

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

SALDO DE ÁGUA DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE, NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL

*Luan Miguel Ferreira Meireles¹; Rodrigo Sérgio De Paula¹; Paulo Henrique Ferreira Galvão¹ &
Hugo Guilherme de Oliveira²*

Abstract: The Verde Grande River Basin, located in northern Minas Gerais, Brazil, is characterized by water vulnerability and intense anthropogenic pressures. This study aims to assess current water availability and identify areas at risk of overexploitation based on water permit data valid in 2023. A total of 2,358 water abstraction points were analyzed, categorized by type (surface, groundwater, unidentified, and insignificant use), and evaluated across municipalities, hydrographic sub-basins, and hydrogeological units (fissured, karst, and porous aquifers). Results reveal an unequal distribution of water demand, with Montes Claros and Janaúba accounting for the highest extractions. While most municipalities show positive water balances, critical cases of overexploitation were found, especially in Nova Porteirinha and Montes Claros, due to intense economic activity, high population density, and unfavorable geological conditions. The Middle and Lower Gorutuba sub-basin presents the highest positive water balance, supported by the presence of porous aquifers and low abstraction density. It is concluded that effective water resource management in the basin requires the integration of natural and anthropogenic factors, with public policies aimed at sustainability and future scarcity prevention.

Resumo: A Bacia do Rio Verde Grande, situada no norte de Minas Gerais, destaca-se por sua vulnerabilidade hídrica e intensas pressões antrópicas. Este estudo visa diagnosticar a disponibilidade hídrica e identificar áreas sob risco de superexploração, com base em dados de outorgas vigentes em 2023. Foram analisadas 2.358 captações de água, categorizadas por tipo (subterrânea, superficial e não identificado) e relacionadas a municípios, sub-bacias hidrográficas e unidades hidrogeológicas (aquéferos fissural, cárstico e poroso). Os resultados evidenciam uma distribuição desigual das demandas hídricas, com destaque para Montes Claros e Janaúba, que concentram as maiores extrações. Embora a maioria dos municípios apresente saldos hídricos positivos, casos críticos de superexploração foram registrados, notadamente em Nova Porteirinha e Montes Claros, devido à combinação de intensa atividade econômica, elevada densidade populacional e características geológicas desfavoráveis. A sub-bacia do médio e baixo Gorutuba apresenta o maior saldo hídrico positivo, beneficiada por aquíferos porosos e baixa densidade de captações. Conclui-se que a gestão eficiente dos recursos hídricos na bacia exige a integração de aspectos naturais e antrópicos, com políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à prevenção de escassez futura.

Palavras-Chave – Superexploração; recurso explotável; vulnerabilidade hídrica.

1) Laboratório de Estudos Hidrogeológicos [LEHID], Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, CPMTC-IGC, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901, Brasil.

2) Geólogo.

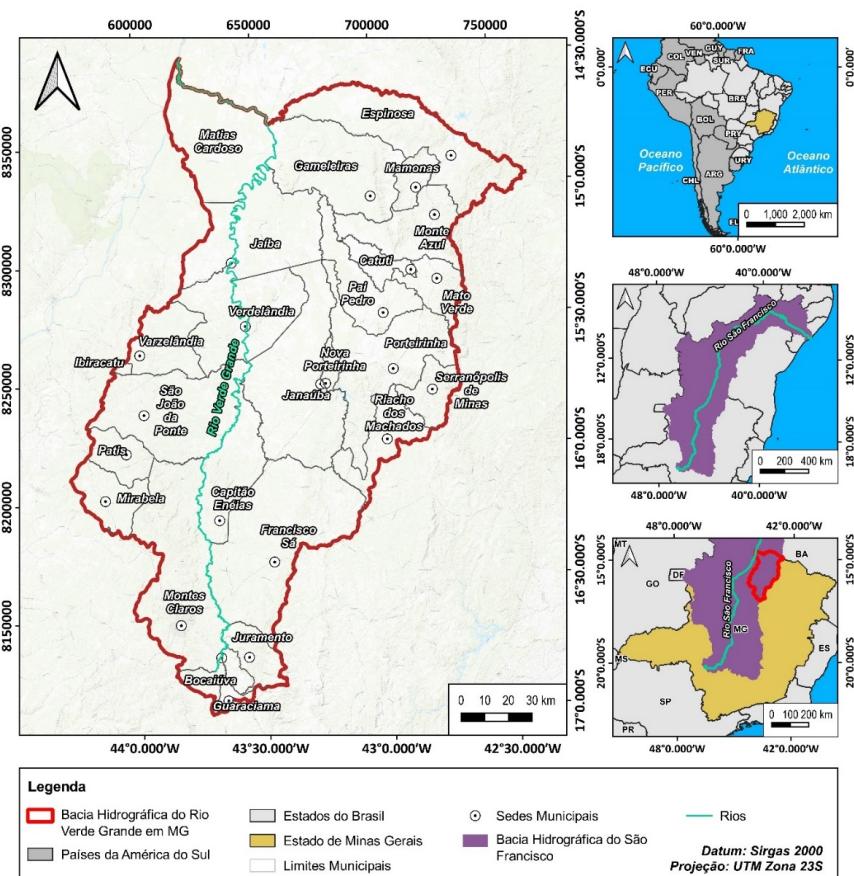
INTRODUÇÃO

A segurança hídrica na mesorregião norte de Minas Gerais é um tema crítico, considerando sua vulnerabilidade climática e a dependência de recursos hídricos para atividades econômicas essenciais, como a agricultura. Conforme Tucci & Chagas (2017), a região apresenta uma vulnerabilidade hídrica acentuada, caracterizada pela irregularidade pluviométrica e pela ocorrência de períodos prolongados de seca, que ameaçam a estabilidade dos sistemas produtivos. Essa condição é agravada pelas mudanças climáticas, que intensificam a variabilidade das chuvas e aumentam os riscos de crises hídricas prolongadas (FREITAS, CALHEIROS & REIS, 2019).

A insegurança hídrica na região manifesta-se não apenas na escassez quantitativa, mas também na disputa pelo acesso à água, conforme ressaltado por De Fillipo (2023). Por isso, os resultados deste projeto podem fornecer subsídios fundamentais para o poder público e as concessionárias de água no planejamento e gestão dos recursos hídricos, visando mitigar os impactos da escassez e garantir a sustentabilidade do abastecimento.

O Rio São Francisco, cuja bacia abrange cerca de 631 mil km² no Nordeste brasileiro e em parte de Minas Gerais, é essencial para o abastecimento hídrico da região. Dentro dessa área, destaca-se a região do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, localizada no norte de Minas Gerais, na divisa com a Bahia, com uma extensão de aproximadamente 26.966,947 km². Essa sub-bacia, inserida no domínio do São Francisco, engloba 27 municípios mineiros, total ou parcialmente (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo com divisão de limites municipais e sinalização de sedes municipais, além de mapas auxiliares mostrando a posição da área de estudos no mapa da América do Sul e de Minas Gerais, com a indicação da posição da área de estudos em relação a bacia hidrográfica do São Francisco.



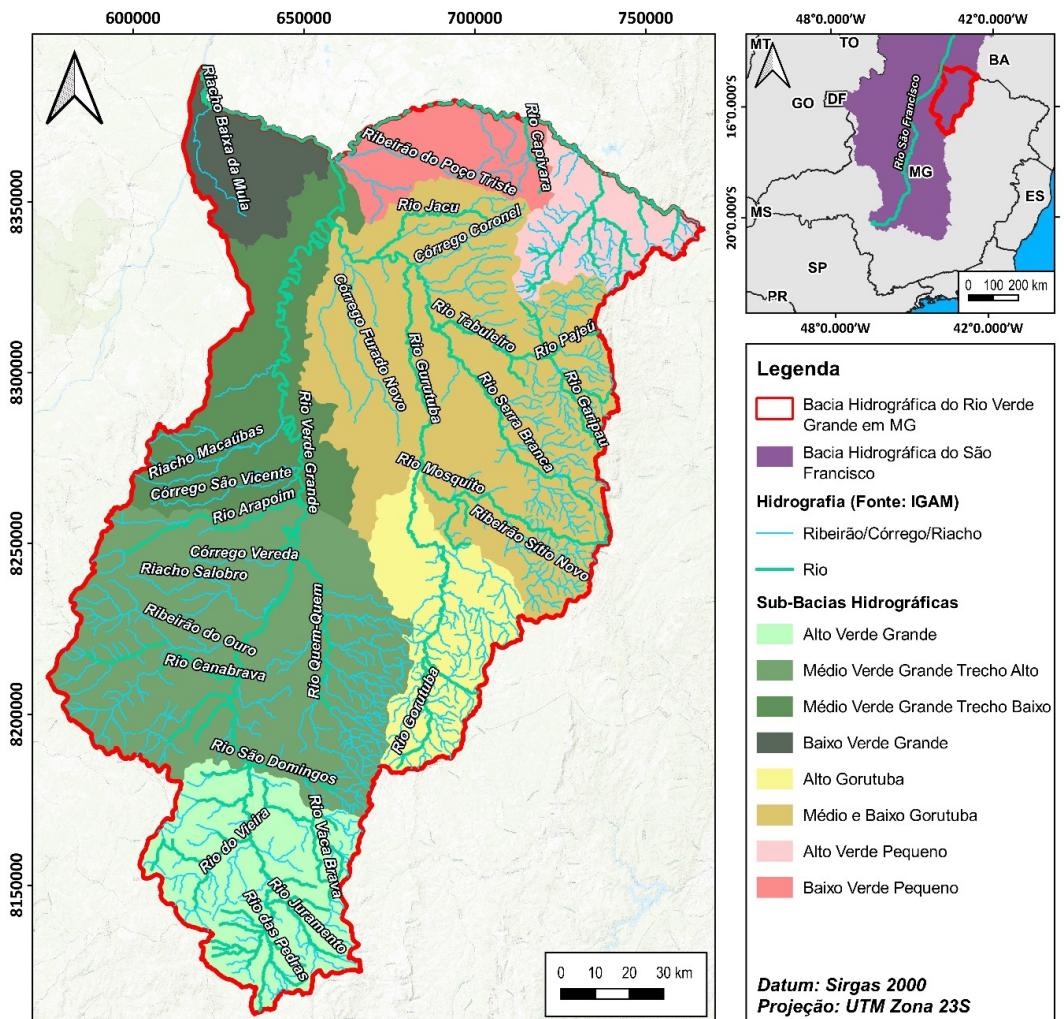
Quanto à rede hidrográfica, os principais rios da bacia incluem o Verde Grande, o Gorutuba, o Mosquito, o ribeirão do Ouro e o Pitanga. O rio Verde Grande, que dá nome à bacia, possui aproximadamente 557 km de extensão e é um dos principais afluentes da margem direita do São Francisco (Figura 2).

Um aspecto marcante dessa região é o regime pluviométrico reduzido em comparação com a média nacional. Essa condição climática favorece o uso intensivo de águas subterrâneas em detrimento das superficiais, especialmente para abastecimento humano e irrigação, reflexo da expansão agrícola acelerada nas décadas de 1970 e 1980 (DIAS & FERREIRA, 2013; REIS, SILVEIRA & RODRIGUES, 2012).

A Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande foi subdividida em 8 sub-bacias para fins de planejamento (ANA, 2011), como mostrado pela Figura 2.

Devido à relevância social, ambiental e cultural da Bacia do rio São Francisco, observou-se uma escassez de estudos hidrogeológicos na região. Este estudo é crucial para diagnosticar o conflito de uso e a redução da disponibilidade hídrica na Bacia do rio Verde Grande nas últimas décadas (SANTOS, 2013) e para o planejamento hídrico, evitando a superexploração.

Figura 2 – Mapa hidrográfico da bacia do rio Verde Grande com indicação de córregos/riachos, ribeirões, rios e delimitação de 8 sub-bacias, além de mapa auxiliar mostrando a posição relativa da área na bacia hidrográfica do São Francisco em Minas Gerais.



CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

A região em estudo está situada no domínio geológico do Cráton do São Francisco e do Orógeno Araçuaí, apresentando uma diversidade litológica que abrange rochas arqueanas, proterozoicas, mesozoicas e cenozoicas (DIAS *et al.*, 2022).

Com base nos mapeamentos geológicos mais recentes (SILVA *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2022; FIUME *et al.*, 2022; BHERING *et al.*, 2023), complementados por estudos como o Atlas de Águas Subterrâneas dos Estados Unidos (MILLER, 1999) e pesquisas de MOURÃO (2007) e DE PAULA (2019), os sistemas aquíferos da região foram classificados em três tipos principais: Fissural, Cárstico e Poroso (Figura 3).

Aquífero Fissural de Baixa Produtividade

Este aquífero está associado a complexos ígneos metamórficos, compostos principalmente por gnaisses, xistos e rochas metassedimentares (SILVA *et al.*, 2016). Suas características hidrogeológicas incluem anisotropia, variando de condições livres a confinadas, com ocorrência em escala regional (SANTOS, 2013; FIUME *et al.*, 2022).

Aquífero Cárstico:

Representado na área pelo Aquífero Cárstico Lagoa do Jacaré, associado à Formação Lagoa do Jacaré, este sistema é composto por calcários, lentes pelíticas, folhelhos esverdeados e margas (COSTA & BRANCO, 1961; IGLESIAS & UHLEIN, 2009).

Suas principais características hidrogeológicas incluem porosidade secundária, heterogeneidade e anisotropia (DE PAULA & VELASQUEZ, 2013; DE PAULA *et al.*, 2020), podendo apresentar-se em condições livres ou confinadas. Sua extensão é regional, com produtividade classificada como moderada (FIUME *et al.*, 2022).

Aquífero Poroso:

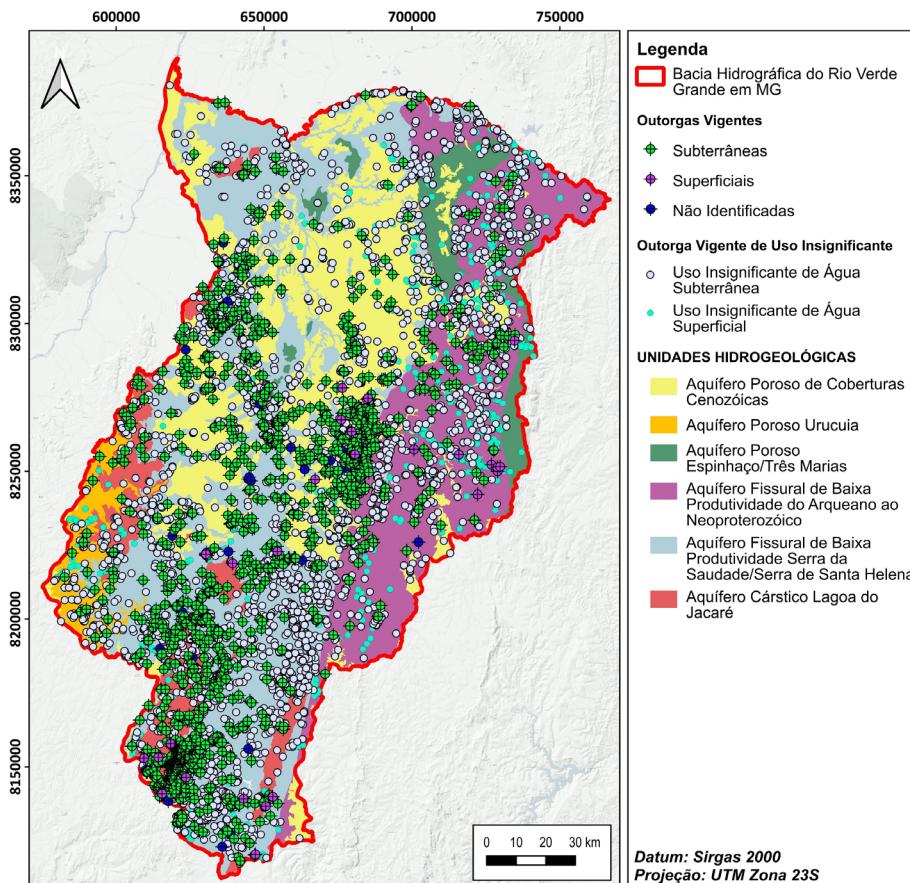
Este tipo de aquífero está representado por três unidades principais:

Aquífero Poroso Espinhaço/Três Marias – Constituído por espessos pacotes metassedimentares (MACHADO *et al.*, 1989; IGLESIAS & UHLEIN, 2008), apresenta anisotropia, variando de livre a semiconfinado ou confinado, com extensão regional.

Aquífero Poroso de Coberturas Cenozoicas – Formado por depósitos aluvionares e coberturas detrito-lateríticas, caracteriza-se por materiais inconsolidados, crostas ferruginosas e contribuições orgânicas. Sua espessura é limitada, podendo ser livre ou confinado, com heterogeneidade marcante (FIUME *et al.*, 2022).

Aquífero Poroso Urucuia – Associado ao Grupo Urucuia, é composto por arenitos quartzosos (IGLESIAS & UHLEIN, 2009). Suas propriedades hidrogeológicas incluem alta porosidade e heterogeneidade, com condições que variam de livres a confinadas. Sua produtividade é classificada como muito alta a moderada (FIUME *et al.*, 2022).

Figura 3 – Mapa com delimitação das cinco principais unidades hidrogeológicas da Bacia do rio Verde Grande, além de mostrar as captações subterrâneas, superficiais, não identificadas e de uso insignificante que estão vigentes na área de estudo.



METODOLOGIA

Aquisição de Dados

Para realização desta pesquisa foram utilizados principalmente dados de outorgas (superficiais e subterrâneas), além da utilização de um mapa geológico da região para realizar a classificação das unidades hidrogeológicas a partir das litologias presentes na área.

O período analisado na pesquisa é o ano de 2023, por isso, é necessário saber qual é a vigência de captações atuantes na área durante esse ano. Dessa forma, foi compilado 2.358 dados de captações vigentes, ou seja, que possuem validade finalizando depois do final de 2023. Elas foram divididas entre dados superficiais, subterrâneos, não identificados e de uso insignificante (Figura 3).

Vale destacar que para adquirir os dados da reserva renovável para o cálculo do saldo de água da bacia foi utilizado o trabalho de Meireles (2025) no prelo.

Método para cálculo da Disponibilidade Instalada:

A disponibilidade instalada refere-se ao volume total de água que pode ser extraído das captações existentes em um aquífero (Feitosa *et al.*, 2008). Para calculá-la, multiplicaram-se as vazões outorgadas pelo tempo de captação de cada ponto, obtendo-se a vazão diária por fonte. Esse procedimento foi aplicado a todas as categorias de outorgas (subterrâneas, superficiais, não identificadas e de uso insignificante). Os resultados permitiram segmentar a disponibilidade por município, sub-bacia e unidade hidrogeológica. Ressalta-se, porém, que os dados consideram apenas outorgas vigentes, excluindo captações irregulares.

Por fim, foi realizado o cálculo do saldo de água, que revela a quantidade de água disponível em um sistema sujeito a impactos antrópicos. Ou seja, para cada município, sub-bacia e unidade hidrogeológica, foi verificado o quanto de água que o sistema possui com a operação da disponibilidade instalada. Quando é positivo é chamado de recurso explotável, e quando negativo de superexploração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

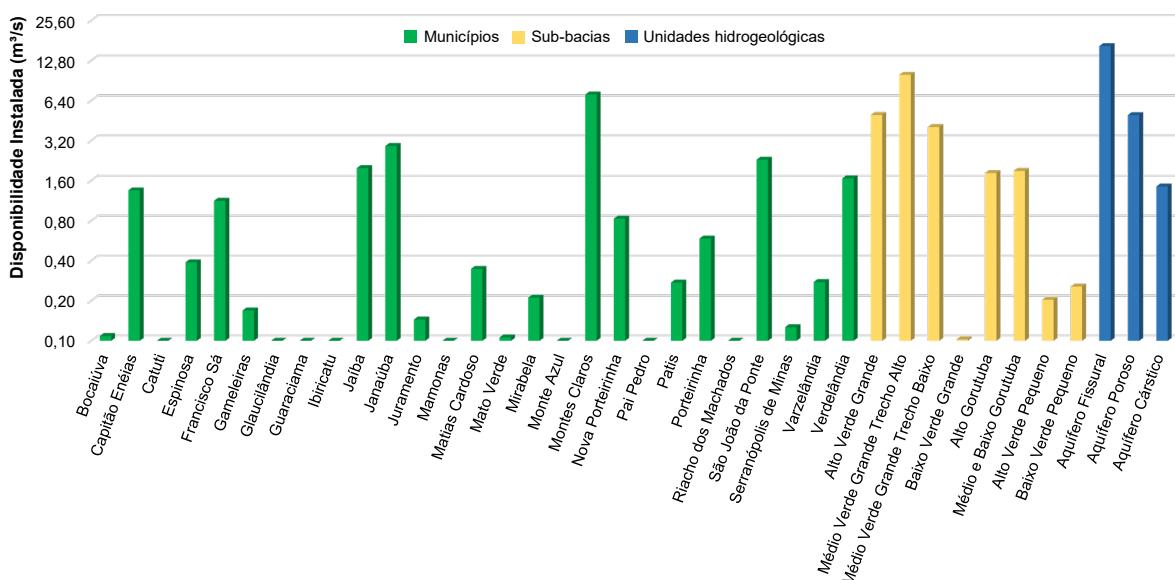
Disponibilidade Instalada:

A análise de 2.358 captações vigentes na área de estudo revelou uma distribuição heterogênea da demanda hídrica. Os maiores volumes de extração concentram-se nos municípios de Montes Claros (7,09 m³/s), Janaúba (2,91 m³/s), São João da Ponte (2,30 m³/s), Jaíba (1,99 m³/s) e Verdelândia (1,67 m³/s). Destaca-se que Montes Claros, mesmo tendo apenas parte de seu território inserido na bacia, registra quase o dobro da captação do segundo maior município (Janaúba), que está integralmente dentro da área de estudo.

Em contraste, os menores volumes foram observados em Catuti (0,04 m³/s), Mamonas (0,03 m³/s), Guaraciama (0,03 m³/s), Riacho dos Machados (0,01 m³/s) e Ibiracatu (0,001 m³/s). Dentre esses, apenas Mamonas e Catuti estão totalmente inseridos na bacia, enquanto os demais têm participação parcial.

Em termos de sub-bacias, o médio Verde Grande – Trecho alto apresentou a maior captação (9,98 m³/s), seguido pelo alto Verde Grande (4,98 m³/s) e médio Verde Grande – Trecho baixo (4,05 m³/s). Já os menores volumes ocorreram no baixo Verde Pequeno (0,26 m³/s), alto Verde Pequeno (0,20 m³/s) e baixo Verde Grande (0,10 m³/s) (Figura 4).

Figura 4 – Resultados da disponibilidade instalada da bacia do rio Verde Grande em m³/s para todos os 27 municípios, 8 sub-bacias hidrográficas e 3 tipos de aquíferos (Eixo Y em escala logarítmica).



A principal razão para a maior concentração de captações em determinadas áreas é que essas regiões abrigam municípios com maior desenvolvimento econômico. Ou seja, pegando o exemplo de Montes Claros, ele possui apenas a 12^a maior taxa de população sobre km², está localizado na área

com maior índice pluviométrico de toda a bacia e possui apenas o Aquífero Fissural e o Cártico aflorando dentro de seus limites. No entanto, é de longe o município com a maior disponibilidade instalada. Isso se deve ao elevado Produto Interno Bruto (PIB) desse município, que, de acordo com dados do IBGE de 2021, é o 13º maior de todos os municípios de Minas Gerais e o maior entre os municípios da bacia do rio Verde Grande.

O segundo município com maior disponibilidade instalada é também o segundo em relação ao PIB entre os municípios da bacia estudada, sendo este o município de Janaúba. De acordo com o IBGE, ele representa o 86º maior PIB de Minas Gerais. A diferença de posição no PIB entre o primeiro e o segundo colocado também se reflete na diferença no número de captações, sendo as de Montes Claros mais que o dobro das de Janaúba.

Recurso Explotável:

O balanço entre disponibilidade hídrica e captações outorgadas revela que a maioria dos municípios apresenta saldos positivos de água, destacando-se Gameleiras (5,83 m³/s), Jaíba (4,39 m³/s), São João da Ponte (3,85 m³/s) e Janaúba (3,83 m³/s). Esses volumes são explicados por três fatores principais: (1) extensão territorial, (2) presença de aquíferos com alta capacidade de recarga (especialmente o aquífero poroso) e (3) baixa densidade de captações. Gameleiras, por exemplo, embora seja o 8º maior município em área, possui baixa demanda hídrica e parte significativa de seu território sobre o aquífero poroso. Em contraste, Jaíba, São João da Ponte e Janaúba combinam grandes áreas com elevada disponibilidade instalada, mas mantêm saldos positivos devido à predominância do aquífero poroso.

Em escala de sub-bacias, todas apresentam saldos positivos, com destaque para o médio e baixo Gorutuba (22,28 m³/s), cuja extensão sobre o aquífero poroso e baixa pressão de captações garantem elevada reserva explotável. O médio Verde Grande – Trecho alto (7,70 m³/s) ocupa a segunda posição, enquanto o alto Verde Grande (1,24 m³/s), que abrange a região de Montes Claros (área de maior demanda), registra o menor saldo, embora ainda positivo devido à sua extensão territorial.

Quanto às unidades hidrogeológicas, o aquífero poroso, apesar de sua elevada reserva renovável, apresenta baixa taxa de exploração, resultando em significativa disponibilidade remanescente. Já o aquífero fissural, embora sem indícios de superexploração, demanda atenção devido à concentração de captações e à redução mais acentuada em sua reserva renovável. Esses resultados reforçam a influência conjunta de fatores naturais (tipologia de aquíferos, recarga) e antrópicos (distribuição espacial da demanda) na governança dos recursos hídricos da bacia.

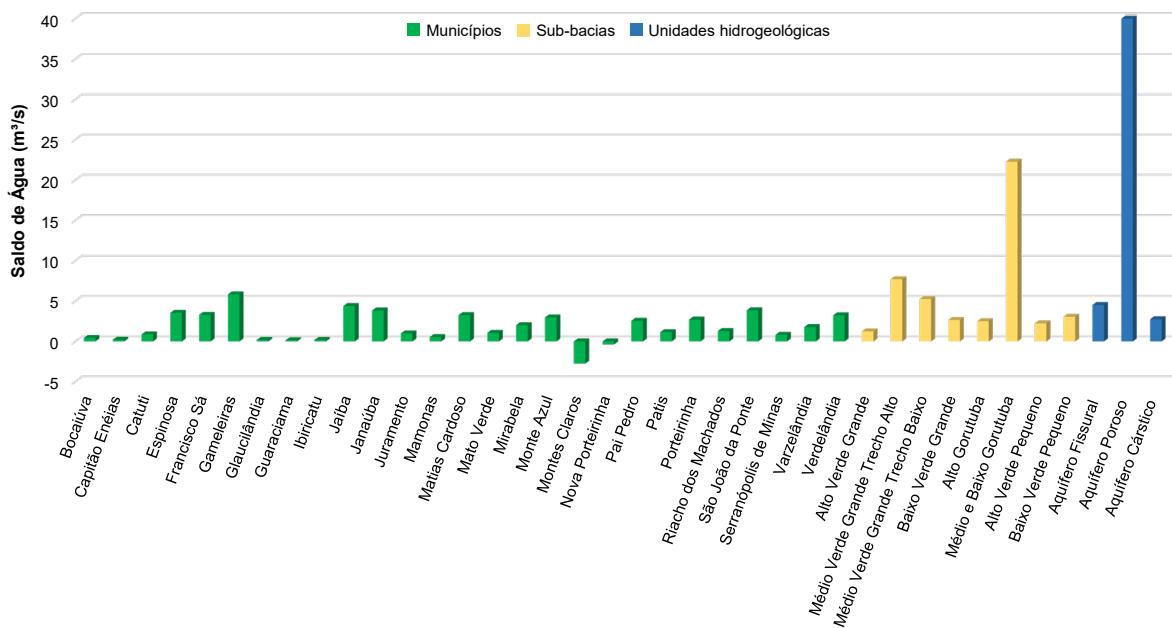
Superexploração:

Dois municípios se destacam em relação à superexploração hídrica: Nova Porteirinha, com -0,38 m³/s, e Montes Claros, com -2,75 m³/s (Figura 5). Nova Porteirinha, embora localizado em uma área predominantemente composta pelo Aquífero Poroso, tem um território pequeno (25º entre os 27 municípios da bacia do Verde Grande). No entanto, possui alta densidade populacional (56 hab/km², a terceira maior da região) e um PIB por quilômetro quadrado elevado (4º lugar), indicando intensa atividade econômica e demanda por água em uma área reduzida. Apesar da presença de um aquífero produtivo, a pressão sobre os recursos hídricos é significativa.

Já Montes Claros, o segundo maior município em extensão na bacia, tem predominância do Aquífero Fissural, que apresenta recarga menos eficiente. Apesar de receber maior volume de chuvas, a litologia local não favorece o armazenamento adequado de água, reduzindo a reserva renovável.

Como um dos polos econômicos mais importantes de Minas Gerais, a demanda por captações é alta para atender diversos setores. Contudo, os dados mostram que a reserva disponível não é suficiente para suprir essa demanda, levando a uma superexploração significativa.

Figura 5 – Resultados do saldo de água, tanto em forma de recursos explotáveis e de superexploração, da bacia do rio Verde Grande em m^3/s para todos os 27 municípios, 8 sub-bacias hidrográficas e 3 tipos de aquíferos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da disponibilidade hídrica na bacia do rio Verde Grande mostra uma distribuição desigual na captação de água, tanto entre municípios quanto nas sub-bacias. Municípios com maior desenvolvimento econômico, como Montes Claros, Janaúba e São João da Ponte, apresentam as maiores captações, refletindo sua atividade econômica intensa. Essa tendência também se repete nas sub-bacias, especialmente no médio Verde Grande – Trecho alto, que concentra os maiores centros urbanos e permite maior exploração dos recursos hídricos.

A maioria dos municípios possui saldos hídricos positivos, indicando disponibilidade de água para exploração sustentável. Destaque para Gameleiras, Jaíba, São João da Ponte e Janaúba, que apresentam grandes excedentes devido à extensão territorial, aquíferos com boa recarga e captações moderadas. No entanto, Nova Porteirinha e Montes Claros enfrentam superexploração: o primeiro, por alta densidade populacional e atividade econômica em área reduzida; o segundo, devido à baixa eficiência de recarga da aquífero fissural e elevada demanda hídrica.

Em nível de sub-bacias, o médio e baixo Gorutuba têm o maior saldo positivo, beneficiados pelo aquífero poroso e ampla área. Já o alto Verde Grande, onde está Montes Claros, tem menor disponibilidade devido à litologia desfavorável e alta pressão de uso.

Conclui-se que a gestão sustentável dos recursos hídricos na bacia deve considerar não apenas a disponibilidade natural, mas também a demanda econômica e as características geológicas locais. Políticas adequadas são essenciais para evitar escassez futura, especialmente em áreas já sob pressão, garantindo o uso equilibrado e eficiente da água na região.

REFERÊNCIAS

- ANA. (2023). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande*. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2011. Disponível em: <http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/690>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- BHERING, A. P., ANTUNES, I. M. H. R., MARQUES, E. A. G., DE PAULA, R. S. & SILVA, A. R. N. (2023). *Hydrogeology of Karst and Metapelitic Domains of the Semi-Arid Vieira River Watershed (Brazil)—A Contribution to Groundwater Resource Management*. Water, v. 15, n. 11, p. 2066.
- COSTA, M. T.; BRANCO, J. J. R. (1961). *Roteiro da Excursão Belo Horizonte – Brasília*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 14, Roteiros de Excursões, SBG. (Publicação 15), Belo Horizonte.
- COSTA, W. D. (1998). *Avaliação de reservas, potencialidade e disponibilidade de aquífero*. In: Congresso Brasileiro de Água Subterrânea, 10., São Paulo. Anais... São Paulo.
- DE FILIPPO, M. A. (2022). Comportamento hidráulico do aquífero cárstico Lagoa do Jacaré e sua relação com o rio Verde Grande, em região de conflito hídrico no norte de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.
- DE PAULA, R. S. (2012). *Modelagem numérica de fluxo do aquífero cárstico-fissural do Grupo Bambuí, Bacia do Riacho Boi Morto no município de São Francisco, norte de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- DE PAULA, R. S.; VELÁSQUEZ, L. N. M. (2013). Modelagem Numérica de Fluxo do Aquífero Cárstico-Fissural da bacia do Riacho Boi Morto no Município de São Francisco, Minas Gerais. Águas Subterrâneas, v. 27, n. 2.
- DE PAULA. R. S. (2019). Modelo Hidrogeológico de Fluxo do Flanco Leste do Sinclinal Moeda (Quadrilátero Ferrífero - MG): Caracterização, Impactos e Perspectivas Futuras para o Aquífero Cauê. Belo Horizonte, 2019. 278f. Tese (Doutorado em Geologia). Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG.
- DE PAULA, R. S., TEIXEIRA, G. M., RIBEIRO, C. G., DA SILVA, P. H. P., SILVA, T. G. A., VIEIRA, L. C. M., & VELÁSQUEZ, L. N. M. (2020). Parâmetros Hidrodinâmicos do Aquífero Cárstico-Fissural da Região de Lagoa Santa, Minas Gerais. Águas Subterrâneas, 34(2), 221-235.
- 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., SILVA, M. A. D., BARROS, R., MATOS, C. A., REIS, C., & MEIRA, M. (2022). *Mapa geológico da bacia do São Francisco*. (under review).
- FEITOSA, F. A. C., MANOEL FILHO, J., FEITOSA, E. C., DEMETRIO, J. G. A. (2008). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. CPRM.
- FIUME, B., SENHORINHO, E. M., NASCIMENTO, F. M. D. F., MIRANDA, J. S. N., ABREU, M. C., & PAULA, T. L. F. D. (2022). *Mapa hidrogeológico do estado de Minas Gerais*.

- FREITAS, L. O., CALHEIROS, T., DOS REIS, R. J. (2019). *Vulnerabilidade da mesorregião Norte de Minas Gerais face às mudanças climáticas*. Caderno de Geografia, v. 29, n. 56, p. 134-155.
- IGLESIAS, M., UHLEIN, A. (2009). *Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais*. Revista Brasileira de Geociências, v. 39, n. 2, p. 256–266.
- IGLESIAS, M., UHLEIN, A. (2008). *Estratigrafia do Grupo Bambuí na Serra do Jaíba, norte de Minas Gerais*. Geonomos, v. 16, n. 1, p. 21-27.
- MACHADO, N., SCHRANK, A., ABREU, F. D., KNAUER, L. G., & ALMEIDA-ABREU, P. A. (1989). *Resultados preliminares da geocronologia U-Pb na Serra do Espinhaço Meridional*. Boletim do Núcleo Minas Gerais-Sociedade Brasileira de Geologia, v. 10, p. 171-174.
- MILLER, J. A. (1999). *Ground water atlas of the United States: Introduction and national summary*. US Geological Survey.
- REIS, P. R. D. C., SILVEIRA, S. D. 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.
- SILVA, L. C., PEDROSA-SOARES, A. C., Armstrong, R., Pinto, C. P., Magalhães, J. T. R., Pinheiro, M. A. P., & Santos, G. G. (2016). *Disclosing the Paleoarchean to Ediacaran history of the São Francisco craton basement: The Porteirinha domain (northern Araçuaí orogen, Brazil)*. Journal of South American Earth Sciences, v. 68, p. 50-67.
- SILVA, M. A., PINTO, C. P., PINHEIRO, M. A. P., MARINHO, M. S., LOMBELLO, J. C., PINHO, J. M., ... & Magalhães, J. R. (2020). *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais*. Projeto Geologia do Estado de Minas Gerais.
- SILVEIRA, C. D. S., SOUZA FILHO, F. D. A. D., MARTINS, E. S. P. R., OLIVEIRA, J. L., COSTA, A. C., NOBREGA, M. T., ... & SILVA, R. F. V. (2016). *Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura*. RBRH, v. 21, p. 416-428.
- TUCCI, C. E. M.; CHAGAS, M. F. (2017). *Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais*. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 14, n. 1, p. e12.