

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE ESPACIAL DA CRITICIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO DAS VELHAS COM BASE EM ÍNDICE MULTICRITÉRIO

Fernanda Laurinda Valadares Ferreira¹ ; João Victor Gonçalves Mendonça², Jacqueline Evangelista Fonseca³ & Thiago Paim de Almeida Lana¹

Abstract: This study analyzes water stress in the Rio das Velhas Basin, located in Minas Gerais, Brazil, through the construction of a Multicriteria Water Index (IHM). The index was developed by integrating three key variables: climatic water balance, priority areas for ensuring surface water supply, and the presence of conflicts over water use. Data were obtained from the National Water and Sanitation Agency (ANA), the Minas Gerais Water Management Institute (IGAM), and the Minas Gerais Water Security Plan (PMSH). The variables were categorized and standardized on a scale from 1 to 5, enabling the creation of a synthetic index and spatial representation of water stress levels. The results revealed significant spatial heterogeneity in water stress, with higher levels concentrated in the Upper and Middle Velhas stretches, especially in urbanized areas of the Belo Horizonte Metropolitan Region, such as Caeté, Nova Lima, Sabará, Itabirito, Contagem, Ouro Preto, and sectors of Belo Horizonte. These regions experience intensified pressure on water resources due to overlapping demands and high water consumption. In contrast, downstream areas of the basin exhibit lower stress levels. The IHM proved to be an effective tool for supporting integrated and participatory water resources management, in line with Brazil's National Water Resources Policy, offering guidance for territorial planning and decision-making in scenarios of scarcity.

Resumo: Este trabalho analisa a criticidade hídrica na Bacia do Rio das Velhas, em Minas Gerais, com base na construção de um Índice Hídrico Multicritério (IHM). O índice foi desenvolvido a partir da integração de três variáveis: balanço hídrico, áreas prioritárias para garantia de abastecimento superficial e presença de conflitos pelo uso da água. As informações foram obtidas junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e ao Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH). As variáveis foram categorizadas e padronizadas em uma escala de 1 a 5, permitindo a composição de um índice sintético e a espacialização dos níveis de criticidade hídrica. Os resultados revelaram elevada heterogeneidade espacial da criticidade hídrica, com destaque para os trechos Alto e Médio do Velhas, sobretudo em áreas urbanizadas da Região Metropolitana de Belo Horizonte, como Caeté, Nova Lima, Sabará, Itabirito, Contagem, Ouro Preto e setores de Belo Horizonte. Nessas regiões, a sobreposição de usos e a alta demanda intensificam a pressão sobre os recursos hídricos. Em contraste, os trechos mais a jusante da bacia apresentam menor criticidade. O IHM mostrou-se uma ferramenta útil para apoiar a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, alinhando-se à Política Nacional de Recursos Hídricos e oferecendo subsídios para planejamento territorial e tomada de decisão em cenários de escassez.

1) Coordenadora Técnica na Agência Peixe Vivo: Agência de Bacia Hidrográfica, Rua dos Carijós, 166 - Centro, Belo Horizonte - MG, 30120-060, (31) 3207-8500, fernanda.laurinda@agenciapeixe vivo.org.br, thiago.lana@agenciapeixe vivo.org.br

2) Analista de Sistemas de Informações Geográficas Pleno na Agência Peixe Vivo - Terceirizado G4F: Agência de Bacia Hidrográfica, Rua dos Carijós, 166 - Centro, Belo Horizonte - MG, 30120-060, (31) 3207-8500, joao.mendonca@agenciapeixe vivo.org.br

3) Gerente de Projetos na Agência Peixe Vivo: Agência de Bacia Hidrográfica, Rua dos Carijós, 166 - Centro, Belo Horizonte - MG, 30120-060, (31) 3207-8500, jacqueline.fonseca@agenciapeixe vivo.org.br

Palavras-Chave – Gestão de recursos hídricos, índice multicritério, criticidade hídrica

INTRODUÇÃO

A crescente pressão sobre os recursos hídricos brasileiros, aliada à variabilidade climática e à expansão de usos múltiplos da água, tem exigido abordagens mais integradas e espacialmente detalhadas para o planejamento e a gestão da água em bacias hidrográficas. A Bacia do Rio das Velhas, inserida na bacia do Rio São Francisco, é um importante território hidrográfico de Minas Gerais, abrigando usos diversos, como abastecimento urbano, agricultura irrigada, indústria e conservação ambiental. Tal multiplicidade de demandas torna a região suscetível a conflitos pelo uso da água, especialmente em contextos de escassez (Mello et al., 2025).

A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, situada integralmente no estado de Minas Gerais, Brasil, possui grande importância estratégica tanto para o abastecimento de água quanto para o desenvolvimento socioeconômico da região. Com uma população estimada em cerca de 4,4 milhões de habitantes, distribuída por 51 municípios ao longo do rio e seus afluentes, a bacia desempenha papel fundamental no fornecimento de água, especialmente para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (IGAM, 2025). Além disso, é essencial para a preservação de diversos ecossistemas aquáticos e terrestres.

Apesar de sua relevância, a bacia enfrenta desafios críticos relacionados à poluição hídrica, degradação ambiental e uso intensivo dos recursos naturais. Para enfrentar essas questões, foi criado o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas), que atua de maneira participativa e integrada na formulação e execução de políticas públicas voltadas à recuperação, conservação e gestão sustentável da bacia (CBH Rio das Velhas, 2025b).

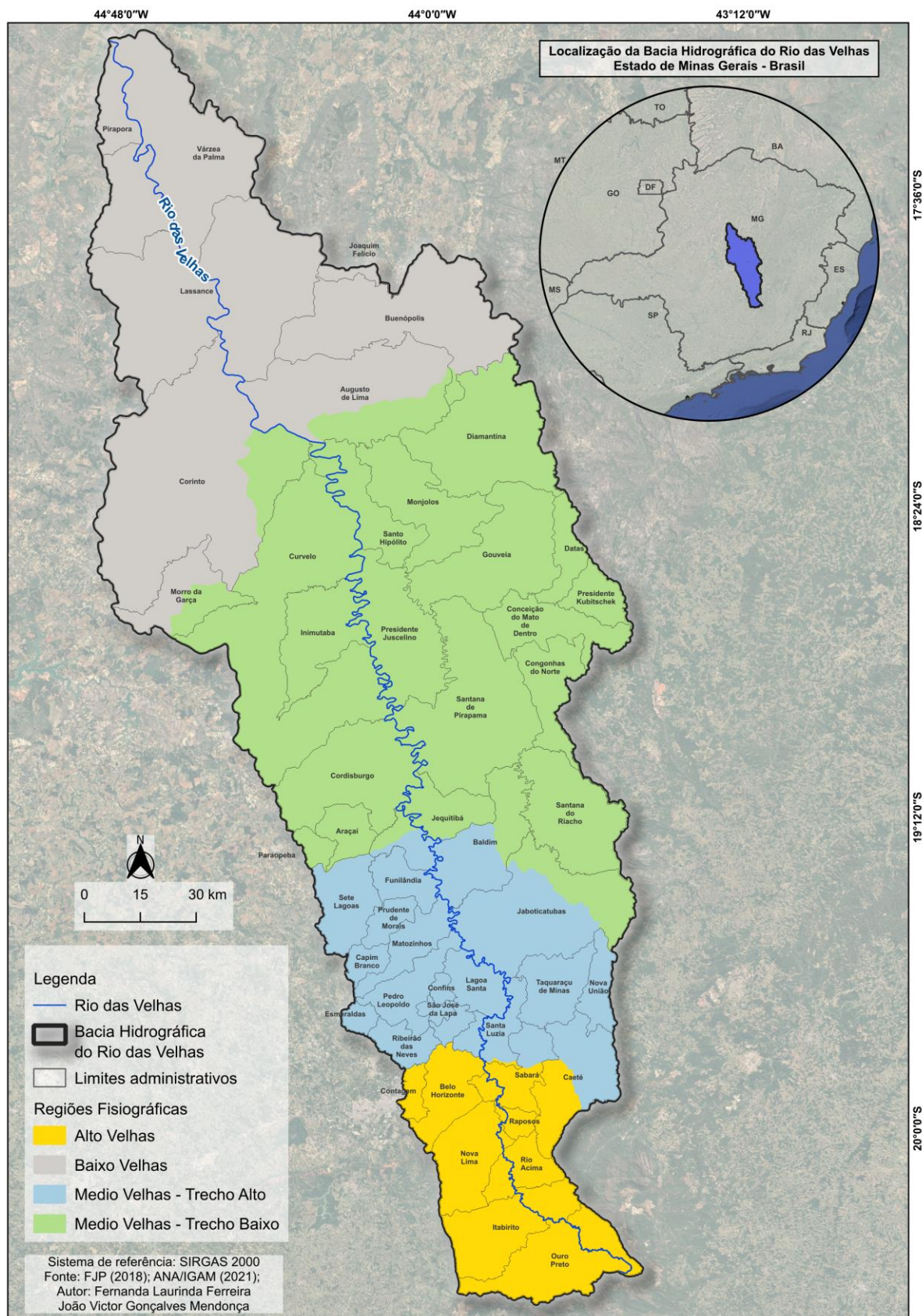
No caso da bacia do Rio São Francisco, estudos recentes destacam o agravamento dos conflitos hídricos devido ao crescimento das áreas irrigadas e à necessidade de maior eficiência na operação de usinas hidrelétricas e no abastecimento de centros urbanos (Silva et al., 2021; Ferrarini, 2020). Adicionalmente, a elevada heterogeneidade espacial e temporal da precipitação, conforme observado por Petrucci (2022), acentua a vulnerabilidade de regiões semiáridas a eventos extremos como secas prolongadas e enchentes (Freitas et al., 2021; Maillard et al., 2022).

Os desafios enfrentados pela Bacia do Rio das Velhas, agravados pelas mudanças climáticas e pela urbanização descontrolada, evidenciam a necessidade de ferramentas eficazes de suporte à decisão para uma gestão hídrica mais precisa. Nesse contexto, este estudo propõe o desenvolvimento de um Índice Hídrico Multicritério (IHM), que integra variáveis como balanço hídrico, áreas prioritárias para abastecimento superficial e conflitos pelo uso da água. O IHM visa identificar as áreas mais vulneráveis, proporcionando uma análise espacial da criticidade hídrica e orientando políticas públicas e ações de mitigação nas regiões mais afetadas.

METODOLOGIA

A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas está localizada integralmente no estado de Minas Gerais e possui uma área de drenagem de aproximadamente 29 mil km². O Rio das Velhas, com 801 km de extensão, é o maior afluente em extensão do Rio São Francisco. Sua nascente está situada no Parque Municipal Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, e sua foz ocorre na localidade de Barra do Guaicuí, no município de Várzea da Palma (CBH Rio das Velhas, 2025a).

Figura 1 - Mapa da Bacia do Rio das Velhas e sua localização geográfica dentro do estado de Minas Gerais



O Índice Hídrico Multicritério (IHM) foi desenvolvido integrando três variáveis principais: balanço hídrico, áreas prioritárias para abastecimento superficial e conflitos pelo uso da água. A seleção dessas variáveis considerou critérios como relevância para a gestão hídrica, disponibilidade de dados e respaldo teórico em estudos nacionais e internacionais. Autores como He et al. (2000) e Bellen (2006) destacam a eficácia de métodos multicritério e a aplicação de índices compostos como instrumentos de apoio à decisão em cenários complexos de gestão dos recursos hídricos.

1. **Balanço Hídrico:** Os dados utilizados para esta variável foram obtidos a partir da plataforma do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023). O balanço hídrico foi calculado com base na diferença entre os valores médios anuais de precipitação e evapotranspiração, representando assim, a disponibilidade hídrica natural nas diferentes porções da bacia hidrográfica. A base de dados original apresenta a variável categorizada em cinco classes: baixo, mediano, alto, muito alto e crítico. Para fins de integração ao Índice Hídrico Multicritério (IHM), essas classes foram padronizadas por meio da atribuição de notas em uma escala de 1 a 5, conforme demonstrado na Tabela 1. Essa reclassificação foi conduzida de modo que classes associadas a maior escassez hídrica (maior criticidade) recebessem notas mais elevadas e classes associadas a menos escassez hídrica (menor criticidade) recebessem notas mais baixas.
2. **Área prioritárias para garantia de abastecimento superficial:** Esta variável foi derivada do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH), que identifica regiões com diferentes níveis de criticidade quanto à garantia do abastecimento público, com base na relação projetada entre oferta e demanda hídrica superficial. O plano classifica as áreas em uma escala de prioridade de 1 a 10, onde 1 representa altíssima prioridade (maior risco de desabastecimento) e 10 indica baixa prioridade (IGAM, 2024). Para fins de padronização no contexto do IHM, os valores originais foram reclassificados de forma inversamente proporcional: áreas com maior prioridade (1) foram associadas à maior criticidade, recebendo nota 5; enquanto áreas com menor prioridade (10) foram associadas à menor criticidade, recebendo nota 1. A correspondência entre os intervalos originais e os escores atribuídos é apresentada na Tabela 1.
3. **Conflitos pelo Uso da Água:** A variável referente aos conflitos pelo uso da água foi elaborada com base nas informações disponibilizadas pelo Sistema de Informações de Dados Espaciais do SISEMA (IDSE) (IGAM, 2024), a partir de dados da ANA e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). A classificação considerou áreas com sobreposição de demandas de uso em relação à disponibilidade hídrica, evidenciando contextos de sobrecarga e competição entre diferentes setores usuários. Regiões com registros de conflito foram atribuídas nota 5, enquanto aquelas sem registros receberam nota 0, refletindo a intensidade da pressão sobre os recursos hídricos.

Tabela 1 – Classificação das variáveis e pontuação atribuída

Variável	Classe	Nota
Balanço Hídrico	Baixo	1
	Mediano	2
	Alto	3

Variável	Classe	Nota
Área prioritárias para garantia de abastecimento superficial	Muito Alto	4
	Crítico	5
	09 e 10	1
	08 e 07	2
	06 e 05	3
	04 e 03	4
	02 e 01	5
Conflito Hídrico	Ausência	0
	Presença	5

A combinação ponderada das três variáveis resultou no valor final do Índice Hídrico Multicritério (IHM), que foi aplicado à análise espacial da Bacia do Rio das Velhas com o objetivo de identificar as regiões com maior criticidade hídrica, subsidiando ações estratégicas de gestão.

O cálculo do IHM foi realizado por meio da seguinte Equação (1):

$$\text{IHM} = \text{Balanço Hídrico} + \text{Área prior. para garantia de abastecimento superf.} + \text{Conflito pelo uso} \quad (1)$$

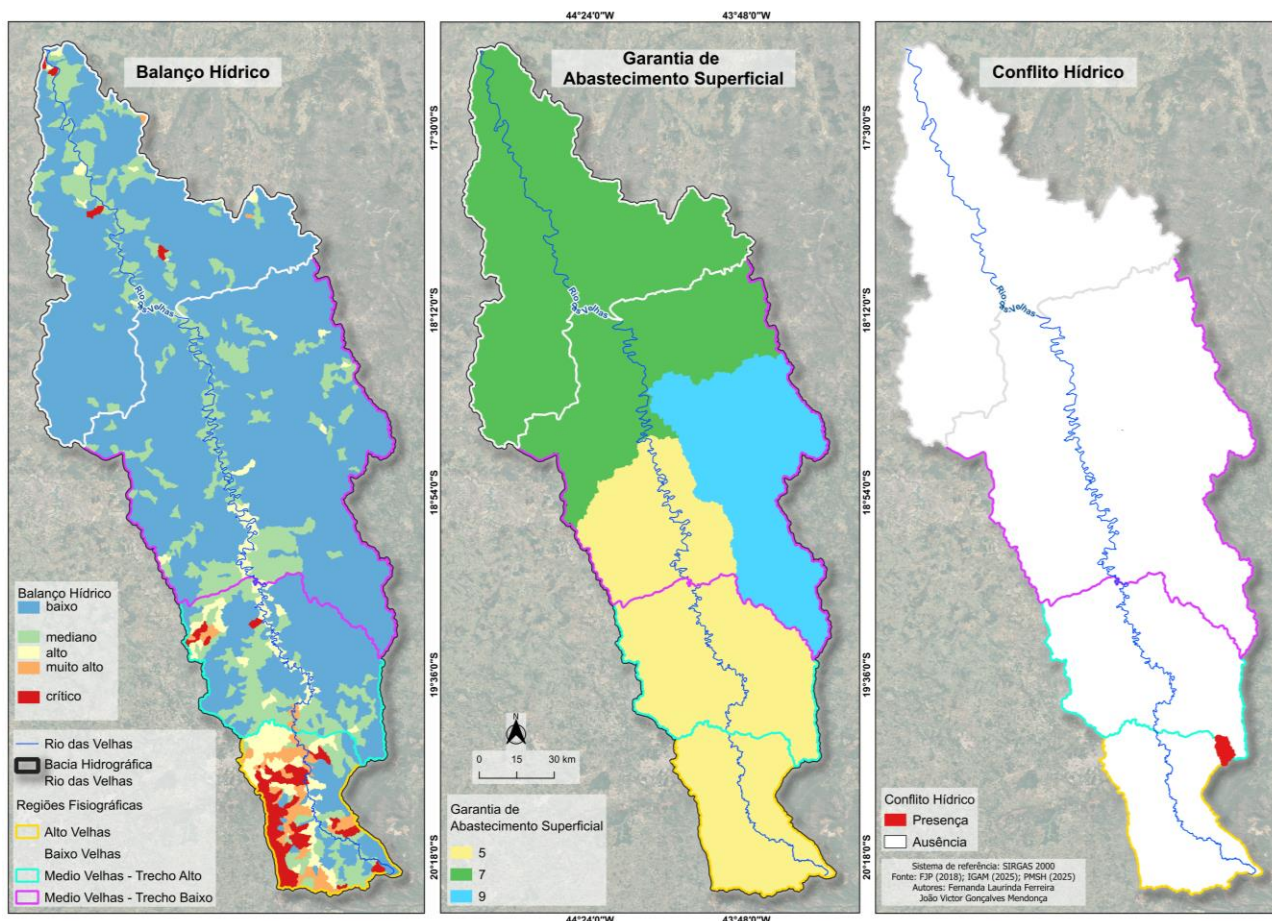
Cada uma das três variáveis foi ponderada de forma igualitária, partindo-se da premissa de que todas contribuem com o mesmo peso para a determinação da criticidade hídrica. No entanto, recomenda-se que estudos futuros considerem a possibilidade de atribuir diferentes pesos às variáveis, caso se verifique que uma delas tem maior influência em contextos específicos da bacia.

Adicionalmente, destaca-se como limitação metodológica a heterogeneidade nas escalas cartográficas das bases de dados utilizadas, o que pode comprometer a consistência espacial da análise integrada. Essa disparidade entre níveis de detalhamento espacial pode afetar a acurácia do Índice Hídrico Multicritério (IHM), sobretudo em áreas onde se exige maior resolução para a interpretação dos resultados.

Com o índice calculado para todas as unidades espaciais analisadas, foi possível elaborar um mapa temático de criticidade hídrica. A análise espacial foi conduzida utilizando ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com destaque para o software QGIS, o que permitiu a associação dos dados do IHM às camadas geográficas da bacia. Essa abordagem possibilitou a visualização clara das regiões mais críticas, evidenciando padrões espaciais relevantes para o planejamento hídrico.

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das três variáveis consideradas – balanço hídrico, áreas prioritárias para garantia de abastecimento superficial e conflitos pelo uso da água – na Bacia do Rio das Velhas.

Figura 2 - Distribuição espacial do balanço hídrico, área prioritárias para Garantia de Abastecimento Superficial e conflitos pelo Uso da água na Bacia do Rio das Velhas



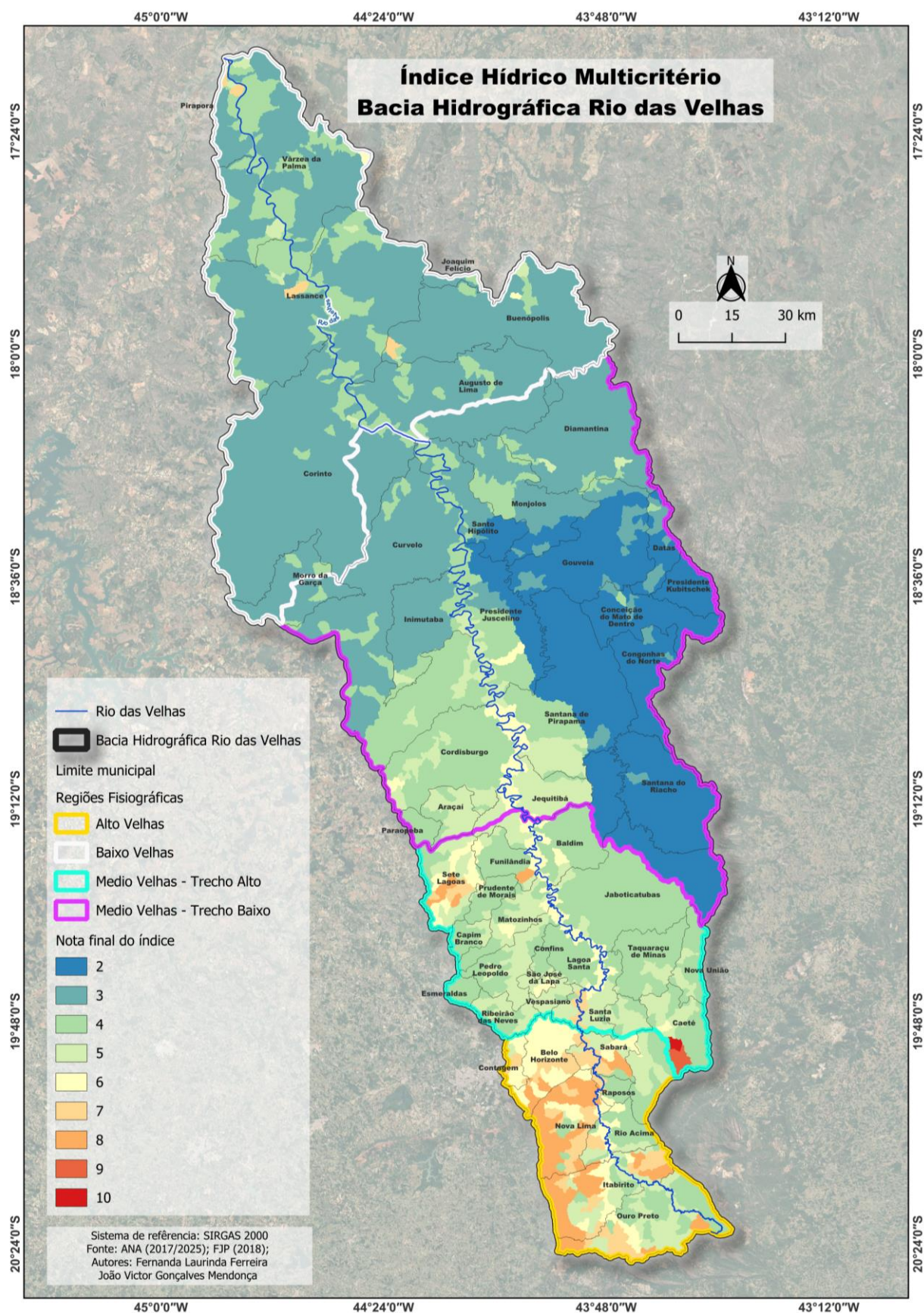
RESULTADOS

A aplicação do Índice Hídrico Multicritério (IHM) revelou que a Bacia do Rio das Velhas apresenta áreas com alta variabilidade nas condições hídricas, conforme pode ser observado na Figura 3. A análise espacial do IHM destacou claramente as regiões com maior e menor criticidade hídrica.

A análise espacial do Índice Hídrico Multicritério (IHM) evidenciou uma significativa variação na criticidade hídrica ao longo dos diferentes trechos da Bacia do Rio das Velhas. Os valores mais elevados do índice (notas 9 e 10), indicativos de maior pressão sobre os recursos hídricos, concentram-se no município de Caeté, especialmente nas localidades de Penedia e Rancho Novo, situadas no trecho Alto do Médio Velhas. Essas áreas destacam-se das demais por apresentarem registros reconhecidos de conflito pelo uso da água, sendo as únicas dentro da bacia com tal ocorrência, conforme os dados analisados. Essa condição resultou em uma pontuação mais alta no índice, refletindo a sobreposição de demandas e a maior intensidade de uso dos recursos hídricos nessa porção da bacia.

As áreas classificadas com nota 8 no IHM concentram-se predominantemente no Trecho Alto do Médio Velhas e no Alto Velhas, abrangendo diversos municípios e refletindo um nível significativo de criticidade hídrica.

Figura 3 - Mapa espacial do Índice Hídrico Multicritério (IHM) aplicado à Bacia do Rio das Velhas



Entre as localidades mais impactadas, destacam-se Miguel Burnier, em Ouro Preto; os distritos de Acuruí e Bação, além da sede urbana de Itabirito; bem como regiões densamente ocupadas nos municípios de Nova Lima e Sabará. Em Belo Horizonte, observam-se áreas críticas nos setores do Barreiro e Venda Nova, enquanto em Contagem destaca-se a região do Parque Industrial, marcada por elevada demanda hídrica. Ainda compõem esse grupo áreas expressivas nos municípios de Sete Lagoas e Funilândia.

Essas regiões em sua maioria pertencente a região metropolitana de Belo Horizonte possuem relevância hidrológica e socioeconômica. Embora não apresentem os níveis extremos de criticidade observados nas regiões com notas 9 e 10, já indicam um quadro avançado de pressão sobre os recursos hídricos, resultado da conjunção de fatores como déficits sazonais no balanço hídrico, crescente demanda por abastecimento urbano e industrial, além de indícios de sobreposição de usos em determinadas localidades. A magnitude territorial dessa faixa de nota evidencia que a criticidade hídrica não se restringe a pontos isolados, mas afeta amplamente áreas com dinâmicas complexas de uso e ocupação do solo. Assim, a pontuação elevada reforça a urgência de estratégias integradas de gestão, voltadas não apenas à mitigação de conflitos emergentes, mas também à prevenção de agravamentos futuros na disponibilidade hídrica regional.

As áreas classificadas com nota 7 no IHM apresentam distribuição semelhante àquelas com nota 8, concentrando-se majoritariamente no Trecho Alto do Médio Velhas e no Alto Velhas, especialmente em municípios pertencentes à Região Metropolitana de Belo Horizonte. Além dessas regiões, também foram identificadas áreas com essa classificação no Baixo Velhas, com destaque para porções de áreas nos municípios de Buenópolis, Lassance e Pirapora.

A elevada criticidade hídrica observada em regiões da Região Metropolitana de Belo Horizonte, como Nova Lima, Sabará, Contagem e setores de Belo Horizonte, é respaldada por estudos anteriores que evidenciam a vulnerabilidade estrutural desses territórios frente à pressão sobre os recursos hídricos. Melo et al. (2020) analisaram a crise hídrica de 2014-2015 e destacaram que, mesmo em um contexto de elevada disponibilidade hídrica natural em Minas Gerais, a RMBH enfrentou severa escassez nos mananciais de abastecimento público, agravada por uma combinação de deficiência pluviométrica prolongada e fragilidades no planejamento e gestão da infraestrutura hídrica. O estudo evidencia a sobrecarga nos sistemas de captação e distribuição de água, sobretudo em áreas densamente urbanizadas e industrializadas, alinhando-se aos resultados apresentados neste estudo.

As regiões classificadas com notas 6 e 5, consideradas de criticidade hídrica moderada, concentram-se principalmente no Trecho Alto do Médio Velhas e no Alto Velhas, com algumas porções localizadas no Trecho Baixo do Médio Velhas e pequenas áreas no Baixo Velhas. As áreas que receberam nota 4, indicativa de um nível intermediário-baixo de criticidade, estão majoritariamente situadas no Médio Velhas, com extensões também no Alto e Baixo Velhas. A nota 3 foi atribuída predominantemente a áreas do Trecho Baixo do Médio Velhas e do Baixo Velhas. Por fim, as áreas com nota 2 — que refletem menor grau de criticidade hídrica — concentram-se principalmente no Trecho Baixo do Médio Velhas. Essa gradação espacial evidencia a transição progressiva da pressão hídrica ao longo da bacia, com maior intensidade nas regiões de cabeceira e zonas urbanizadas, e redução nos trechos mais a jusante.

Essa distribuição do IHM evidencia a complexidade e a abrangência dos desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos na Bacia do Rio das Velhas. A aplicação do IHM permitiu uma análise integrada, considerando variáveis ambientais, socioeconômicas e de uso da água, revelando que, além da escassez hídrica em diversas regiões, pressões externas como conflitos pelo uso e práticas insustentáveis intensificam a criticidade. A abordagem multicritério, portanto, reforça que a gestão

da água não deve ser tratada de forma isolada, exigindo articulação entre diferentes setores e escalas de governança.

Nesse contexto, a gestão participativa dos recursos hídricos torna-se um pilar essencial, conforme estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. As agências de bacia, como a Agência Peixe Vivo, assumem papel central na coordenação de políticas públicas, indo além da atuação técnica. Sua função envolve articular múltiplos atores, mediar conflitos pelo uso da água e promover uma governança descentralizada e democrática. Ao integrar a gestão hídrica com o planejamento territorial, a agência contribui para a mitigação dos impactos da escassez e para assegurar uma distribuição mais equitativa e sustentável dos recursos hídricos na bacia.

CONCLUSÃO

A construção e aplicação do Índice Hídrico Multicritério (IHM) à Bacia do Rio das Velhas possibilitou identificar, de forma integrada e espacializada, os diferentes níveis de criticidade hídrica ao longo de seus trechos. A análise revelou uma maior concentração de áreas críticas nas porções de cabeceira da bacia, especialmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde a pressão sobre os recursos hídricos é intensificada por fatores como urbanização densa, demanda elevada por abastecimento e sobreposição de usos.

Os resultados demonstram que a criticidade hídrica na bacia não é uniforme e que a governança dos recursos precisa considerar essa variabilidade espacial. Regiões com notas mais altas no IHM exigem atenção prioritária por parte dos gestores públicos e das instituições responsáveis pela gestão hídrica, como a Agência Peixe Vivo, com vistas à adoção de políticas integradas de mitigação de conflitos, uso sustentável da água e planejamento territorial orientado à resiliência hídrica.

A abordagem multicritério adotada demonstrou eficácia para evidenciar tanto locais com maior escassez hídrica quanto aqueles sujeitos a pressões antrópicas intensas, reforçando a necessidade de estratégias coordenadas entre entes governamentais, usuários e sociedade civil. Ressalta-se, ainda, que o método possui potencial de replicabilidade em outras bacias hidrográficas, desde que adaptado às suas especificidades e com base em dados locais confiáveis, mantendo sua função como ferramenta estratégica de apoio à gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos, alinhada aos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo pelo apoio institucional e técnico para o desenvolvimento do estudo, e ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas pelo incentivo à gestão participativa da água. Agradecemos também à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e ao Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH) pela disponibilização dos dados utilizados na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (2023). “*Balanço hídrico climático mensal – Brasil*”. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/35f247ac-b5c4-419e-9bdb-dcb20defb1f4>. Acesso em: 5 jun. 2025.

- CBH RIO DAS VELHAS. (2025a). “*A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas*”. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/a-bacia-hidrografica-do-rio-das-velhas/>. Acesso em: 04 jun. 2025. (artigo em site institucional)
- CBH RIO DAS VELHAS. (2025b). “*Apresentação*”. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/apresentacao/>. Acesso em: 04 jun. 2025. (artigo em site institucional)
- FERRARINI, A. S. F. et al. (2020). “*Water demand prospects for irrigation in the São Francisco River: Brazilian public policy.*” *Water Policy*, 22(3), 449-467. Disponível em: <https://iwaponline.com/wp/article/22/3/449/73871/Water-demand-prospects-for-irrigation-in-the-Sao>.
- FREITAS, A. A. et al. (2021). “*Drought assessment in São Francisco river basin, Brazil: characterization through SPI and associated anomalous climate patterns.*” *Atmosphere*, 13(1), 41-61. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/1/41>.
- HE, C.; MALCOLM, S. B.; DAHLBERG, K. A.; FU, B. (2000). “*A conceptual framework for integrating hydrological and biological indicators into watershed management*”. *Landscape and Urban Planning*, 49(1–2), 25–34. Disponível em: <https://share.google/Pp0RwmHBHSX2llz9d>
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2024). “*Áreas de conflito por uso de recursos hídricos – Minas Gerais*”. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/e8c742b7-7e0d-4874-98f5-720d3be6ffdd>. Acesso em: 7 jun. 2025.
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2024). “*Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – SF5*”. Disponível em: <https://comites.igam.mg.gov.br/w/bacia-hidrografica-do-rio-das-velhas-sf5->. Acesso em: 04 jun. 2025. (artigo em site institucional)
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2024). “*Plano Mineiro de Segurança Hídrica – PMSH*”. Disponível em: <https://pmsm.com.br/#downloads>. Acesso em: 7 jun. 2025.
- MAILLARD, P. et al. (2022). “*Challenges of defining the floodplain through the ‘mean ordinary flood line’ approach using remote sensing in Brazil: a case study of the São Francisco River.*” *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 27, 1-20. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh/a/H6stKYxzh7SNcQcn4P4nMHv/abstract/?lang=en>.
- MELLO, I. C. et al. (2025). “*Calibração de um modelo hidrológico distribuído à bacia do rio São Francisco a partir de chuva estimada por satélite.*” *Revista Mineira de Recursos Hídricos*, 6, e0250002.
- MELO, D. C.; OLIVEIRA, F. R. A.; VIANA, L. T. S. (2020). “*Avaliação da segurança hídrica para abastecimento público na Região Metropolitana de Belo Horizonte: estudo da crise hídrica 2014-2015*”. *Revista Brasileira de Climatologia*, 26, pp. 410–429.
- PETRUCCI, E. (2022). “*Análise espacial da precipitação pluvial e eventos extremos secos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco – Brasil, Série histórica de 1985 a 2018.*” Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36343>.
- SILVA, M. V. M. et al. (2021). “*Impacto dos cenários de mudanças climáticas e demandas consuntivas no desempenho dos reservatórios do rio São Francisco, Brasil.*” In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., Belo Horizonte, 2021. Anais [...]. Belo Horizonte: ABRHidro. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13446.0>
- VAN BELLEN, H. M. “*Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa*”. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.