



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>



Avaliação da Qualidade da Água em Microbacias Hidrográficas do Extremo Sul da Bahia, Brasil

Reinaldo Brandi Abreu Bifano, e-mail: reiba@hotmail.com (autor correspondente). Catarina da Rocha Marcolin, Maria Otávia Silva Crepaldi, Raquel Viana Quinelato, Adriana Tiemi Ramos Okumura, Allison Gonçalves da Silva, Marcus Luciano Souza de Ferreira Bandeira.

IFBA/UFSB

Artigo recebido em 04/06/2020 e aceito em 03/08/2020

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água das microbacias dos rios Jardim e Mutari, situadas no Extremo Sul da Bahia, utilizando parâmetros físicos, químicos e microbiológicos e de uso e cobertura da terra. Para isso foram realizadas quatro coletas, em abril, maio, julho e outubro de 2019, em 8 pontos amostrais, selecionados de acordo com possíveis fontes pontuais e difusas de poluição. Os resultados de qualidade da água foram comparados com o estabelecido pela CONAMA n° 357/2005 e calculado a partir destes o Índice de Qualidade da Água (IQA). Para análise dos dados, foi realizada também a Análise de Componentes Principais (PCA) e aplicados testes de Kruskal-Wallis, por meio do software PAST. Já as análises de uso e cobertura da terra, foram realizadas utilizando o software QGIS. Com os resultados obtidos observou-se que os parâmetros pH, OD, DBO, PT e NT apresentaram valores em desacordo com o permitido pela legislação, principalmente nos pontos próximos as áreas urbanizadas. A análise estatística multivariada PCA, permitiu identificar diferenças na qualidade da água das microbacias no período seco e chuvoso. Já o teste Kruskal-Wallis indicou diferença significativa entre os ambientes analisados. A classificação supervisionada confirmou a necessidade de recuperação de áreas ao longo do leito dos rios dentro das microbacias analisadas. Nossos resultados indicam que é de suma importância a tomada de ações por parte do poder público que visem minimizar os impactos causados pelo uso e ocupação desordenada da terra e atividades agrícolas na qualidade da água dessas bacias hidrográficas. Cabe destacar também a importância de ações voltadas a educação ambiental principalmente da população ribeirinha.

Palavras-chave: qualidade da água, parâmetros físicos, químicos e biológicos, bacias hidrográficas, rios.

Water Quality Assessment in Hydrographic Watersheds in the Extreme South of Bahia, Brazil

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the water quality of the Jardim and Mutari rivers, located in southern Bahia, by means of evaluating physical, chemical and microbiological parameters and land use and occupation. Four campaigns were carried out in April, May, July, and October, 2019, at 8 stations, selected according to possible punctual and diffusive sources of pollution. The water quality results were compared with that established by CONAMA n.º 357/2005 and the Water Quality Index (IQA) was calculated from these. For data analysis, Principal Component Analysis (PCA) was also performed and Kruskal-Wallis tests were applied, using the PAST software. The land use and occupation analyses were performed using the QGIS software. We observed that the pH, OD, DBO, PT and NT were in disagreement with those allowed by the legislation, mainly near urban areas. The multivariate statistical analysis PCA, allowed to identify differences in the water quality of the watersheds in the dry and rainy period. The Kruskal-Wallis test indicated a significant difference between the environments analyzed. The supervised classification confirmed the need to recover areas along the riverbed within the analyzed micro-basins. Our results indicate it is crucial that public authorities act to minimize the impacts caused by the disorderly urban occupation and agricultural activities. It is also worth mentioning the importance of actions aimed at environmental education, mainly of the riverside population.

Keywords: water quality, physical, chemical and biological parameters, hydrographic basins, rivers.

Introdução

A água doce de boa qualidade, encontrada no planeta, tem sido cada vez mais valorizada pela sociedade em geral, tanto pela notoriedade da conservação dos ecossistemas aquáticos, como para diversos outros manejos (Glória, 2017; Oliveira, Santos e Lima, 2017; Meschede et al., 2018). No entanto, o processo de urbanização, principalmente nos países em desenvolvimento, e o uso inadequado da terra tem sido umas das mais agressivas formas de relacionamento entre o homem e o meio ambiente, causando grandes transformações nesses ecossistemas (Ponsadailakshmi et al., 2018).

Embora a água seja um bem imprescindível e se configure como elemento essencial (Souza et al., 2014; Santos, 2018; Brito et al., 2019; Carvalho e Monteiro, 2020), diversos estudos têm sido realizados em diferentes países, evidenciando a deterioração desse recurso em várias partes do planeta (Jahan e Strezov, 2017; Şener, Şener e Davraz, 2017; Kay *et al.*, 2017; Wu et al. 2018). Estudos desenvolvidos no Egito, Guatemala, bem como nos estados do Pará, Amapá, Pará, Minas Gerais e São Paulo já constataram efeitos do uso e ocupação do solo sem o devido acompanhamento de infraestrutura básica e na qualidade desses corpos hídricos (Goher et al. 2014; ChánSantisteban e Peña 2015; Lobato et al., 2015; Bucci e Oliveira 2014; Oliveira e Cunha 2014; Pereira et al., 2016; Menezes et al., 2016; Veiga, 2019).

Diante desse cenário, o Brasil conta hoje com diversas legislações que visam assegurar a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos de forma a atender aos seus diversos usos, sendo a Agência Nacional de Águas (ANA) o órgão responsável por regular os rios de domínio da união (ANA, 2020). Já no estado da Bahia, o órgão instituído pela ANA para monitorar os rios é o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), que atualmente monitora 184 rios, além de outros corpos d'água, sendo amostrados um total de 418 pontos, nos quais são analisados de 3 a 50 parâmetros de qualidade da água, determinados de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n°. 357 de 2005.

Apesar da existência de órgãos responsáveis pelo monitoramento dos recursos hídricos, tanto em nível nacional quanto estadual, na região sul da Bahia, o cenário de degradação é cada vez mais frequente, sendo constatadas diversas inadequações na qualidade da água dos mananciais devido principalmente ao lançamento

de resíduos e efluentes domésticos e ao uso e ocupação desordenados nas margens dos rios.

Diante disso, do fato dos rios Jardim e Mutari estarem localizados em Unidades de Conservação, serem utilizados como fonte de água por comunidades indígenas, serem parcialmente urbanos, apresentarem constantemente resíduos sólidos em suas margens e lançamentos clandestinos de efluentes domésticos e não serem monitorados pelo Inema, faz-se necessário estudos que visem a determinação da qualidade da água e do uso e ocupação da terra ao longo desses rios. Logo, o objetivo deste estudo foi analisar a qualidade da água dessas microbacias localizadas no sul da Bahia, e investigar possíveis fontes de contaminação por meio da caracterização de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, incluindo o Índice de Qualidade da Água (IQA) e classificação supervisionada de uso e cobertura da terra.

Material e métodos

Caracterização da Área de Estudo

Os rios Jardim e Mutari localizam-se nos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, no Sul da Bahia, entre os paralelos 16° e 17° de latitude sul e 39° e 39°30' de longitude oeste, apresentando caráter tropical (Lopes e Bonfim, 2000). Estes dois municípios totalizam uma área de 3.935,05 Km² e integram a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (Figura 1), com áreas declaradas como Patrimônio Mundial Natural e possuem Unidades de Conservação que compõem o Mosaico de Áreas Protegidas do Extremo Sul da Bahia (PMMA, 2016).

Além dos aspectos histórico, cultural e turístico, esses municípios possuem importantes recursos hídricos dentre eles o rio Mutari (primeiro rio de abastecimento da esquadra de Pero Vaz de Caminha) e o rio Jardim, sendo estes as principais fontes hídricas utilizadas pela comunidade indígena local (Sampaio, 2010; Silva, 2003). Os rios Jardim e Mutari tem suas nascentes na RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) Estação Veracel, passando pela Área de Preservação Ambiental (APA) de Coroa vermelha, e se encontram 300 metros antes de desembocarem no mar, onde sofrem influência antrópica do distrito de Coroa Vermelha, pertencente ao município de Santa Cruz Cabrália.

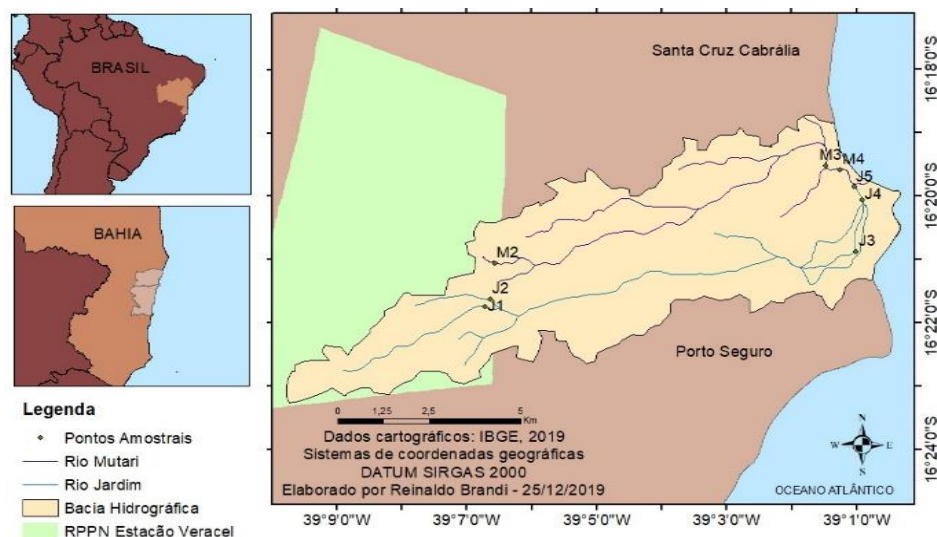


Figura 1. Disposição dos pontos amostrais (J1, J2, J3, J4, J5, M2, M3 e M4) ao longo dos rios Jardim e Mutari, localizados nos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia-BA

A RPPN Estação Veracel está situada na microrregião de Porto Seguro, mesorregião geográfica do Sul Baiano. Localiza-se a 15 Km do centro histórico de Porto Seguro, às margens da BR 367. Estende-se pelos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia e ocupa área de 6.069 hectares (RPPN ESTAÇÃO VERACEL, 2016). Aproximadamente 23% da área da RPPN são drenados pelo rio Jardim, e em menor proporção, pelos rios dos Mangues e Mutari, que seguem linhas estruturais e inclinação geral dos tabuleiros para o mar (RPPN ESTAÇÃO VERACEL, 2016).

A Área de Preservação Ambiental de Coroa vermelha, criada pelo Decreto Estadual nº 2.184/93, tem o objetivo de proteção dos recursos naturais bem como assegurar o manejo pelo uso e ocupação da terra (BAHIA, 1993). Apresenta 4.100 hectares e é uma unidade de conservação de uso sustentável, com delimitação ao norte com o rio Mutari, ao sul com o rio do Mangues, a leste com o Oceano atlântico e a oeste com uma faixa de 6 km de preamar (PMMA, 2016).

Coleta e Análise de Água

Foram realizadas quatro campanhas para o monitoramento da qualidade da água dos rios, dia 30 de abril, 27 de maio, 03 de julho e 31 de outubro de 2019, levando em consideração os períodos seco e chuvoso na região. Entretanto, dada a grande variabilidade do regime pluvial na região, utilizou-se uma série histórica climatológica de 30 anos a partir dos dados meteorológicos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Além disso também foi realizado um recorte considerando os 7 e os 30 dias que antecederam as amostragens (Figura 2).

Como apresentado na Figura 2, de acordo com a série histórica de pluviosidade, geralmente, os meses de maio a setembro são caracterizados como período seco e os meses entre outubro e abril, como período chuvoso. Dessa forma, de acordo com a série histórica e de acordo com a pluviosidade média, considerando os 7 e os 30 dias que antecederam as coletas, os meses de Abril e Julho de 2019 teriam características do período chuvoso e os meses de Maio e Outubro teriam características do período seco.

Foram selecionados 8 pontos amostrais, 5 no rio Jardim e 3 no Mutari, escolhidos em função do acesso e de possíveis fontes pontuais e difusas de poluição. Os pontos J1, J2 e M2 estão localizados próximos das nascentes e ficam dentro da RPPN Estação Veracel apresentando característica de vegetação arbórea; o ponto M3 na APA de Coroa Vermelha apresenta-se protegido de atividades antrópicas, porém recebe influência de atividades agrícolas a sua montante; os pontos M4 e J4 ficam localizados abaixo de pontes na BR-367 em Coroa Vermelha; o ponto J3 localizado em Coroa Vermelha não apresenta mata ciliar no seu entorno e sofre influência direta de atividades urbanas, e o ponto J5, localizado na Aldeia Indígena sofre com a ocupação desordenada do solo, despejo de efluentes domésticos e avicultura.

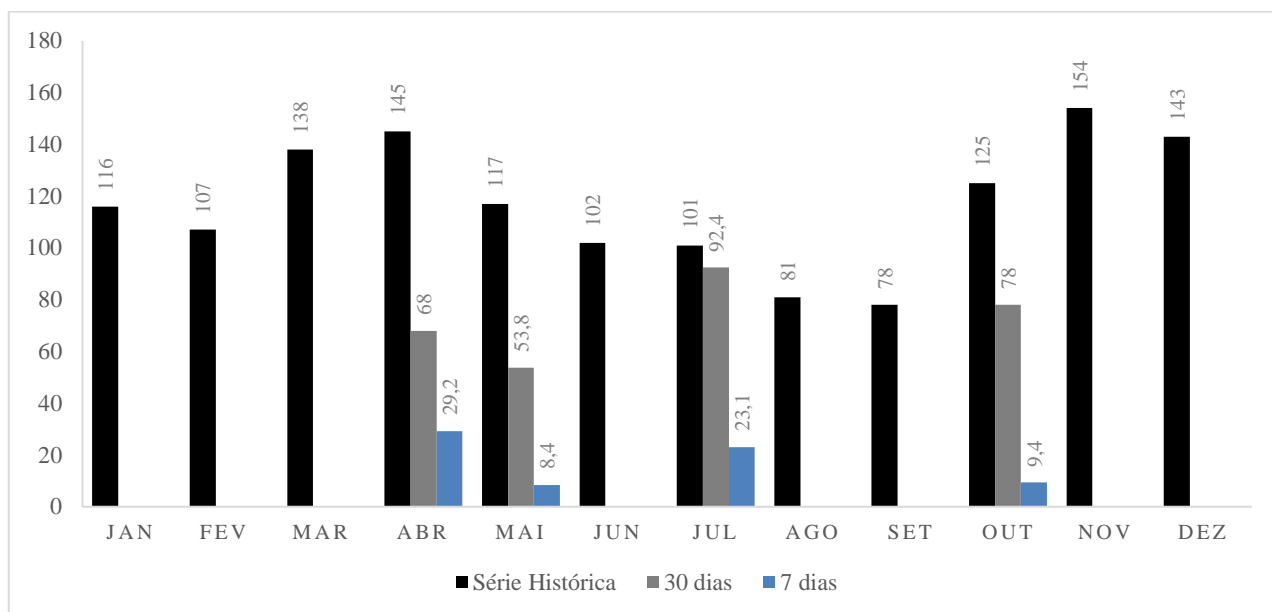


Figura 2. Precipitação acumulada mensal de Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia – BA no período entre 1988 a 2018 e precipitação acumulada média mensal e semanal em relação ao dia de coleta nos rios Jardim e Mutari. Dados disponibilizados pela estação pluviométrica de Porto Seguro (código OMM: 86745)

Fonte: INMET.

Quanto aos procedimentos para coleta e armazenamento das amostras, estes foram realizados levando em consideração o preconizado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011) e na Norma Brasileira (NBR) NBR n°. 9897/1987 (BRASIL, 1987), sendo coletadas amostras compostas, a uma profundidade de 30 cm, devido à grande variação de vazão e composição da coluna de água dos rios. Dentre os parâmetros analisados foram mensurados, *in situ*, pH, Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica e Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), com auxílio de uma sonda multiparâmetros HI 9828 da marca *Hanna Instruments*. Já os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrito, Nitrato, Amônia, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais (ST), Coliformes Totais e Termotolerantes foram analisados *ex situ*, seguindo as metodologias determinadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Para o cálculo do IQA foi utilizada a Fórmula 1, determinada pela *National Sanitation Foundation* (NSF), onde são atribuídos pesos de acordo com sua importância relativa (Tabela 1).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

- IQA: índice de qualidade da água;
- qi: qualidade do i-ésimo parâmetro;
- wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, atribuído em função da sua importância para a conformação global de; e
- i: número do parâmetro.

Tabela 1. Parâmetros e pesos para determinação do IQA

Parâmetros	Peso(w)
Oxigênio Dissolvido	0,18
Coliformes termotolerantes	0,16
Potencial hidrogeniônico	0,13
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,11
Temperatura da água	0,11
Nitrogênio total	0,11
Fósforo total	0,11
Turbidez	0,09

Fonte: CETESB, 2018.

Após o cálculo do IQA, os resultados foram comparados com os intervalos das classes estabelecidas pela CETESB, que defini a qualidade da água superficial dos rios em estudo (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação do IQA de acordo com os valores adotados pela CETESB

Intervalos das classes de IQA	Interpretação da qualidade da água
80-100	Ótimo
52-79	Boa
37-51	Razoável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: CETESB, 2018.

Após a obtenção dos resultados, a análise da sua compatibilidade com os usos previstos foi realizada levando em consideração as classes do IQA e o determinado na Resolução Conama n.º 357 de 2005. Como os rios Jardim e Mutari apresentaram salinidade inferior a 0,5%, estes são caracterizados como rios de água doce Classe 2, de acordo com a legislação em questão, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Uso e Cobertura da Terra

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra e cobertura vegetal, foi utilizado imagens do site do Serviço Geológico Americano (USGS), do sensor MSI (*multi-spectral instrument*) acoplado no satélite *Sentinel 2A*. As imagens foram processadas no software QGIS versão 2.18.

O reconhecimento preliminar das atividades de uso da terra e cobertura vegetal determinou as seguintes classes, para seleção da classificação supervisionada: área urbanizada (AU), área agrícola (AA), área florestada (AF), área de silvicultura, (AS), área de campo (AC) água (A). As classes e unidades de uso e cobertura vegetal foram determinadas de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

No software QGIS versão 2.18, foi extraída a bacia de drenagem utilizando um Modelo de Elevação Digital (MDE) do SRTM 1 *Arc-Second Global (Shuttle Radar Topography Mission)*.

Análise estatística

Inicialmente, para discussão dos dados quanto ao atendimento ao preconizado na

Resolução Conama n.º 357 de 2005, foi realizada análise da estatística descritiva dos dados.

Visando comparar duas ou mais amostras independentes de tamanhos iguais e diferentes, foi utilizado os testes de Kruskal Wallis, não paramétricos, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal. O teste em questão compara medianas e distâncias inter-quartis.

Também foi realizada análise de Componentes Principais (ACP), visto que está possibilita uma melhor compreensão das inter-relações entre os parâmetros da qualidade da água e possíveis fontes que interferem na sua qualidade, exteriorizando relações entre variáveis e reduzindo conjuntos de dados enormes e complexos a um pequeno número de fatores sem perda de informação (Wang et al., 2017).

A ACP deve ser considerada a partir de componentes que apresentem pelo menos 60% da variância acumulada, sendo um reflexo aceitável da variância original. Assim os autovalores considerados variáveis significativas e fortemente associadas a um componente principal permeiam em cargas maiores que 0,5 (Medeiros et al., 2017).

Para realização das análises estatísticas foi utilizado o software PAST.

Resultados e Discussão

Qualidade da Água

Os dados brutos dos parâmetros de qualidade da água podem ser consultados na Tabela 3. Os valores de OD variaram de 2,2 mgL⁻¹ a 5,8 mgL⁻¹ no período chuvoso e de 1,6 mgL⁻¹ a 6,4 mgL⁻¹ no período seco, sendo que 75% das análises de OD apresentaram valores inferiores a 5,0 mgL⁻¹, valor mínimo estabelecido pela Resolução Conama n.º 357/2005. É importante elencar que os pontos J4 e M4 ficam em áreas muito urbanizadas, com pontes sobrepostas, onde há grande tráfego de automóveis, grande circulação de pessoas, além de ocupações irregulares ao longo de suas margens. Já o ponto J5 fica localizado na aldeia indígena, onde foi possível verificar grande quantidade de resíduos sólidos à margem do rio. Cenário semelhante a esse foi encontrado por Cardoso (2019), relacionado à presença de lançamento de efluentes sem o devido tratamento e também a característica física dos trechos dos rios, que se

tiver baixa velocidade no fluxo da água influenciando numa menor aeração, também tende a promover esses baixos níveis de OD (Queiroz, Silva e Paiva, 2017).

Os valores de DBO variaram entre 0,8 mgL⁻¹ e 5,1 mgL⁻¹ no período seco e entre 4,9 mgL⁻¹ e 9,9 mgL⁻¹ no período chuvoso, quando todos os valores foram discrepantes ao preconizado na Resolução Conama 357. As possíveis causas que contribuíram para esse cenário, no período chuvoso, são a grande quantidade de matéria orgânica encontrada, bem como a influência antrópica nos pontos que se encontram na cidade de Santa Cruz Cabralia. Adicionalmente, o ponto J3 apresenta solo descoberto e ausência de mata ciliar. De acordo com Cunho e Ferreira (2019) o aumento de matéria orgânica pode estar relacionado aos nutrientes presentes nos efluentes, em fezes de animais, restos de folhas e galhos e outros nutrientes orgânicos provenientes do solo, assim como observados nesse estudo.

Analisando os valores de pH, observa-se que houve uma variação entre 3,6 e 5,7 no período chuvoso e 4,0 e 6,3 no período seco, estando em sua maioria fora da faixa de valores permitidos pela Resolução Conama n.º 357/2005. De acordo com a literatura, os baixos valores de pH, assim como o OD e o DBO, também estão relacionados a presença de matéria orgânica, pela lixiviação dos solos, visto que esse processo acarreta a introdução de restos vegetais, como folhas e galhos presentes nos solos, para o leito dos rios, o que proporciona a elevação da quantidade de matéria orgânica provocando aumento na concentração de ácidos no meio aquático devido à decomposição desse material (Alvarenga et al, 2012; Garcia et al. 2018).

Outro parâmetro que também apresentou valores discrepantes ao legislado foi o fósforo total, variando de 0,01 mgL⁻¹ a 0,3 mgL⁻¹ no período chuvoso e 0,01 mgL⁻¹ a 0,2 mgL⁻¹ no período seco. Nota-se que o ponto M4 extrapolou valores de fósforo total, na campanha seca e chuvosa, e o ponto J5 na campanha seca, ambos localizam-se em área urbana. Fia et al. (2015) afirmam que uma das causas do aumento da concentração de fósforo total nas águas é o enriquecimento através das atividades antrópicas, uma vez que o solo que recebe esses nutrientes provenientes de adubos e outros insumos, podem ser carregados para os rios através da lixiviação,

sendo também o lançamento de efluentes domésticos uma de suas fontes. Em áreas agrícolas, a situação se agrava ainda mais (Cunha et al., 2013). Cenário semelhante ao observado nos rios Mutari e Jardim foi observado no estudo realizado por Rodrigues et al. (2016), o que corrobora os resultados encontrados.

Quanto aos valores de nitrogênio total encontrados, estes variaram de 0,1 mgL⁻¹ a 0,7 mgL⁻¹ no período chuvoso e 0,7 mgL⁻¹ a 4,7 mgL⁻¹ no período seco, estando diretamente relacionados ao lançamento de efluentes e a lixiviação do solo. No estudo realizado por Li et al (2015) o cenário encontrado foi o mesmo, sendo constatado aumento desse nutriente nos últimos 30 anos, como consequência da influência da descarga de fonte urbana, presença de indústrias químicas e o uso de fertilizantes.

De acordo com os valores obtidos nos cálculos do IQA (Figura 3), os rios foram classificados em 88% como Bom e 22% como regular.

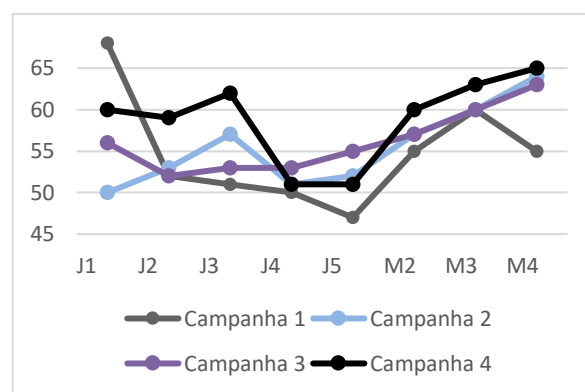


Figura 3. Valores de Índice de Qualidade de Água obtidos para as amostras das microbacias

Os fatores que influenciaram para que a qualidade da amostra coletada no ponto J1 na campanha 2, fosse classificada como regular foram: pH, DBO, NT e ST elevados. Essa classificação também é influenciada pelo período de cheia, que durante as chuvas pode lixiviar nutrientes para o rio. O ponto J1 está localizado na RPPN Estação Veracel que apresenta algumas fazendas com plantações de café e mamão em seu entorno, podendo justificar valores elevados para Nitrogênio Total.

Os pontos J3, J4 e J5 estão localizados próximo à área urbana de Coroa Vermelha e sofrem influência do uso desordenado às margens do rio, onde percebem-se contaminações pontuais por parte da população que vive no entorno, por

conta de despejo direto de lixo e avicultura. Nos três pontos houve influência de baixo valor de OD e pH, os pontos J4 e J5 também foram influenciados pelo valor elevado de DBO.

Tabela 3. Resultados das análises de qualidade da água dos rios Mutari e Jardim realizadas em abril, maio, julho e outubro de 2019.

Campanha	ABR/19 Período Chuvoso			MAI/19 Período Seco			JUL/19 Período Chuvoso			OUT/19 Período Seco		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
C. Totais	2.00	920.00	162.56	2.00	540.00	95.25	27.00	1600.00	532.63	2.00	920.00	289.13
C. Termo.	2.00	350.00	58.25	2.00	94.00	24.76	2.00	180.00	44.25	2.00	220.00	61.14
T °C	24.58	26.10	25.38	23.47	25.68	24.63	22.42	24.05	23.47	24.38	26.21	25.54
OD	2.40	5.80	3.90	1.60	6.40	4.33	2.20	5.80	3.58	1.80	6.30	4.04
DBO	4.90	9.90	6.43	0.80	5.10	2.71	4.70	9.90	7.85	0.80	5.00	2.69
NO3	0.40	1.20	0.65	0.20	1.10	0.59	0.20	0.50	0.28	0.20	0.90	0.54
NO2	0.01	0.07	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
NH4	0.01	0.31	0.09	0.03	0.18	0.12	0.01	0.20	0.09	0.04	0.78	0.29
NT	0.10	0.70	0.39	0.70	3.60	1.78	0.10	0.70	0.45	0.90	4.70	2.34
PT	0.01	0.10	0.04	0.01	0.03	0.01	0.01	0.29	0.05	0.01	0.15	0.07
TNU	1.70	10.70	4.66	0.50	9.10	3.84	0.30	2.20	1.54	0.90	6.80	3.31
ST	24.70	141.30	59.08	25.30	171.30	91.49	38.70	152.70	80.41	34.50	203.50	107.28
CE	48.70	107.00	64.81	49.30	64.70	56.96	54.00	83.00	66.63	51.00	73.80	59.03
SAL	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
pH	3.60	5.50	4.68	4.00	5.10	4.58	4.70	5.70	5.16	4.80	6.30	5.55

Comentários: C. Totais – Coliformes Totais; C. Termo – Coliformes Termotolerantes; T°C – Temperatura; OD – Oxigênio Dissolvido; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; NO₃⁻ – Nitrato; NO₂⁻ – Nitrito; NH₄⁺ – Amônia; NT – Nitrogênio Total; PT – Fósforo Total; TNU – Turbidez; ST – Sólidos Totais; CE – Condutividade Elétrica; SAL – Salinidade; pH – Potencial Hidrogeniônico.

Uso e Cobertura da Terra

Nas microbacias dos rios Jardim e Mutari, foram identificadas cinco classes principais: área urbana, campo e pastagens, área agrícola, silvicultura, área florestal e água. O mapa de uso

e cobertura da terra referente ao entorno dos rios estudados, está representado pela Figura 4.

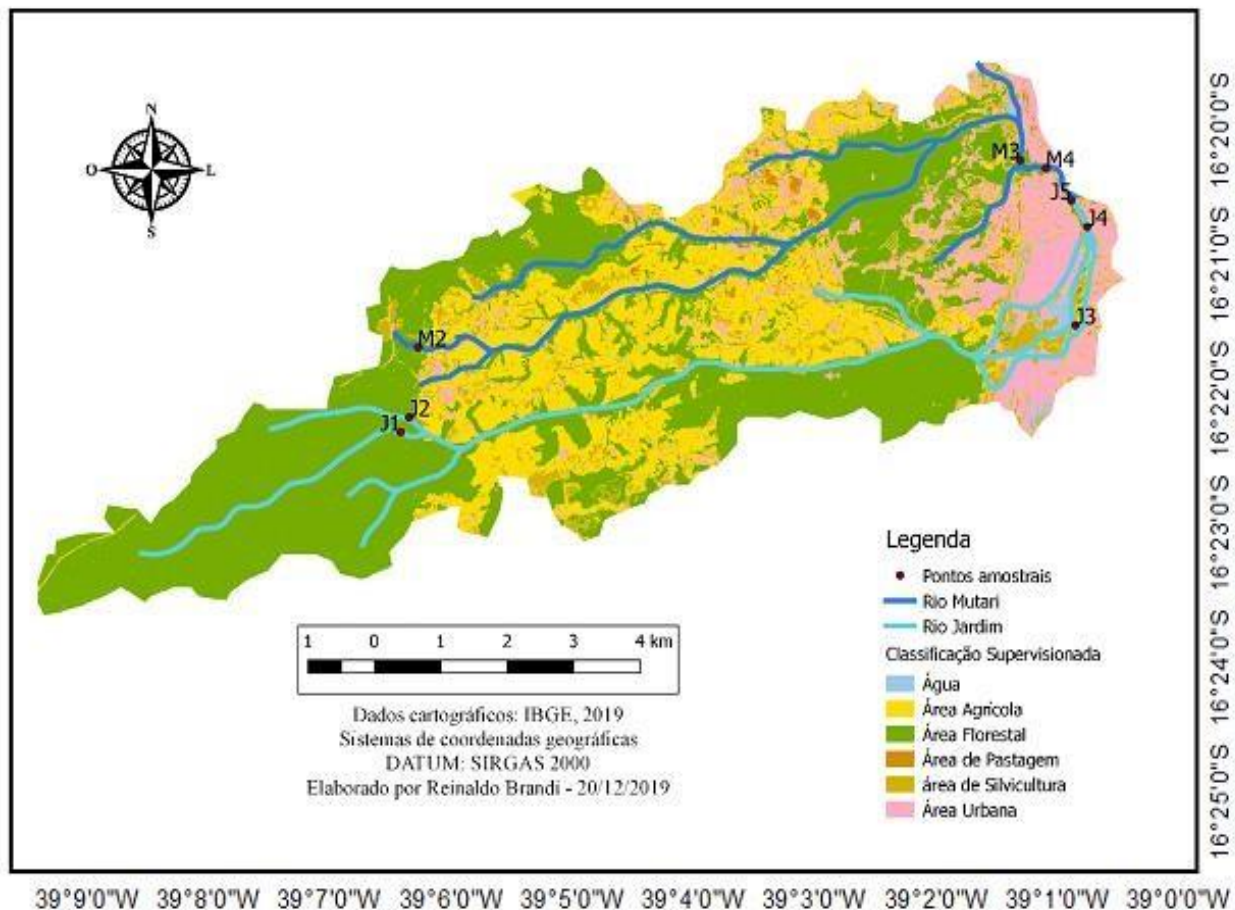


Figura 4. Área territorial dos rios Mutari e Jardim ocupada pelas unidades de uso da terra e cobertura vegetal

A Tabela 4 apresenta os percentuais do quantitativo de uso e cobertura da terra no entorno

dos rios estudados e a Tabela 5, o quantitativo da Área de Preservação Permanente.

Tabela 4. Quantitativo da área territorial ocupada por cada unidade do uso e cobertura da terra

Classe	Unidades	Área(HA)	Área (%)
Área antrópica	Área urbana	699,06	11,8
	Campo e pastagem	102,25	1,7
Área antrópica agrícola	Área Agrícola	1416,54	23,9
	Silvicultura	531,60	9,0
Área de vegetação Natural	Área Florestal	3126,76	52,9
	Água	43,10	0,7
Total		5919,13	100

Os resultados apresentam a vegetação nativa como a mais dominante e abrangente, compreendendo 52,9% da composição paisagística, seguido por ocupação agrícola, abrangendo 23,9% e 11,8% de Área Urbana. A grande porcentagem de floresta nativa confirma a importância das áreas de proteção ambiental, pois os pontos J1, J2 e M2 apresentaram valores de nutrientes condizentes com o permitido pela resolução Conama 357. Esses pontos estão inseridos na RPPN Estação Veracel.

A alta porcentagem de área agrícola, é um resultado bastante preocupante, pois este valor indica forte atividade humana, apresentando maior degradação e conseqüentemente maior impacto na qualidade da água; observado neste estudo principalmente no intervalo entre montante (pontos J1, J2 e M2) e jusante (pontos J3, J4, J5, M3 e M4). Oliveira e Leal (2012) demonstram em seu estudo que a área que mais se destacou foi a área agrícola, diferente da área urbana que teve o menor destaque podendo estas sofrerem alterações ao longo de anos devido ao período de seca, tornando assim solo exposto na área classificada como agrícola. Nesse contexto, a agricultura é tida como uma das principais atividades poluidoras dos recursos hídricos, além de consumir dois terços dos reservatórios naturais. (Ongley, 2001; Brown et al., 2000; Basso e Carvalho 2007). O uso excessivo ou o manejo inadequado de produtos fertilizantes, aliado à determinadas condições de solo e clima e ausência de saneamento básico na zona rural, podem acarretar enriquecimento de nutrientes em corpos d'água, causando sérios prejuízos ao ambiente e a saúde humana (Rezende, 2002).

A área urbana é a terceira atividade que pode prejudicar a qualidade dos rios estudados. Os pontos a jusante dos rios com exceção do ponto M3, sofrem ações antrópicas em suas margens, onde se constata a presença de contaminantes

provenientes de residências e presença de avicultura. É importante salientar que o processo de urbanização, destacando as atividades humanas, o crescimento econômico e o crescimento demográfico, tem gerado graves impactos ao meio ambiente. Por exemplo, a retirada da mata ciliar que torna o local extremamente suscetível a processos de erosão e assoreamento dos corpos hídricos com a presença de resíduos de construções e movimentação do solo para implantação de moradias que favorecem o escoamento desses resíduos (Coutinho, Cecílio e Garcia, 2018). A área urbana esteve diretamente relacionada com os baixos valores de IQA nos pontos J3, J4 e J5, especialmente no período seco. Os parâmetros que mais colaboraram para queda da qualidade de água, foram altos valores de coliformes termotolerantes e baixos valores de oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico. O ponto J5 localizado dentro da Terra Indígena, sofreu interferência também de altos valores de nitrogênio total e fósforo total. O estudo de Pereira et al. (2016), também relacionou baixos índices de IQA com o aumento do processo de urbanização e presença de atividades antrópicas, principalmente com despejos de esgotos domésticos, apresentando parâmetros com valores fora do aceitável pela resolução Conama 357/2005.

Ainda no período de baixas precipitações, o ponto J1, localizado na RPPN Estação Veracel, apresentou variáveis fora do permitido pela resolução Conama 357/2005, para os parâmetros OD, pH e DBO, causando a redução do IQA nesses pontos. Na literatura existem diversos trabalhos que abordam a necessidade da preservação da vegetação natural em áreas protegidas para manutenção de uma boa qualidade da água em bacias hidrográficas (Fia et al, 2015; Menezes et al, 2016).

Tabela 5. Uso e cobertura da terra na Área de Preservação Permanente (APP) das bacias dos rios Jardim e Mutari

CLASSE	Rio Jardim (HA)	ÁREA (%)	Rio Mutari (HA)	ÁREA (%)
Área Urbana	9,88	6,5	29,09	15,6
Campo e pastagem	2,55	1,7	1,44	0,8
Silvicultura	23,89	15,7	17,78	9,6
Área florestal	92,47	60,6	123,58	66,4

Área agrícola	23,63	15,5	14,19	7,6
APP conforme legislação	152,53	100	186,09	100
APP existente nas bacias	92,47	60,4	123,58	66,4
APP para recuperação	60,06	39,4	62,51	33,6

Os resultados para a Área de Preservação Permanente (APP), demonstraram que o rio Mutari apresentou maior influência antrópica que o Rio Jardim, onde 15,6% de suas margens estão ocupadas por área urbana. Para área agrícola, percebe-se que houve maior representatividade no rio Jardim, tanto para silvicultura, quanto para área agrícola em si. Para esse rio há uma invasão de 31,2% de área agrícola e silvicultura, enquanto no rio Mutari esse quantitativo fica com 17,2 %, quando comparado ao *buffer* de 30 metros que foi realizado em toda extensão da bacia. A APP de 30 metros de vegetação ao longo do curso de água representaria 152,3 há no rio Jardim, cerca de 2,6% de toda a bacia e 186,0 ha do rio Mutari, cerca de 3,1% de toda bacia, num total de 5,7% para os dois rios. No entanto, as APPs cobrem 216,05 ha dessa área, representando 3,6 %. Dessa forma, 122,25 há, ou seja, 2,1% das APPs da sub-bacia devem ser recuperadas para atender a legislação vigente e auxiliar para que a qualidade e quantidade da água desses rios sejam mantidas.

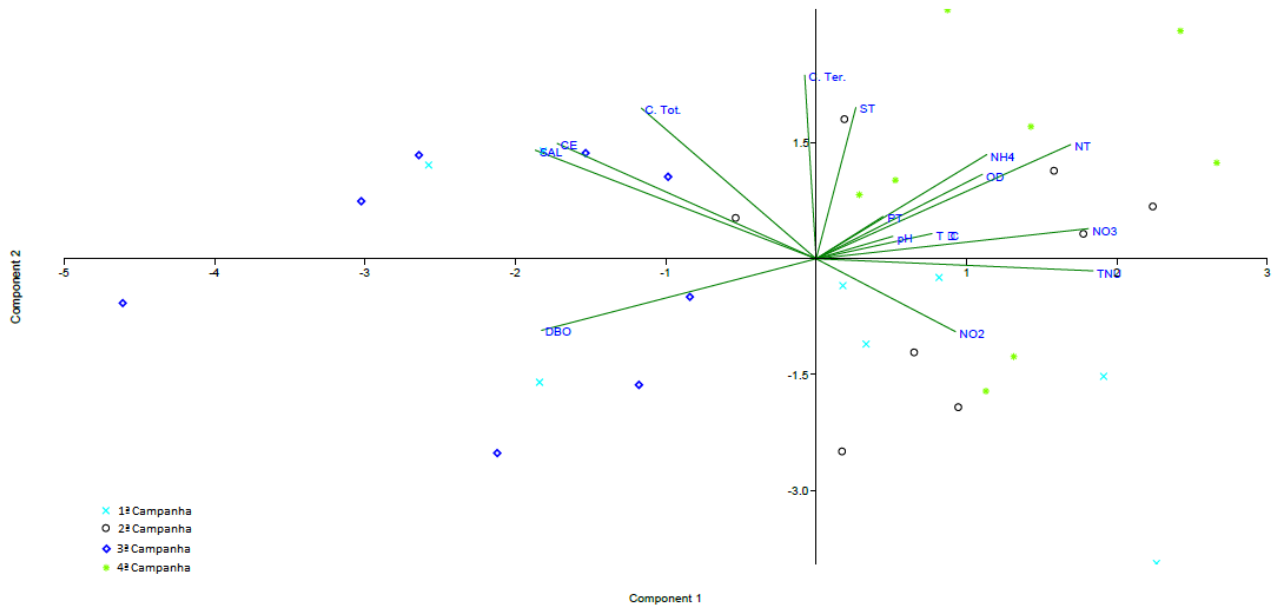
Análise estatística

O teste Kruskal-Wallis indicou que houve diferença entre ambientes protegidos (PRO) e ambientes urbanizados (URB) nos seguintes parâmetros analisados ($p < 0.05$): coliformes totais, turbidez, condutividade e salinidade (Tabela 6; Figura 5). Coliformes termotolerantes (0,07) apresentaram valores marginais de p . Em relação ao período seco (SEC) e chuvoso (CHU), diferenças significativas foram detectadas para amônia, nitrogênio total e salinidade. Por fim, quando foram comparados os rios Jardim (JAR) e Mutari (MUT), foram detectadas diferenças significativas para oxigênio dissolvido e turbidez.

Tabela 6. Resultados do teste de Kruskal-Wallis (valores de p). As variáveis testadas foram logaritmizadas. Valores em negrito foram considerados significativos. *valores marginais de p

Teste de Kruskal-Wallis – Valores de P			
Log10	UrbxPro	SecxChu	JarxMut
CT	0,02	0,16	0,12
ET	0,07*	0,97	0,75
T°C	0,08*	0,08*	0,53
OD	0,98	0,20	< 0,01
DBO	0,69	< 0,01	0,45
NO ₃	0,91	0,17	0,19
NO ₂	0,78	0,32	0,36
NH ₄	0,35	< 0,01	0,11
NT	0,79	< 0,01	0,64
PT	0,87	0,75	0,88
TNU	0,02	0,75	0,01
ST	0,24	0,09*	0,76
CE	< 0,01	0,34	0,23
SAL	< 0,01	0,05	0,18
pH	0,45	0,84	0,50
TOTAL	0,03	0,78	0,18

A Análise dos Componentes Principais (PCA) das variáveis físicas e químicas da água resumiu 65,12% da variabilidade dos dados nos quatro primeiros componentes principais. A explicabilidade do primeiro componente foi de 21,86%, ao passo que do segundo ao quarto foram explicados 18,70%, 13,56% e 11% respectivamente, observado clara separação entre período chuvoso para o período seco. As amostragens referentes ao período seco posicionaram-se, predominantemente, à direita do eixo, associando-se principalmente com maiores valores de Nitrogênio total, Amônia, Turbidez e Nitrato; aqueles referentes ao período chuvoso posicionaram-se, predominantemente, à esquerda do eixo e associaram-se positivamente com DBO, Salinidade, Condutividade elétrica e Coliformes Totais (Figura 5).



Comentários :enda: NO₃– Nitrato, PT – Fósforo Total, PD – Fósforo Dissolvido, C. Totais – Coliformes Totais; C. Termo – Coliformes Termotolerantes, DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, NO₂– Nitrito, NT – Nitrogênio Total, Clorof. – Clorofila *a*, Fe – Ferro, NTU – Turbidez, NH₃ – Amônia, T°C – Temperatura, ST – Sólidos Totais, STD – Sólidos Totais, Cl – Cloreto, Cond. – Condutividade, OD – Oxigênio Dissolvido, pH – Potencial Hidrogeniônico, Sal – Salinidade.

Figura 5 – Análise de Componentes Principais das variáveis físicas, químicas e microbiológicas dos rios Jardim e Mutari, em diferentes períodos do ano

A análise dos Componentes Principais revelou apenas uma leve tendência de formação de grupos por período sazonal ao invés de pontos de amostragem, indicando que, de modo geral, as variações temporais dos parâmetros ambientais analisados não foram suficientes para caracterizar um padrão sazonal nítido nas microbacias dos rios Mutari e Jardim. De acordo com Krupek, Branco e Peres (2008), provavelmente esse cenário esteja relacionado por um regime pluviométrico bem definido e bem distribuídas ao longo do ano.

Conclusão

Foi possível constatar que as microbacias dos rios Jardim e Mutari encontram-se fora dos padrões determinados pela Resolução Conama nº. 357 de 2005 para as águas Classe 2, devido à influência do uso e ocupação da terra, pelas atividades agrícolas desenvolvidas e da urbanização desordenada da região.

O IQA dos rios foi classificado em 88% como bom e 22% como regular, sendo os

parâmetros que influenciaram para isso o pH, DBO, NT, SDT e OD, estando diretamente relacionados com a precipitação pluviométrica, devido a lixiviação de materiais particulados para o leito do rio, e uso desordenado de suas margens, onde percebem-se ligações clandestinas de efluente sanitário e despejos de resíduos sólidos.

Os testes estatísticos revelaram diferenças significativas entre período seco e chuvoso, área de conservação e urbana e entre os rios Jardim e Mutari quando foram comparados aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

A classificação supervisionada confirmou a necessidade de recuperação de áreas ao longo do leito dos rios dentro das microbacias analisadas.

Tais dados indicam que é de suma importância a tomada de ações por parte do poder público que visem minimizar os impactos causados pelo uso e ocupação desordenada da terra e atividades agrícolas. Cabe destacar também a

importância de ações voltadas a educação ambiental principalmente da população ribeirinha.

Referências

- Agência Nacional de Água. 2020. Rios. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/saiba-quem-regula/rios/rios>>. Acesso em: 09 fev. 2020.
- Alvarenga, L. A.; Martins, M. P. P.; Cuartas, L. A.; Penteadó, V. A.; Alves, I. C. C.; ElRabrini, M.; Santos, M. de L. S.; Monteiro, S. de M.; Barbosa, L. P. F.; Guimarães, J. T. F., 2012. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari. Disponível: <<https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000100014>>
- APHA, 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - procedimento. Rio de Janeiro, 1987.
- BAHIA. Decreto Nº 2.184 de 07 de junho de 1993. Cria a Área de Proteção Ambiental da Coroa Vermelha, nos Municípios de Porto Seguro e Santa Cruz de Cabrália, e dá outras providências.
- Bandeira, M. da S. et al. 2019. “Impactos ambientais de rios com nascentes em unidade de conservação: Avaliação preliminar dos rios Mutari e Jardim, Santa Cruz Cabrália, Bahia”. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental 8(3): 389. Disponível: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6387.
- Basso, E.R.; Carvalho, S. L., 2007. Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP). Holos Environment 7(1519–8421): 16–29. <https://www.ceaes.org.br/holos/article/view/970/901>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72.
- Brito, Izabela Nascimento et al. 2019. Análise microbiológica da água de poços rasos do Bairro Canaã em Rio Branco, Acre, 2018. *DêCiência em Foco* 3(1): 15–24. Disponível: <http://revistas.uninorteac.com.br/index.php/D eCienciaemFoco0/article/view/257>.
- Brown, L.; Flavin, C.; French, H., 2000. Estado do mundo. Tradução H. Mallett. Salvador: UMA Editora. 288p.
- Bucci, M. H. S.; Oliveira, L. F. C., 2014. Índices de qualidade da água e de estado trófico na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). *Revista Ambiente & Água*, 9., 130148.
- Cardoso, M. dos S., 2019. A questão ambiental e a problemática do descarte de resíduos sólidos na aldeia Manga-etnia Karipuna-Oiapoque-AP. *Revista Eletrônica Casa de Makunaima*, 2(4), 72-82. Disponível: <https://doi.org/10.24979/makunaima.v2i4.684>
- Carvalho, D. A. F. d, & Monteiro, C. A. B., 2020. Avaliação da qualidade da água para consumo humano na zona urbana de Campo Maior-PI. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 14(1), 69-75.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2011. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brandão, C.J.; Botelho, M.J.C.; Sato, M.I.Z.; Lamparelli, M.C. (Orgs). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA.
- Chan Santisteban, M. L.; Pena, W., 2015. Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sisicán, Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7, n. 1, p. 19-23.

- Coutinho, L. M.; Cecílio, R. A.; Garcia, G. de O., 2018. Cenários de erosão na bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo-ES. Cadernos Camilliani: 134–54. <https://www.ceanesp.org.br/holos/article/view/970/901>.
- Cunha, C. D. L. D. N., & Ferreira, A. P., 2019. Análise crítica por comparação entre modelos de qualidade de água aplicados em rios poluídos: contribuições à saúde, água e saneamento. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(3), 473-480. Disponível: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019112332>
- Cunha, R. W.; Garcia Junior, M. D. N.; Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C., 2013. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 17, 7. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000700012>
- Fia, R., Tadeu, H. C., Menezes, J. P., Fia, F. R. L., Oliveira, L. F. C., 2015. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20, 267–275. Disponível: <https://doi.org/10.21168/rbrh.20.267-275>.
- Garcia, J. M., Mantovani, P., Gomes, R. C., Longo, R. M., Demamboro, A. C., & do Carmo Bettine, S., 2018. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. *Sociedade & Natureza*, 30(1), 228-254. Disponível: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-10>
- Gloria, L. P., Horn, B. C., & Hilgemann, M., 2017. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água-IQA. *Revista Caderno Pedagógico*, 14(1). Disponível: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0882.14i1a2017.1421>
- Goher, M. E.; Hassan, A. M.; Abdel-Moniem, I. A.; Fahmy, A.H. El-Sayed, S. M., 2014. Evaluation of surface water quality and heavy metal indices of Ismailia Canal, Nile River, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 40, 225–233.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Manual técnico de uso da terra. 3ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE. 171p.
- Jahan, Sayka, e Vladimir Strezov. 2017. Water quality assessment of Australian ports using water quality evaluation indices org. Mei Li. *PLOS ONE* 12(12): e0189284. Disponível: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0189284>.
- Kay, P.; Hghes, S.R.; Ault, J.R.; Ashcroft, A.E.; Brown, L.E., 2017. Widespread, routine occurrence of pharmaceuticals in sewage effluent, combined sewer overflows and receiving waters. *Environmental Pollution*, 220, 1447-1455.
- Krupek, Rogério Antônio, Ciro Cesar Zanini Branco, e Cleto Kaveski Peres. 2008. “Variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a uma bacia de drenagem na região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil”. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 30(4): 431–38. Disponível: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/5873>.
- Li, Y., Ii, Y., Qureshi, S., Kappas, M., Hubacek, K., 2015. On the relationship between landscape ecological patterns and water quality across gradient zones of rapid urbanization in coastal China. *Ecol. Model.* 318, 100–108.
- Lobato, T. C.; Hauser-Davis, R. A.; Oliveira, T. F.; Silveira, A. M.; Silva, H. A. N.; Tavares, M. R. M., 2015. Construction of a novel water quality index and quality indicator for reservoir water quality evaluation: a case study in the Amazon region. *Journal of Hydrology*, 522, 674–683.
- Lopes, H. B. V.; Bonfim, L. F. C. Uso do Solo e Cobertura Vegetal. In H. B.V. Lopes & L. F. C. Bomfim, (eds.), 2000. Projeto Porto Seguro – Santa Cruz Cabrália: Hidrogeologia. Programa Informações Para

Gestão Territorial – GATE. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Prefeituras

- Menezes, J. P. C., Bittencourt, R. P., Farias, M. D. S., Bello, I. P., Fia, R., & Oliveira, L. F. C. D., 2016. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21(3), 519-534. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522016145405>
- Meschede, M. S. C., Figueiredo, B. R., Segura-Muñoz, S. I., 2018. Qualidade da água de consumo em escolas na região de Santarém, Amazônia, Brasil e implicações para saúde dos escolares. *Revista Ambiente & Água*, 13(6). Disponível: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2218>
- Oliveira, R. M. M., Santos, E. V. dos, Lima, K. C., 2017. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 22(3), 523-529. Disponível: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017154657>
- Oliveira, B. S. S., Cunha, A. C., 2014. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. *Revista Ambiental Água*, 9 Taubaté.
- Oliveira B. J. L., Leal S. R., 2013. A caracterização do uso e ocupação do solo de uma zona semiárida entre 1993 a 2008 através da classificação supervisionada Maxver: o caso do município de Teofilândia, Bahia (BA)-Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, 54(1).
- Ongley, E.D., 2001. Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas. Campina Grande: UFPB, 2001. 92p. FAO. Irrigação e Drenagem, 55.
- Pereira, B. W. de F., Maciel, M. D. N. M., de Assis Oliveira, F., da Silva Alves, M. A. M., Ribeiro, A. M., & Ribeiro, E. G. P., 2016. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Municipais de Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia, Salvador, 5,1-43. *Brasil. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 11(2), 472-485. Disponível: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1802>
- PMMA, Santa Cruz de Cabralia. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Santa Cruz Cabralia, Bahia, 2016. Disponível em: http://www.gamba.org.br/wp-content/uploads/2016/06/PMMA_StacruzCabralia_vers%C3%A3o-digital.pdf
- Ponsadailakshmi, S. *et al.*, 2018. Evaluation of water quality suitability for drinking using drinking water quality index in Nagapattinam district, Tamil Nadu in Southern India. *Groundwater For Sustainable Development*, [s.l.], 6,43-49.
- Queiroz, L. G., Silva, F. T. D., & Paiva, T. C. B. D., 2017. Seasonal characterization of the physical, chemical, biological and ecotoxicological variables in a stretch of the Paraíba do Sul River, SP, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, 12(2), 238-248. Disponível: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1949>
- Rodrigues, I.S.; Maciel, C.M.R.R.; Maciel Júnior, A.; Diniz, A.A.; Maciel, F.S.S., 2016. Degradações ambientais no Rio Colônia no trecho urbano do município de Itororó, Bahia. *Enciclopédia Biosfera*, v. 13, p. 1174-1188. DOI: 10.18677/EnciBio_2016B_110
- Resende, A.V. de, 2002. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Brasília: EMBRAPA Cerrados. 29 Documentos 57. ISSN 1517-5111
- RPPN Estação Veracel. Plano de Manejo. Veracel Celulose, Gerência de Sustentabilidade e Conservação Internacional. Eunápolis, 2016.
- Sampaio, J. A. L., 2010. Sob o Signo da Cruz: Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da Terra Indígena Pataxó de

- Coroa Vermelha. Caderno Leme, 2 p. 95–176, Campina Grande.
- Santos, N. B. C. d., dos Santos, R. H. G., & da Silva, R. F., 2018. Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco (Application of Multivariate Analysis and Resolution CONAMA 357/2005 for Environment 584–585: 131–44. Disponível: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969717301122>.
- Silva, C. A.; et al., 2003. Zoneamento Agroecológico de Microbacias da Costa do Descobrimento: Município de Porto Seguro e Santa Cruz de Cabrália, Bahia. *EMBRAPA*, 121, Rio de Janeiro.
- Souza, J.R.; Moraes, M.E.R.; Sonoda, S.L.; Santos, H.C.R., 2014. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *Revista Eletrônica do Prodepa*, 8, . 26-45.
- Veiga, D. P. B. D., Guandique, M. E. G., & Nardocci, A. C., 2019. Uso do solo e qualidade da água em bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, utilizando GIS e SWAT. *Revista Ambiente & Água*, 14(5). Disponível: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2325>.
- Analysis of Water Quality in Rivers of Pernambuco). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(5), 1859-1875. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1859-1875>
- Şener, Şehnaz, Erhan Şener, e Ayşen Davraz. 2017. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of The Total Environment*, 583, 421–431. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.088>. Acesso: 01 set. 2019.
- Wang, J., Liu, G., Liu, H., Lam, P. K. S., 2017. Multivariate statistical evaluation of dissolved trace elements and a water quality assessment in the middle reaches of Huaihe River, Anhui, China. *Science of the Total Environment*, 583, 421–431. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.088>. Acesso: 01 set. 2019.
- Wu, Zhaoshi et al. 2018. Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. *Science of The Total Environment* 612: 914–22. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.293>