

## **TIPIFICAÇÃO PRELIMINAR DE ÁREAS ÚMIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE/MG POR MEIO DE ABORDAGEM HIDROGEOMORFOLÓGICA**

Vinícius Minelli Moreira <sup>1</sup>  
Antônio Pereira Magalhães Júnior <sup>2</sup>  
Luiz Fernando de Paula Barros <sup>3</sup>

### **RESUMO**

Apesar do crescente interesse científico pelas áreas úmidas (AUs), a Geografia ainda tem um vasto campo de inserção no tema, especialmente em regiões tropicais e semiáridas. Este trabalho busca contribuir para a tipificação de AUs em Minas Gerais, tomando como recorte a bacia hidrográfica do rio Suaçuí Grande. A escassez de estudos sobre AUs na região evidencia uma lacuna científica e reforça a relevância de abordagens que considerem os fatores hidrogeomorfológicos como chave para a classificação e gestão desses sistemas. A bacia do rio Suaçuí Grande, com área de 12.420 km<sup>2</sup>, localiza-se no leste do estado e apresenta condições físicas favoráveis à presença de AUs, ainda pouco exploradas na literatura. As principais etapas metodológicas do trabalho envolveram técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e trabalho de campo. Os resultados do Índice Topográfico de Umidade (TWI) e do Índice de Concentração da Rugosidade (ICR) indicaram elevada suscetibilidade à saturação hídrica, especialmente em fundos de vale dos rios Suaçuí Grande, Urupuca e Itambacuri. Foram propostas cinco tipologias de AUs na bacia: (1) Poças temporárias em áreas deprimidas com baixa retenção hídrica, (2) Sistemas brejosos sazonais em cabeceiras de drenagem, (3) Meandros abandonados com brejos sazonais, (4) Lagoas transicionais entre sistemas aquáticos e áreas brejosas, e (5) Áreas úmidas em depressões colinosas ou serranas. Cada uma apresenta particularidades quanto à sazonalidade, conectividade hídrica e influência antrópica.

**Palavras-chave:** hidrogeomorfologia, brejos, sistemas úmidos.

### **INTRODUÇÃO**

Áreas úmidas (AUs) são sistemas hidrogeomorfológicos definidos pela presença temporária ou permanente de água, que influencia diretamente as características do solo, da vegetação e dos processos ecológicos locais (Felippe, Gomes e Magalhães Júnior, 2022). As AUs desempenham funções ambientais importantes, como a regulação do ciclo hidrológico, a manutenção da biodiversidade e a oferta de diversos serviços ecossistêmicos. Por isso, o estudo das AUs tem ganhado relevância em diferentes campos

---

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

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia da UFMG, [antoniomagalhaesufmg@gmail.com](mailto:antoniomagalhaesufmg@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Geografia da UFMG, [luizfpaulabarros@gmail.com](mailto:luizfpaulabarros@gmail.com);



do conhecimento, incluindo a Geografia. Apesar disto, a compreensão desses sistemas ainda se concentra nas abordagens ecológicas e biológicas (Cunha, Piedade e Junk, 2015; Junk e Cunha, 2024) apresentando lacunas, sobretudo quanto a critérios hidrogeomorfológicos para a sua tipificação. A abordagem hidrogeomorfológica considera o contexto das AUs quanto à morfologia, processos morfogenéticos e morfodinâmicos e formações superficiais associadas (Magalhães Júnior; Barros, 2020). Desta forma, a hidrogeomorfologia traz avanços em relação a tradicionais abordagens biológicas e ecológicas das AUs (Gomes e Magalhães Júnior, 2018; 2020).

A bacia do rio Suaçuí Grande é uma das principais formadoras da bacia do rio Doce, leste de Minas Gerais, destacando-se pela presença de diversos sistemas de AUs. Este trabalho visa analisar características hidrogeomorfológicas das AUs da bacia, a fim de propor uma tipificação fundamentada na configuração espacial das feições, no contexto geomorfológico e na dinâmica hídrica sazonal.

## TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

Na etapa de gabinete foi realizada revisão de literatura para orientar a definição de critérios hidrogeomorfológicos para a tipificação preliminar das AUs. Também foram adquiridos e processados dados geoespaciais utilizando os *softwares* ArcMap 10.8 da Esri e QuantumGIS (QGIS) versão 3.40. Para isso, foi empregado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 m, a fim de se obter variáveis topográficas como hipsometria e declividade. Em seguida, aplicaram-se índices geoespaciais que subsidiaram a delimitação das áreas com potencial para ocorrência de AUs.

O Índice Topográfico de Umidade (TWI), calculado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), representa a propensão da superfície à saturação hídrica ao considerar conjuntamente a declividade do terreno e a área de contribuição acumulada de água (; Mattivi *et al.*, 2019). Além disso, foi aplicado o Índice de Concentração da Rugosidade (ICR), que permite identificar zonas com maior acúmulo e concentração hídrica por meio da análise espacial da variação da rugosidade do relevo, reduzindo subjetividades na delimitação das unidades morfológicas (Sampaio e Augustin, 2014). A integração desses dois índices possibilitou a identificação de setores na bacia hidrográfica com maior



potencial hidrogeomorfológico para o desenvolvimento de AUs, especialmente em zonas deprimidas topograficamente.

Foi realizada uma visita de campo para o reconhecimento da área e validação dos resultados obtidos em gabinete. Foram feitas observações diretas das características físicas, hidrológicas e das influências antrópicas nas AUs, bem como registro fotográfico das áreas identificadas para apoiar a tipificação preliminar.

## **A BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE**

A bacia está localizada no Leste de Minas Gerais e sua área de contribuição concentra importantes cursos d'água que compõem a margem direita do rio Doce (Fig. 1). Possui extensão aproximada de 305 km e área de drenagem de 12.420,32 km<sup>2</sup>, com perímetro de 854.141,56 km (ANA, 2023). Abrange total ou parcialmente 29 municípios, destacando-se Governador Valadares como o centro urbano mais populoso e representativo. Está inserida quase totalmente no domínio do bioma Cerrado, com formações savânicas e campestres predominantes. Contudo, há sinais de transição com a Mata Atlântica, especialmente nos compartimentos serranos da porção oeste.

O clima é diversificado, com predominância do tipo Aw (tropical com inverno seco), segundo a classificação climática de Köppen, que predomina nas porções de menor altitude associadas à Depressão do Rio Doce, onde há maior concentração de áreas planas e vales fluviais. Em altitudes intermediárias, especialmente em porções a oeste e nordeste da bacia, ocorrem áreas de clima Cwa (subtropical com inverno seco). Já nas regiões serranas e em relevos residuais do centro-sul da bacia, observa-se a ocorrência dos climas Cwb (subtropical de altitude com inverno seco e verão ameno) e, em menor expressão, Cfa (subtropical com verão quente), restrito a trechos ao nordeste da bacia.

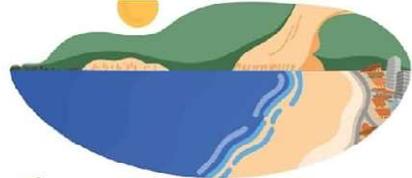
A estação da UHE Aimorés, localizada no trecho final da bacia do rio Suaçuí Grande, foi adotada como referência para a análise pluviométrica da região (ANA, 2024). Os dados indicam um regime com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa entre os meses de outubro e março, com pico de precipitação entre novembro e janeiro; e uma estação seca entre abril e setembro, com estiagem mais intensa entre junho e agosto. Essa sazonalidade pluviométrica tem influência clara, sobretudo, na dinâmica espacial das AUs na bacia.



Do ponto de vista geomorfológico, a bacia apresenta três unidades principais (Figura 1A), conforme IBGE (2018): Serras do Espinhaço Centro-Meridional, Depressão Interplanáltica do Médio Rio Doce e Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas. Esta última, que corresponde a cerca de 2% da área da bacia, é caracterizada por planícies e terraços fluviais ao longo dos rios Urupuca, Norete, Itambacuri e no baixo curso do rio Suaçuí Grande. Inseridas em setores rebaixados, essas formas refletem a morfologia suavizada predominante na Depressão Interplanáltica, que ocupa aproximadamente 23% da área da bacia e abriga os principais vales fluviais associados a ambientes potencialmente úmidos (JAXA/METI, 2007). Já a Serra do Espinhaço, situada na porção oeste da bacia, apresenta altitudes elevadas, litologias resistentes e declividades acentuadas, condições que não são, em geral, propícias à formação de AUs. No entanto, sob determinadas circunstâncias, podem ocorrer feições úmidas pontuais nessa unidade.

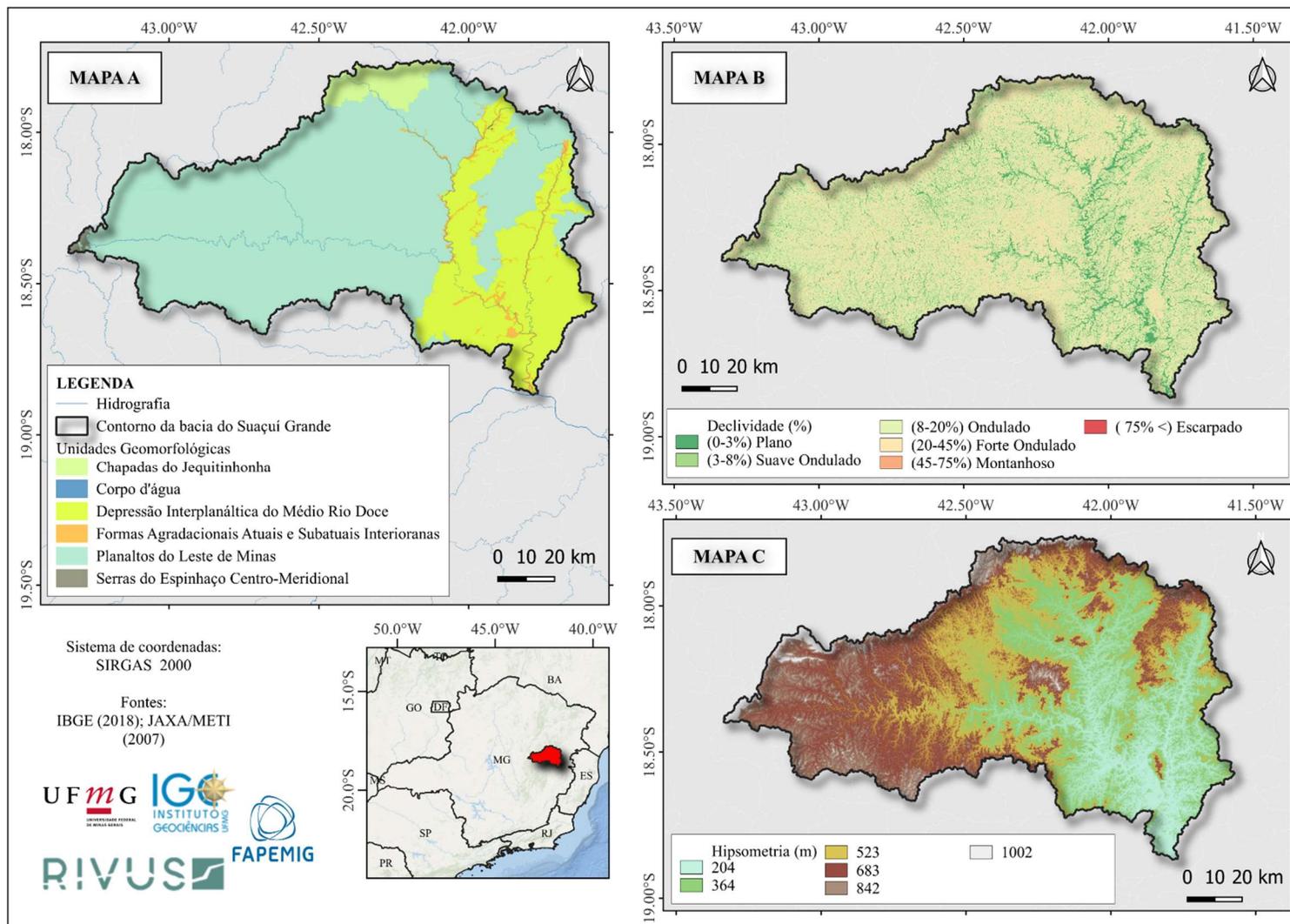
O quadro geológico e hidrogeológico mostra rochas do Arqueano ao Quaternário (CPRM, 2020). Destacam-se a Formação Serra Negra, do Paleoproterozoico, que ocupa praticamente toda a porção oeste da bacia e é composta principalmente por rochas metaultramáficas e, secundariamente, por quartzitos, gnaisses, BIF e anfibolitos; e o Grupo Dom Silvério, de idade neoproterozoica, que ocorre na porção leste da bacia, com xistos e quartzitos ferruginosos, cortando transversalmente a área e marcando a paisagem ao longo dos rios Norete e Urupuca (CPRM, 2020). As concentrações de sedimentos aluviais permeáveis são importantes para a formação de AUs, dado que facilitam a formação de níveis saturados na superfície.

Os solos são majoritariamente bem desenvolvidos, com destaque para os Latossolos Vermelho-Amarelos, que ocupam cerca de 47% da área, seguidos pelos Argissolos Vermelhos (28%) e Latossolos Vermelhos (14%) (UFV *et al.*, 2010). Já os Neossolos, Cambissolos e Argissolos Vermelho-Amarelos, estão presentes em menor proporção e distribuídos em áreas com relevo mais movimentado e porções de maiores altitudes.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE  
**GEOMORFOLOGIA**

Figura 1 – Contextualização espacial e geomorfológica da bacia do rio Suaçuí Grande





## RESULTADOS E DISCUSSÃO

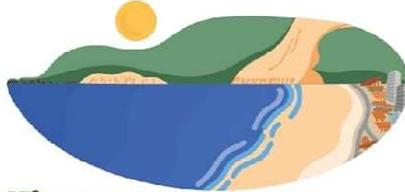
Os resultados obtidos a partir do TWI (Figura 2) indicaram as áreas mais propícias à saturação hídrica, geralmente situadas nos fundos de vales. Complementarmente, o ICR foi fundamental para destacar as configurações morfológicas favoráveis ao acúmulo de água, distinguindo áreas de relevo mais plano e menor rugosidade, que coincidem com zonas de maior concentração de AUs.

Na porção oeste da bacia, contexto da Serra do Espinhaço, o relevo apresenta altitudes elevadas, declividades acentuadas e formas escarpadas, o que limita o acúmulo superficial de água e, conseqüentemente, a ocorrência de AUs. Verificou-se baixos valores do TWI e altos valores do ICR, que indicam baixa propensão à saturação hídrica. Ainda assim, ocorrem, de forma pontual, sistemas brejosos sazonais em cabeceiras de drenagem e poças temporárias associadas a pequenas depressões.

Em contraste, nas porções central e leste da bacia observa-se a influência dos compartimentos da Depressão do Rio Doce, onde predominam formas de relevo mais suavizadas e com menores altitudes. Essas condições resultam em maior potencial de saturação hídrica, conforme indicado pelos altos valores do TWI e baixos valores do ICR. A rede de drenagem é menos encaixada e os fundos de vale apresentam, comumente, planícies mais desenvolvidas e sedimentos com maior capacidade de retenção de água.

Com base na análise espacial, as AUs foram classificadas em **cinco classes**, considerando forma, localização na paisagem, dinâmica hídrica e sazonalidade (Quadro 1). Essa categorização foi refinada a partir da interpretação de gabinete e do trabalho de campo, resultando na definição de cinco tipologias preliminares, que expressam diferentes formas de ocorrência das AUs identificadas na bacia.

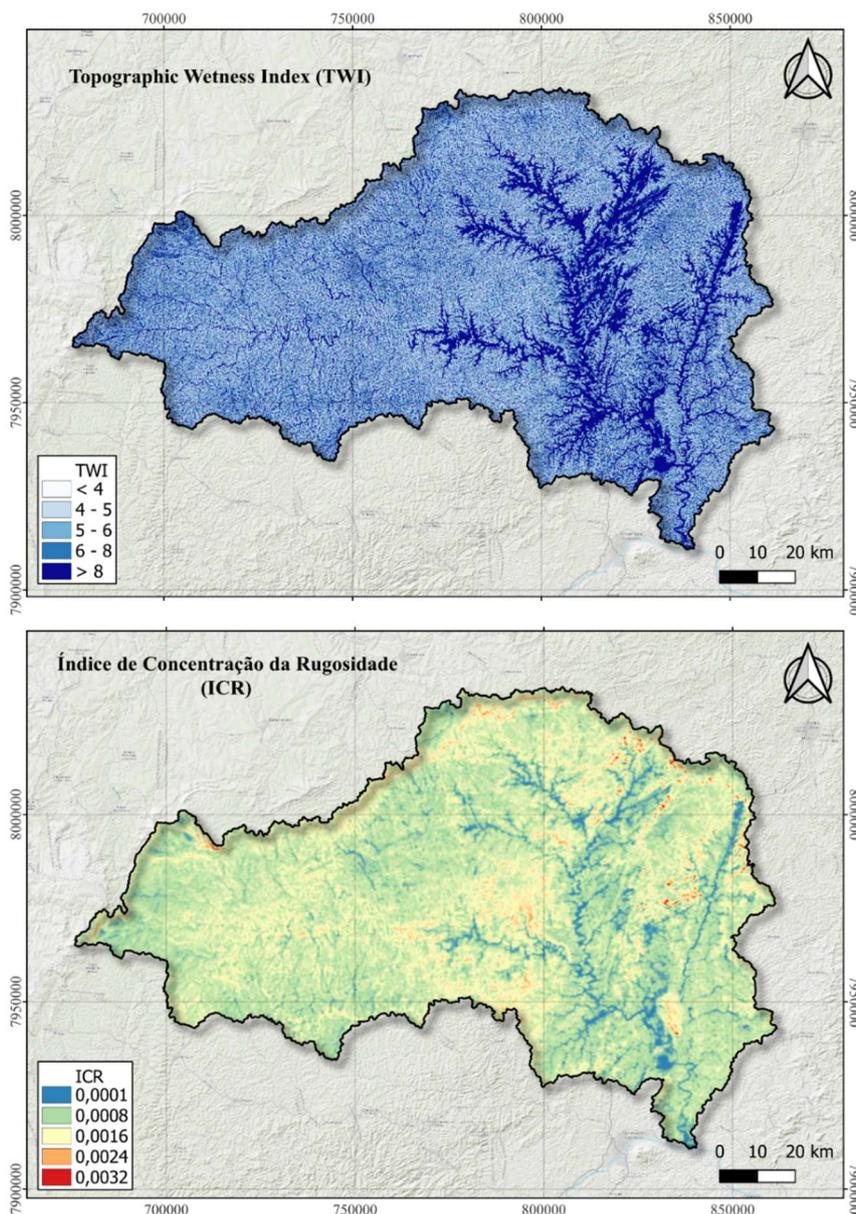
As poças temporárias, desconectadas da drenagem, apresentam alta vulnerabilidade à sazonalidade, uma vez que dependem quase exclusivamente da precipitação direta. Os sistemas brejosos em cabeceiras de drenagem, embora também influenciados pelas variações pluviométricas, podem apresentar maior estabilidade hídrica quando sustentados pelo nível freático. As AUs de meandros abandonados com brejos sazonais estão associadas aos cursos d'água e refletem a influência dos pulsos de cheia, com permanência hídrica condicionada à conectividade residual com a calha do canal fluvial. As AUs de lagoas transicionais possuem uma dinâmica semipermanente, com variações sazonais da lâmina d'água e presença de vegetação hidrófila, sendo



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE  
**GEOMORFOLOGIA**

influenciadas por canais próximos ou pelo freático. As AUs em depressões colinosas ou serranas tendem a manter água por períodos mais prolongados, inclusive durante a estação seca, devido à baixa permeabilidade dos solos e à conectividade com o nível freático, demonstrando menor sensibilidade às variações climáticas sazonais.

Figura 2 – Índices geoespaciais



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Quadro 1 - Classificação das AUs na bacia

Categoria	Forma e Localização	Dinâmica Hídrica	Recorte Google Earth	Fotos de campo
<b>Poças temporárias em áreas deprimidas</b>	Depressões isoladas, geralmente pequenas e circulares, com contornos simples; podem ser naturais ou antrópicas (ex.: poças de garimpo)	Temporárias e altamente sazonais. Formam-se durante a estação chuvosa e secam rapidamente. Alimentação exclusivamente pluvial e eventual contribuição de surgências rasas.		
<b>Sistemas brejosos em cabeceiras de drenagem</b>	Feições côncavas, associadas a vales não canalizados e zonas de exfiltração, conectadas ao início das redes de drenagem.	Sazonais. Influenciados pela exfiltração freática e recarga direta por chuva. A duração do encharcamento depende da profundidade do lençol freático e da permeabilidade do substrato.		
<b>Meandros abandonados com brejos sazonais</b>	Feições sinuosas ou em forma de ferradura, resultantes de cortes de meandro; geralmente com acúmulo de sedimentos e vegetação brejosa.	Sazonais. São alagadas durante eventos de cheia ou transbordamento do canal. O tempo de retenção depende da capacidade de drenagem.		
<b>Lagoas transitórias entre ambientes terrestres e aquáticos</b>	Feições com contornos irregulares, situadas entre corpos d'água permanentes e áreas brejosas adjacentes; apresentam variação sazonal na lâmina d'água e na vegetação paludosa.	Ciclo hídrico variável. Podem manter a lâmina d'água mesmo na estiagem se conectadas ao lençol freático ou ao canal principal.		
<b>Áreas úmidas em depressões serranas e colinosas</b>	Formas com contornos fechados ou quase fechados, localizadas em fundos de vale ou encostas; geralmente com solos de baixa permeabilidade	Temporárias a sazonais. A acumulação de água depende do balanço entre precipitação, escoamento superficial e ascensão freática. A permanência da água varia conforme a capacidade de retenção do solo.		

Fonte: Adaptado de Gomes (2017; 2023). Elaboração própria, 2025



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da eficácia dos índices TWI e ICR na identificação de áreas favoráveis à ocorrência de AUs, algumas limitações foram identificadas. Em especial, a resolução espacial do MDE pode não captar pequenas variações topográficas em terrenos de relevo de maior complexidade, o que compromete a detecção de pequenas AUs isoladas. Outrossim, as tipologias mapeadas demonstram diferentes níveis de vulnerabilidade à sazonalidade e diferentes graus de exposição a impactos antrópicos, o que evidencia a necessidade de estudos mais aprofundados, apoiados em estudos de gabinete, dados de campo e ciclos de monitoramento.

Os resultados evidenciam a complementaridade entre os índices TWI e ICR na identificação e delimitação das AUs. O TWI demonstrou maior sensibilidade para indicar locais com potencial de saturação hídrica, enquanto o ICR se mostrou eficaz na identificação de morfologias favoráveis ao acúmulo de água. Destaca-se a necessidade de investigações futuras, com monitoramento contínuo e levantamentos de campo, para validar e refinar as tipologias identificadas, bem como aprimorar as técnicas aplicadas.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa PQ do 2º autor; à FAPEMIG pelas bolsas PROBIC e auxílio financeiro no âmbito do Projeto APQ-00770-24 e do processo PCE-001140-25; ao grupo de pesquisa RIVUS.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Dados de precipitação - Série histórica. UHE Aimorés Rio Suaçuí Grande. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa>. Acesso em: 24 maio 2024.

CUNHA, C.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá: EdUFMT, 2015. v. 1. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/322011709\\_Classificacao\\_e\\_Delineamento\\_d\\_as\\_Areas\\_Umidas\\_Brasileiras\\_e\\_Seus\\_Macrohabitats](https://www.researchgate.net/publication/322011709_Classificacao_e_Delineamento_d_as_Areas_Umidas_Brasileiras_e_Seus_Macrohabitats). Acesso em 23 jun. 2025.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Mapa geológico de Minas Gerais**: escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2020. Disponível em: <https://visualizador.idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 02 abr. 2025.

FELIPPE, M. F.; GOMES, C. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. M. Nascentes e áreas úmidas. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; LOPES, F. W. A. (orgs.).



Recursos hídricos: as águas na interface sociedade-natureza. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2022. cap. 5, p. **89–102**.

GOMES, C. S. Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais. 2016. 209 f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

GOMES, C. S.. Classificação e análise biohidrogeomorfológica das áreas úmidas de Minas Gerais: integração multicriterial, multiescalar e geoespacial. 2023. 365 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/59097>. Acesso em: 15 jul. 2025.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 21, n. 2, 2020.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Sistemas de classificação de áreas úmidas no Brasil e no mundo: panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 33, p. e34519, 2018.

JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY - JAXA; MINISTRY OF ECONOMY, TRADE, AND INDUSTRY - METI. ALASKA SATELLITE FACILITY - ASF., **ALOS PALSAR Radiometric Hi-Res Terrain Corrected**. Digital Terrain Model. Includes Material JAXA/METI 2007. DOI: 10.5067/JBYK3J6HFSVF. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

JUNK, W. J. **JUNK, W. J. et al. Áreas Úmidas: Importância, Vulnerabilidade e Desafios para a Conservação**. Cuiabá: Instituto Centro de Vida, 2012. Disponível em: <http://cppantanal.org.br/wp-content/uploads/2015/06/14-12-2012.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.

JUNK, W.; CUNHA, C. N. Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento. 2024. Disponível em: <https://www.inau.org.br/site/index.php/2017-04-16-15-45-18/2017-04-16-18-13-21>. Acesso em 23 jun. 2025.

MAGALHÃES JUNIOR, A.P.; BARROS, L. F. de P. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2020. 352 p.

MATTIVI, P.; FRANCI, F. LAMBERTINI, A.; BITELLI, G. TWI computation: a comparison of different open sourceopen-source GISs. **Open Geospatial Data, Software Andand Standards**, [S.L.], v. 4, n. 1, 29 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40965-019-0066-y>.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 15, n. 1, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i1.376. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/376>. Acesso em: 26 abr. 2024.