Revista Brasileira de Geografia Física

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

Diagnóstico da qualidade da água do rio Itanhém entre os municípios de Medeiros Neto e Teixeira de Freitas, Bahia

Elissandro Santos Rocha¹, Luanna Chácara Pires², João Batista Lopes da Silva³, Allison Gonçalves Silva⁴, Jorge Luiz Fortuna⁵, Ingrid Cardoso dos Santos⁶.

¹ Me. em Ciências e Tecnologias Ambientais, Assistente em Administração no Campus Paulo Freire da Universidade Federal do Sul da Bahia, Praça Joana Angélica, São José 250, CEP 45988-058, Teixeira de Freitas, Bahia. (73) 3291-2089. elissandro.rocha@ufsb.edu.br. ² Professora Dr.^a. adj IV na Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Praça Joana Angélica, São José 250, CEP 45988-058, Teixeira de Freitas, Bahia. (73) 3291-2089. luanna.ufsb@gmail.com. ³ Professor Dr. adj IV na Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Praça Joana Angélica, São José 250, CEP 45988-058, Teixeira de Freitas, Bahia. (73) 3291-2089. silvajbl@yahoo.com.br. ⁴ Professor Dr. Adjunto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), BR 367, Km 57, Fontana I, s/n, CEP 45810-000, Porto Seguro, Bahia. (73) 3283-6820. allisongoncalves80@gmail.com.br. ⁵ Professor Dr. Adjunto da Universidade do Estado da Bahia X, (UNEB), Avenida Kaikan, Universitário 855, CEP 45992-294, Teixeira de Freitas, Bahia. (73) 3291-8300. ⁶ Discente do curso Interdisciplinar em Ciências da Universidade Federal do Sul da Bahia, Praça Joana Angélica, São José 250, CEP 45988-058, Teixeira de Freitas, Bahia. (73) 3291-2089.

Artigo recebido em 2020-01-08 e aceito em 30/11/2020

RESUMO

A bacia do rio Itanhém é responsável pelo abastecimento de água dos municípios de Medeiros Neto e Teixeira de Freitas no Extremo Sul baiano, e recebe inúmeras cargas de efluentes domésticos e industriais, que comprometem a qualidade de suas águas. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade da água, identificar os grupos de poluição ou contaminação além de evidenciar possíveis impactos causados pelo uso e ocupação do solo no trecho do rio Itanhém entre Medeiros Neto e Teixeira de Freitas. Foram realizadas 12 coletas mensais entre 08/2018 e 07/2019, em oito pontos do rio para avaliar a qualidade da água em pontos próximos a aglomerações urbanas, com lançamentos de efluentes com carga orgânica, que contribuem para a deterioração da qualidade da água, e em pontos distantes das zonas urbanas, afastados dos despejos de efluentes. Foi utilizando uma sonda multiparamétrica HI9829 HANNA® para leituras realizadas in loco, para valores de potencial de oxirredução, OD (oxigênio dissolvido), pH, salinidade, temperatura, condutividade e STD (sólidos totais dissolvidos). Também foram obtidos em laboratório os parâmetros: Amônia, Nitrito, Nitrato, DBO e CT (coliformes termotolerantes). Com dados de uso e ocupação do solo, cedidos pelo Fórum Florestal do Extremo Sul da Bahia, foi possível verificar as atividades desenvolvidas dentro da bacia hidrográfica e os impactos gerados por estas. Verificou-se que, nos pontos mais próximos aos lançamentos de efluentes, a qualidade da água apresentou-se em desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005 para os indicadores CT, OD e a DBO, com valores médios para CT (dispostos em log) **4,46, 3,35, 3,19 e 3,43** respectivamente para os pontos P2, p5, P7 e P8, enquanto nos pontos mais afastados dos despejos, esses mesmos indicadores se enquadraram na referida resolução ou aproximaram dos valores aceitáveis para corpos de água de classe 2, indicando a capacidade autodepurativa do rio Itanhém.

Water quality diagnosis of the Itanhém river water between municipalities of Medeiros Neto and Teixeira de Freitas, Bahia

ABSTRACT

The Itanhém river basin is responsible for the water supply of the municipalities of Medeiros Neto and Teixeira de Freitas in the far south of Bahia, Brazil and receives numerous loads of domestic and industrial effluents, which compromise the quality of its waters. Therefore, the aim's work was to evaluate water quality, identify the groups of pollution or contamination and show possible impacts caused by land use and occupation on the Itanhém River stretch between Medeiros Neto and Teixeira de Freitas. Twelve monthly collections were carried out between 2018/08 to 2019/07, in eight points of the river to evaluate the water quality in points near urban agglomerations, with discharges of effluents with organic load, which contribute to the deterioration of water quality, and at points distant from urban areas, away from effluent discharges. A HI9829 HANNA® multiparameter probe was used for on-site readings for oxireduction potential, DO (dissolved oxygen), pH, salinity, temperature, conductivity and TDS (total dissolved solids). The following parameters were also obtained in the laboratory: Ammonia, Nitrite, Nitrate, BOD (Biochemical Oxygen Dynamics) and TC (thermotolerant coliforms). With data on land use and occupation, from the Far South Bahia Forest

Forum, it was possible to verify the activities developed within the watershed and the impacts generated by them. It was found that, at the points closest to the discharge of effluents, the water quality was not in compliance with CONAMA resolution 357/2005 for the CT, OD and DBO indicators, with average values for CT (arranged in log) 4.46, 3.35, 3.19 and 3.43 respectively for points P2, p5, P7 and P8, while at the most distant points of the discharges, The same indicators fit the resolution or approached the acceptable values for class 2 water bodies (CONAMA 357/2005), indicating the self-purifying capacity of the Itanhém river.

Introdução

A água, nos termos do artigo 1º, inciso I, da Lei 9.433/97, é considerada um bem de domínio público. Por sua vez, o artigo 2º do referido diploma legal dispõe que entre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos está o de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Brasil, 1997). Assim, o estabelecimento de padrões de sua qualidade configura-se como medida de extrema importância, uma vez que esse recurso é indispensável para a manutenção da vida.

Uma das principais preocupações durante a realização de um trabalho que envolva qualidade da água em rios é justamente a área de contribuição de uma bacia, pois segundo Tucci (1997), uma bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água, de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Levando para os rios, durante os períodos chuvosos, todos os resíduos que estiverem disponíveis no solo, podendo alguns deles causar algum tipo de impacto no corpo d'água receptor, pois no entorno da bacia é possível constatar diversas atividades econômicas, tais como monoculturas de eucalipto e cana-de-açúcar, além da criação de gado, que requer grandes áreas de pasto.

O Extremo Sul da Bahia é uma região entrecortada por diversos sistemas hídricos. Contudo, essa riqueza das águas contrasta com o relativamente pequeno conhecimento sobre a sua qualidade. O rio Itanhém é o de maior extensão dentre os formadores de bacias do Extremo Sul da Bahia, sua área de drenagem corresponde aproximadamente a 26% dos rios da região. Apesar da considerável representatividade regional, as iniciativas de preservação no vale do Itanhém são praticamente nulas (Sarmiento-Soares *et al.*, 2010).

Para determinar a qualidade da água e nível de preservação de bacias hidrográficas, Queiroz *et al.* (2017) consideraram as variáveis pH, temperatura, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total (PT), sólidos totais (ST), coliformes termotolerantes (CT), clorofila-a, efeito tóxico

agudo (ETA) ecrônico (ETC) e Índice de Estado Trófico (IET) e precipitação com objetivo de avaliar os possíveis impactos causados e/ou potencializados em decorrência das chuvas incidentes na bacia hidrográfica do rio Parnaíba do Sul. Para tanto, utilizou-se como parâmetro os valores recomendados pela Resolução CONAMA 357/2005 e constataram forte correlação entre as chuvas e os parâmetros DBO, ST, OD, clorofila, ETC e ETA, portanto a força do arrasto das chuvas potencializa possíveis impactos ligados a tais variáveis.

Apesar da importância da água para a continuidade de todas as formas de vida e do conhecimento de que apenas um pequeno percentual desse líquido apresenta características que o colocam como próprio para consumo, o seu desperdício, poluição, contaminação e mau uso são frequentes. Essa situação também é enfrentada pelo rio Itanhém, uma vez que esgotos tratados, ou não, são lançados diretamente em seu curso d'água diariamente. Além disso, em diversos pontos é possível observar sinais de travessias de rebanhos bovinos. Ademais, verifica-se também a ausência de vegetação ripária nas áreas próximas ao desenvolvimento de atividade pecuária, bem como naquelas em que houve ocupação urbana.

Neste trabalho, objetivou-se fazer um diagnóstico sobre a biogeoquímica do rio Itanhém no trecho entre Medeiros Neto e Teixeira de Freitas, por meio de 12 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos e compará-los com o que dispõe a resolução CONAMA 357/2005, a fim de identificar pontos em desacordo com a referida resolução e apontar as possíveis fontes de contaminação e/ou poluição do curso de água em estudo.

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo foi um trecho do rio Itanhém compreendido entre os municípios de Teixeira de Freitas e Medeiros Neto, ambos localizados no Extremo Sul baiano. Nesta área, foram delimitados oito pontos de amostragem selecionados em função da concentração populacional no seu entorno e dos diversos usos

antrópicos, seja para cultivar a terra, para armazenar água, para as atividades domésticas, lazer ou para o descarte de esgoto bruto e/ou tratado, que podem contribuir para alguma forma de contaminação e/ou poluição. O período amostral foi entre agosto de 2018 a julho de 2019, com uma coleta mensal em cada ponto avaliado, sendo que os meses de novembro de 2018 a maio de 2019 foram considerados como período chuvoso, enquanto que os meses analisados foram considerados como de transição para períodos secos.

Para realização das análises laboratoriais, foram simultaneamente coletadas três amostras da água, em cada ponto, formando uma amostra

composta. Foram avaliados oito pontos (Tabela 1 e Figura 1), dos quais, dois foram localizados em estações fluviométricas, uma em Medeiros Neto (55460000), sob a ponte localizada no centro da cidade (BA 690), e outra em Teixeira de Freitas (55490000), na ponte da BA 290, na saída para Alcobaça-BA, as quais tiveram seus dados considerados para medição de níveis, vazão e velocidade da água naquela porção do rio, durante o período experimental compreendido. Os outros seis pontos foram em localidades estratégicas entre os municípios de Teixeira de Freitas e Medeiros Neto, principalmente antes e depois de núcleos urbanos, no intuito de analisar melhor as influências exercidas por essas localidades.

Tabela 1. Localização e descrição dos pontos de coleta estudados no rio Itanhém entre Medeiros Neto e Teixeira de Freitas-BA.

Pontos	Latitude	Longitude	Descrição do ponto
P1	-17,3730°	-40,2307°	Próximo a ponte, antes da entrada do rio na cidade de Medeiros Neto.
P2	-17,3754°	-40,2213°	Dentro da cidade de Medeiros Neto e próximo à estação fluviométrica (55460000), sofre com lançamentos de efluentes sem tratamento.
P3	-17,4366°	-40,1323°	Aos fundos da usina Santa Maria.
P4	-17,4365°	-39,9412°	Antes da entrada do rio no povoado de Nova Lídice.
P5	-17,4343°	-39,9361°	Dentro do povoado de Nova Lídice, também possui lançamento de efluentes sem tratamento.
P6	-17,5096°	-39,7212°	Ponto de coleta da ETA-EMBASA de Teixeira de Freitas.
P7	-17,5112°	-39,7049°	Sob a ponte BR 101 em Teixeira de Freitas, lançamento de rejeitos de um matadouro-frigorífico.
P8	-17,5123°	-39,6452°	Abaixo da ponte da BA 290, esta após a cidade de Teixeira de Freitas, próxima a estação fluviométrica (55490000), lançamento de efluentes tratados.

Figura 1. Identificação dos pontos de coleta e amostragem (P1 a P8) do rio Itanhém entre as cidades de Medeiros Neto e Teixeira de Freitas - BA. (pontos com influencia urbana: P2, P5, P7, P8)

Medição dos Parâmetros

As coletas foram realizadas mensalmente nos oito pontos supracitados, realizando-se três leituras *in loco*, por meio da sonda multiparâmetros HI 9829 HANNA Instrumentos®, para obtenção dos seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido (DO), potencial hidrogeniônico (pH), salinidade (PSU), condutividade elétrica (Cm), total de sólidos dissolvidos (TDS), potencial de oxirredução (ORP) e temperatura (Temp). Utilizou-se três béqueres para inserção dos sensores da sonda. Das mesmas amostras, extraiu-se cerca de 1000 mL, em uma garrafa plástica, previamente higienizada, obtendo-se assim uma amostra composta para realização das análises e obtenção dos níveis de Amônia (NH_3), Nitrito (NO_2^-), Nitrato (NO_3^-) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), no Laboratório de Química do Instituto Federal da Bahia, em Porto Seguro-BA. Simultaneamente, foram coletadas três amostras da água, em cada ponto, para verificação de coliformes termotolerantes (CT) no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado da Bahia, no Campus X de Teixeira de Freitas.

Utilizou-se da técnica no Número Mais Provável (NMP), de acordo com o recomendado pela Associação Americana de Saúde Pública – American Public Health Association (APHA). A resolução CONAMA 357/2005 estabelece em seu artigo 15, inciso II, que para as águas doces de classe 2, em usos que não impliquem lazer, “[...] não deverá ser excedido um limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral” (Brasil, 2005).

As amostras para CT foram coletadas de acordo com o disposto no Guia Nacional de Conservação de Amostras, utilizando-se três frascos de vidro âmbar de 200 mL, para cada ponto, previamente esterilizados em autoclave a uma temperatura de 121°C, durante 15 min, e mergulhados a uma profundidade aproximada de 30 cm diretamente no corpo de água. Os frascos contendo as amostras foram lacrados e armazenados em uma caixa térmica com duas placas de gelo para evitar a elevação da temperatura e, em seguida, transportados até o laboratório, onde foi realizada a homogeneização das amostras, próximo ao bico de Bunsen, em um

béquer esterilizado, para realização das análises microbiológicas e determinação de presença ou não de CT e para contagem bacteriológica através da tabela NMP.

Para análise da DBO, utilizou-se o método de determinação, demanda bioquímica de oxigênio – 5 dias a 20°C - (DBO_{5,20}) chamado teste de DBO_{5,20}, com semente biológica para ativação DBO em 5 dias. Na determinação de Amônia, Nitrito, Nitrato, após filtragem da amostra, foi aplicado o método colorimétrico e as leituras foram realizadas com o auxílio de espectrofotômetro, medindo-se a absorbância na célula apropriada, respectivamente a 640, 540 e 540 nm.

O parâmetro utilizado para medir a qualidade da água do rio Itanhém foi o Índice de Qualidade de Água (IQA), desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF). Comparou-se os dados obtidos com os valores que são recomendados pela Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece os critérios para determinação da qualidade da água em rios de classe 2 (Tabela 2), que são corpos de água que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, bem como permitem o contato primário com a pele em atividades de recreação, segundo a Resolução citada.

Uso e ocupação do Solo

Com o objetivo de relacionar a qualidade da água ao uso e ocupação do solo naquele trecho

do rio, realizou-se a análise da influência do uso e ocupação do solo pela bacia de contribuição da área de drenagem de cada um dos oito pontos da bacia.

A partir da divisão da área da bacia, através do ArcGis e utilizando dados do projeto MapBiomias 2019, foram gerados dados individualizados acerca do tamanho das áreas de contribuição, bem como, após conhecer as principais atividades econômicas desenvolvidas próximas a cada ponto de coleta, uma correlação entre tais atividades e os valores dos parâmetros de qualidade da água obtidos na realização do estudo pôde, então, ser realizada.

A atividade agrícola é, segundo Esteves (2017), uma das principais fontes artificiais de fosfato e nitrogênio para ecossistemas lacustres, que ocorre devido à intensificação do uso de fertilizantes nitrogenados e fosfatados, a partir de 1940, o que pode ser estendido a ecossistemas fluviais, uma vez que nas bacias hidrográficas, em geral, atividades agrícolas são desenvolvidas e podem perder nutrientes, a partir da lavagem do solo, que são levados aos rios pela força de arrasto das enxurradas.

Assim, foi possível conhecer as principais atividades econômicas desenvolvidas próximo a cada ponto dentro da bacia hidrográfica, podendo associar o nível de nutrientes encontrados na água com as respectivas atividades desenvolvidas no entorno (Figura 2). Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos no sítio eletrônico do projeto MapBiomias (MapBiomias, 2018), para o ano de 2018.

Figura 2. Área de contribuição de cada um dos oito pontos da bacia hidrográfica do rio Itanhém.

Análise dos dados

Rocha, E. S.; Pires, L. C.; Silva, J. B L.; Silva, A. G.; Fortuna, J. L.; Santos, I.C

O banco de dados foi construído com

valores obtidos nos oito pontos pelo período de 12 meses, além de metadados disponíveis em plataformas liberadas para fins comparativos em sites do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA e da Empresa Baiana de Água e Saneamento - EMBASA. As análises foram realizadas nos oito pontos especificados na Figura 1 e Tabela 1.

Para comparação entre os pontos de amostragem e entre os períodos seco e chuvoso, os resultados foram analisados mediante estatística para descrição, exploração e comparação dos dados e, sempre que pertinente, foram comparados com os padrões especificados pela resolução do CONAMA 357/05, para água doce Classe II (BRASIL, 2005). A análise dos dados iniciou-se

Tabela 2. Valores estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005

Parâmetros	Valores Considerados
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6 a 9 pH
Oxigênio dissolvido (%)	60% a 125%
Oxigênio dissolvido (ppm)	≥ 5,0 mg/L
Condutividade (μS/CmA)	≤ 100μS/cm
Sólidos totais (ppm)	≤ 500 mg/L
Salinidade (%)	≤ 0,5 água doce > 0,5 e < 30 Água Salobra > 30 Água Salina
Temperatura (°C)	-
Coliformes termotolerantes (NMP)	≤ 1.000 ou (log=3)
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO 100mL)	≤5 mg/L
Nitrito	≤1,0 mg/L
Nitrato	≤10,0 mg/L
Amônia	≤ 3,7 mg/L

por meio da verificação e possível eliminação ou transformação de *outliers*. Os *outliers* identificados foram desconsiderados quando pertinentes, principalmente em função de erros na coleta. Em seguida, foi realizada uma análise descritiva de cada ponto, para fins de elucidação e caracterização. Séries temporais e diagramas de caixa (Boxplot) foram utilizados para auxiliar na interpretação dos dados. Portanto, os valores obtidos durante o percurso do rio foram comparados com os valores iniciais dos pontos anteriores ao lançamento de efluentes e com os parâmetros recomendados pela Resolução do CONAMA 357/2005, dispostos na Tabela 2, e a partir das análises dos dados foram apontados quais pontos do rio apresentam bons índices de autodepuração no trecho estudado.

Para verificação dos pressupostos da Análise de Variância (ANOVA), realizou-se os testes para verificação da normalidade e homocedasticidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilks, Bartlett e teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Com isso, determinou-se se a ANOVA seria paramétrica ou não-paramétrica (Kruskal-Wallis). Para os parâmetros que apresentaram diferença significativa entre os pontos de coleta, fez-se o teste Tukey (paramétrico) ou Wilcoxon (não-paramétrico), para o ranqueamento. Também foi realizada a análise de correlação de Pearson (paramétrica) ou de Spearman (não-paramétrica). Essas análises foram realizadas com o auxílio do software *SAS University Edition*®, por meio dos procedimentos MEANS; GLM; UNIVARIATE; PLOT; NPAR1WAY; CORR; CORR SPEARMAN; MULTTEST.

Resultados e discussão

No âmbito nacional, muitas pesquisas sobre a qualidade da água de rios são realizadas. O estudo de Corrêa et al. (2015), por exemplo, analisou a capacidade autodepurativa do córrego do Limoeiro, em Presidente Prudente-SP, após lançamento de efluentes tratados, chegando à seguinte conclusão: embora a água do curso d'água em questão possua classificação nível 4, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o córrego voltou às condições observadas a montante do lançamento do efluente já tratado, após cerca de nove quilômetros a jusante, mostrando que o rio possui uma capacidade razoável de recuperação, pois ainda que tenha voltado às condições observadas anteriormente ao lançamento de esgoto, não apresentou melhora na sua qualidade, manteve-se a mesma classificação como classe 2. Logo, o trabalho supracitado considera, para fins de capacidade autodepurativa, o quanto o rio se recupera em relação aos parâmetros da água de um rio nível 2, também de acordo com a resolução citada.

Palma-Silva et al. (2007) investigaram a capacidade de autodepuração de um trecho do rio Corumbataí, no estado de São Paulo, com a realização das coletas no canal dos afluentes rio Passa-Cinco e ribeirão Água Vermelha e após a foz de cada um deles nos períodos úmido/quente e seco/frio, por meio dos parâmetros velocidade da

água, vazão, profundidade, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e o nitrogênio total (NT). O rio está enquadrado na classe 2 de qualidade de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, mas apresentava características que, em alguns trechos, o enquadravam na classe 4. Estas condições eram decorrentes da falta de tratamento de 100% do esgoto produzido na cidade de Rio Claro e pelos impactos causados pela mineração e agroindústrias. O rio Corumbataí, no trecho estudado, apesar de receber grande quantidade de cargas orgânicas, possui uma alta taxa de depuração de aproximadamente 70,3% no período seco/frio. Em relação à capacidade de autodepuração no período úmido/quente não apresentaram conclusões.

Oliveira et al. (2018) analisaram as águas do córrego Cachoeirinha Invernada, Guarulhos-SP, a partir dos parâmetros físico-químicos temperatura, pH, turbidez, ST, condutividade elétrica, PT, DQO, bem como análise microbiológica (*E. coli*). O estudo concluiu que, nas áreas urbanas e em seu entorno, o Índice de Qualidade da Água (IQA) foi classificado como péssimo e a melhor classificação da qualidade da água foi no ponto de uma das nascentes no rio estudado.

Em um trabalho intitulado “Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano”, em Lages – RS, foram avaliados os valores do pH, DBO e OD, e concluiu-se que o rio Carahá apresentava características de esgoto, em alguns pontos, principalmente pontos próximos às zonas urbanas, e, após realização de um questionário junto à população local, constatou-se que os moradores locais, embora reconhecessem as condições de poluição do rio, ignoravam os perigos acerca da utilização de suas águas, na maioria dos casos, por falta de informações que pudessem orientar sobre o risco da utilização de águas em desacordo com as legislações em vigência (Muniz et al., 2014).

Variáveis físicas, químicas e microbiológicas

Conforme o disposto na Tabela 3, foi possível observar que, historicamente, existem meses com maior índice de precipitação na região e, durante esses períodos, o rio tem maior vazão. Em consequência das chuvas, nutrientes presentes no solo são arrastados até o curso de água (escoamento superficial e subsuperficial), o que contribui, em parte, para uma mudança na

biogeoquímica fluvial devido às influências do escoamento, o que altera, momentaneamente, a qualidade da água, ao passo que, em períodos de seca, muda-se o comportamento do rio decorrente do predomínio do fluxo de base devido ao contato solo-rocha e, em pontos onde há lançamentos de efluentes, ocorre a redução na qualidade da água ao se comparar com os valores obtidos em pontos mais afastados dos pontos de despejo.

Corroborando com o exposto, Vasco *et al* (2011) encontraram diferentes valores de DBO, sendo que, em períodos secos, os resultados foram sempre piores em relação aos períodos chuvosos em seu estudo denominado Avaliação Espacial e Temporal da Qualidade da Água na Sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil, e atribuiu a diferença ao fato de haver maior diluição em períodos chuvosos.

Tabela 3. Média mensal de precipitação e total médio precipitado anual nos municípios de Teixeira de Freitas e Medeiros Neto-BA (mm)

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Medeiros Neto	107,78	83,03	116,05	83,51	54,00	44,12	52,49	36,57	43,36	88,54	170,79	154,20	1031,86
Teixeira de Freitas	94,87	76,64	124,24	107,20	81,35	67,34	81,67	52,03	56,21	97,80	174,51	152,60	1148,20

Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos da base de dados do Projeto MapBiomias (MapBiomias, 2019)

Para os municípios de Medeiros Neto e Teixeira de Freitas, os totais anuais médios são de 1031,86 mm e 1148,20 mm (Tabela 3), com o trimestre mais seco entre os meses de julho, agosto e setembro, e o início das chuvas, ou início do ano hidrológico, em outubro, com a queda no volume precipitado, a partir de maio. O período mais seco do ano ocorre entre os meses de maio a setembro, enquanto que o período mais chuvoso ocorre entre outubro e abril.

Na análise descritiva por meio de *box-plot*, constataram-se valores de *outliers* para os parâmetros biológicos e, desta forma, os valores foram excluídos do banco de dados, para que não comprometessem as análises posteriores. No total das 12 campanhas, foram realizadas 288 observações para a maioria dos parâmetros em estudo, exceto para as variáveis microbiológicas que tiveram 264 observações. Os resultados da composição física, química e microbiológica das águas nas 12 campanhas, nos oito pontos de coletas estudados no rio Itanhém entre Medeiros Neto e Teixeira de Freitas-BA, estão apresentados nas tabelas 4 e 5.

Foram realizados testes para verificação da normalidade dos dados ($P < 0,05$) e constatou-se que todas as variáveis não seguiram distribuição normal, portanto, foram adotadas estatísticas não paramétricas para análise de variância (*Kruskal*

Wallis) e de comparações múltiplas (*Wilcoxon*).

Segundo o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, os parâmetros que não apresentaram diferenças significativas entre os pontos coletados foram: ORP, Cm, M_{cm}, TDS, PSU e Vazão no dia da campanha (Tabela 4). Para DBO, verificou-se diferenças significativas em pelo menos um contraste entre as médias dos pontos avaliados. O valor máximo em rios de classe 2 para essa variável é 5,00 e, ao se considerar este valor, os pontos 3, 4 e 6 apresentaram valores dentro ou mais próximos dos recomendados. Para os parâmetros salinidade e condutividade não foram observadas diferenças significativas entre os pontos, pois os valores assumidos por esses parâmetros caracterizam-se por serem naturalmente baixos.

De modo geral, constatou-se que os pontos de coleta variaram entre si e em relação aos períodos seco e chuvoso para os parâmetros ORP, OD, Temp, CT, DBO, NH₃ e vazão no dia (Tabela 4). Observou-se que, para essas variáveis, no período seco obteve-se maiores médias para ORP e OD. Enquanto, no período chuvoso, os demais parâmetros obtiveram maiores médias. No período seco, a temperatura média da água teve média de 25,94°C, enquanto que, no período chuvoso, foi de aproximadamente 29,04°C.

Tabela 4. Valores médios em períodos secos e chuvosos dos parâmetros analisados nas 12 campanhas nos oito pontos de coletas estudados no rio Itanhém entre Medeiros Neto e Teixeira de Freitas-BA

Parâmetros	pH	ORP	OD	Cm	TDS	PSU	Temp	CT	DBO	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Vazão (m ³ /s)
	ns	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	*
Seco	7,21	203,07	9,25	187,37	93,31	0,09	25,94	3,10	5,49	0,33	0,04	0,16	11,23
Chuvoso	7,14	143,97	8,90	213,15	106,63	0,10	29,04	3,29	6,58	0,48	0,04	0,23	38,31

Em que: * significativo ($P < 0,05$); ns - não significativo ($P > 0,05$); pH – potencial hidrogênico; ORP - Milivolt- potencial de redução da oxidação; OD (ppm) – oxigênio dissolvido (ppm); Cm (μ S) – Condutividade; TDS - Sólidos totais (mg/L); PSU – Salinidade (%); Temp – Temperatura ($^{\circ}$ C); CT – Coliformes termotolerantes(log); DBO – Demanda bioquímica de oxigênio 100(mg/L); NO₂⁻ – Nitrito (mg/L); NO₃⁻ – Nitrato(mg/L); NH₃– Amônia(mg/L); Vazão (m³/s).

Tabela 5. Média, valor máximo (Máx), valor mínimo (Mín), Mediana (Md), coeficiente de variação (CV), desvio padrão (DP), erro padrão da média (EP) e o teste de Kruskal-Wallis (KW) dos parâmetros analisados nas 12 campanhas nos oito pontos de coletas estudados no rio Itanhém entre Medeiros Neto e Teixeira de Freitas-BA

Variável	Mín	Máx	Média	Md	DP	EP	CV	KW	CONAMA
pH	6,43	8,99	7,17	7,13	0,43	0,03	5,94	*	6 a 9
ORP	101,00	331,80	168,60	154,80	43,05	2,54	25,53	ns	ND
DO (ppm)	4,33	14,21	9,05	8,92	1,98	0,12	21,84	*	≥ 5 mg/L
Cm	98,00	421,00	202,41	165,50	78,37	4,62	38,72	ns	≤ 100 μ S/cm
TDS	41,00	209,00	101,08	83,00	39,28	2,31	38,87	ns	≤ 500 mg/L
PSU	0,04	0,2	0,09	0,08	0,04	0,00	39,84	ns	$\leq 0,5$ Água Doce
Temp	18,74	33,09	27,75	27,67	2,58	0,15	9,28	*	ND
CT.	2,48	5,04	3,21	2,96	0,76	0,05	23,58	*	<1000 NMP
DBO	<0,1	19,37	6,13	5,59	3,66	0,22	59,79	*	≤ 5 mg/L
NH ₃	0,10	1,20	0,42	0,34	0,24	0,01	57,52	*	$\leq 3,7$ mg/L
NO ₂ ⁻	0,01	0,18	0,04	0,04	0,03	0,00	64,48	*	$\leq 1,0$ mg/L
NO ₃ ⁻	<0,1	1,09	0,20	0,16	0,20	0,01	99,17	*	$\leq 10,0$ mg/L
Vazão (m ³ /s)	2,89	173,36	27,03	8,50	42,99	2,53	159,06	ns	ND

Em que: * significativo ($P < 0,05$); ns - não significativo ($P > 0,05$); pH – potencial hidrogênico; ORP - Milivolt- potencial de redução da oxidação; DO (ppm) – oxigênio dissolvido (ppm); Cm (μ S) – Condutividade; TDS - Sólidos totais (mg/L); PSU – Salinidade (%); Temp – Temperatura ($^{\circ}$ C); CT – Coliformes termotolerantes; DBO – Demanda bioquímica de oxigênio 100(mg/L); NO₂⁻ – Nitrito (mg/L); NO₃⁻ – Nitrato(mg/L); NH₃– Amônia(mg/L); CONAMA – Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA n.º.357/05.

Pode-se observar que os parâmetros pH e Temperatura foram os mais homogêneos, já que obtiveram os menores coeficientes de variação (CV) de 5,94 e 9,28%, respectivamente, enquanto vazão, nitrato, nitrito, DBO e amônia obtiveram os

maiores coeficientes de variação com CV, entre 159,06 a 57,52% (Tabela 5), o que indica grande variabilidade desses parâmetros dentro do mesmo trecho do rio Itanhém no período avaliado. O pH foi o que menos variou, com menor amplitude e

menor CV. A vazão no dia da coleta, além de alta amplitude, apresentou o maior coeficiente de variação (CV=159,06%) dentre os parâmetros analisados. Os demais parâmetros mantiveram-se em uma faixa intermediária de variação.

Verificou-se que a maioria dos parâmetros avaliados tem seus valores máximos ou mínimos dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e, por conseguinte, foram considerados importantes indicadores para a qualidade do corpo de água em estudo, destacando-se, conforme os valores dispostos na Tabela 5, que variáveis importantes como DBO e coliformes termotolerantes, na média geral, estão fora dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para classificação de um rio de classe 2 (Tabela 2), como foi o caso do corpo de água em estudo.

Na Tabela 6, pode-se observar que, ao se avaliar os mesmos parâmetros, isolando-se os

pontos de coleta, os pontos 2, 5, 6 e 7 apresentaram o maior número de indicadores observados com valores em desacordo com o recomendado na referida resolução. Contrariando os valores dos pontos citados, foi possível observar a ocorrência de valores satisfatórios na qualidade da água nos pontos 3, 4 e 6, indicados por parâmetros como o DBO, coliformes termotolerantes, menor condutividade, bem como melhores níveis de OD. Ou seja, à medida que ocorre o afastamento dos pontos próximos a despejos de efluentes, que apresentaram qualidade inferior ao que se é exigido, há uma indicação de recuperação natural do rio com o fenômeno da autodepuração. De acordo Von Sperling (2014), a autodepuração é o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações causadas por despejos de efluentes e tal equilíbrio está diretamente ligado aos parâmetros avaliados.

Tabela 6. Médias seguida do erros-padrões da média dos parâmetros analisados nas 12 campanhas nos oito pontos de coleta (em negrito estão os valores fora do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/ 2005 para rios de classe 2)

Variável	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
pH	6,93 ^b	6,82 ^b	6,944 ^b	7,30 ^a	7,50 ^a	7,21 ^a	7,405 ^a	7,23 ^a
ORP	157,00 ^b	169,44 ^{ab}	162,77 ^{ab}	163,83 ^{ab}	162,72 ^{ab}	180,36 ^a	174,83 ^{ab}	177,81 ^a
DO	8,26 ^b	8,34 ^{ab}	9,12 ^{ab}	9,42 ^{ab}	9,54 ^a	9,35 ^{ab}	9,09 ^{ab}	9,24 ^{ab}
CmA	217,78^a	218,08^a	186,00^a	198,53^a	198,36^a	198,89^a	201,78^a	199,86^a
TDS	107,69 ^a	109,03 ^a	92,97 ^a	99,25 ^a	99,28 ^a	99,44 ^a	100,97 ^a	99,97 ^a
PSU	0,10 ^a	0,10 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a
Temp	26,67 ^b	26,63 ^b	27,07 ^{ab}	27,79 ^{ab}	28,28 ^{ab}	28,21 ^{ab}	28,39 ^{ab}	28,96 ^a
CT	2,67 ^{cd}	4,46^a	3,10^b	2,70 ^c	3,35^b	2,73 ^c	3,19^b	3,43^b
DBO	8,60^a	6,66^{ab}	5,29 ^{ab}	5,37 ^{ab}	5,78^{ab}	4,99 ^b	5,77^{ab}	6,56^{ab}
NH3	0,17 ^a	0,42 ^a	0,42 ^a	0,78 ^a	0,44 ^a	0,30 ^a	0,27 ^a	0,56 ^a
NO₂⁻	0,03 ^{bc}	0,04 ^b	0,03 ^{bc}	0,03 ^{bc}	0,03 ^{bc}	0,03 ^c	0,07 ^a	0,07 ^a
NO₃⁻	0,29 ^a	0,17 ^{ab}	0,20 ^{ab}	0,11 ^c	0,12 ^{ab}	0,11 ^b	0,29 ^a	0,33 ^a

Em que: pH – potencial hidrogênico; ORP - Milivolt-potencial de redução da oxidação; DO (ppm) – oxigênio dissolvido (ppm); CmA (μS) – Condutividade; TDS - Sólidos totais (mg/L); PSU – Salinidade (%); Temp – Temperatura(°C); CT–Coliformes termotolerantes(log); DBO–Demanda bioquímica de oxigênio100; NO₂⁻–Nitrito

(mg/L); NO₃⁻ Nitrito(mg/L); NH₃– Amônia(mg/L). *Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Wilcoxon (P<0,05).

As amostras de água coletadas apresentaram pH (Tabela 6) dentro do estipulado pela Resolução CONAMA n°. 357/2005, que considera normal de 6,0 a 9,0 para que os organismos não sofram grandes danos. Braga *et al.* (2005) afirmam que muitas substâncias decorrentes da atividade humana despejadas no meio aquático podem alterar significativamente o pH, como as deposições ácidas da poluição atmosférica, bem como o gás carbônico que ao dissolver-se na água forma o ácido carbônico reduzindo o pH.

De acordo com a Tabela 6, observou-se, no ponto 1, que as amostras de água coletadas nas 12 campanhas apresentaram uma alta carga de DBO, com uma média de 8,60, bem como a presença significativa de coliformes que variou de <300 a 1500 NMP, com média de $556,36 \pm 65,19$ NMP, durante as 12 campanhas, e os maiores valores foram encontrados nas campanhas 5 (1500 NMP), 10 (920 NMP) e 4 (740 NMP). Já as menores cargas de coliformes totais foram nas campanhas 1, 2, 3, 11 e 12, com <300 NMP, assim como na campanha 7, com 360 NMP. Ou seja, o referido ponto apresenta boa qualidade microbiológica ao se considerar o tipo de atividade econômica desenvolvida na área, a exemplo da criação de gado, que justificaria a elevada presença de coliformes termotolerantes, o que é agravado pela ausência de vegetação ripária e vegetação robusta no perímetro.

Indicadores como OD, salinidade, condutividade, amônia, nitrito, nitrato e coliformes termotolerantes estão dentro do que dispõe a Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece valores para coliformes de no máximo 1000 NMP, nitrato abaixo de 10 mg/L, nitrito <1,0 mg/L, amônia <3,7 mg/L e OD acima de 5mg/L, o que deixa P1 enquadrado nos padrões para estes indicadores.

O ponto 2 se destacou negativamente nas 12 campanhas devido à peculiaridade de estar situado no centro da cidade de Medeiros Neto-BA, caracterizada como uma cidade de pequeno porte, com uma população total estimada de pouco mais de 22 600 habitantes (IBGE 2019) e por permear a cidade, passa por diversos quintais que se estendem até margem do rio, possibilitando que muitas residências e também pequenos comércios despejem seus dejetos diretamente no corpo de água. Os valores para coliformes no P2 são muito elevados ($46690,91 \pm 7177,84$), com média 45 vezes maior do que preconiza a legislação vigente.

Os parâmetros pH e o OD, embora dentro dos padrões, são os mais baixos dentre os pontos estudados, respectivamente $6,82 \pm 0,04$ e $8,34 \pm 0,37$ e, em contrapartida, apresenta alta condutividade elétrica, o maior valor de TDS (Sólidos Dissolvidos Totais) e os valores de DBO, (6,66), acima do recomendado. Nesse ponto, os menores valores para coliformes termotolerantes ocorreram durante as campanhas 1, com 4200 NMP e 5, realizada imediatamente após uma forte chuva (vazão de 144,26 no dia da coleta), que pode ter nivelado as condições entre os pontos, com os valores para CT de 4300 NMP. Desse modo, nas demais campanhas os valores para este indicador estiveram acima do recomendado, chegando à máxima de 110000 NMP nas campanhas 4, 8 e 11.

Fica evidenciado que a ação antrópica, ao propiciar a elevação das cargas orgânicas no rio, provoca um certo grau de alterações nos parâmetros avaliados, causando uma severa desestabilização no que diz respeito à qualidade da água e que, embora o ponto 2 tenha apresentado diversas variáveis fora dos padrões, outros parâmetros como amônia, nitrito e nitrato estão dentro do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos de água de nível 2, pois ao se observar a Tabela 5 pode-se verificar que os valores dos indicadores citados não ultrapassam a máxima permitida.

No ponto 3, localizado a uma distância aproximada de 14 km da cidade de Medeiros Neto, houve uma ligeira melhora em relação ao ponto 2. O valor médio de OD elevado ($9,12 \pm 0,31$), pH próximo de 7 ($6,94 \pm 0,04$), e DBO ($5,29 \pm 0,62$), encontram-se bem próximo ao que se é exigido na CONAMA 357, os valores médios de CT ($3318,18 \pm 1164,01$), são elevados, pois embora não haja presença de residências nas proximidades, há criação de gado no perímetro, apresentou valores abaixo de 1000 NMP, nas campanhas 1, 2, 3, 8 e 9 (respectivamente <300, 720, <300, 360 e 920 NMP), teve sua média elevada na campanha 11, na qual os valores chegaram a 24000 NMP. Neste ponto, observou-se que as margens apresentam conservação de matas ciliares, fato que pode ter contribuído positivamente na qualidade da água.

O ponto 4, que fica localizado antes da passagem do rio pelo povoado de Nova Lídice e a uma distância aproximada de 50 km de curso do ponto 2, apresenta valores médios de OD ($9,42 \pm 0,36$), DBO próximo de 5 ($5,37 \pm 0,48$), também o seu pH ($7,34 \pm 0,10$) sempre próximo a

7. Em P4, constatou-se atividade agropecuária e, além disso, pode-se observar um certo grau de assoreamento naquela área do rio que apresenta um banco de areia no seu interior, o qual em períodos secos tem uma profundidade aproximada de 50cm, enquanto as áreas próximas às margens chegam a aproximadamente 1,5 m nos mesmos períodos. Os níveis de coliformes termotolerantes apresentaram baixos valores nos testes de CT, com média de $(687,27 \pm 111,40 \text{ NMP})$, mostrando-se em desconformidade apenas nas campanhas 4 e 11 (2300 e 1500 NMP), após chuvas na região.

Ao observar o Ponto 5, verificou-se valores satisfatórios para OD sua média geral nas 12 campanhas, é a maior de todos os pontos $(9,54 \pm 0,36)$ e os valores de DBO 100 $(5,78 \pm 0,49)$ apresentaram médias próximas dos valores recomendados na resolução CONAMA 357/2005. A velocidade da água neste ponto P5 é elevada devido à existência de uma pequena depressão onde há muitas pedras que contribuem para aeração da água. Todavia, por estar localizado após a passagem pelo distrito de Nova Lídice, recebe grande carga orgânica de efluentes próximos e diretamente de residências daquela localidade, apresentando valores para coliformes nos testes CT $(4329,09 \pm 805,85 \text{ NMP})$, o que pode indicar que os efluentes não estão recebendo o devido tratamento antes de serem dispensados no corpo d'água em estudo.

O Ponto 6, localizado na cidade de Teixeira de Freitas, apresenta excelentes médias para os parâmetros analisados, ao se considerar os valores recomendados pela CONAMA 357/2005, dispostos na Tabela 2, apresentando DBO 100 $(4,99 \pm 0,55)$ e coliformes termotolerantes, nos testes para CT $(794,55 \pm 132,54)$, dentro dos padrões exigidos na referida resolução, bem como apresenta bons níveis de OD $(9,35 \pm 0,31)$. Observou-se que no perímetro onde também há criação de gado, existe um remanescente de vegetação ripária que pode contribuir positivamente na qualidade da água naquela localidade. Embora sua localização esteja muito próxima à cidade de Teixeira de Freitas, é um dos pontos com distância considerável do lançamento de efluentes, a aproximadamente 39 km de curso de P5.

O ponto 7 apresenta algumas particularidades, por ser um ponto que fica após a passagem do rio pelo município de Teixeira de Freitas, foi verificada a existência de outorgas de

captação e lançamento em favor de um matadouro/frigorífico que opera na região e também o despejo do córrego charqueada, que corta a cidade de Teixeira de Freitas e faz parte da bacia de contribuição, ambos antes do ponto 7, o que pode influenciar negativamente nas taxas de alguns dos indicadores. É um ponto que apresenta valores de OD $(9,09 \pm 0,28)$ e pH $(7,40 \pm 0,05)$, mas apresenta péssimos resultados para coliformes termotolerantes (CT) $(3601,82 \pm 1153,82 \text{ NMP})$, com média quase quatro vezes acima do recomendado para rios de classe 2, apresentando valores para este indicador dentro do recomendado pela CONAMA 357/2005 nas campanhas 1, 2, 3, 7 e 11 (respectivamente, 360, <300, 920, 920, 920 NMP) e valor máximo de 24000 NMP na campanha 5. A condutividade elétrica neste ponto, figura entre as mais altas $(212,97 \pm 10,97)$, menores apenas do que os valores encontrados em P1, P2 e P8, o que indica impureza da água e mais sólidos em suspensão naquele trecho.

O ponto 8, que fica localizado a uma distância aproximada de 100km de curso do ponto 01, é o mais distante do lançamento de efluentes do município de Medeiros Neto, não apresentou valores satisfatórios para os parâmetros DBO e CT, pois recebe os efluentes tratados da cidade de Teixeira de Freitas, lançados pela EMBASA logo após a passagem do rio pelo ponto 7. O Ponto 8 apresentou altos valores de coliformes termotolerantes $(12383,64 \pm 2672,68 \text{ NMP})$, com valor médio, 12 vezes maior do que o recomendado pela resolução CONAMA 357/2005, apresentou-se em conformidade apenas nas campanhas 1, 2, 8 e 12 (respectivamente, <300, <300, 360 e <300 NMP) chegando ao valor máximo de 46000 NMP na campanha 4, que ocorreu após fortes chuvas na região e, embora apresente bons níveis de OD $(9,24 \pm 0,33)$, o valor da DBO $(6,56 \pm 0,50)$ está fora do estabelecido na resolução citada. Neste ponto do rio foi possível observar a 3ª maior taxa da condutividade elétrica $(213,17 \pm 8,63)$, indicando em maior grau a existência de impurezas.

Dos parâmetros observados, os que mais chamaram a atenção por apresentarem variações importantes ao se comparar os pontos de coleta avaliados foram o Oxigênio Dissolvido (OD), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), a condutividade elétrica e principalmente os coliformes termotolerantes (EC), que são excelentes indicadores de contaminação em corpos

d'água, havendo pontos, como no ponto 1, que apresentou média para EC de $556,36 \pm 65,19$ NMP e, por conseguinte, dentro do recomendado. Por outro lado, houve um extraordinário aumento no ponto 2, localizado a 1,2 km do primeiro ponto, em que P2 apresentou média de $(46690,91 \pm 7177,84$ NMP), valor muito além do recomendado na CONAMA357/2005.

Ao se considerar o período de coletas, que foi de agosto de 2018 a julho de 2019, houve diferentes volumes de chuvas na região, passando por momentos de pouca chuva, ou seja, seco e chuvoso e consequentemente diferentes comportamentos nas variáveis estudadas. Nesse contexto, diversos fatores contribuem para maior variância dos valores obtidos, desde a modificação

na força de arrasto dos rios, que têm os seus volumes aumentados em períodos chuvosos e reduzidos em épocas de estiagem, até a forma de uso e ocupação do solo.

Na região em estudo, foram observadas *in loco*, diversas alterações do uso do solo, como, por exemplo, a criação de gado e monoculturas de eucalipto e cana-de-açúcar, atividades que podem potencializar os problemas de contaminação e ou poluição do rio em estudo, e a partir de dados extraídos a partir do Projeto MapBiomias (MapBiomias, 2019), foi possível isolar o percentual de área ocupada pelas principais atividades desenvolvidas na bacia rio, conforme Tabela 7 abaixo.

Tabela 7. Principais tipos de uso e ocupação do solo por sub-bacia do rio Itanhém, no Extremo Sul da Bahia.

Tipos de uso e ocupação do solo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Formação florestal (%)	8,76	8,75	9,28	8,79	8,78	8,41	8,39	8,34
Floresta plantada (%)	1,02	1,02	1,02	1,19	1,19	1,63	1,63	2,01
Pastagem (%)	76,82	76,82	76,15	76,54	76,57	76,77	76,63	76,41
Mosaico de agricultura e pastagem (%)	7,66	7,66	8,2	8,03	8,02	8,18	8,2	8,17
Cultura anual e perene (%)	5,35	5,35	4,78	4,81	4,81	4,38	4,37	4,28
Infraestrutura urbana (%)	0,12	0,13	0,16	0,15	0,15	0,15	0,3	0,3

Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos da base de dados do Projeto MapBiomias (MapBiomias, 2019)

Ao se observar as médias gerais em períodos secos e chuvosos da Amônia, Nitrito e Nitrato, que são formas reduzidas do nitrogênio, foi possível concluir que em períodos secos as médias para tais nutrientes foram respectivamente 0,33 mg/L 0,04 mg/L 0,16 mg/L, e as médias para os períodos chuvosos foram 0,48mg/L0,04 mg/L, 0,23 mg/L. Essa diferença com valores maiores nos períodos de chuvas é um forte indicador da contribuição das atividades agrícolas desenvolvidas no entorno rio, considerando-se a força de arrasto nos períodos chuvosos, que varrem o solo em direção aos rios, conforme valores dispostos na Tabela 8.

Conclusões

A maioria das variáveis utilizadas neste trabalho foram eficazes na determinação da qualidade da água do corpo d'água estudado, mostrando que o trecho avaliado do rio Itanhém apresenta diferentes zonas de contaminação causadas por diferentes fontes, sendo as áreas no entorno dos aglomerados urbanos, principalmente a jusante das cidades/povoados, as áreas mais afetadas pelos lançamentos de efluentes urbanos, o rio Itanhém também apresenta zonas de recuperação, estas, localizadas após se distanciar das áreas com altas cargas orgânicas, evidenciando a presença do fenômeno da autodepuração.

Tabela 8, Áreas, em km², de uso e ocupação do solo no ano de 2018 nas sub-bacias a montante do ponto de coleta entre M. Neto e Teixeira de Freitas - BA

Uso do solo	Sub-bacia Ponto 1	Sub-bacia Ponto 2	Sub-bacia Ponto 3	Sub-bacia Ponto 4	Sub-bacia Ponto 5	Sub-bacia Ponto 6	Sub-bacia Ponto 7	Sub-bacia Ponto 8
Formação Florestal	297,41	297,41	379,20	385,23	385,23	405,76	406,60	413,29
Outra formação natural não florestal	0,20	0,21	0,47	1,21	1,25	2,05	2,14	2,56
Floresta Plantada	34,76	34,76	41,74	52,10	52,10	78,79	79,12	99,47
Pastagem	2608,99	2611,09	3111,92	3353,68	3360,47	3705,75	3712,37	3785,89
Mosaico de Agricultura e Pastagem	260,11	260,24	335,12	351,76	351,82	394,91	397,32	405,02
Cultura Anual e Perene	181,78	181,78	195,23	210,95	210,95	211,63	211,70	212,05
Cultura Semi-Perene	5,11	5,11	11,84	14,37	14,37	14,37	14,38	14,38
Infraestrutura Urbana	4,09	4,52	6,45	6,61	6,77	7,08	14,70	14,90
Outra Área não vegetada	0,72	0,72	0,92	1,06	1,06	1,08	1,08	1,42
Afloramento Rochoso	2,81	2,81	3,63	4,34	4,34	5,14	5,14	5,17
Mineração	0,00	0,00	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Rio, Lago e Oceano	0,13	0,13	,21	0,23	0,23	0,25	0,25	0,31
Área total da Sub-bacia	3396,12	3398,79	4086,74	4381,57	4388,62	4826,84	4844,84	4954,50

*Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos da base de dados do Projeto MapBiomias (MapBiomias, 2019).

Referências

- BRASIL. 2012. LEI 12651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acessado em: 10 de agosto de 2019.
- BRASIL. 2019. LEI 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos
- Rocha, E. S.; Pires, L. C.; Silva, J. B L.; Silva, A. G.; Fortuna, J. L.; Santos, I. C

- 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: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acessado em 07/11/2019.
- BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA N 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acessado em: 01 de maio de 2018.
- CEMIG. 2018. (Companhia Energética de Minas Gerais): BACIAS DO LESTE. Disponível em: http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/ambientais/peixe_vivo/Paginas/bacias_do_este.aspx. Acesso em: 14 abril 2018.
- CETESB. 2018. (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorio/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: 14 abril 2018.
- Corrêa, T.S.; Araújo, R.R.; Aparecida, M. 2015. Capacidade autodepurativa do córrego do limoeiro após lançamento de efluente tratado. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, 11, 310–325.
- Esteves, F. A. 2017. Fundamentos da limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2017. 828 p. ISBN9788571932715.
- INEMA. 2019. (Instituto do Meio Ambiente e Recurso Hídricos) SEIA - Sistema Estadual de
- Informações Ambientais e de Recursos Hídricos - MÓDULO DE MONITORAMENTO 2019. Disponível em: <http://monitoramento.seia.ba.gov.br/>. Acesso em 12/08/2019.
- MAPBIOMAS. 2019. Disponível em: <http://www.mapbiomas.org/>. Acesso em: novembro de 2019.
- Muniz, C.; Antunes, M.; Catarina, S. D. S.; Catarinense, P.; Oliveira, A. C. 2014. Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, 75–87.
- Oliveira, D.G.; Vargas, R.R.; Saad, A.R.; Arruda, R.O.M.; Dalmas, F.B.; Azevedo, F.D. 2018. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos (SP). Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 13, e2131.
- Palma-Silva, G. M.; Tauk-Tornisiello, S. M.; Pião, A. 2007. Capacidade de autodepuração de um trecho do rio Corumbataí, SP, Brasil. Holos Environment, 7, 139–153.
- Queiroz, L. G.; Silva, F. T.; Paiva, T. C.B. 2017. Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 12, 238–248.
- Sarmiento-Soares, L.M., Mazzoni, R.; Martins-Pinheiro, R.F. 2010. A fauna de peixes na bacia do rio Itanhém, leste de Minas Gerais e extremo Sul da Bahia. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 5, 47–61.
- Tucci, C. E. M. 1997. Hidrologia: ciência e aplicação. 4.ed. Porto Alegre: ABRH/Editorada UFRGS, 2009. 40p.
- Vanderzant, C., Splittstoesser Df. 1992. Compendium of methods for the
- Rocha, E. S.; Pires, L. C.; Silva, J. B L.; Silva, A. G.; Fortuna, J. L.; Santos, I. C

microbiological examinations of foods. 3rd edition. Washington: American Public Health Association (APHA).

Vasco, A, N.; Britto, F, B.; Pereira, A, P, S.; Mélo Júnior, A, V, M.; Garcia, C, A, B.; Nogueira, L,

C, 2011. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté,6,118-130, Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/928/92817183010.pdf>. Acessado em 20 de dezembro de 2019.