1º HIDROGEOMINAS
SIMPÓSIO MINEIRO DE HIDROGEOMORFOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
07 – 10 de setembro de 2026
Departamento de Geografia – UFMG
Belo Horizonte - MG

REGISTROS DE IMPACTOS ANTRÓPICOS NOS SISTEMAS HÍDRICOS DA SERRA DO CIPÓ, SANTANA DO RIACHO/MG

Lucas Rodrigues Souza [1]
Luís Alberto Silva [2]
Thalles Samuel de Carvalho Soares [3]
Felipe Gabriel Silva Alves [4]
Fernando César da Costa [5]
Daniel Pimenta de Prado [6]
Matheus Vinícius Ferreira [7]
Geraldo Magela Matos [8]
Fernando Corrêa Maciel [9]
Antônio Pereira Magalhães Júnior [10]

RESUMO

A crescente pressão sobre os recursos hídricos, aliada à limitada disponibilidade de água doce acessível, torna essencial o monitoramento da qualidade das águas superficiais, especialmente em regiões de relevante interesse ambiental e turístico. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio da qualidade da água, os principais registros de impactos antrópicos nos sistemas hídricos da Serra do Cipó, particularmente no município de Santana do Riacho – MG. Foram realizadas coletas em março de 2026, em diferentes pontos de corpos hídricos classificados como águas doces Classe 1. As análises contemplaram os parâmetros temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total e nitrato. Os resultados indicaram que temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos apresentaram valores compatíveis com ambientes naturais pouco impactados. A turbidez e o pH mostraram variações pontuais, com alguns valores fora dos limites estabelecidos. Os parâmetros relacionados à dinâmica do oxigênio evidenciaram, em geral, boas condições, embora com ocorrências localizadas de não conformidade. Em relação aos nutrientes, o nitrato manteve-se dentro dos padrões legais em todos os pontos, enquanto o fósforo total apresentou concentrações elevadas na maior parte das amostras, configurando o principal indicativo de alteração da qualidade da água. Embora a região apresente influência de atividades antrópicas, como turismo, pecuária, agricultura e ocupação local, os resultados obtidos indicam, de modo geral, os resultados apontam para uma boa qualidade dos corpos hídricos, com a necessidade de atenção a impactos localizados e monitoramento contínuo.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Monitoramento Ambiental; Qualidade Ambiental.

[1] Doutorando do Curso de Geografia da UFMG, doutorado.lucasrodrigues@gmail.com;
[2] Mestre em Engenharia de Minas e Técnico de Laboratório da UFMG, luisalbertoeng@gmail.com;
[3] Bolsista PIC-JR-FAPEMIG, th.alles.samuel1441@gmail.com;
[4] Doutorando do Curso de Geografia da UFMG, felipegabriel.silvaalves@gmail.com;
[5] Doutorando do Curso de Química da UFMG e Técnico de Laboratório da UFMG, fernandocesar_mg@yahoo.com.br;
[6] Graduando do Curso de Geografia da UFMG, danielpimentadeprado@gmail.com;
[7] Doutorando do Curso de Geografia da UFMG, mmatheusvf@gmail.com;
[8] Doutorando do Curso de Geografia da UFMG, geommatos@gmail.com;
[9] Doutorando do Curso de Geografia da UFMG, nandomaciel4@yahoo.com.br;
[10] Professor Titular do Departamento de Geografia da UFMG, antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O acesso à água, em quantidade e qualidade, é determinante para a saúde das populações e o equilíbrio ambiental. As reservas subterrâneas, responsáveis por cerca de 29% da água doce, configuram a principal fonte de captação em escala global, estando presentes em aquíferos e lençóis freáticos, enquanto rios e lagos, embora representem somente 0,9% da água doce acessível, exercem papel estratégico no abastecimento de diversas regiões. Em um cenário de limitada disponibilidade de água doce acessível, em quantidade e qualidade, a conservação dos recursos hídricos é de extrema importância (Rêgo *et al*., 2025).

Além da dimensão quantitativa, a qualidade das águas superficiais é fundamental para a saúde da população, a preservação dos ecossistemas e o uso sustentável dos recursos naturais (Campos *et al*., 2025). A qualidade da água deve estar conforme as exigências legais para atender diversos usos, como abastecimento humano, irrigação, pecuária, processos industriais, geração de energia hidrelétrica e lazer. Assim, o monitoramento da qualidade da água é indispensável para uma gestão eficiente dos recursos hídricos e para a proteção do meio ambiente. Esse acompanhamento permite identificar fontes de poluição e verificar se a água atende aos padrões exigidos para diferentes finalidades, contribuindo, também, para a prevenção de doenças de veiculação hídrica e para a proteção da saúde das comunidades.

O monitoramento da qualidade da água pode envolver propriedades físicas, químicas e biológicas, determinadas por meio da medição de diferentes parâmetros. Esses parâmetros sofrem influência tanto das condições naturais do ambiente (*background*), quanto das atividades antrópicas. Nesse sentido, as análises estatísticas dos dados devem incorporar as bacias de contribuição dos pontos de amostragem, bem como as atividades antrópicas presentes (Elias, 2024).

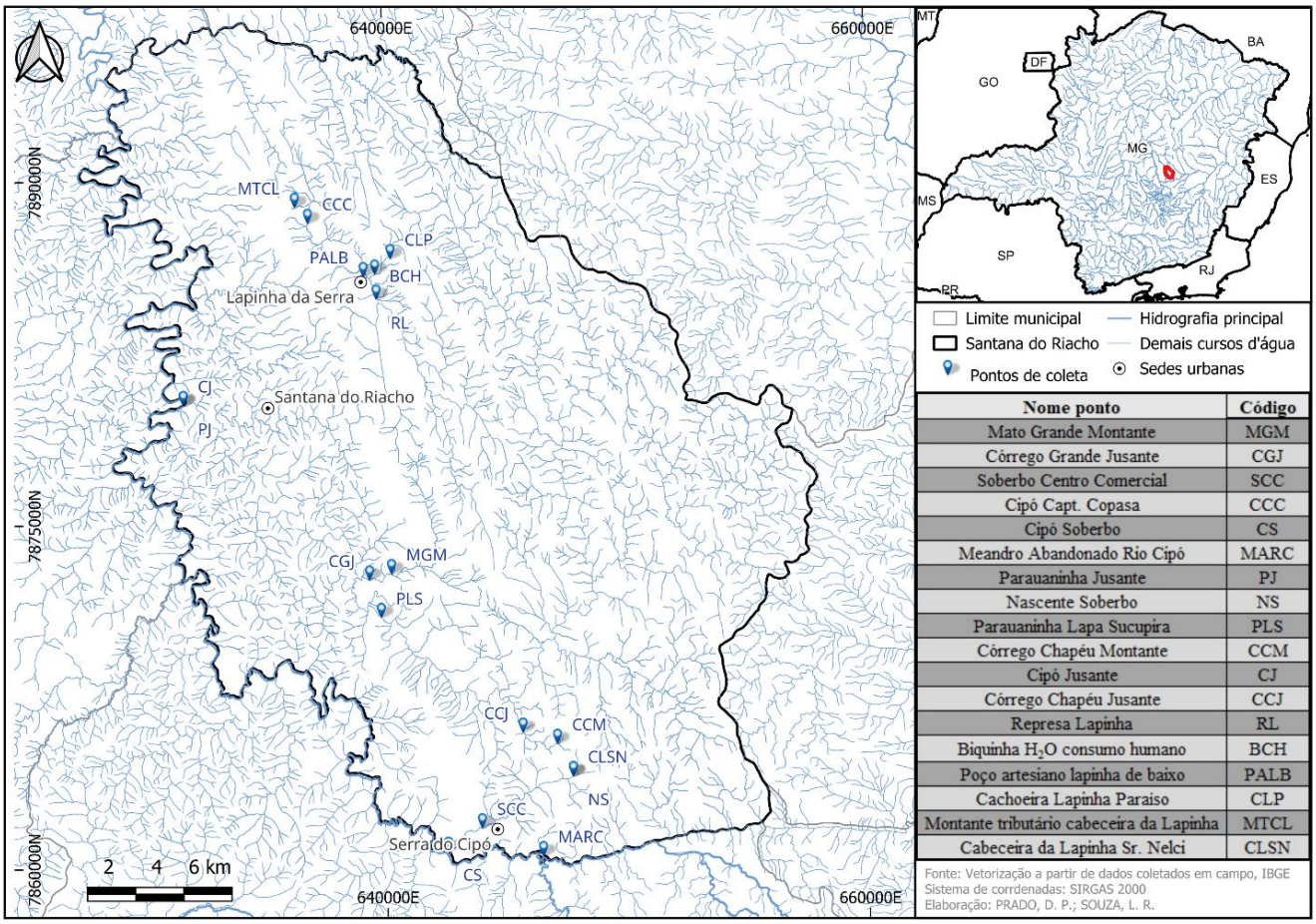
No Brasil, para que a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) seja implementada, o Conselho Nacional do Meio Ambiente instituiu, por meio da Resolução 430/2011 e suas atualizações, limites para diversos parâmetros de águas superficiais (BRASIL, 2011). No âmbito do estado de Minas Gerais, a norma correspondente é a Deliberação Normativa conjunta COPAM/CERH 08/2022 (COPAM, 2022).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a presença de registros de impactos humanos na qualidade das águas de sistemas hídricos superficiais em Santana do Riacho – Serra do Cipó – MG. Neste sentido, pretendeu-se analisar os resultados à luz dos limites legais, de modo a verificar a conformidade da água para diferentes usos e subsidiar ações de gestão e conservação dos recursos hídricos.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na Serra do Cipó, no município de Santana do Riacho, região de clima tropical de altitude, relevo serrano e predominância de formações quartzíticas da Cadeia do Espinhaço, com abundância em cursos d'água que levam a atividades associadas ao turismo, pecuária e ocupação antrópica dispersa. A Figura 1 apresenta a localização e a contextualização espacial da área de estudo, destacando os principais elementos físicos e de ocupação da região.

Figura 1 – Mapa de localização do ponto de coleta das amostras.



Nome ponto	Código
Mato Grande Montante	MGM
Córrego Grande Jusante	CGJ
Soberbo Centro Comercial	SCC
Cipó Capt. Copasa	CCC
Cipó Soberbo	CS
Meandro Abandonado Rio Cipó	MARC
Parauaninha Jusante	PJ
Nascente Soberbo	NS
Parauaninha Lapa Sucupira	PLS
Córrego Chapéu Montante	CCM
Cipó Jusante	CJ
Córrego Chapéu Jusante	CCJ
Represa Lapinha	RL
Biquinha H_2O consumo humano	BCH
Poço artesiano lapinha de baixo	PALB
Cachoeira Lapinha Paraiso	CLP
Montante tributário cabeceira da Lapinha	MTCL
Cabeceira da Lapinha Sr. Nelci	CLSN

Fonte: Vetorização a partir de dados coletados em campo, IBGE
Sistema de corrdenadas: SIRGAS 2000
Elaboração: PRADO, D. P.; SOUZA, L. R.

Figura 2 – Localização e a contextualização espacial da área de estudo, destacando os principais elementos físicos e de ocupação da região.



Os pontos amostrais são enquadrados como Classe 1 pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). As coletas foram realizadas em março de 2026, conforme distribuição espacial apresentada na Figura 2.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram analisadas no Laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos (LabGeomRh), vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os seguintes parâmetros foram determinados: temperatura (T, °C), condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), fósforo total (FT) e nitrato (NT).

A temperatura foi medida *in loco* com o auxílio de um termômetro digital Multilaser HC260. A CE e os STD foram determinados com condutivímetro de bancada (MS Tecnopon, modelo mCA-150). A turbidez foi obtida por meio de turbidímetro de bancada microprocessado (Del Lab, modelo DLM-2000B), enquanto o pH foi medido com pHmetro de bancada (MS Tecnopon, modelo mPA 210). As determinações de OD e $DBO_{5,20}$ foram realizadas em duplicata por método titulométrico, utilizando tiossulfato de sódio.

O FT foi determinado por espectroscopia UV/Vis (HACH, modelo DR3900), empregando o método do ácido ascórbico com molibdato de amônio, após digestão prévia com persulfato de potássio, utilizando cubetas com caminho óptico de 10,0 cm e leitura em 880 nm. O NT foi analisado pelo mesmo equipamento e cubeta, por meio do método do salicilato de sódio, com leitura em 420 nm. As análises de FT e NT foram realizadas em duplicata.

Os resultados obtidos foram comparados aos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430 de 2011 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08 de 2022. Os parâmetros analisados foram selecionados com o objetivo de fornecer uma avaliação preliminar da qualidade da água superficial no local de estudo, considerando que uma análise mais abrangente requer a inclusão de diversos outros parâmetros previstos na legislação vigente.

Determinados parâmetros não apresentam limites definidos na legislação, sendo empregados principalmente como indicadores de possível interferência antrópica. Para esses casos, é recomendável recorrer à literatura especializada como apoio na análise e interpretação dos valores obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta a comparação dos parâmetros físico-químicos avaliados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG nº 08/2022, considerando o enquadramento dos corpos hídricos como águas doces de Classe 1. Os parâmetros temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (STD) indicaram condições típicas de ambientes naturais pouco impactados. A temperatura

apresentou baixa variação (20,5 a 25,7 °C), sendo avaliada de forma qualitativa, uma vez que a legislação não estabelece limites numéricos para esse parâmetro, mas sim a manutenção das condições naturais do corpo hídrico. De forma semelhante, a condutividade elétrica, com valores de até aproximadamente 27 µS/cm, não possui padrão legal definido, sendo utilizada como indicador indireto da presença de íons dissolvidos. Os valores observados são baixos e compatíveis com águas pouco mineralizadas. Por sua vez, os sólidos totais dissolvidos (STD) apresentaram concentrações de até 115,2 mg/L, permanecendo bem abaixo do limite de 500 mg/L estabelecido para águas doces Classe 1, o que reforça a baixa carga de sais dissolvidos e a boa qualidade das águas sob esse aspecto.

A turbidez e o pH evidenciaram maior variabilidade. Embora a maior parte dos pontos tenha apresentado turbidez inferior a 10 NTU, foram registrados valores acima do limite de 40 NTU em pontos específicos, indicando possíveis interferências localizadas, como o carreamento de sedimentos. De forma semelhante, o pH concentrou-se próximo à neutralidade, porém alguns pontos apresentaram valores ácidos (pH < 6,0), em desacordo com a faixa recomendada (6,0–9,0), o que pode estar associado tanto a características naturais quanto a influências pontuais no sistema.

Os parâmetros relacionados à dinâmica do oxigênio (OD e $DBO_{5,20}$) indicam, em geral, boa qualidade da água. A maioria dos valores de OD manteve-se acima de 6,0 mg/L, sugerindo condições adequadas para a biota aquática, enquanto a $DBO_{5,20}$ apresentou predominantemente valores baixos (< 2,0 mg/L), característicos de reduzida carga orgânica. Ainda assim, foram observadas exceções pontuais, com valores de OD abaixo do limite e $DBO_{5,20}$ acima de 3,0 mg/L, indicando possíveis áreas de maior acúmulo de matéria orgânica ou menor renovação hídrica.

Em relação aos nutrientes, observa-se um contraste entre os parâmetros analisados. O nitrato apresentou concentrações baixas (até 3,42 mg/L), sempre em conformidade com os limites legais, embora com variações que sugerem influência difusa de fontes naturais e antrópicas. Por outro lado, o fósforo total apresentou concentrações elevadas na maior parte dos pontos, frequentemente acima dos valores recomendados para Classe 1, configurando o principal indicativo de alteração da qualidade da água e potencial risco de eutrofização.

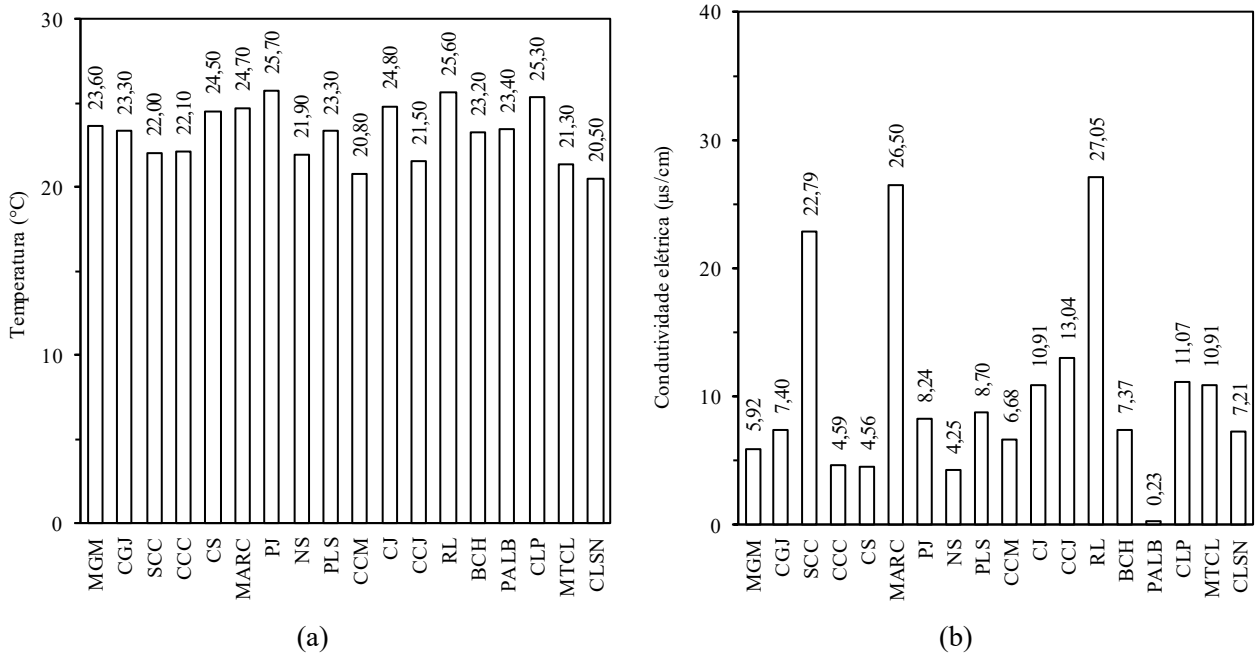
De modo geral, os resultados indicam que os corpos hídricos da região apresentam boa qualidade físico-química, com predominância de condições compatíveis com águas Classe 1. No entanto, a presença de não conformidades pontuais, especialmente associadas à turbidez, pH, OD, $DBO_{5,20}$ e, de forma mais significativa, ao fósforo total, evidencia a necessidade de atenção quanto a possíveis fontes de impacto e reforça a importância do monitoramento contínuo desses ambientes, uma vez que a presença de atividades agropecuárias, construção de condomínios e o intenso fluxo turístico são evidentes na região.

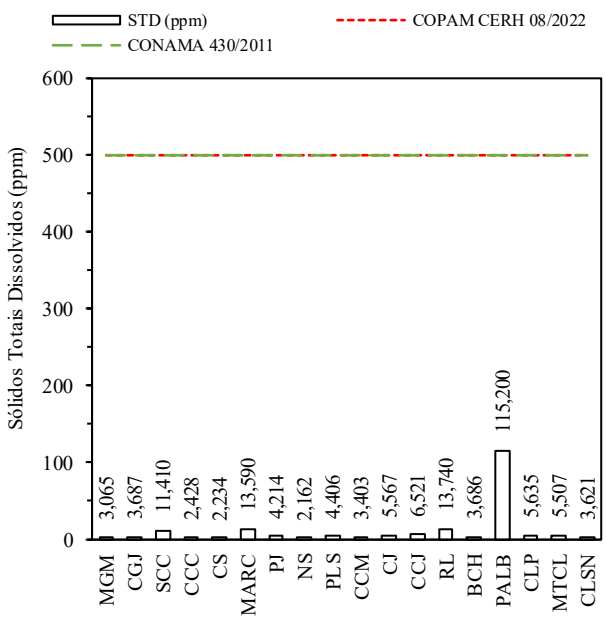
Segundo Drummond *et al*. (2005), o turismo desordenado, juntamente com a especulação imobiliária têm se tornado importantes fatores de pressão antrópica na região. Mesmo com essa interferência, Callisto, Moreno e Barbosa (2001) observam que as águas da região são de boa qualidade da água e as características ecológicas estão bem preservadas.

Sendo assim, apesar das pressões antrópicas observadas no território, os resultados obtidos indicam que os corpos hídricos avaliados ainda apresentam condições satisfatórias de qualidade da água. Os parâmetros analisados permaneceram, em sua maioria, dentro dos limites esperados para ambientes com baixo grau de degradação, evidenciando a capacidade de resiliência dos ecossistemas locais e a importância das áreas preservadas para a manutenção das características físico-químicas e biológicas dos recursos hídricos. Esses resultados sugerem que, embora existam fatores de pressão associados ao uso e à ocupação do solo, os mecanismos naturais de proteção e a presença de remanescentes vegetacionais ainda desempenham papel fundamental na conservação da qualidade ambiental da região, reforçando a necessidade de ações contínuas de monitoramento e gestão para evitar a intensificação de impactos futuros.

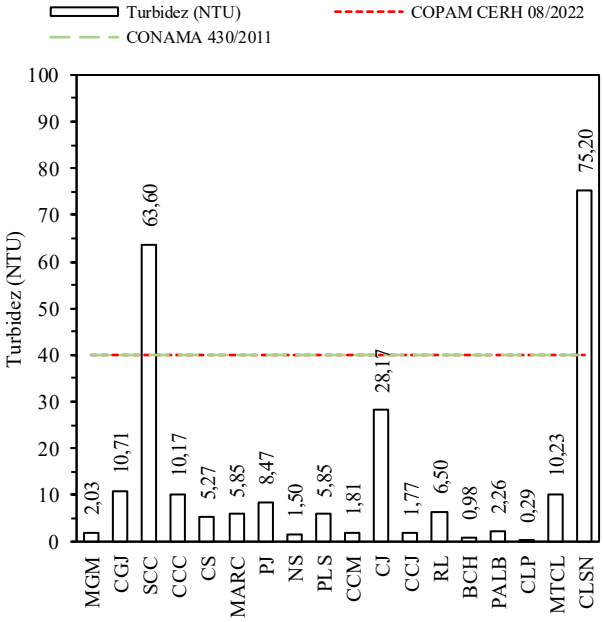
Por fim, ressalta-se que o trabalho não abrangeu os efeitos de sazonalidade, sendo as coletas realizadas em um único mês (março de 2026). Logo, podemos considerar a seguinte variável para estudos futuros: Qual seria o impacto dos parâmetros de qualidade das águas no período de seca?

Figura 3 – Representação gráfica dos parâmetros físico-químicos (a) temperatura, (b) condutividade elétrica, (c) sólidos totais dissolvidos, (d) turbidez, (e) Ph, (f) oxigênio dissolvido, (g) demanda bioquímica de oxigênio, (h) fósforo total e (i) nitrato em comparação com a legislação vigente.

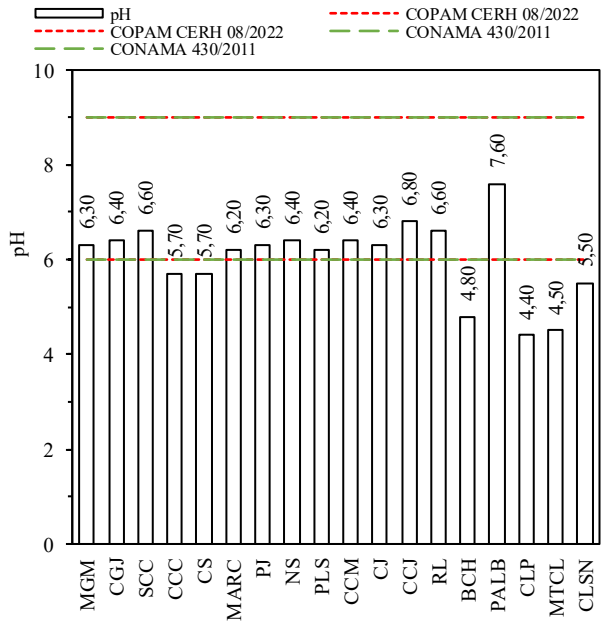



STD (ppm)
COPAM CERH 08/2022
CONAMA 430/2011
Sólidos Totais Dissolvidos (ppm)
0
100
200
300
400
500
600
MGM 3,065
CGJ 3,687
SCC 11,410
CCC 2,428
CS 2,234
MARC 13,590
PJ 4,214
NS 2,162
PLS 4,406
CCM 3,403
CJ 5,567
CCJ 6,521
RL 13,740
BCH 3,686
PALB 115,200
CLP 5,635
MTCL 5,507
CLSN 3,621

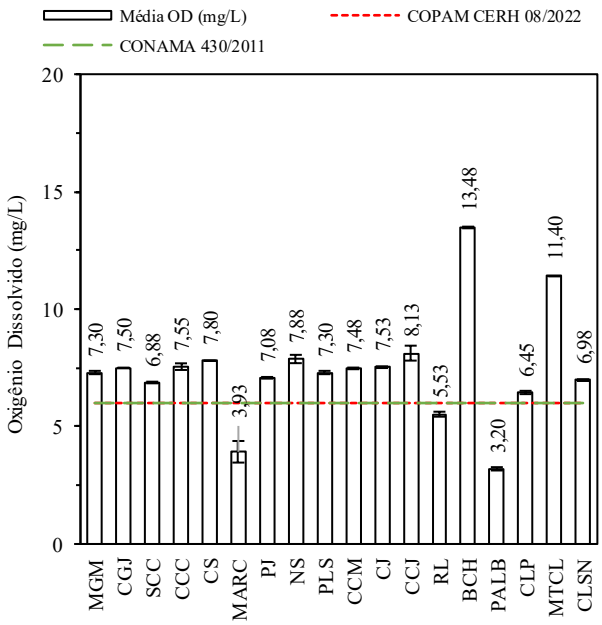
(c)


Turbidez (NTU)
COPAM CERH 08/2022
CONAMA 430/2011
Turbidez (NTU)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
MGM 2,03
CGJ 10,71
SCC 63,60
CCC 10,17
CS 5,27
MARC 5,85
PJ 8,47
NS 1,50
PLS 5,85
CCM 1,81
CJ 28,17
CCJ 1,77
RL 6,50
BCH 0,98
PALB 2,26
CLP 0,29
MTCL 10,23
CLSN 75,20

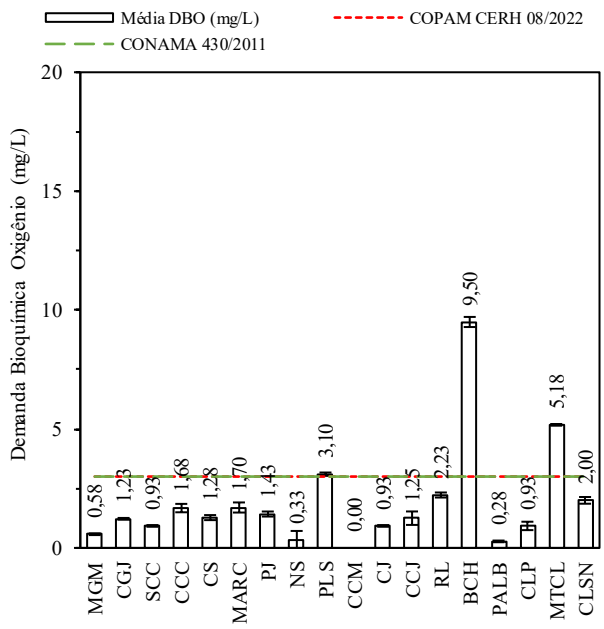
(d)


pH
COPAM CERH 08/2022
CONAMA 430/2011
pH
0
2
4
6
8
10
MGM 6,30
CGJ 6,40
SCC 6,60
CCC 5,70
CS 5,70
MARC 6,20
PJ 6,30
NS 6,40
PLS 6,20
CCM 6,40
CJ 6,30
CCJ 6,80
RL 6,60
BCH 4,80
PALB 7,60
CLP 4,40
MTCL 4,50
CLSN 5,50

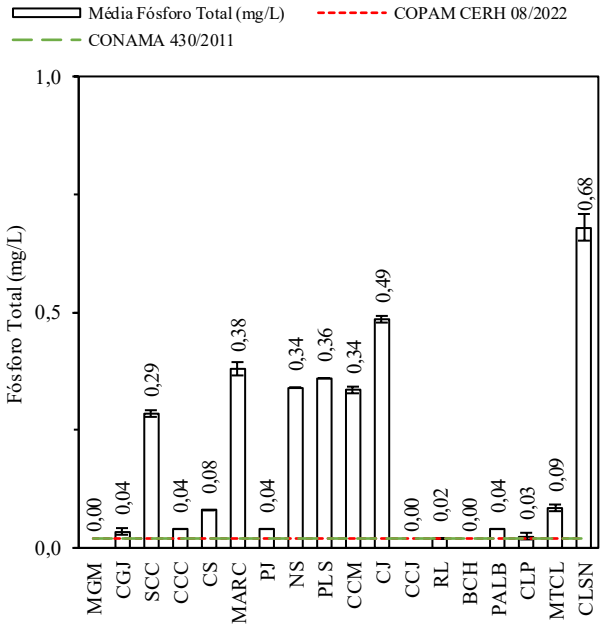
(e)


Média OD (mg/L)
COPAM CERH 08/2022
CONAMA 430/2011
Oxigênio Dissolvido (mg/L)
0
5
10
15
20
MGM 7,30
CGJ 7,50
SCC 6,88
CCC 7,55
CS 7,80
MARC 3,93
PJ 7,08
NS 7,88
PLS 7,30
CCM 7,48
CJ 7,53
CCJ 8,13
RL 5,53
BCH 13,48
PALB 3,20
CLP 6,45
MTCL 11,40
CLSN 6,98

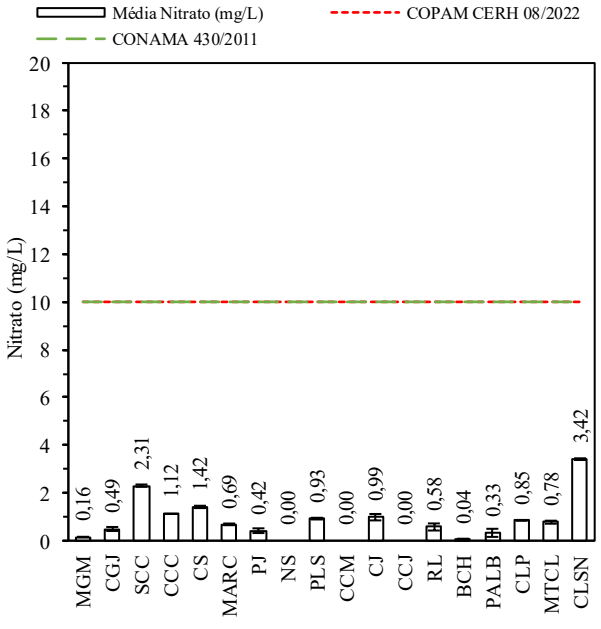
(f)



(g)



(h)



(i)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicam que os corpos hídricos da região da Serra do Cipó apresentam, de forma geral, boa qualidade físico-química, compatível com o enquadramento em águas doces Classe 1. Parâmetros como temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos reforçam o caráter pouco impactado desses ambientes, enquanto o oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio, em sua maioria, indicam condições adequadas para a manutenção da biota aquática.

Entretanto, foram identificadas não conformidades pontuais em parâmetros como turbidez, pH e oxigênio dissolvido, sugerindo influências localizadas que podem estar associadas a fatores

naturais ou à ação antrópica. Destaca-se, sobretudo, o comportamento do fósforo total, que apresentou concentrações acima dos limites legais na maior parte dos pontos, configurando um importante indicativo de aporte de nutrientes e potencial risco de eutrofização.

Dessa forma, embora o cenário geral seja positivo, os resultados evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e de investigações mais detalhadas sobre as fontes de impacto, especialmente relacionadas ao enriquecimento nutricional dos corpos hídricos. Tais ações são fundamentais para subsidiar estratégias de gestão e conservação, garantindo a manutenção da qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos hídricos na região.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa PQ 303008/2021-0 e apoio via projeto 408177/2024-1; à FAPEMIG pelo apoio via projeto APQ 00770-24; ao grupo de pesquisa RIVUS-UFMG.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9433, 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. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm. Acesso em: 29 abr. 2026.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 27 abr. 2026.

Callisto, M.; Moreno, P.; Barbosa, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

Campos, A. A. *et al*. Monitoramento de parâmetros físico-químicos de água superficial da bacia hidrográfica do Rio Pardo-ES. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 26., 2025, Vitória. **Anais** [...]. Vitória: ABRHidro, 2025. p. 1-11.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL, CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 08, de 21 de novembro de 2022**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte: COPAM, 2022.

Drummond, G. M. *et al*. **Biodiversidade em Minas Gerais**: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

Elias, L. G. R. **Panorama da qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais – AEDE**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.

Rêgo, L. D. *et al*. Análise dos parâmetros físico-químicos de água da lagoa João Suassuna e do açude Evaldo Gonçalves (Milhã) localizados no município de Puxinanã-PB. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 26., 2025, Vitória. **Anais** [...]. Vitória: ABRHidro, 2025. p. 1-11.