

EVOLUÇÃO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO ALTO RIO SÃO FRANCISCO - MG: PONTOS DE AMOSTRAGEM E IQA

Gilmar Junio Soares Rossi¹
Elizêne Ribeiro Veloso²
Diego Alves de Oliveira³

INTRODUÇÃO

O monitoramento das águas é uma importante ferramenta de gestão e contribui para garantir o acesso e disponibilidade de água com qualidade, um direito humano essencial para a vida (ONU, 2010). Essa preocupação tem aumentado devido aos problemas decorrentes do crescimento mundial acelerado das populações, das cidades e das indústrias. Dessa forma, há uma grande demanda por infraestrutura para distribuição, gestão, tratamento e monitoramento desse recurso importante para o equilíbrio ambiental (Sperling, 1995; Brito, et al, 2007; Vasco, 2011).

Os sistemas de monitoramento das águas caminham na tentativa de impedir os regressos relacionados aos direitos de acesso à água e usos múltiplos desse elemento (Augusto et al, 2012). Em Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) inaugurou em 1997 o projeto “Águas de Minas” instalando estações de coleta para análises físico-químico-biológicas em pontos estratégicos de cursos d’água de interesse no território mineiro (Braido, 2022).

Os dados do monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos são sintetizados através do Índice de Qualidade da Água e de Contaminação por Tóxicos. Esses são modelos adotados convencionalmente no território brasileiro, porém o método de cálculo do IQA utilizado no Brasil, criado pelo Brown et. al (1970) e chamado de IQA da *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, foi adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) com variações entre as unidades da federação que tem adaptando os parâmetros analisados, classificações e níveis de tolerância (Andrade, 2005; Lopes, Pereira, Magalhães, 2007; Lopes, 2008, Saad et al, 2008; Menezes, 2010; Araújo, Oliveira, 2013; Leitão, 2015; Noceli, 2024).

¹ Mestrando do Curso de pós-graduação profissional em Ensino de Geografia em rede (PROFGEO) do Instituto Federal de Minas Gerais/ Campus Ouro Preto - MG, gilmar.rossi@ufvim.edu.br;

² Doutora pelo Curso de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais - MG, elizene.ribeiro@ifmg.edu.br;

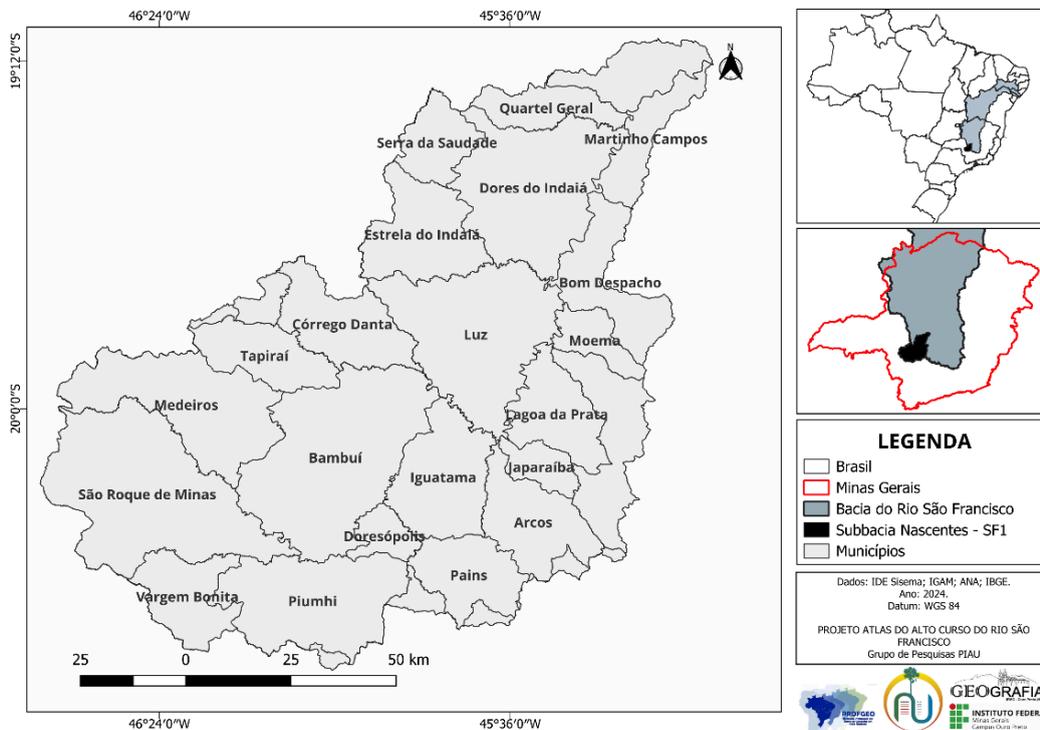
³ Doutor pelo Curso de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais - MG, diego.oliveira@ifmg.edu.br.

Ao analisar e observar os relatórios, tabelas e documentos divulgados pelo IGAM surge a necessidade de entender como se desenvolveu o sistema de monitoramento nos últimos anos dentro da Circunscrição Hidrográfica (CH) de estudo. Portanto, objetiva-se mapear e analisar a evolução das estações de coleta na CH SF1- Alto do rio São Francisco no Alto curso da bacia do Rio São Francisco.

METODOLOGIA

A área de interesse da pesquisa (figura 01) pertence ao Alto Curso da Bacia do Rio São Francisco (SF1 - IGAM, IDE-Sisema, 2024), localizada na região sudeste do Brasil e no território mineiro de parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Figura 1: Mapa de localização da CH SF1 - Alto rio São Francisco com destaque dos nomes dos municípios com sede dentro da área de estudo.



Fonte: os próprios autores

A área de estudo compreende a CH SF1- Alto rio São Francisco até confluência com o Rio Pará. A área abrange 21 sedes municipais que juntos somam 301.785 habitantes, majoritariamente urbanos. Entre os municípios destacam-se Bom Despacho (51.736 hab), Lagoa da Prata (51.412 hab), Arcos (41.416 hab) e Piumhi (36.062 hab) respectivamente com as maiores populações e Serra da Saudade (833 hab) com menor número de habitantes da região e também de todo o território brasileiro (IBGE, 2022).

Para a pesquisa, foi realizada revisão bibliográfica baseada em artigos científicos, livros e documentos institucionais que dissertam sobre o contexto, importância e aplicação do monitoramento da água. Os dados sobre as estações do IGAM utilizados para a construção dos mapas foram retirados do site de Infraestrutura de Dados Espaciais de Minas Gerais (IDE-Sisema) através do download de shapefiles na sessão de monitoramento ambiental, qualidade da água, Índice de Qualidade da Água (IQA) média anual e Contaminação por Tóxicos (CT) – médias anuais (1997 a 2021).

As tabelas e os shapefiles foram analisados através dos softwares Excel e Qgis 3.32.0 e manualmente foi inserida uma nova coluna com o ano da primeira coleta da estação. Posteriormente essa camada de vetores foi novamente espacializada sobrepondo shapefiles da delimitação da SF1- Alto rio São Francisco, da bacia do Rio São Francisco e dos principais cursos d' água de Minas Gerais.

O download do shapefile da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco foi realizado no site da Agência Nacional das Águas (ANA), e o de sedes municipais foi extraído do IDE-Sisema do qual destacou-se os cinco municípios com maior população (IBGE, 2022). A hidrografia otocodificada (ANA/IGAM) foi extraída das redes também no IDE-Sisema.

Apesar dos shapefiles estarem identificados no IDE-Sisema como IQA e CT das médias anuais de 1997 a 2021, os dados disponíveis nessas tabelas são de 2000 a 2021, portanto foi necessário consultar as tabelas de séries históricas para ter saber o ano de instalação das estações anteriores ao ano de 2000. O mapa de localização foi confeccionado em escala de 1:4700000 e o de evolução temporal e espacial das estações em escala 1:270000, ambos em Datum WGS 84.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do conhecimento sobre os instrumentos e métodos adotados pelo IGAM é possível observar um aumento na instalação de estações de coleta.

Analisando o número de municípios e de habitantes observa-se uma região composta majoritariamente por pequenos centros urbanos. Sobre o uso e cobertura dos solos, sobressai uma diversificada agricultura, secundariamente a presença de formações naturais principalmente no entorno das nascentes, pequenos centros urbanos onde se localizam importantes indústrias e atividades de mineração, a exemplo da região Piumhi - Arcos - Pains - Doresópolis - Iguatama (MapBiomias, 2022).

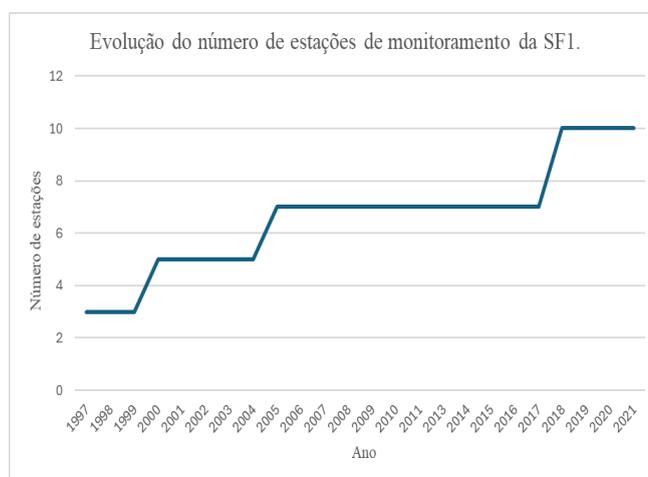
As transformações na paisagem ocorrem como consequência de fenômenos naturais e antrópicos, principalmente relacionados ao uso e cobertura do solo. Assim, em conjunto com as atividades econômicas há uma crescente demanda de acesso à água, tanto quanto do seu despejo, sendo possível observar uma complexa relação de transformação da paisagem e consequentemente da qualidade e disponibilidade do recurso (Sperlingh, 1995). Em pontos com uma maior pressão sobre os recursos hídricos é necessário aumentar a densidade de estações de monitoramento que pode ser observado pela instalação de novas estações principalmente nas proximidades dos municípios com maior número populacional, maior número de indústrias e empreendimentos minerários.

Entre 1997 e 2021 destaca-se, um aumento considerável no número de estações na CH, passando de 03 para 10 estações (tabela 01 e no gráfico 01) . O projeto iniciou com 03 estações em 1997, em 2000 foram acrescentadas mais 02; em 2005 mais 02 e em 2018, foram instaladas 03 mais recentes.

Tabela 1: Estações por ano de Monitoramento na SF1

ESTAÇÃO	1997	2000	2005	2018
SF001				
SF002				
SF003				
SF004				
SF005				
SF008				
SF010				
SF041				
SF043				
SF045				
TOTAL	3	5	7	10
LEGENDA	Coletado		Não existia	

Gráfico 1: Evolução do número de estações de monitoramento na SF1

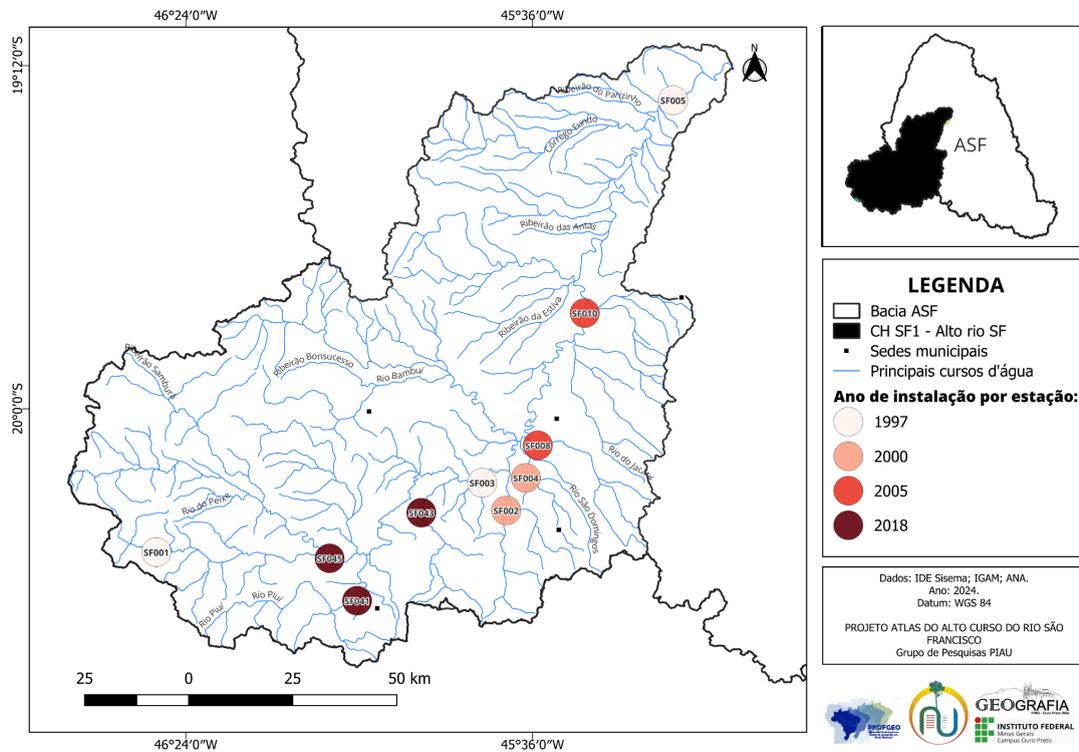


Fonte: os próprios autores

Após a espacialização dos pontos usando a opção de classificação dos símbolos com cores em gradiente é possível perceber que os vetores mais claros representam as estações mais antigas e com maior número de coletas e amostragens, enquanto os pontos mais escuros são aqueles mais recentes e com amostras e monitoramento menos expressivo, necessitando ainda de uma maior investigação temporal. Ressalta-se a instalação de novos pontos de amostragens intermediários na porção média da CH.

A partir disso, observa-se a existência de apenas 03 pontos em 1997, o SF001 sendo de classe especial localizado próximo a principal nascente, e o SF003 no meio do curso do curso e o SF005 na foz da sub bacia, ambos de classificados como classe 2.

Figura 02: Evolução temporal e espacial das estações de monitoramento na área de estudo (CH SF1) entre os anos de 1997 e 2021.



Fonte: os próprios autores.

Todas as estações instaladas em seguidas são classificadas como classe 2, sendo instaladas em 2000 os pontos SF004 e SF002, próximos a áreas de expressiva mineração na sub bacia. Em 2005, o SF008 e o SF010 foram instalados próximos aos municípios com maior população da sub bacia, Bom Despacho e Lagoa da Prata, respectivamente. Já em 2018 as estações SF041, SF043 e SF045 passaram a monitorar os cursos d'água localizados a jusante SF001 (nascente) e a montante SF003. Com as estações instaladas é possível colher amostras periodicamente durante o ano, e nos relatórios anuais o IGAM divulga uma média para a amostragem dos 4 trimestres.

Nesse sentido amplia-se a caracterização das águas, incluindo as áreas próximo a nascente e a cidade Piumhi, porém, permanece um vazio de monitoramento nos afluentes a noroeste do curso principal do Rio São Francisco onde há um predomínio de atividades agropecuárias. Portanto, para uma ampliação do sistema de monitoramento na área, sugestiona-se a instalação de estações na foz do ribeirão dos Veados e nos rios Bambuí e São Mateus.

A evolução do IQA e CT pode ser analisada a partir dos dados das dez estações existentes até o ano de 2021 (Tabelas 2 e 3). O Índice de Qualidade da Água, pode ser classificado como excelente, bom, médio, ruim e muito ruim. Já em relação à Contaminação por Tóxicos, tem-se os níveis de alta, média e baixa contaminação.

Tabela 2 e 3: Evolução temporal do IQA e do CT na CH SF1 - Alto rio São Francisco. A partir de 2000 a SF001 não tem mais o cálculo da CT por ter sido enquadrada em Classe Especial.

IQA	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SF001	Bom																								
SF003	Médio	Médio	Médio	Bom	Médio	Médio	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Médio								
SF005	Bom	Bom	Bom	Médio	Bom	Bom	Médio	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio									
SF004				Médio																					
SF002				Médio	Bom	Médio																			
SF008										Ruim	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio						
SF010										Médio	Bom	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio							
SF041																						Médio	Bom	Médio	Médio
SF043																							Bom	Bom	Médio
SF045																							Médio	Médio	Médio

CT	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SF001	Baixa	Alta	Baixa	CE																					
SF003	Alta	Alta	Alta	Média	Alta	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Alta	Alta	Baixa												
SF005	Média	Alta	Alta	Média	Alta	Média	Média	Baixa	Média	Média	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa
SF004				Alta	Alta	Alta	Média	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Alta	Baixa
SF002				Média	Média	Média	Baixa	Alta	Baixa	Média	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Média						
SF008									Baixa	Alta	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Alta	Baixa	Baixa							
SF010									Baixa	Média	Alta	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Alta	Baixa	Baixa							
SF041																						Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
SF043																						Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
SF045																						Baixa	Baixa	Baixa	Baixa

Fonte: os próprios autores.

Observa-se uma variação significativa no IQA e CT ao longo do tempo (Tabela 2 e 3). Apesar das estações apresentarem uma melhora nos índices com o decorrer dos anos, há momentos em que elas voltam a apresentar IQA Médio e Alta CT. Além disso é possível observar a que em alguns anos o mesmo ponto apresenta IQA Bom em contraposição a CT Alta, a exemplo dos período entre 1997 e 1999 situação que revela uma limitação no emprego do IQA e CT dissociadamente ou uma necessidade de apresentar os dados em conjunto para não haver um mascaramento da realidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento das águas contribui para entender as dinâmicas que afetam os cursos d'água e para ações mais assertivas da gestão pública, colocando-se como uma estratégia importante e necessária para a manutenção da qualidade e acessibilidade desse elemento importante para a vida. O produto apresentado visa mostrar as possibilidades e necessidades de análise em relação à água e ao uso e ocupação do solo para uma melhor gestão e conhecimento sobre essas questões. Dessa forma, a rede de monitoramento deve ser aprimorada, cobrindo cada vez mais as áreas e corpos d'água que sofrem pressões e transformações naturais e antrópicas que podem atrapalhar ou interferir na qualidade de vida humana e no equilíbrio ambiental.

A pesquisa contribui para a divulgação de dados encontrados em diferentes bases de dados, com a finalidade de facilitar a aproximação com a realidade de sujeitos múltiplos da sociedade. Por fim, considera-se que o monitoramento da água é fundamental no contexto atual de demanda e disponibilidade, havendo um crescimento na área monitorada e apresentando expectativas de um crescimento dessa malha para um maior controle ambiental que contemple a realidade local. Vale ressaltar que o monitoramento caracteriza-se como uma possibilidade de melhoria e consolidação dos conhecimentos sobre a evolução da qualidade da água para efetivas aplicações de técnicas e tomadas de decisões.

Palavras-chave: Qualidade da Água; Monitoramento; Uso do solo; Amostragem; Rio São Francisco.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Minas Gerais pelo essencial financiamento do projeto “Atlas integrado do uso e gestão dos recursos hídricos do alto curso da bacia do rio São Francisco” (Edital 15/2021; 27/2021; 33/2022).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. M. de et al. **Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará.** Revista Ciência Agrônômica, Ceará. v. 36, n. 2, p. 135-142, 2005.

ARAÚJO, M. C. de; OLIVEIRA, M. B. M. de. **Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.** Revista Ambiente & Água, Pernambuco. v. 8, p. 247-257, 2013.

AUGUSTO, L. G. da S. et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano.** Ciência & saúde coletiva, v. 17, p. 1511-1522, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600015>.

BRAIDO, F. L.; MENDES, I. A. V.; RODRIGUES, W. F.; OLIVEIRA, D. A.; RIBEIRO, E. V. **Análise espaço temporal da evolução do monitoramento da qualidade das águas superficiais do rio Pará-MG.** In: Seminário de Iniciação Científica (SIC) 2022.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos.** 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159648/1/OPB1514.pdf>.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: Repositório do portal InfoHidro – IGAM, 2024. Disponível em: www.igam.mg.gov.br. Acesso em: 10 de julho de 2024.

LEITÃO, V. S. et al. **Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 794-803, 2015.

LOPES, F. B. et al. **Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento.** Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 3, p. 392-402, 2008.

LOPES, F. W. de A.; PEREIRA, J. A. A.; MAGALHÃES JR, A. P. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) na Bacia do Ribeirão de Carrancas/MG.** XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomass – Coleção 2022 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.** Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org> Acesso em: 22 de março de 2024.

MENEZES, J. M. et al. **Índices de Qualidade de Água: métodos e aplicabilidade.** Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto de Mudanças Ambientais. 1ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, v. 1, p. 325-352, 2010.

MORAES, L. B.; CAVALCANTI, L. S. **A linguagem cartográfica na formação do pensamento geográfico: proposições teórico-metodológicas e práticas fundamentadas na Teoria do Ensino Desenvolvimental.** Revista Brasileira de Educação em Geografia, v. 13, n. 23, p. 05-34, 2023.

NOCELI, Juliana Nunes. **Índice de Qualidade da Água e a influência do solo e ocupação do solo no reservatório da usina hidrelétrica Corumbá - Goiás.** Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Bambuí, p. 113. 2024.

RIZZATTI, M.; BECKER, E. L. S.; CASSOL, R. **Cartografia escolar multio (geo) modal: estratégias para colocá-la em prática.** História, Natureza e Espaço-Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa NIESBF, v. 12, n. 1, p. 65-92, 2023.

SISEMA. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.** Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2024. Disponível em: idesisema.meioambiente.mg.gov.br. Acesso em: 10 de julho de 2024.

SPERLING, Von Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos** (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1). Belo Horizonte: DESA-UFGM, 452p. 2005.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. **Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil.** Ambi-Água, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011. (doi:10.4136/ambi-agua.178)