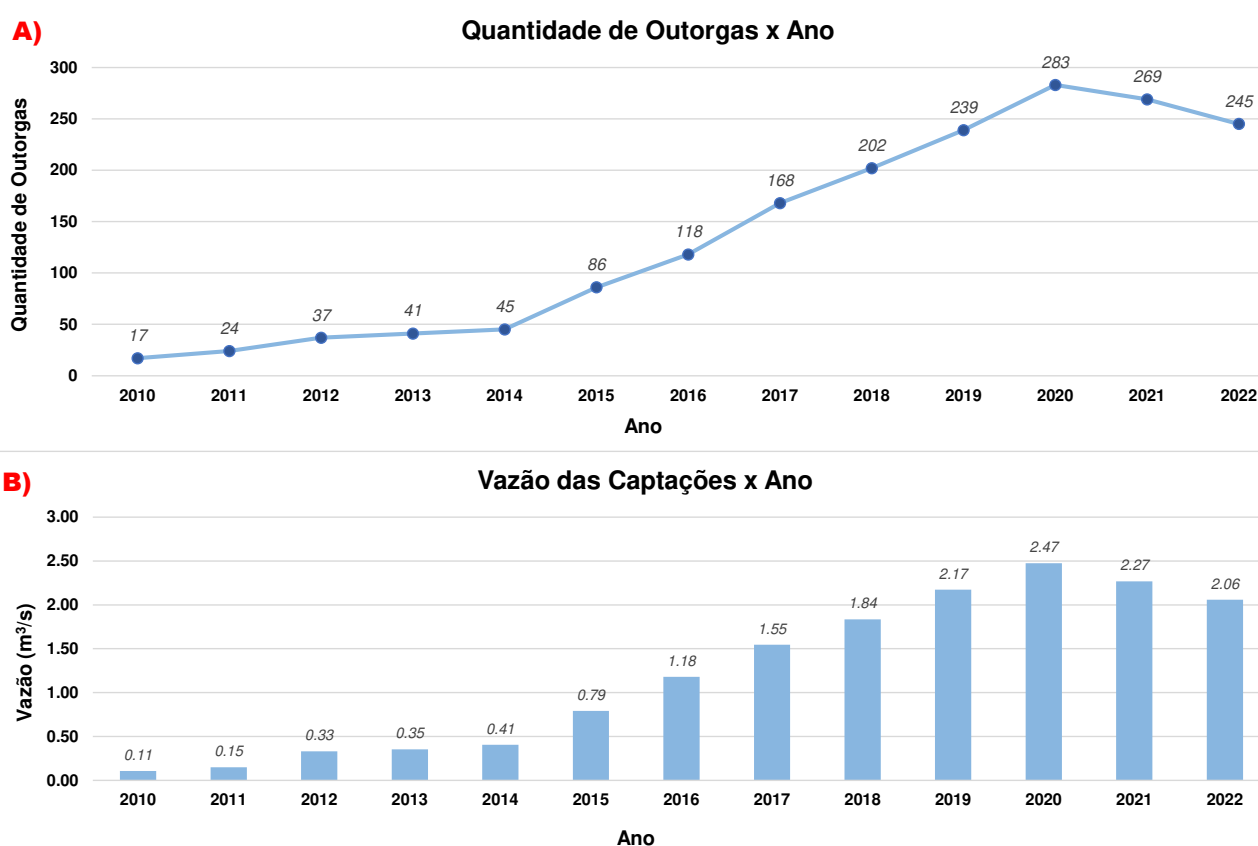


### 3. RESULTADOS

A partir dos dados de outorgas obtidos foram realizados gráficos que possibilitam a visualização das informações.

Começando pela Figura 5A, se tem a relação entre a quantidade de captações vigentes ao longo dos anos de 2010 e 2022. O número mínimo se dá no ano de 2010, com um total de 17 captações, já máximo de outorgas é registrado em 2020, com 283. Em 2022, o último ano analisado, se teve uma diminuição na quantidade de outorgas vigentes em relação ao máximo registrado, com 38 captações a menos do que em 2020. A vazão em  $m^3/s$  das captações analisadas acompanham proporcionalmente as suas respectivas quantidades de outorgas (Figura 5B). A menor vazão registrada corresponde ao ano de 2010, com  $0,11 m^3/s$ , já a maior diz respeito ao ano de 2020, com  $2,47 m^3/s$ . O último ano analisado, 2022, possui uma vazão de  $2,06 m^3/s$ .

Figura 5 – (A) Evolução da quantidade de outorgas vigentes ao longo do tempo. (B) Evolução das vazões das outorgas vigentes ao longo do tempo.

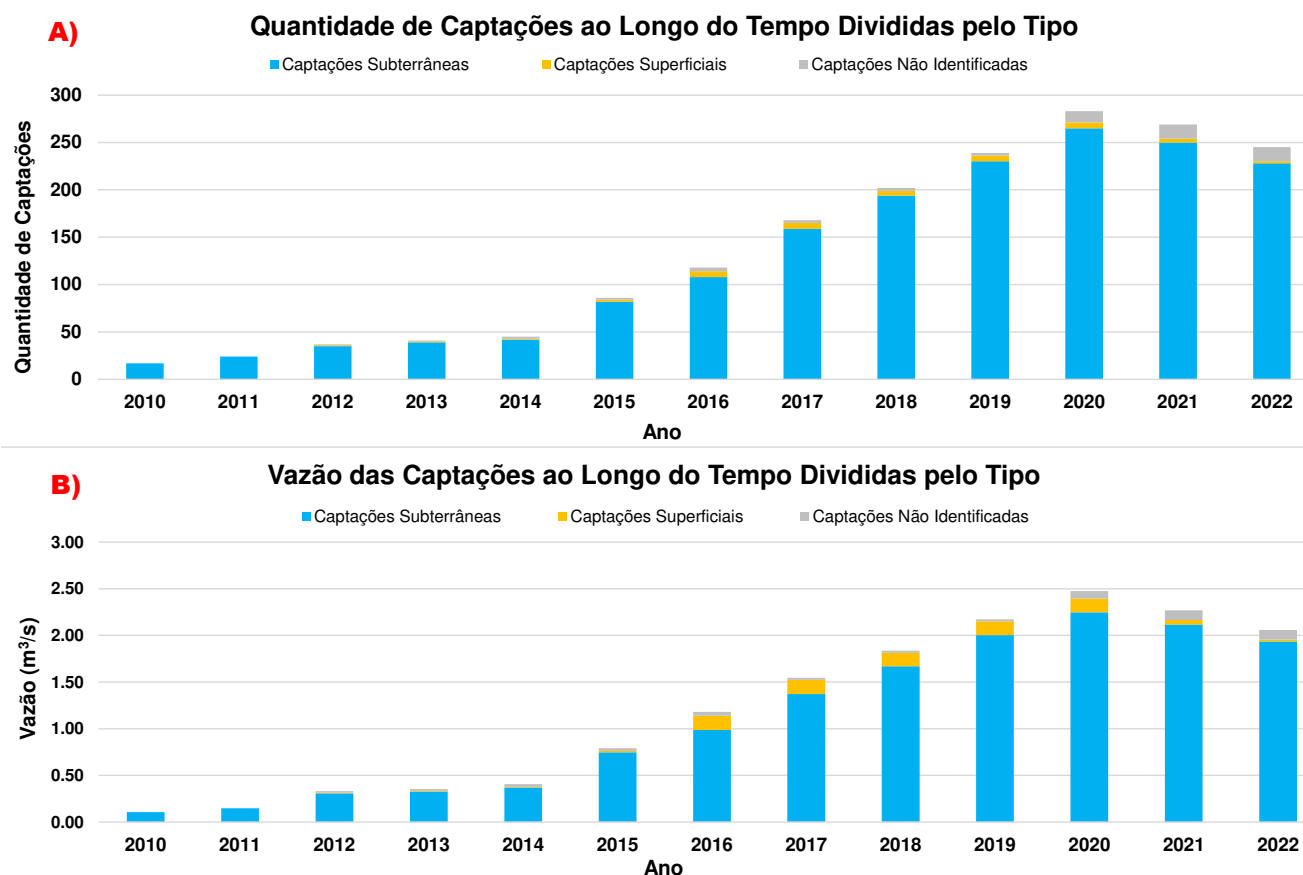


A Figura 6A mostra a relação entre as quantidades de outorgas vigentes entre 2010 e 2022 de acordo com seu tipo de captação, se subterrâneas, superficiais ou não identificadas. Observa-se que o tipo predominante são as subterrâneas. O número máximo dessas outorgas se deu em 2020, com o total de 265, já o mínimo foi registrado em 2010, com 17 captações. As captações superficiais e não identificadas mostram valores bem inferiores em relação as subterrâneas, a quantidade máxima de outorgas superficiais se deu em 2016, 2017, 2019 e 2020, com o número absoluto de seis captações; as não identificadas apresentaram registros mais altos em 2021 e 2022 com 15 em cada ano. Tanto as captações superficiais quanto as não identificadas obtiveram seus valores mínimos em 2010 e 2011 em que nenhuma outorga desses tipos estavam vigentes.

As vazões dos diferentes tipos de captação são coerentes com as suas quantidades (Figura 6B). As captações subterrâneas tiveram uma vazão máxima em 2020, com  $2,25 m^3/s$ , e uma vazão mínima de  $0,11 m^3/s$  no ano de 2010. A vazão máxima das captações superficiais se deu em 2016 e 2017,

ambos os períodos apresentaram vazão de 0,15 m<sup>3</sup>/s, enquanto o máximo valor de vazão das captações não identificadas foi de 0,10 m<sup>3</sup>/s em 2022. Tanto as outorgas superficiais quanto as não identificadas apresentam valores nulos em 2010 e 2011.

Figura 6 – (A) Evolução das quantidades de outorgas ao longo do tempo divididas pelo tipo de captação. (B) Evolução da soma das vazões das outorgas vigentes ao longo do tempo dividido pelo tipo de captação.



As finalidades de uso das captações são divididas em: abastecimento público, construção civil, consumo humano, criação animal, extração mineral, indústria, irrigação, lavagem de veículos e finalidade não declarada.

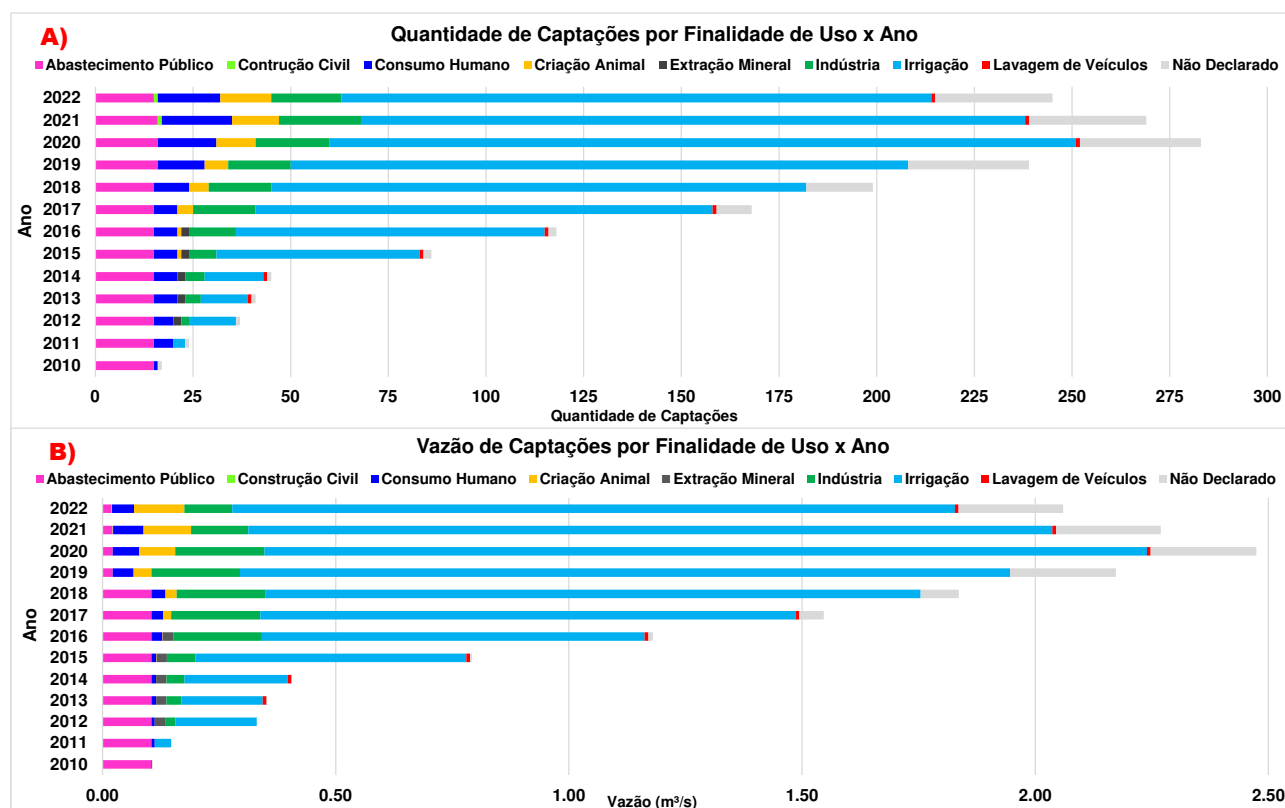
Na Figura 7A, nota-se que a partir de 2015 a maior parte das captações vigentes tem como finalidade de uso a irrigação, antes desse período, entre 2010 e 2014, a principal finalidade de uso se dava para o abastecimento público. A quantidade de outorgas com finalidade para o abastecimento público se manteve constante entre 2010 e 2022, variando entre 15 e 16, enquanto a utilização da água para irrigação teve um grande aumento nos últimos 12 anos, em 2010 não havia nenhuma outorga para esse fim, em 2011 se tem as primeiras três captações para esse uso e por fim, a maior quantidade de outorgas se deu em 2020, com 191. Junto a isso, é relevante destacar também o número muito superior de captações subterrâneas em comparação às superficiais (Figura 4). Tanto o aumento de outorgas com finalidade para a irrigação quanto o maior número de captações subterrâneas em relação às superficiais são consequência do clima da região, que historicamente possui baixos totais pluviométricos, com ocorrências de déficit extremo de chuva na última década, principalmente entre 2014 e 2015, além da alta taxa de evapotranspiração ao longo de todo o ano (Petrucci *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2018; Silva & Reboita, 2021; Guimarães *et al.*, 2010).

A quantidade de captação de água para consumo humano teve um leve aumento desde 2010 e, em 2022, registrou 16 outorgas. A indústria e a criação animal, a partir de 2012 e 2015, respectivamente, apresentam consideráveis quantidades de captação, juntos apresentaram, em 2022, 31 outorgas, 18 para a indústria e 13 para a criação animal.

As demais finalidades de uso, como construção civil extração mineral e lavagem de veículos possuíam juntas apenas duas captações no último ano de referência, enquanto as captações com finalidade não declaradas apresentaram 30 outorgas no mesmo período.

Levando em consideração a vazão das captações em relação aos seus respectivos fins (Figura 7B), nos dois primeiros anos analisados, a finalidade de uso com maior captação foi para o abastecimento público, com 0,11 m<sup>3</sup>/s. Já a partir de 2012, a maior vazão dentre as captações são daquelas destinadas à irrigação, com 0,17 m<sup>3</sup>/s, chegando ao ápice de vazão em 2020, com 1,89 m<sup>3</sup>/s e a 1,55 m<sup>3</sup>/s em 2022. É importante ressaltar ainda que a vazão das outorgas relacionadas ao abastecimento público se manteve estável com 0,11 m<sup>3</sup>/s até 2018, após isso, ocorreu a sua diminuição, para 0,022 m<sup>3</sup>/s em 2019, 2020 e 2021 até chegar em 2022 com 0,019 m<sup>3</sup>/s.

Figura 7– (A) Quantidade de captações separadas por finalidade de uso e (B) por vazão em relação a finalidade de uso ao longo dos anos de 2010 até 2022.



Ao observar a disposição das captações dentro da bacia hidrográfica estudada, nota-se que ocorre uma maior concentração das outorgas, principalmente para água subterrânea, nos centros urbanos ou próximo a eles. A exemplo disso, se tem as captações localizadas próximas às sedes municipais de Janaúba e Nova Porteirinha (Figuras 1 e 4).

Outro fator fundamental para a maior concentração de captações é o tipo de aquífero correspondente a área de captação, nesse caso um aquífero poroso com maior disponibilidade de água. É notável que onde os aquíferos são considerados como de baixa produtividade a quantidade de outorgas é muito menor.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados alcançados referentes a análise dos dados de outorgas entre os anos de 2010 e 2022 na região sul da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, é possível observar alguns fatos importantes.

A quantidade de captações subterrâneas é consideravelmente maior do que as superficiais, enquanto o primeiro tipo citado possui 334 outorgas, o segundo possui apenas oito. Uma explicação possível para esse acontecimento seria os vários meses de déficit hídrico da região.

É visível o aumento significativo na quantidade de outorgas na região entre os anos de 2014 e 2015. Em 2010 eram apenas 17, totalizando uma vazão 0,11 m<sup>3</sup>/s, até chegar a 283 captações em 2020, com vazão correspondente de 2,47 m<sup>3</sup>/s, aumentando também a vazão média por outorga, de 0,0064 m<sup>3</sup>/s para 0,0087 m<sup>3</sup>/s. Ao analisar também a relação dessas captações junto à finalidade de uso, é notável a conexão do aumento das captações com o crescimento do uso da água para irrigação, o que está ligado diretamente à ampliação da agricultura na região. Em contrapartida, nos últimos anos as vazões outorgadas destinadas ao abastecimento público vêm diminuindo, apesar da quantidade de outorgas permanecer estáveis.

Os motivos que podem ter influenciado no aumento de outorgas com finalidade para a irrigação foi o período de crise hídrica, com baixa pluviometria média anual, principalmente, nos anos de 2014 e 2015, mas que se estendeu até 2019, como observados na Figura 2 e citado em trabalhos como o de Marini (2018), Pereira *et al.* (2018) e Petrucci *et al.* (2022). Isso junto ao histórico de alta evapotranspiração da região pode ter impossibilitado a viabilidade da captação de águas superficiais suficientes para o uso na agricultura, que desde a instalação do Projeto de Irrigação do Rio Gorutuba na década de 1970 se tornou a principal atividade da região (Dias & Ferreira, 2013; Reis et al., 2012). A diminuição da vazão para as captações com finalidade para consumo humano, pode estar conectado a alguns fatores, como um possível esgotamento do aquífero devido à alta taxa de extração de água nos últimos anos para a agricultura, por exemplo, mas que também pode estar relacionado ao crescimento populacional da região, ou até mesmo ter vínculo com a má gestão dos recursos e a poluição dos corpos hídricos devido ao uso de contaminantes químicos, como no caso dos agrotóxicos (Dias & Ferreira, 2013).

A quantidade de outorgas e a respectiva vazão dos municípios é influenciada, principalmente, pela localização da sede municipal estar dentro ou não dos limites da porção sul da Bacia do Rio Gorutuba. Isso está relacionado a maior densidade urbana nas sedes municipais, que é justamente onde há a maior quantidade de captações, seja para consumo humano ou para irrigação, e, conseqüentemente, maiores vazões. Além disso, a maior concentração de captações coincide com o aquífero poroso, que possui maiores produtividades em relação aos fissurais adjacentes a ele.

#### REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). Dados Abertos. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br>. Acesso em: 14 maio 2023.

ATMAN, D.; VELÁSQUEZ, L. N. M.; FANTINEL, L. M. (2011). “Controle estrutural na circulação e composição das águas no sistema aquífero cárstico-fissural do grupo Bambuí, Norte de Minas Gerais”. *Águas Subterrâneas*, v. 25, n. 1.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Disponível em: <http://verdegrande.cbh.gov.br>. Acesso em: 14 maio 2023.

DIAS, L. S.; FERREIRA, E. J. (2013). “Ativos e passivos ambientais do projeto de irrigação do Gorutuba”. *Revista Cerrados (Unimontes)*, v. 11, n. 1, p. 52-66.

DIAS, P. H. A.; BRITO, D. C.; SILVA, M. A.; BARROS, R. A.; MATOS, C. A. REIS, C.; MEIRA, M.M. (2022). “*Mapa Geológico da Bacia do São Francisco*”. Programa de Estudos Geotectônicos e Geodinâmicos da Bacia do São Francisco, Neoproterozoico do Cráton São Francisco. Escala 1:750.000. Belo Horizonte: 1 mapa.

GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. J.; LANDAU, E. C. (2010). “*Índices Pluviométricos em Minas Gerais, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*”. Sete Lagoas: Embrapa.

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). Recuperação hídrica da Barragem Bico da Pedra permitirá o fim do racionamento de água para irrigação. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/projetos-publicos-de-irrigacao/boletim-informativo-dos-projetos-da-codevasf/27a-edicao/recuperacao-hidrica-da-barragem-bico-da-pedra-permitira-o-fim-do-acionamento-de-agua-para-irrigacao>. Acesso em: 28 maio 2023.

MARINI, S. S. (2018) “*Crise hídrica e o regime de chuvas na região sudeste: a seca de 2013-2015*”. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói.

PEREIRA, G.; CARDOZO, F. S.; NEGREIROS, A. B.; ZANIN, G. D.; COSTA, J. C.; LIMA, T. E. R.; RUFINO, P. R.; RAMOS, R. C. (2018). “*Análise da variabilidade da precipitação para o estado de minas gerais (1981-2017)*”. Revista Brasileira de Climatologia, 1.

PETRUCCI, E.; OLIVEIRA, L. A.; SILVA, R. C. (2022) “*Secas pluviométricas no estado de Minas Gerais, de 1980 a 2017*”. RA'E GA-O Espaço Geográfico em Análise, v. 54, p. 129-153.

REIS, P. R. C.; SILVEIRA, S. F. R.; RODRIGUES, P. E. L. (2012). “*Impactos da Política Nacional de Irrigação sobre o desenvolvimento socioeconômico da região Norte de Minas Gerais: uma avaliação do Projeto Gorutuba*”. Revista de Administração Pública, v. 46, p. 1101-1130.

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SISEMA). WebGIS. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 14 maio 2023.

SILVA, E. D.; REBOITA, M. S. (2021). “*ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS-MG*”. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 13.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais e ao Laboratório de Estudos Hidrogeológicos da mesma universidade pelo apoio prestado. Agradecemos também a Agência Nacional de Águas, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e ao Ministério do Meio-Ambiente do Brasil pela disponibilização dos dados utilizados neste trabalho.