



## CONEXÕES ENTRE A COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA E PULSO DE INUNDAÇÃO NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL – REGIÃO CÁRSTICA DE ARCOS-PAINS / MG

Fillipe Diniz Ferreira <sup>1</sup>  
Maria Eduarda dos Santos Pedro <sup>2</sup>  
Julio Cesar Cassiano Gonçalves <sup>3</sup>  
Yuri Ribeiro Viu <sup>4</sup>  
Antônio Pereira Magalhães Júnior <sup>5</sup>  
Diego Alves de Oliveira <sup>6</sup>  
Elizene Veloso Ribeiro <sup>7</sup>  
Luiz Fernando de Paula Barros <sup>8</sup>

### RESUMO

Em regiões cársticas, as especificidades geológicas e geomorfológicas tornam a qualidade da água um indicador importante da dinâmica hidrogeomorfológica. Neste sentido, este trabalho visa relacionar a composição físico-química da água na bacia do rio São Miguel, região cárstica de Arcos-Pains (SW de Minas Gerais), com um pulso de inundação característico do clima tropical regional. A pesquisa foi realizada com base na análise dos parâmetros de Temperatura, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD) e Turbidez. Os dados foram obtidos em campo, no período chuvoso, por meio de medidor de Oxigênio Dissolvido (HI 98193), Medidor portátil de pH/Condutividade/TDS (Hanna HI98130) e turbidímetro microprocessado digital modelo DLT-WV. Os resultados refletem a dinâmica típica de um contexto hidrogeomorfológico cárstico, em que a dissolução dos carbonatos se intensifica nos períodos de maior disponibilidade hídrica. Os parâmetros analisados evidenciam a atuação das áreas úmidas (AUs) como “filtros geoquímicos”, mantendo parâmetros com valores baixos no período de intensas chuvas.

**Palavras-chave:** Hidrogeomorfologia; Hidrogeografia; Sistemas hidroambientais.

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de Geografia da UFMG, [fillipedinizferreira2003@gmail.com](mailto:fillipedinizferreira2003@gmail.com).

<sup>2</sup> Graduanda do curso de Geografia da UFMG, [madu.mespx@gmail.com](mailto:madu.mespx@gmail.com).

<sup>3</sup> Graduando do curso de Geografia do IFMG–Campus Ouro Preto, [julio.csr.cassiano@gmail.com](mailto:julio.csr.cassiano@gmail.com).

<sup>4</sup> Graduando pelo curso de Geografia da UFMG, [yuriviu@gmail.com](mailto:yuriviu@gmail.com).

<sup>5</sup> Professor orientador: Departamento de Geografia da UFMG, [antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com](mailto:antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com).

<sup>6</sup> Professor orientador: Curso de Geografia do IFMG–Campus Ouro Preto, [diego.oliveira@ifmg.edu.br](mailto:diego.oliveira@ifmg.edu.br).

<sup>7</sup> Professora orientadora: Curso de Geografia do IFMG–Campus Ouro Preto, [elizene.ribeiro@ifmg.edu.br](mailto:elizene.ribeiro@ifmg.edu.br).

<sup>8</sup> Professor orientador: Departamento de Geografia da UFMG, [luizfpaulabarros@gmail.com](mailto:luizfpaulabarros@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Os terrenos cársticos estão associadas a eficientes aquíferos subterrâneos, devido à facilidade de entrada das águas superficiais em cavidades, suprimindo aproximadamente 25% de toda demanda hídrica mundial (FORD; WILLIAMS, 2007). No entanto, os aquíferos cársticos apresentam uma alta vulnerabilidade à contaminação devido a esses contatos diretos com a superfície. Nesses contextos de fragilidade e susceptibilidade ambiental, a análise da qualidade da água pode ser eficiente para indicar os eixos de pressões e impactos humanos. Em sistemas cársticos, é frequente a origem de áreas úmidas (AUs) nas depressões superficiais associadas a dolinas de dissolução. AUs são sistemas hidrogeomorfológicos permanente ou periodicamente inundados e/ou alagados, formados em condições morfológicas que favorecem o acúmulo de água (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2018). Esses sistemas são reconhecidamente relevantes em termos ambientais, apresentando uma série de funções, como depuração da qualidade da água, mananciais para usos de recursos hídricos e manutenção de biota adaptada (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2020; MITSCH; GROSSELINK, 2007; JUNK et al., 2015). Portanto, pesquisas que envolvam a compreensão das condições ambientais das AUs são relevantes para a sua proteção e a manutenção ou recuperação de suas funções e serviços ecossistêmicos prestados.

No Brasil, as abordagens das AUs têm sido, tradicionalmente, de viés ecológico e/ou biológico (JUNK; CUNHA, 2024), não contemplando, por exemplo, os pequenos sistemas hidrogeomorfológicos dos planaltos de Minas Gerais. Buscando contribuir para a supressão dessa lacuna, Gomes e Magalhães Júnior (2018; 2020) elaboraram um panorama dos sistemas de classificação de AUs no Brasil e no mundo e propuseram classes hidrogeomorfológicas de AUs para o estado de Minas Gerais.

A região cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, na bacia do alto rio São Francisco, sudoeste de Minas Gerais, apresenta uma marcante riqueza em AUs temporárias, devido ao clima tropical sazonal. Diversas depressões de dissolução (dolinas, uvalas, poliés) são preenchidas no período chuvoso por águas de inundação (MARQUES et al., 2024). Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de analisar a composição físico-química da água na bacia do rio São Miguel durante um pulso de inundação, de modo a se verificar as influências do contexto cárstico e o papel das AUs.



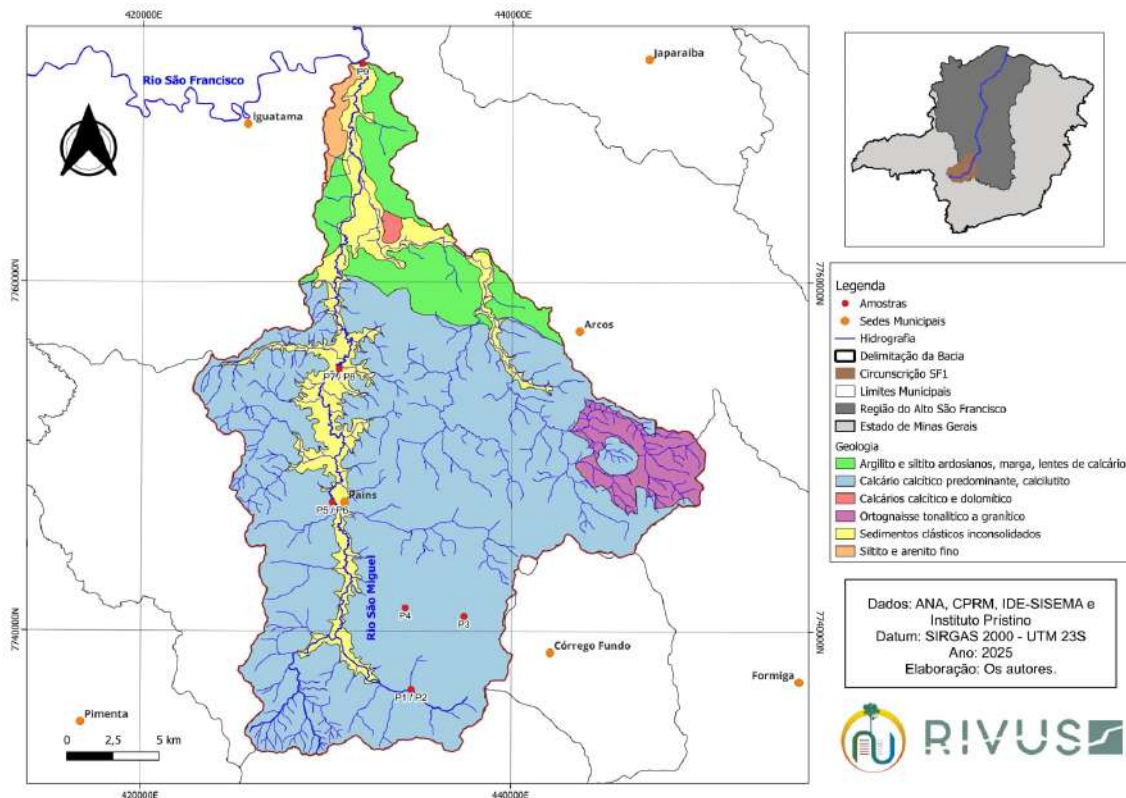
Os pulsos de inundação na estação chuvosa refletem o regime tipicamente sazonal da rede fluvial regional, e podem contribuir para a compreensão da sua participação na composição geoquímica da água (HADDAD; MAGALHÃES JÚNIOR, 2010). Além dos pulsos de inundação, o trabalho considera a possibilidade das AUs terem origem pluvial, de exfiltração de águas dos aquíferos cársticos, bem como da interação entre estas fontes.

## **A BACIA DO RIO SÃO MIGUEL**

A bacia do rio São Miguel possui 520 km<sup>2</sup> e situa-se na região cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, no centro-oeste de Minas Gerais (Fig. 1). A bacia está inserida no Alto Rio São Francisco (Circunscrição SF1, conforme o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM). Conforme a classificação de Koppen-Geiger, o clima regional é o tipo Cwa (subtropical de inverno seco), apresentando verões úmidos e quentes e invernos secos (LUCON et al., 2018). A região está em zona de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica (MENEGASSE, et al., 2002).

A bacia se localiza na porção sul do Cráton São Francisco (ALMEIDA, 1977). Assim, além das rochas arqueanas do Complexo Granito-Gnaiss (embasamento cristalino), é marcada pela ocorrência de rochas neoproterozoicas do Grupo Bambuí e sedimentos não consolidados do Cenozoico (FÉLIX; FREITAS JÚNIOR, 2000). As AUs estudadas inserem-se em substrato de rochas pelíticas da Formação Serra da Saudade, e rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas, ambas do Grupo Bambuí (Fig. 2). A área se situa em uma zona de transição entre as bacias dos rios São Francisco e Grande, marcada por uma descontinuidade crustal que constitui um corredor de dissecação retilíneo, caracterizado por morfologia composta por cristas, escarpas e sulcos (HADDAD; MAGALHÃES JÚNIOR, 2010). A bacia apresenta predomínio de relevo cárstico, com feições típicas como dolinas, paredões, sumidouros e ressurgências (SAADI, 1991; SEE, 2012). Em termos pedológicos, predominam Latossolos Vermelhos nas áreas de relevo suave ondulado e ondulado, Cambissolos de caráter aluminoso e Luvisolos (HADDAD; MAGALHÃES JÚNIOR, 2010).

**Figura 1 – Localização, geologia da área de estudo e pontos de coleta de água**



Elaboração: Os autores, 2025.

## TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

Os dados foram coletados em trabalho de campo realizado entre 31/01/2025 e 04/02/2025 (estação chuvosa). A maioria das AUs contempladas situa-se na planície do rio São Miguel, recebendo as influências diretas de pulsos de inundação nos períodos chuvosos (AARÃO et al., 2020). No entanto, algumas amostras foram coletadas em pontos que não correspondem a AUs para fins de comparação entre os resultados obtidos, possibilitando uma análise da variação dos parâmetros de qualidade da água em diferentes sistemas hidrogeomorfológicos da bacia. As altitudes dos pontos de coleta foram obtidas utilizando a plataforma Google Earth Pro.

Para avaliar o quão significativo foi o pulso de inundação na bacia, foram baixados dados da plataforma HIDROWEB, pertencente à Agência Nacional das Águas (ANA). Segundo a série histórica da estação pluviométrica do município Arcos, operada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), o acumulado de chuva na região para o mês de janeiro foi de 229,3 mm.

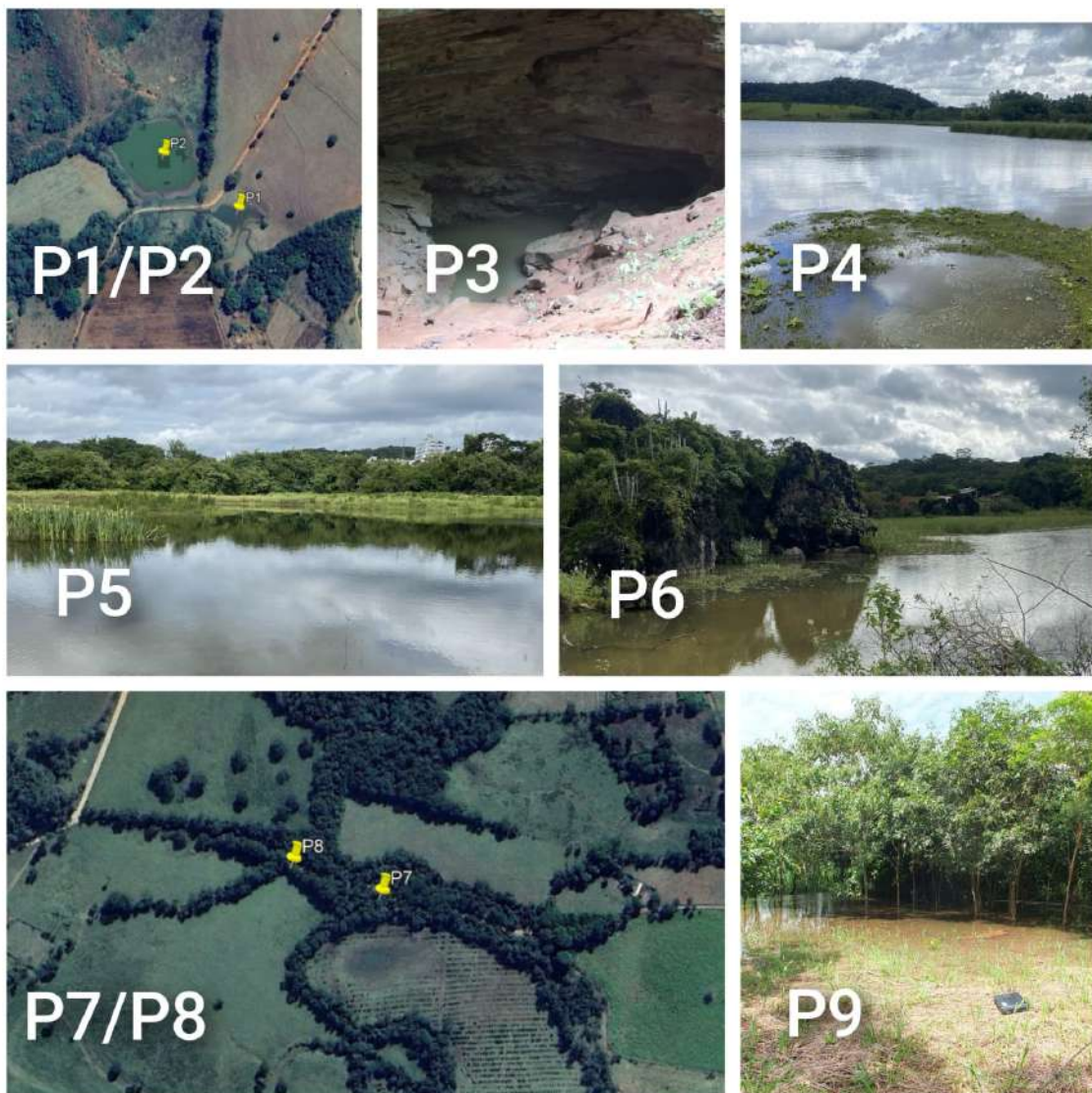
**Tabela 1 - Identificação de amostras e descrição da área de coleta**

| Identificação das Amostras | Informações Complementares   |          |                                                                                                                 |
|----------------------------|------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | Coordenada                   | Altitude | Área de Coleta                                                                                                  |
| P1                         | 20°28'03.7W" - 045°37'37.0S" | 765 m    | Lagoa permanente sobre dolina, próxima a uma estrada vicinal e com afloramento do lençol freático.              |
| P2                         | 20°28'03.7W" - 045°37'37.0S" | 765 m    | Lagoa permanente sobre dolina, próxima a uma estrada vicinal e com afloramento do lençol freático.              |
| P3                         | 20°25'47.0W" - 045°35'58.3S" | 741 m    | Gruta cárstica próxima a uma estrada vicinal, sendo parte de um sumidouro e de um corredor de água subterrânea. |
| P4                         | 20°25'30.9W" - 045°37'44.0S" | 774 m    | Lagoa permanente antropizada sobre dolina e localizada ao lado de um afloramento de calcário.                   |
| P5                         | 20°22'14.0W" - 045°40'03.7S" | 676 m    | Área Úmida próxima à surgência do rio São Miguel, em Pains (MG), podendo ser uma planície de inundação.         |
| P6                         | 20°22'14.0W" - 045°40'03.7S" | 681 m    | Área Úmida próxima à surgência do rio São Miguel, em Pains (MG), podendo ser uma planície de inundação.         |
| P7                         | 20°18'05.6W" - 045°39'50.2S" | 664 m    | Ponte sobre o rio São Miguel, estando próxima a confluência de três outros fluxos.                              |
| P8                         | 20°18'04.5W" - 045°39'53.8S" | 664 m    | Ponte em área pantanosa sobre possível surgência próxima à ponte sobre o rio São Miguel.                        |
| P9                         | 20°08'36.3W" - 045°39'06.4S" | 636 m    | Área inundada na foz do rio São Miguel com o rio São Francisco, formando uma pequena área pantanosa.            |

Fonte: Os autores, 2025.

A análise da composição físico-química da água durante o pulso de inundação se baseou nos parâmetros de Temperatura, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), pH, Oxigênio Dissolvido (OD) e Turbidez. Os dados foram obtidos em campo por meio de medidor de Oxigênio Dissolvido - OD (HI 98193), medidor portátil de pH/Condutividade/TDS (Hanna HI98130) e turbidímetro microprocessado digital modelo DLT-WV. No total, foram coletadas nove amostras de água na bacia (Tab. 1), sendo seis em AUs ao longo do vale principal.

**Figura 2 – Imagens de campo das áreas de coleta**



Elaboração: Os autores, 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de água são apresentados na Tabela 2. As amostras P3, P4, P6, P7, P8 e P9 apresentaram pH alcalino, refletindo a dinâmica hidrogeomorfológica no contexto de áreas cársticas, devido à dissolução de carbonatos. Esta dinâmica explica por que as águas superficiais da bacia do rio São Miguel podem ser classificadas como bicarbonatadas cálcicas (GOLDSCHIEDER; DREW, 2007). Por se tratarem de coletas realizadas na estação chuvosa, a maior quantidade de água circulando no sistema intensifica o processo de dissolução de carbonatos. Já os pontos P1, P2, e P5 apresentaram pH ácido, o que pode estar relacionado à concentração de matéria orgânica ou à menor quantidade de carbonatos dissolvidos.

Os maiores valores de temperatura (acima de 26°C), em ordem decrescente, foram os das amostras P5, P4, P1, P6 e P9. Estes valores refletem maior exposição à luz solar nos pontos onde estas amostras foram coletadas, principalmente AUs com lagoas (favorecendo a estratificação térmica). Por sua vez, as amostras P3, P7 e P8 apresentaram os menores valores de temperatura, sendo justamente as áreas que possuem maior contribuição de fluxos de água subterrânea, sendo, portanto, menos exposta à radiação solar. Não foi feita medição de Temperatura para a amostra P2.

**Tabela 2 - Resultados das análises de água**

| Amostras | pH   | Temp. °C | CE (µS) | Turbidez (NTU) | OD (mg/L) | STD (ppm) |
|----------|------|----------|---------|----------------|-----------|-----------|
| P1       | 6,1  | 28,1     | 182     | 29,4           | 5,38      | 365       |
| P2       | 6,85 | SM       | 485     | 8,11           | 5,09      | 240       |
| P3       | 8,23 | 22,7     | 450     | 22,2           | SM        | 225       |
| P4       | 7,9  | 28,3     | 244     | 5,47           | 5,6       | 122       |
| P5       | 6,64 | 30,4     | 181     | 3,32           | 12,35     | 90        |
| P6       | 8,23 | 27,9     | 360     | 8,05           | 6,29      | 180       |
| P7       | 8,88 | 25,6     | 30      | 46,8           | 5,9       | 18        |
| P8       | 8,82 | 24,4     | 442     | 11,6           | 5,09      | 221       |
| P9       | 8,42 | 26,2     | 347     | 2,54           | 2,97      | 174       |

Fonte: Os autores, 2025. SM: sem medição.



Os maiores valores de CE (acima de 300  $\mu\text{S}$ ) foram os das amostras P2, P3, P8, P6 e P9. Os valores evidenciam a influência do arcabouço geológico nas propriedades físico-químicas da água, com a dissolução dos carbonatos aumentando a quantidade de íons dissolvidos. Além disso, o fato de alguns desses pontos serem lagoas/ambientes lênticos (P2, P6 e P8), favorece o aumento da mineralização da água devido à maior concentração de sais dissolvidos (SILVA et al., 2017). Os outros pontos (P1, P4, P5 e P7) provavelmente apresentam valores de CE inferiores devido à maior diluição dos íons presentes na água em decorrência da estação chuvosa. A amostra P7 tem o menor valor registrado (30  $\mu\text{S}$ ), sendo um ponto próximo a uma zona de confluência, com contribuição direta do pulso de inundação.

Para a Turbidez, os maiores valores registrados, em ordem decrescente, foram os das amostras P7, P1 e P3 (todas acima de 20 NTU). A amostra P7 apresentou o maior valor (46,8 NTU) devido ao fluxo turbulento na área de coleta, tendo sido possível visualizar o rio São Miguel rompendo os diques marginais e inundando a planície de inundação. A amostra P1, apesar de ter sido coletada ao lado do P2, apresentou valor de Turbidez bem mais elevado, em decorrência da ausência de vegetação em seu entorno. Este contexto favorece, sobretudo na estação chuvosa, o carreamento de sedimentos para a AU (LUCON et al., 2018). As relações entre superfícies desnudas ou com cobertura vegetal rarefeita, e aumento da turbidez nos períodos chuvosos são bem conhecidos na literatura (DUSSART-BAPTISTA et al., 2003; SILVA et al., 2003; VALDES et al., 2005). Já o valor da amostra P3 pode ser explicado devido à elevada energia do fluxo de água subterrânea dentro da gruta. Todas as demais amostras apresentaram resultados abaixo de 20 NTU, com destaque para P9, P5 e P4 (muito abaixo de 10 NTU). Os três menores valores de Turbidez correspondem a AUs com ambientes lênticos, o que favorece a decantação de sedimentos em suspensão.

A maioria dos resultados de OD se concentra na faixa de 5,09 até 6,29 mg/L, com exceções para P5 (12,35 mg/L) e P9 (2,97 mg/L). A amostra P5 corresponde a uma AU próxima da surgência do rio São Miguel, indicando a ausência de poluição orgânica. Já a amostra P9 pode ter apresentado uma concentração de OD menor devido à decomposição da matéria orgânica (MAGALHÃES JÚNIOR; LOPES, 2022). Deve-se também considerar a possibilidade de contaminação por esgotos e efluentes domésticos lançados no rio São Miguel pelo município de Pains (MG), aumentando a concentração



de Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total que, na sua forma orgânica, resulta no decréscimo de OD (HADDAD; MAGALHÃES JÚNIOR, 2010). Não foi feita a medição de OD da amostra P3 devido à falta de segurança e ao risco de deslocamento com a sonda.

Os resultados das concentrações de STD apresentaram alta variação em relação aos outros parâmetros. Os valores superiores a 200 ppm foram registrados nas amostras P1, P2, P3 e P8, refletindo novamente a mineralização da água em decorrência da dissolução de carbonatos no contexto de uma região cárstica durante a estação chuvosa (GOLDSCHIEDER; DREW, 2007). No caso das amostras P1 e P2, ambas em AUs com lagoas em dolinas e próximas a afloramentos de calcário, houve elevadas concentrações de STD. Já as amostras P3 e P8 correspondem a pontos com fluxo ou surgência de água subterrânea, sugerindo alto grau de mineralização da água em decorrência de conexão com aquífero cárstico (ponto de exfiltração). As amostras P4, P5, P6 e P9 apresentaram valores intermediários, variando de 90 a 180 ppm. Apesar de inferiores, estes valores, sobretudo os das amostras P4, P6 e P9 (122, 180 e 174 ppm, respectivamente) ainda refletem o contexto da água e sua interação com o ambiente cárstico. A amostra P7 se destacou por ter apresentado o menor resultado para STD (18 ppm), o que demonstra a influência do pulso de inundação na diluição da carga mineral dissolvida na água.

Por fim, com base nas observações realizadas no trabalho de campo e nos resultados obtidos após a análise das amostras em laboratório, é possível inferir os processos formadores das AUs, que podem ser múltiplos. Neste caso, não foram consideradas as amostras dos pontos P3 e P7, por não representarem AUs. As amostras P1, P2 e P4 apontam para AUs de origem tanto pluvial quanto de exfiltração do nível freático, pois são lagoas em dolinas. No caso de P1 e P2, as lagoas são unificadas nos períodos chuvosos. As AUs P5 e P6 também podem apresentar origem múltipla, podendo ser por exfiltração do nível freático em dolinas nos períodos chuvosos, contato de água de sumidouros e ação fluvial, já que a área está próxima do rio São Miguel. A amostra P8 também aponta para uma AU de origem fluvial ou de exfiltração do nível freático, sendo uma surgência em uma área brejosa próxima ao rio São Miguel. Já a amostra P9 refere-se a uma AU fluvial brejosa, alimentada por inundações na foz do rio São Miguel com o rio São Francisco.



## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto cárstico da bacia do rio São Miguel, sobretudo durante pulsos de inundação, influencia diretamente a composição da água dos sistemas hidrogeomorfológicos, com elevadas concentrações de carbonatos de cálcio respondendo pelas variações de pH, Condutividade Elétrica e STD. Por outro lado, as AUs se mostram eficientes sistemas para a decantação de sedimentos em suspensão na água, respondendo por menores valores de turbidez, mesmo no período chuvoso. Além disso, as AUs, sobretudo as alimentadas pela exfiltração do nível freático, atuam também no controle da temperatura, com as amostras mostrando uma amplitude de até 6°C.

As variações dos parâmetros analisados também expressam as características dos diferentes tipos de sistemas hidrogeomorfológicos onde foram coletadas as amostras, como áreas brejosas, planícies de inundação, lagoas, grutas, ressurgência ou foz de curso d'água. Além das concentrações de carbonatos de cálcio, fatores como exposição à radiação solar, tamanho/tipologia da AU, energia do fluxo d'água, exposição à poluição/matéria orgânica, conexão com os fluxos de água subterrânea e grau de cobertura vegetal também influenciaram na variação dos resultados.

Os resultados podem auxiliar a compreensão das influências da dinâmica fluvial na configuração e composição da água dos sistemas hidrogeomorfológicos analisados, fato ainda mais relevante considerando-se a fragilidade dos ambientes cársticos. Neste sentido, iniciativas de ordenamento territorial e gestão ambiental na bacia do rio São Miguel se demonstram vitais para assegurar a continuidade das funções ambientais proporcionadas pelas AUs.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa PQ e bolsas PIBIC; à FAPEMIG pelas bolsas PROBIC e auxílio financeiro no âmbito do Projeto APQ-00770-24 (Projeto “Hidrogeomorfologia Aplicada à Análise de Áreas Úmidas em Minas Gerais: Gênese e Sustentabilidade Ambiental”) e do processo PCE-001140-25; aos grupos de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos (IGC/UFMG) e PIAU - Grupo de Pesquisas Interdisciplinares sobre Áreas Úmidas (IFMG - Ouro Preto).



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. **O cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977. Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1977349364>. Acesso em: 11 mar. 2025.

DUSSART-BAPTISTA, L.; MASSEI, N.; DUPONT, J.-P.; JOUENNE, T. **Transfer of bacteria-contaminated particles in a karst aquifer: evolution of contaminated materials from a sinkhole to a spring**. Journal of Hydrology, v. 284, n. 1-4, p. 285-295, 2003. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2003.08.007. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02339793>. Acesso em: 01 jul. 2025.

FÉLIX, A. A.; FREITAS JÚNIOR, R. L. **Mapeamento geológico e hidrogeológico da Bacia do Rio São Miguel, Alto São Francisco, Estado de Minas Gerais, Brasil**. 2000. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 104 p.

FORD, Derek C.; WILLIAMS, Paul D. **Karst hydrogeology and geomorphology**. Revised ed. Chichester; Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 576 p. ISBN 978-0-470-84996-5.

GOLDSCHIEDER, N.; DREW, D. **Methods in karst hydrology**. London: Taylor & Francis Group, 2007. 264 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9781482266023>. Acesso em: 30 jun. 2025.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em Minas Gerais**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i2.1794>. Acesso em: 02 fev. 2025.

HADDAD, Eduardo Abjaud; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do Alto São Francisco, Minas Gerais**. Geosul, v. 25, n. 49, p. 79-102, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2010v25n49p79>. Acesso em: 02 jul. 2025.

LUCON, Thiago Nogueira; COSTA, Adivane Terezinha; GALVÃO, Paulo; LEITE, Mariangela Garcia Praça. **Natural background levels and seasonal influence on groundwater chemistry of the Upper São Francisco karst region, MG, Brazil**. Brazilian Journal of Geology, v. 48, n. 4, p. 867-879, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-4889201820180071>.

LUCON, Thiago Nogueira et al. **Utilização do mapeamento hidroquímico para avaliação da qualidade das águas superficiais da bacia do rio São Miguel, Minas**



**Gerais.** Geonomos, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 31-42, mar. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v26i1.1237>. Acesso em: 02 fev. 2025.

JUNK, W. J.; CUNHA, C. N. da (org.). **Inventário das áreas úmidas brasileiras: distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento.** Cuiabá: Carlini & Caniato Editorial, 2024.

MENEGASSE, Leila Nunes; GONÇALVES, Jomir Martinho; FANTINEL, Lúcia Maria. **Disponibilidades hídricas na província cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** Águas Subterrâneas, Belo Horizonte, n. 16, p. 1-19, maio 2002.

PEREIRA, A.; FREDERICO. **Recursos hídricos: as águas na interface sociedade-natureza.** São Paulo: Oficina de Textos, 2023.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais.** 1991. Trabalho apresentado ao Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais.

DA SILVA, A. B. et al. **Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB.** Águas Subterrâneas, v. 31, n. 2, p. 109-118, abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v31i2.28807>.

SIMAN GOMES, C.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Sistemas de classificação de áreas úmidas no Brasil e no mundo: panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos / Wetlands classification systems in Brazil and the world: current overview and the importance of hydrogeomorphological parameters.** Geo UERJ, n. 33, e34519, 2018. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2018.34519>.

SEE – Sociedade Excursionista e Espeleológica. **Projeto Arcos Pains Espeleologia (PROAPE): SEE/DEGEO/EM/UFOP.** PROAPE, 2012.

MARQUES, Tássia et al. **Natural responses of Neoproterozoic dynamic karst springs to rainfall events, São Miguel Watershed, Minas Gerais, Brazil.** Hydrological Processes, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.15107>.