



VARIAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA PRECIPITAÇÃO E SUAS INFLUÊNCIAS NA DINÂMICA DAS ÁREAS ÚMIDAS DO RIO SUAÇUÍ GRANDE – LESTE DE MINAS GERAIS

Vinícius Minelli Moreira ¹
Ana Paula Minelli Moreira ²
Antônio Pereira Magalhães Júnior ³
Luiz Fernando de Paula Barros ⁴

RESUMO

As Áreas Úmidas (AUs) desempenham papel essencial na sustentabilidade socioambiental, especialmente na regulação do ciclo hidrológico e na manutenção dos recursos hídricos. Atuam na retenção de água durante os períodos chuvosos e na liberação gradual durante a estiagem, contribuindo para a prevenção de inundações e para o equilíbrio hídrico em bacias hidrográficas. Também constituem ambientes que abrigam e mantêm a biodiversidade. Apesar da relevância desses ecossistemas, ainda são escassos os estudos geográficos voltados à compreensão da dinâmica espaço-temporal das AUs em contextos tropicais e semiáridos. A presença de um sítio Ramsar na bacia do Rio Doce reforça o valor ambiental da região e indica a necessidade de reconhecimento de novas áreas com características semelhantes. Nesse cenário, destaca-se a bacia do rio Suaçuí Grande, afluente da margem esquerda do Rio Doce, com aproximadamente 305 km de extensão e área de drenagem de 12.420,32 km², a qual apresenta condições hidrogeomorfológicas favoráveis ao desenvolvimento desses ambientes. Este estudo tem como objetivo principal investigar as relações entre a variabilidade espaço-temporal da precipitação e a dinâmica das AUs na bacia do rio Suaçuí Grande. Os objetivos específicos incluem a construção de séries históricas de precipitação para identificação de padrões sazonais e tendências, bem como a análise das implicações socioambientais associadas às variações no aporte hídrico. Foram utilizados dados dos últimos dez anos das estações UHE Aimorés, São Pedro do Suaçuí e Água Boa. A partir da classificação de anos secos, chuvosos e abaixo da média em cada estação, foram analisados os efeitos desses regimes sobre a funcionalidade das AUs.

Palavras-chave: Áreas úmidas, variação, pluviosidade.

INTRODUÇÃO

As Áreas Úmidas (AUs) desempenham funções essenciais em termos hidrológicos, geomorfológicos e socioambientais. Possuem função de armazenamento hídrico nos eventos de chuvas e inundações, bem como de contribuição para a atenuação de temperaturas e aumento da umidade do ar e formação de habitats para uma diversa fauna e flora (Bozelli *et al.*, 2018; BRASIL, 2019; RAMSAR, 2018). Apesar da crescente

¹ Graduando do Curso de Geografia da UFMG, viniciusminellimoreira@gmail.com;

² Mestra pelo programa de Pós-Graduação em Geografia Física e Análise Ambiental da UFMG, anapaulaminelli18@gmail.com;

³ Orientador: Professor do Departamento de Geografia da UFMG, antoniomagalhaesufmg@gmail.com;

⁴ Orientador: Professor do Departamento de Geografia da UFMG, luizfpaulabarros@gmail.com



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

atenção para sua relevância ambiental, estudos sob a perspectiva geográfica ainda são limitados no Brasil, os quais são necessários para a compreensão da gênese e dinâmica hidrogeomorfológica dos sistemas úmidos nos planaltos dos domínios tropicais fortemente sazonais do país (Gomes; Magalhães Júnior, 2018; 2020).

A bacia do rio Doce, na região leste de Minas Gerais, abriga o sítio Ramsar do Parque Estadual do Rio Doce (RAMSAR, 2018), que evidencia a importância regional para a proteção das AUs. A bacia do rio Suaçuí Grande, afluente da margem direita do rio Doce, se destaca por apresentar diversos sistemas de AUs em fundos de vales colmatados, carecendo de pesquisas para a compreensão destes contextos. A bacia apresenta cerca de 305 km de extensão e área de 12.420 km². e a presença de AUs perenes, inclusive na estação seca, abre campos relevantes de investigação.

Este trabalho busca investigar as relações entre a variabilidade espaço-temporal da precipitação e suas implicações na configuração das AUs na bacia Suaçuí Grande. A pesquisa se insere no conjunto de esforços investigativos dos grupos de pesquisa RIVUS (UFMG) e PIAU (IFMG) para a conservação e gestão dos sistemas hidrogeomorfológicos de Minas Gerais, em face do panorama de mudanças climáticas.

TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

Para a investigação da relação entre a variabilidade da precipitação e a dinâmica de AUs foram analisados estatisticamente dados meteorológicos nos últimos 10 anos, visando-se identificar padrões, tendências e correlações com a dinâmica conhecida das AUs na bacia. Para tanto, foram utilizados dados de três estações pluviométricas na bacia, as quais foram escolhidas conforme disponibilidade de dados e sua distribuição espacial (Fig. 2). Os totais anuais de precipitação foram tratados estatisticamente para classificação dos anos como chuvosos, normais ou secos. Para isso, utilizou-se a média pluviométrica (μ) e o desvio padrão (σ) da série, sendo: ano chuvoso, quando total anual $> \mu + \sigma$; ano normal, quando entre $\mu \pm \sigma$; e ano seco, quando total anual $< \mu - \sigma$ (Galvani e Luchiarri, 2005). Em paralelo à análise pluviométrica, foi realizada a delimitação manual das AUs na bacia do, com base na interpretação visual de imagens de satélite e do *Google Earth*. Essa delimitação considerou atributos como a forma e posição na paisagem,



coloração da vegetação e do solo, bem como indícios visuais de saturação hídrica, como tonalidades escuras e brilho difuso, característicos de áreas encharcadas (Fig. 1C).

Além da análise quantitativa dos dados pluviométricos, foi conduzido um exercício interpretativo apoiado por observações de campo, as quais forneceram informações sobre a presença de feições de retenção hídrica (como fundos de vale, depressões e planícies aluviais) e indícios de alterações causadas por eventos climáticos recentes.

A BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE

A bacia situa-se no Leste de Minas Gerais, integrando a bacia do rio Doce. Possui extensão aproximada de 305 km e área de drenagem de 12.420,32 km², 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 (Figura 1 (mapa A)). 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 de Köppen, que predomina nas porções de menor altitude associadas à Depressão do Rio Doce. Em altitudes intermediárias ocorrem áreas de clima Cwa (subtropical com inverno seco). Já nas regiões serranas e em relevos residuais do centro-sul da bacia, ocorrem os climas Cwb (subtropical de altitude com inverno seco e verão ameno) e, em menor expressão, Cfa (subtropical com verão quente) - Figura 1B.

A estação UHE Aimorés, localizada no trecho mais a jusante da bacia, foi adotada como referência para a análise pluviométrica da região (ANA, 2024). Os dados indicam um regime com duas estações bem definidas: uma chuvosa entre os meses de outubro e março, com pico de precipitação entre novembro e janeiro; e uma 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 do rio Suaçuí Grande abrange três unidades principais (IBGE, 2018): Serras do Espinhaço Centro-Meridional, Depressão Interplanáltica do Médio Rio Doce e Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interiores. As planícies e terraços fluviais, embora ocupem apenas cerca de 2% da área, concentram-se em setores rebaixados ao longo dos rios Urupuca, Norete, Itambacuri e no



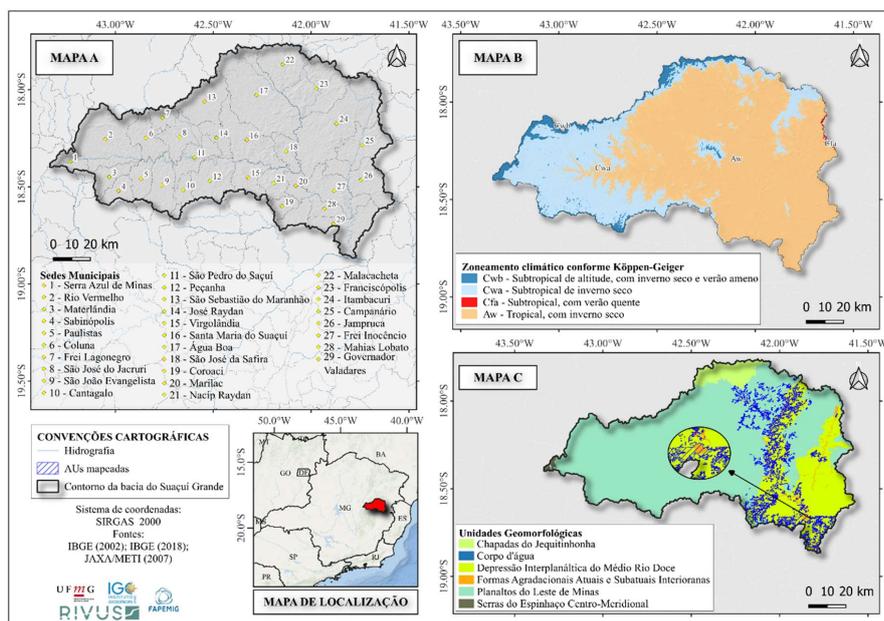
15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

baixo curso do Suaçuí Grande, onde há maior propensão à presença de áreas úmidas. A Depressão Interplanáltica, com relevo suavizado e presença dos principais vales fluviais, ocupa cerca de 23% da bacia. Já as Serras do Espinhaço, a oeste, apresentam relevo elevado e acidentado, com menor favorecimento à formação de AUs.

Geologicamente, predominam rochas do Paleoproterozoico ao Neoproterozoico, como as da Formação Serra Negra e do Grupo Dom Silvério (CPRM, 2020), além de depósitos aluviais recentes. Há predomínio de Latossolos e Argissolos em grande parte da bacia. Solos menos desenvolvidos, como Neossolos e Cambissolos, ocorrem pontualmente, sobretudo em áreas declivosas ou próximas a cursos d'água.

A Figura 1C apresenta a distribuição preliminar das AUs identificadas na bacia do Suaçuí Grande, em associação aos principais compartimentos geomorfológicos. Observa-se a predominância de sistemas úmidos na Depressão Interplanáltica do Rio Doce, especialmente nos vales do rio Urupeca e Itambacuri.

Figura 1 – Contexto espacial e características geográficas da bacia do Suaçuí Grande

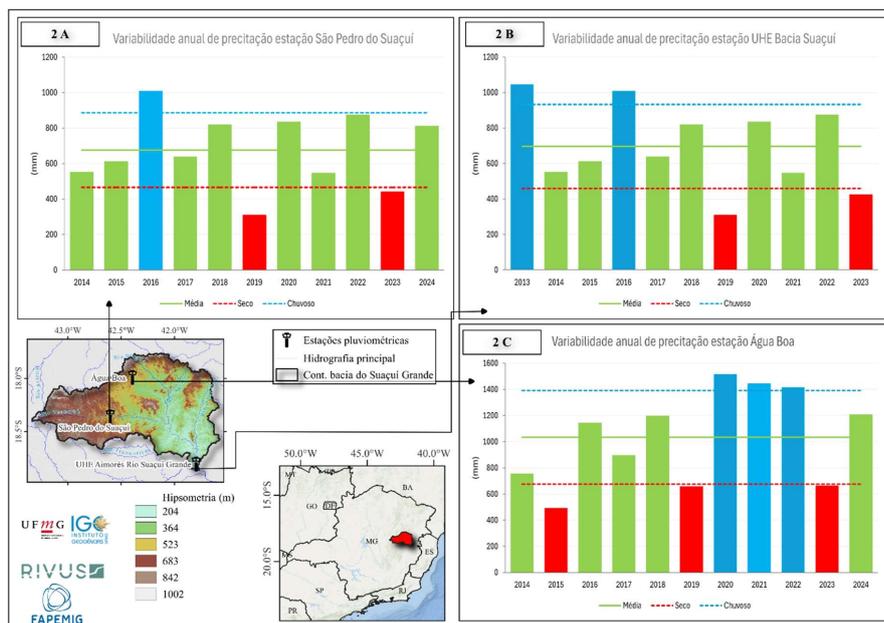




RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da identificação de anos secos, chuvosos e com precipitação abaixo da média em cada estação, foram analisadas as tendências de variabilidade pluviométrica com vistas à compreensão dos efeitos desses regimes sobre a funcionalidade das AUs. Os eventos de déficit hídrico, aqui considerados a partir da ocorrência de anos secos e anos com precipitação abaixo da média, apresentaram maior correlação temporal entre as estações UHE Aimorés e São Pedro do Suaçuí. Os anos de 2019 e 2023 apresentam déficit hídrico em ambas as estações, acompanhados por outros anos consecutivos com volumes abaixo da média, como 2014, 2015 e 2021. Na estação São Pedro do Suaçuí, o ano de 2024 também apresentou valores inferiores à média (Figura 2A).

Figura 2 - Variabilidade anual da precipitação na bacia do Suaçuí Grande



Fonte: ANA (2025). Elaboração própria, 2025.



Na UHE Aimorés, observa-se comportamento similar (Figura 2B), com destaque para o pico pluviométrico em 2016, ano chuvoso também identificado em São Pedro do Suaçuí. Essa correspondência reforça a atuação conjunta de mecanismos sinóticos regionais nesses eventos de precipitação mais intensa.

A estação Água Boa, por sua vez, apresentou registros de déficit em 2015, 2019 e 2023, além de precipitação abaixo da média em 2014 e 2017 (Figura 2C). Apesar de menor frequência, a coincidência parcial com os anos deficitários das demais estações indica a influência de mecanismos regionais, sobrepondo variações locais.

No que se refere ao aporte hídrico elevado, as estações UHE Aimorés e São Pedro do Suaçuí apontam o ano de 2016 como chuvoso, enquanto a de Água Boa apresenta um período concentrado de maior precipitação entre 2020 e 2022. Essa diferença reforça a heterogeneidade espacial da precipitação na bacia, possivelmente associada a fatores topográficos como a posição das estações em relação às vertentes e eventos sinóticos diversos como bloqueios atmosféricos e atuação de frentes frias.

Na série analisada, o ano de 2016 apresentou maior volume pluviométrico nas estações UHE Aimorés e São Pedro do Suaçuí, fato associado à intensa atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) entre dez/2015 e fev/2016. Esse sistema, caracterizado por uma extensa faixa de nebulosidade, foi persistente no verão 2015/2016, como mostram boletins meteorológicos do CPTEC/INPE, resultando em chuvas prolongadas no sudeste brasileiro, inclusive no leste de Minas Gerais. Além da ZCAS, frentes frias vindas do sul do continente intensificaram as instabilidades nesse período.

Já o comportamento da estação Água Boa, que registrou picos de precipitação entre 2020 e 2022, pode estar relacionado à atuação de episódios de *La Niña* registrados no período, os quais favorecem o aumento das chuvas no centro-norte e leste do estado, devido ao deslocamento da ZCAS para posições mais setentrionais. Esse deslocamento, combinado à convecção orográfica local favorecida pela maior altitude da estação (600 m), pode explicar os volumes elevados de precipitação, mesmo quando as outras estações não apresentaram o mesmo padrão. Os dados indicam que os anos de 2014 e 2019 foram mais secos, compatíveis com a ocorrência de bloqueios atmosféricos persistentes caracterizados por anticiclones quase estacionários, que impedem sistemas de baixa pressão de se aproximarem dessas áreas, o que desfavorece a formação de precipitação e resulta em tempo seco e estável na região.



As variações nos regimes de precipitação influenciam diretamente a dinâmica hidrológica das AUs na bacia. A maior parte das AUs locais encontra-se em fundos de vales colmatados, particularmente na planície do rio principal (Figura 3A). Desta forma, a água permanece eficientemente armazenada nos pacotes aluviais, os quais favorecem a formação de um nível freático suspenso no contato com o embasamento rochoso. A mencionada eficiência foi verificada no trabalho de campo realizado entre agosto e setembro de 2024, em plena estação seca. Os dados das estações pluviométricas de São Pedro do Suaçuí e Água Boa indicam um período prolongado de estiagem, com acumulados mensais inferiores a 5 mm entre maio e setembro de 2024. Em São Pedro do Suaçuí, por exemplo, não houve registros expressivos de precipitação entre abril e setembro, com volumes mensais inferiores a 5 mm, sendo nulos em agosto e setembro.

Contudo, o cenário regional de forte estiagem não foi suficiente para suprimir os sistemas de AUs nos fundos de vales. Enquanto as encostas apresentavam-se com aparência de forte aridez, com pouca cobertura vegetal e umidade, o fundo do vale do rio Suaçuí-Grande encontrava-se repleto de AUs, o que garantia a única fonte de recursos hídricos superficiais para usos humanos e dessedentação animal. Na Figura 3B observa-se uma AU com lâmina d'água, mostrando sua vitalidade mesmo durante a estiagem. Suas margens apresentam vegetação bem preservada em alguns trechos, embora áreas adjacentes já revelem feições de pastagem. Ao fundo, é possível identificar o topo de um morro com sinais de processos erosivos ativos e a presença de eucaliptos. Na Figura 3B, destacam-se relevos colinosos e a lâmina d'água novamente visível, associada à vegetação característica de ambientes paludosos.

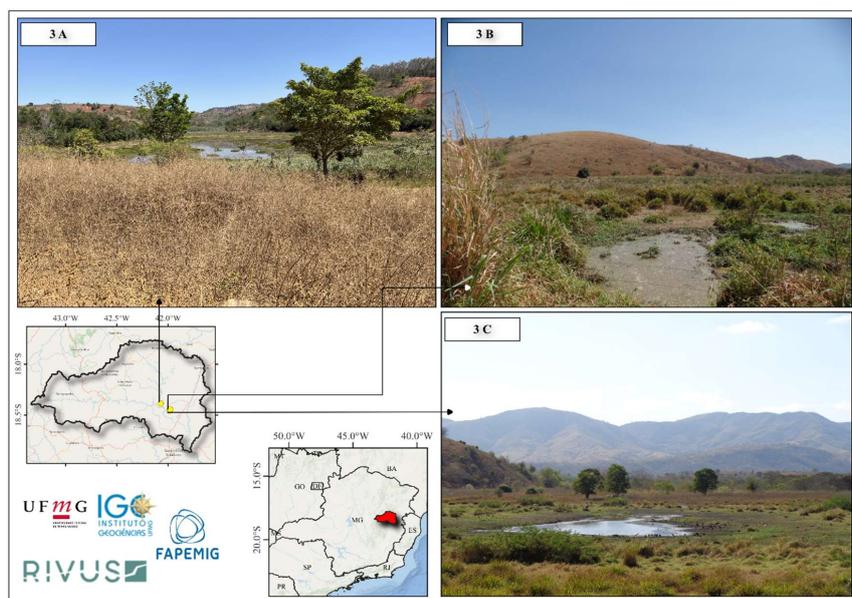
Portanto, a existência e manutenção dos sistemas de AUs mencionados depende de seu contexto hidrogeomorfológico, e não somente de condições climáticas. Os fundos de vales são essenciais para a formação das AUs na bacia, o que deve ser contemplado para possíveis estratégias de sua proteção, especialmente nos atuais contextos e cenários de mudanças climáticas.

O regime pluviométrico influencia a dinâmica das AUs, fornecendo o aporte hídrico para a recarga hídrica superficial e subsuperficial e para o encharcamento temporário ou permanente do solo, especialmente nas áreas deprimidas da bacia, como planícies de inundação. Observações de campo reforçam o condicionamento conjunto da precipitação e do relevo na configuração das AUs. Essas evidências confirmam, portanto, a



importância dos compartimentos topográficos rebaixados, suavizados e colmatados como áreas preferenciais para a ocorrência e manutenção de AUs.

Figura 3 – Fotos de AUs e seus contextos ambientais na bacia do Suaçuí Grande - agosto de 2024



Fonte: Elaboração própria, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que o regime pluviométrico tropical fortemente sazonal da bacia e sua diferenciação hidrogeomorfológica são dimensões igualmente relevantes para a configuração de expressivos sistemas regionais de AUs. Processos geomorfológicos de colmatação de fundos de vales, com formação de planícies extensas, geram zonas deprimidas em sistemas internos como meandros abandonados, brejos e lagoas. As condições geológicas e geomorfológicas associadas a variações de níveis de base podem explicar, portanto, a formação desses contextos favoráveis à configuração das AUs. Sendo assim, a proteção das AUs em cenários de mudanças climáticas também



deve envolver a compreensão da dinâmica hidrogeomorfológica das bacias e a proteção das feições e dos processos sedimentares.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa do prof. Antônio Magalhães; 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: estações UHE Aimorés, Água Boa e São Pedro do Suaçuí. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa> <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa>. Acesso em: 24 jun. 2025.

Formatado: Fonte: Não Negrito

Formatado: Fonte parágraf. padrão

ASSIS, W. L. O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial. 2010. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-89XH5T>. Acesso em: 9 maio 2024.

BOZELLI, R. L.; FARIAS, D. S.; LIMA, S. K. F.; LIRA, R. T. S.; NOVA, C. C.; SETUBAL, R. B.; SODRÉ, E. O. Pequenas áreas úmidas: importância para conservação e gestão da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade e gestão**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 122-138, 2018. Disponível em: <https://itr.ufrjr.br/diversidadeegestao/wp-content/uploads/2019/03/Reinaldo-Bozelli-atualizado.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

BRASIL. Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996. Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 maio 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/d1905.htm. Acesso: 31 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 1-2.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). Áreas Úmidas: chave para enfrentar a mudança do clima. Brasília: MMA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/areas-umidas/publicacoes/chave-para-enfrentar-a-mudanca-do-clima.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

CNZU. Recomendação nº 07, de 11 de junho de 2015. Dispõe sobre a definição de áreas úmidas brasileiras e sobre o sistema de classificação destas áreas. Brasília, 11 jun. 2015. Disponível:

<http://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80089/Recomendacao%20CNZU%20n%207%20conceito%20e%20sistema%20de%20classificacao%20de%20areas%20umidas%201%20201.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

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.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: GALVANI, E.; LUCHIARI, A. (orgs.). *Climatologia aplicada: resgate aos estudos de caso*. 1. ed. Curitiba: CRV, 2012. p. 4-29.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em minas gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 2020. Disponível: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1794>. Acesso: 31 mar. 2024.

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**, n. 33, p. e34519, 2018. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/34519>. Acesso em: 31 mar. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Clima do Brasil: classificação climática de Köppen**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Dados vetoriais em shapefile, escala 1:5.000.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15817-clima.html>. Acesso em: 17 jul. 2025.

