Vulnerabilidade Hídrica e Pressões Antrópicas: Mapeamento do Risco Agroindustrial na Bacia do Ribeirão Paciência (Pará de Minas - MG, Brasil)

Jesus, Rodrigo da Silva de [1]
Cunha, Alessandro Matozinhos da[2]
Santos, Taísa Batista dos[3]
Goes, Felipe Matheus Santos[4]
Harry, Beatriz Dias[5]
Martins, Ana Cecília de Almeida[6]
Viana, Filipe Mendes[7]
Gontijo, Urias Felipe Camargos[8]
Rossoni, Hygor Aristides Victor[9]

RESUMO

A intensificação das atividades produtivas em áreas urbanas e periurbanas pode ampliar a exposição dos corpos hídricos a fontes potenciais de contaminação, especialmente em territórios marcados pela presença de empreendimentos agroindustriais. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo mapear o potencial risco agroindustrial na Bacia do Ribeirão Paciência, localizada em Pará de Minas (MG), a partir da integração entre dados espaciais de empreendimentos licenciados, parâmetros de qualidade da água e pressões antrópicas associadas à agroindústria. A pesquisa foi desenvolvida com apoio de Sistemas de Informação Geográfica, utilizando bases cartográficas da IDE-Sisema e o software QGIS, além de dados secundários de monitoramento da qualidade da água obtidos entre março de 2021 e dezembro de 2023, em 38 pontos distribuídos no curso principal e em afluentes da bacia do Ribeirão Paciência. Foram analisados fósforo total, nitrogênio amoniacal total e potencial hidrogeniônico, por meio de estatística descritiva e comparação com os limites legais vigentes. Os resultados indicaram a presença de 149 empreendimentos licenciados na área de estudo, dos quais 61 pertencem ao setor agroindustrial, com destaque para abatedouros, laticínios, processamento de proteína animal e produção de ração. A análise espacial e ambiental evidenciou um gradiente de vulnerabilidade no sentido montante–jusante, permitindo classificar o alto curso como área de risco alto, o médio curso como risco muito alto e o baixo curso como segmento crítico. Conclui-se que o mapeamento proposto contribui para orientar ações de monitoramento, fiscalização preventiva e gestão integrada dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Qualidade da água; Geotecnologias; Eutrofização; Gestão ambiental; Uso do solo.

[1] Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental (UFV – *Campus* Florestal) – rodrigo.s.jesus@ufv.br;
[2] Mestrando em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários (UFV – *Campus* Florestal) – alessandro.matozinhos@ufv.br;
[3] Mestranda em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários (UFV – *Campus* Florestal) – taisa.batista@ufv.br;
[4] Mestrando em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários (UFV – *Campus* Florestal) – felipe.goes@ufv.br;
[5] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária (UFV – *Campus* Florestal) – elizabeth.harry@ufv.br;
[6] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária (UFV – *Campus* Florestal) – ana.cecilia.martins@ufv.br;
[7] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária (UFV – *Campus* Florestal) – filipe.m.viana@ufv.br;
[8] Técnico integrado em Alimentos (UFV – *Campus* Florestal) – urias.gontijo@ufv.br;
[9] Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG); Orientador e membro permanente do Mestrado Acadêmico em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da UFV – *Campus* Florestal – rossoni@ufv.br.

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Ribeirão Paciência, situada em Pará de Minas (MG), constitui um sistema hídrico submetido a pressões antrópicas associadas à ocupação urbana, periurbana e produtiva do território. Na área de estudo, foram identificados 149 empreendimentos licenciados de diferentes setores produtivos, classificados entre as classes 1 e 6, conforme o potencial poluidor definido pela DN COPAM nº 217/2017 (Minas Gerais, 2017; Minas Gerais, 2026). Desse total, 61 empreendimentos, cerca de 40%, pertencem ao setor agroindustrial, com destaque para o processamento de proteína animal, indústrias de laticínios, produção de ração e abatedouros, cujos efluentes, quando inadequadamente manejados, podem comprometer a qualidade da água e elevar o risco de eutrofização (Antes; Bortoli; Kunz, 2022).

A avaliação dessas pressões requer a integração entre dados espaciais, fontes potenciais de contaminação e parâmetros de qualidade da água. Nesse sentido, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem sobrepor camadas ambientais e antrópicas, favorecendo a identificação de áreas de maior exposição, padrões de pressão territorial e trechos prioritários para monitoramento e intervenção (Oliveira *et al.*, 2017). Complementarmente, o enquadramento dos corpos hídricos para o perímetro analisado definido pela DN CERH/MG nº 86/2023, os limites de qualidade estabelecidos pela DN Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8/2022 e a classificação do potencial poluidor dos empreendimentos prevista na DN COPAM nº 217/2017 fornecem referenciais normativos para avaliar a conformidade ambiental e subsidiar a análise do risco hídrico potencial (Minas Gerais, 2017; Minas Gerais, 2022; Minas Gerais, 2023).

Diante desse contexto, este estudo parte da premissa de que a concentração espacial de atividades agroindustriais com médio e alto potencial poluidor, associada à proximidade dos cursos d'água e à ocorrência de alterações em parâmetros de qualidade da água, pode configurar zonas prioritárias de risco hídrico na Bacia do Ribeirão Paciência. Assim, o objetivo deste trabalho é mapear o risco potencial agroindustrial na bacia, a partir da integração entre dados espaciais de empreendimentos licenciados, parâmetros de qualidade da água e pressões antrópicas exercidas pela agroindústria no perímetro urbano e periurbano de Pará de Minas (MG), com vistas a subsidiar ações de monitoramento, fiscalização preventiva e gestão ambiental integrada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A caracterização da área de estudo foi realizada por meio de técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com uso do software QGIS, versão 3.40.6-Bratislava (QGIS

Development Team, 2024). As bases cartográficas foram obtidas na plataforma IDE-Sisema (Minas Gerais, 2026), contemplando camadas referentes aos limites administrativos, rede hidrográfica, uso e ocupação do solo, empreendimentos licenciados, enquadramento dos corpos hídricos, pontos de monitoramento e zonas de conflito pelo uso da água.

A integração dessas camadas permitiu identificar a distribuição espacial das pressões antrópicas, especialmente aquelas associadas aos empreendimentos agroindustriais licenciados, classificados segundo o potencial poluidor definido pela DN COPAM nº 217/2017 (Minas Gerais, 2017). Essa etapa subsidiou a análise da vulnerabilidade hídrica e a identificação de áreas prioritárias para o mapeamento do risco agroindustrial.

2.2 Dados de qualidade da água

Foram utilizados dados secundários de monitoramento da qualidade da água provenientes do Termo de Cooperação Técnica nº 01/2024, firmado entre a Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Florestal, e a Prefeitura Municipal de Pará de Minas. O período analisado compreendeu março de 2021 a dezembro de 2023, totalizando 34 meses de monitoramento, com amostragens em 38 pontos distribuídos na bacia, sendo 23 no curso principal e 15 em afluentes.

As análises seguiram os procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017), contemplando, entre outros[10] parâmetros, fósforo total (P), nitrogênio amoniacal total (NAT) e potencial hidrogeniônico (pH). Neste estudo, esses parâmetros foram utilizados como indicadores da condição ambiental da bacia, considerando sua relação com aporte de nutrientes, matéria orgânica, processos de eutrofização e alterações no equilíbrio físico-químico do corpo hídrico.

2.3 Tratamento dos dados e mapeamento do risco agroindustrial

Os dados de qualidade da água foram analisados por estatística descritiva, conforme Von Sperling, Verbyla e Oliveira (2020), utilizando medidas de tendência central e dispersão, como média, mediana, valores mínimos, máximos e quartis. Os resultados foram comparados aos limites da DN Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8/2022 e ao enquadramento definido pela DN CERH/MG nº 86/2023, permitindo avaliar a conformidade da qualidade da água e reconhecer trechos com maior comprometimento ambiental (Minas gerais, 2023; Minas Gerais, 2022).

O mapeamento do risco agroindustrial foi realizado pela integração, em ambiente SIG, das camadas de empreendimentos licenciados, potencial poluidor, rede hidrográfica, pontos de monitoramento, enquadramento dos corpos hídricos e zonas de conflito. Foram consideradas áreas

[10] Termo de Cooperação Técnica nº 01/2024 compreende análise de outros parâmetros para verificação da qualidade da água como OD, DBO, SST, Turbidez.

de maior risco potencial aquelas com concentração de atividades agroindustriais de médio a alto potencial poluidor, próximas aos cursos d'água e associadas à ocorrência de parâmetros indicativos de degradação da qualidade hídrica, tomando como referência a DN COPAM nº 217/2017 (Minas Gerais, 2017).

Ressalta-se que o risco agroindustrial foi tratado como potencial, uma vez que o estudo se baseou em dados secundários, análise espacial e parâmetros de qualidade da água, sem estimativa direta de carga poluidora por empreendimento ou comprovação individualizada de fontes de lançamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização espacial da bacia e pressões antrópicas

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Paciência está situada no município de Pará de Minas, Minas Gerais, e apresenta sobreposição entre o curso d'água principal e áreas urbanas e periurbanas, o que amplia sua exposição a diferentes formas de uso e ocupação do solo (Figura 1 (A))[11]. O Ribeirão Paciência constitui o principal afluente do Rio São João, integrante da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos do Rio Pará (UPGRH SF2), afluente do Rio São Francisco. A bacia possui área de drenagem aproximada de 453,7 km² e o curso principal apresenta extensão de 59,25 km (Ferreira *et al.*, 2022).

A análise geoespacial identificou 149 empreendimentos licenciados de diferentes setores produtivos na área de estudo, classificados entre as classes 1 e 6, conforme o potencial poluidor definido pela DN COPAM nº 217/2017 (Minas Gerais, 2017). Desse total, 61 empreendimentos, cerca de 40%, pertencem ao setor agroindustrial, com destaque para o processamento de proteína animal, indústrias de laticínios, produção de ração, abatedouros e atividades agrossilvipastoris.

A distribuição espacial dessas atividades indica concentração ao longo do curso principal do Ribeirão Paciência e de seus afluentes, configurando áreas de maior exposição do sistema hídrico às pressões produtivas. Observa-se, ainda, um padrão de intensificação da pressão antrópica no sentido montante–jusante, especialmente pela presença de atividades industriais alimentícias, vinculadas à listagem D, e agrossilvipastoris, vinculadas à listagem G da DN COPAM nº 217/2017 (Minas Gerais, 2017).

Embora essas atividades estejam sujeitas a exigências de controle ambiental, incluindo tratamento e monitoramento de efluentes previamente ao lançamento, sua concentração espacial,

[11] Apresentado ao final da seção de Resultados e Discussão.

associada à proximidade dos corpos d'água, amplia a vulnerabilidade hídrica da bacia. Assim, o risco agroindustrial deve ser compreendido como potencial e territorialmente distribuído, relacionado à combinação entre densidade de empreendimentos, tipologia produtiva, proximidade dos cursos d'água e condições de uso e ocupação do solo.

3.2 Distribuição espacial das atividades agroindustriais e Qualidade da água

As análises da qualidade da água na Bacia do Ribeirão Paciência evidenciaram variações espaciais relevantes nas concentrações de fósforo total (P), nitrogênio amoniacal total (NAT) e potencial hidrogeniônico (pH) ao longo dos 38 pontos de monitoramento. Conforme a DN CERH-MG Nº 86/2023, o trecho correspondente aos pontos 1 a 30 é enquadrado como Classe 2, enquanto os pontos 31 a 38 integram trecho enquadrado como Classe 3 (Minas Gerais, 2023).

Os resultados indicam comprometimento da qualidade da água, especialmente pelo enriquecimento por nutrientes[12]. As concentrações de fósforo total apresentaram medianas entre 0,05 e 0,76 mg/L, com valores máximos de até 5,77 mg/L, frequentemente superiores aos limites estabelecidos pela DN Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8/2022 para corpos hídricos de Classe 2 e Classe 3 (Minas Gerais, 2022). Esse padrão indica risco de eutrofização e reforça a necessidade de monitoramento nos trechos sob maior pressão antrópica.

O nitrogênio amoniacal total também apresentou elevada variabilidade, com medianas de até 16,1 mg/L e picos superiores a 50 mg/L em alguns pontos, sobretudo em áreas associadas ao adensamento de atividades agroindustriais e ao acúmulo de cargas ao longo do eixo montante–jusante. Esse parâmetro é relevante por estar relacionado à presença de matéria orgânica nitrogenada e por sua toxicidade depender das condições de pH, especialmente em situações de maior alcalinidade (Bortoli; Prá; Kunz, 2022).

O pH variou, de modo geral, entre 5,3 e 8,6, mantendo-se predominantemente dentro da faixa legal de 6 a 9 para as classes analisadas. No entanto, variações pontuais indicam perturbações localizadas no equilíbrio físico-químico do corpo hídrico, possivelmente associadas à decomposição de matéria orgânica, lançamentos eventuais, alterações na capacidade tamponante do sistema ou outras interferências antrópicas.

Assim, os parâmetros analisados evidenciam que a vulnerabilidade hídrica da bacia não decorre de um fator isolado, mas da sobreposição entre concentração de empreendimentos, proximidade dos cursos d'água, uso urbano e periurbano do território e ocorrência de não conformidades na qualidade da água. Neste estudo, P, NAT e pH são utilizados como indicadores de

[12] Os resultados completos da análise poderão ser disponibilizados, sob demanda, mediante solicitação por e-mail ao primeiro autor.

risco ambiental potencial, subsidiando a setorização espacial apresentada no mapeamento do risco agroindustrial.

3.3 Mapeamento do risco agroindustrial na bacia

A integração entre a distribuição espacial dos empreendimentos agroindustriais, o potencial poluidor das atividades e os indicadores de qualidade da água permitiu identificar que o risco de degradação hídrica na Bacia do Ribeirão Paciência apresenta comportamento espacial diferenciado. Esse risco não se distribui de forma homogênea, mas acompanha um gradiente de intensificação no sentido montante–jusante, associado à concentração de atividades produtivas, à proximidade dos cursos d'água e à ocorrência de não conformidades nos parâmetros analisados.

Para a classificação do risco agroindustrial potencial, foram considerados três critérios principais: a densidade e a tipologia dos empreendimentos licenciados com potencial poluidor hídrico, especialmente aqueles enquadrados nas classes 3 a 6 da DN COPAM nº 217/2017; a frequência e a magnitude das não conformidades para fósforo total e nitrogênio amoniacal total, conforme a DN Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8/2022; e a posição do trecho no gradiente hidrográfico, considerando usos prioritários da água, como o abastecimento público (Minas Gerais, 2017; Minas Gerais, 2022). A síntese dessa classificação é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação do risco agroindustrial por segmento da bacia

Segmento	Pontos de referência	Pressão antrópica predominante	Indicadores críticos de qualidade da água	Categoria de risco
Alto curso	1 a 8	*Cluster* de indústrias alimentícias e atividades de abate a montante da captação pública.	Fósforo total no ponto 5 acima do limite de Classe 2 em parte expressiva das amostras; elevação pontual de NAT.	Alto
Médio curso	9 a 23	Adensamento de atividades agroindustriais no perímetro urbano, com presença de abatedouros, laticínios e processamento de alimentos.	Não conformidade recorrente para fósforo total em diversos pontos; elevação de NAT nos pontos 21 e 22.	Muito alto
Baixo curso	24 a 38	Zona de convergência de cargas e presença de atividades de abate de maior porte a jusante.	Maiores picos de fósforo total e NAT registrados na bacia, com acúmulo de cargas provenientes de montante.	Crítico

Fonte: Dos autores, 2026.

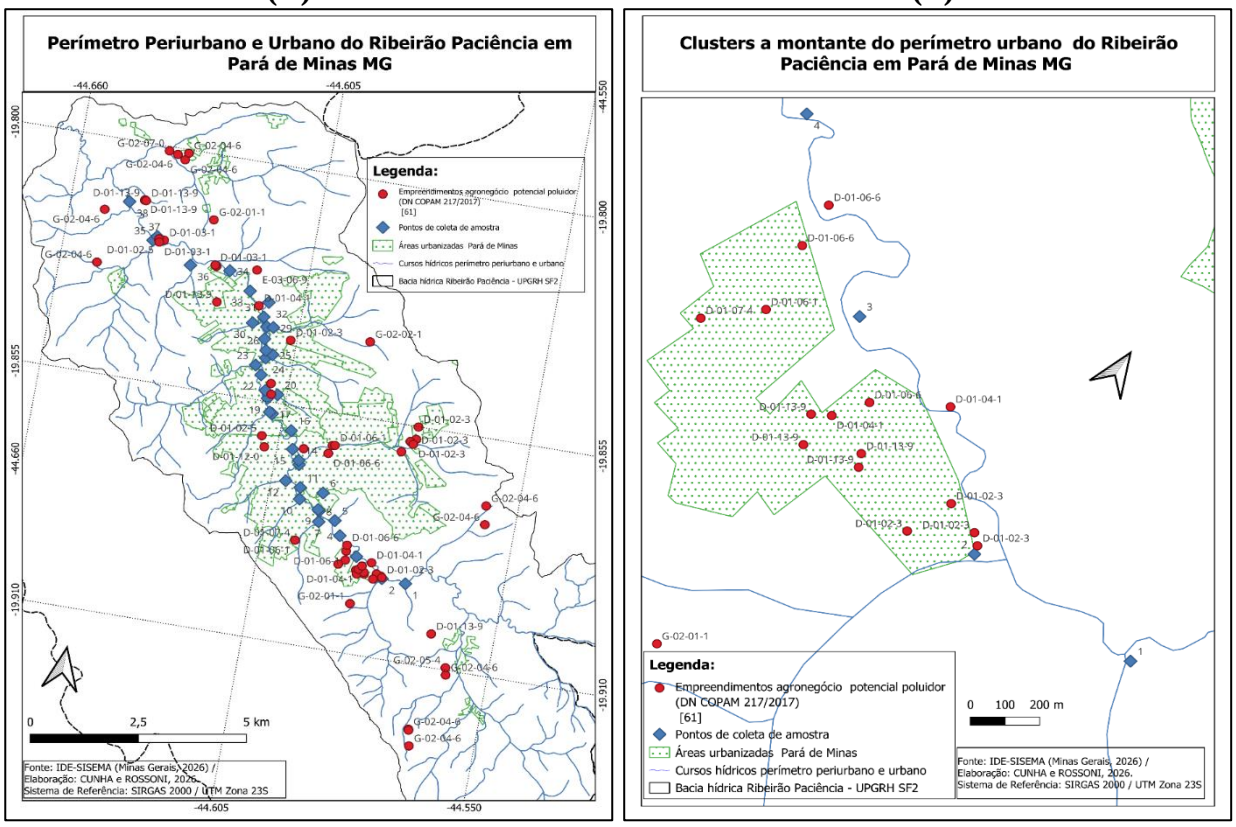
No alto curso, correspondente aos pontos 1 a 8, o risco foi classificado como alto, conforme indicado no Quadro 1. A Figura 1(B) evidencia a presença de empreendimentos agroindustriais a montante da captação de água para abastecimento público, o que confere caráter estratégico a esse trecho. Embora as concentrações de nutrientes sejam inferiores às observadas a jusante, a posição desse segmento exige monitoramento preventivo, pois alterações na qualidade da água podem repercutir sobre a segurança hídrica e sobre os custos de tratamento para abastecimento (Pádua, 2010).

No médio curso, correspondente aos pontos 9 a 23, o risco foi classificado como muito alto. Conforme representado na Figura 1(C), esse trecho apresenta maior adensamento urbano e concentração de atividades agroindustriais, incluindo empreendimentos relacionados a abate, laticínios e processamento de alimentos. A sobreposição entre ocupação urbana, atividades produtivas e recorrência de não conformidades, especialmente para fósforo total, indica maior pressão sobre a resiliência do corpo hídrico.

No baixo curso, correspondente aos pontos 24 a 38, o risco foi classificado como crítico, conforme sintetizado no Quadro 1. A Figura 1 (D) demonstra que esse segmento funciona como zona de convergência das cargas provenientes dos trechos a montante, além de apresentar atividades agroindustriais próximas ao curso hídrico. Nessa porção da bacia foram registrados os maiores valores de fósforo total e nitrogênio amoniacal total, o que reforça sua prioridade para ações de controle ambiental, monitoramento contínuo e planejamento de intervenções.

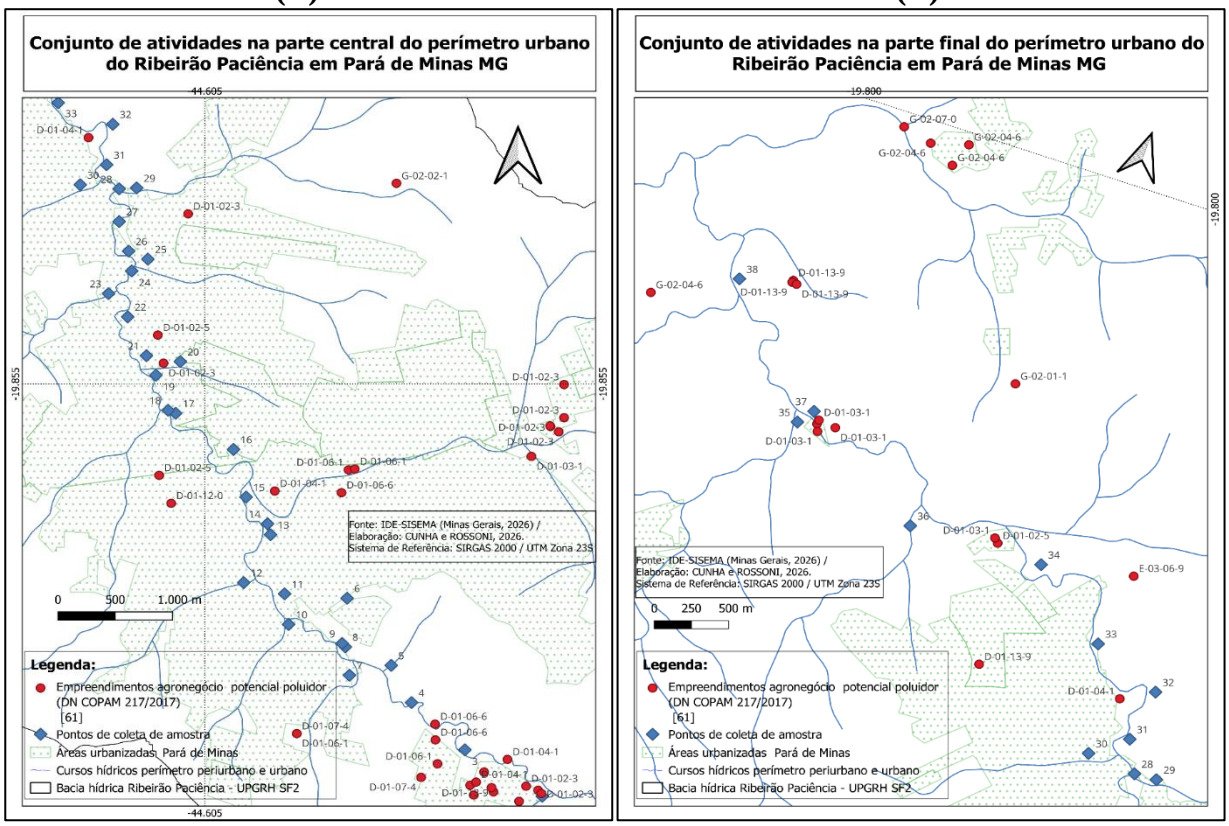
Figuras 1 A, B, C e D – Distribuição espacial dos pontos de amostragem e empreendimentos do agronegócio licenciados nas regiões da Bacia do Ribeirão Paciência em Pará de Minas (MG)

(A) **(B)**



Fonte: Dos autores, 2026.

(C) **(D)**



Fonte: Dos autores, 2026.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração entre dados espaciais, distribuição dos empreendimentos licenciados e indicadores de qualidade da água permitiu identificar padrões de vulnerabilidade hídrica na Bacia do Ribeirão Paciência. Os resultados indicam que a concentração de atividades agroindustriais, especialmente de médio a alto potencial poluidor, associada à proximidade dos cursos d'água e às não conformidades em fósforo total e nitrogênio amoniacal total, configura áreas prioritárias para monitoramento e gestão ambiental.

O mapeamento demonstrou que o risco agroindustrial potencial não se distribui de forma homogênea na bacia. No alto curso, relaciona-se à presença de empreendimentos a montante da captação para abastecimento público; no médio curso, ao adensamento urbano e produtivo; e, no baixo curso, à convergência de cargas provenientes dos trechos superiores, o que justifica sua classificação como segmento crítico.

A setorização da bacia em níveis de criticidade constitui ferramenta útil para orientar a tomada de decisão, subsidiando ações de fiscalização preventiva, monitoramento contínuo, controle de fontes difusas, recuperação da qualidade hídrica e alocação de recursos públicos. Ressalta-se, contudo, que o risco identificado é potencial e territorialmente distribuído, pois o estudo se baseou em dados

secundários, análise espacial e parâmetros de qualidade da água, sem mensuração direta de cargas poluidoras por empreendimento.

Conclui-se que a Bacia do Ribeirão Paciência apresenta vulnerabilidade hídrica associada à sobreposição entre uso urbano, atividades agroindustriais e comprometimento da qualidade da água. Assim, o mapeamento do risco agroindustrial contribui para uma leitura integrada do território e pode apoiar políticas públicas voltadas à prevenção da degradação hídrica, à proteção do abastecimento público e à gestão sustentável dos usos múltiplos da água.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Em conformidade com a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq (Portaria nº 2.664/2026), declaramos que foi utilizada a ferramenta de Inteligência Artificial Generativa ChatGPT (OpenAI), entre 2025 e 2026, como apoio à elaboração deste trabalho.

O uso da IA restringiu-se à organização de referências, reformulação textual, padronização de citações, adequação às normas ABNT e revisão de clareza e consistência terminológica. A ferramenta não foi utilizada para gerar dados brutos, resultados empíricos ou análises conclusivas.

Todo o conteúdo produzido com esse apoio foi revisado, validado e editado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pela veracidade, originalidade, adequação, interpretações e conclusões do trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de Mestrado, Iniciação Científica aos autores deste trabalho; Ao Centro de Vivência e Educação em Saneamento Rural da UFV – *Campus* Florestal; Á Prefeitura Municipal de Pará de Minas – MG.

REFERÊNCIAS

ANTES, F.; BORTOLI, M; KUNZ, A. Tratamento do digestato: remoção de fósforo. In: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. 2. ed. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2022. p. 193–208. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1108617. Acesso em: 17 mar. 2026.

APHA - *American Public Health Association;* ***Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*** *(SMEWW). American Water Works Association, Water Environmental Federation* 23. ed. Washington, 2017. 1 v.

BORTOLI, M.; PRÁ, M. C.; KUNZ, A. Tratamento do digestato: remoção de nitrogênio. In: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. 2. ed. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2022. p. 131–192. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1108617. Acesso em: 17 mar. 2026.

FERREIRA I. T. R, *et al*. O papel da comissão gestora local em áreas de conflito pelo uso de recursos hídricos: estudo de caso em trecho da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Paciência, na Bacia do Rio Pará, Minas Gerais. **Revista Augustus**, v. 29, n. 56, p. 174-192, 24 mar. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.15202/1981896.2022v29n56p174. Acesso em: 17 mar. 2026.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). **Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017**. Disponível em: https://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/0t0EWJRZYgBkjtrMg29vbFMTniIGR8bs.pdf. Acesso em: 17 mar. 2026.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG nº 8, de 21 de novembro de 2022.** Belo Horizonte, 2022. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521. Acesso em: 17 mar. 2026.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG). **Deliberação Normativa CERH-MG nº 86, de 15 de dezembro de 2023**. Disponível em: http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/4627/1/DN%20CERH%20n%c2%b086.2023-ECA-SF2.pdf. Acesso em: 3 jun. 2026.

MINAS GERAIS. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema)**. Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE-Sisema.** Disponível em: https://visualizador.idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 17 mar. 2026.

OLIVEIRA, J. C. *et al*. **Análise da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pará - MG**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2017. Disponível em: https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=2739. Acesso em: 17 mar. 2026.

PÁDUA, V. L. Soluções alternativas desprovidas de rede. In: HELLER, L; PÁDUA, V. L. (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. p. 299–324.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS **Geographic Information System**. Version 3.40.6-Bratislava. Open-Source Geospatial Foundation, 2024. Disponível em: https://qgis.org. Acesso em: 17 mar. 2026.

VON SPERLING, M.; VERBYLA, M. E.; OLIVEIRA, S. M. A. C. ***Assessment of Treatment Plant Performance and Water Quality Data: A Guide for Students****, Researchers and Practitioners. London: IWA Publishing*, 2020. 668 p. Disponível em: http://iwaponline.com/ebooks/book-pdf/643390/wio9781780409320.pdf. Acesso em: 17 mar. 2026.