

AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS EFLUENTES LANÇADOS EM UM CORPO HÍDRICO URBANO NA AMAZÔNIA

EVALUATION AND PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF EFFLUENTS RELEASED IN AN URBAN WATER BODY IN THE AMAZON

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE EFLUENTES LANZADOS A UN CUERPO HÍDRICO URBANO EN LA AMAZONIA

Edinelson Saldanha¹
Luciane de Godoi²
Lígia Mangini³

Resumo

A revolução industrial e o desenvolvimento dos centros urbanos impactaram significativamente o meio ambiente, especialmente os recursos hídricos. Na Amazônia, um grande volume de água doce está comprometido, devido ao lançamento desordenado dos efluentes. Destarte, o monitoramento para o controle dos níveis de contaminantes e parâmetros de potabilidade das águas urbanas é de extrema relevância. Neste sentido, o objetivo principal desta pesquisa foi determinar as características físico-químicas dos efluentes domésticos brutos lançados no córrego do Irurá, em Santarém-PA, a partir da análise de três pontos amostrais. A maioria dos parâmetros avaliados não estava de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 — o que afeta os índices de qualidade e potabilidade da água. Dessa forma, evidencia-se o alto grau de degradação ambiental causado pelo lançamento de esgoto a céu aberto.

Palavras-chave: Índice de Qualidade da Água (IQA); CONAMA; água; qualidade; Amazônia.

Abstract

The industrial revolution and the development of urban centers have significantly impacted the environment, especially water resources. In the Amazon, a large volume of fresh water is compromised, due to the disorderly release of effluents. Thus, the monitoring for the control of contaminant levels and potability parameters of urban waters is extremely relevant. Therefore, the main objective of this research was to determine the physicochemical characteristics of the raw domestic effluents discharged into the Irurá stream, in Santarém-PA, from the analysis of three sampling points. Most of the parameters evaluated were not in accordance with CONAMA Resolution No. 357 — which affects water quality and potability indexes. Thus, the high degree of environmental degradation caused by the release of open sewage is evident.

Keywords: Water Quality Index (IQA); CONAMA; water; quality; Amazon.

Resumen

La revolución industrial y el desarrollo de los centros urbanos han impactado de forma significativa el medioambiente, especialmente los recursos hídricos. En Amazonia, un gran volumen de agua dulce se encuentra comprometido debido al lanzamiento desordenado de efluentes. Por lo tanto, el monitoreo para el control de los niveles de contaminantes y los parámetros de potabilidad de las aguas urbanas es de suma relevancia. En ese sentido, el objetivo principal de esta investigación fue determinar las características físicoquímicas de los efluentes domésticos brutos lanzados en la quebrada Irurá en Santarém-Pará, a partir del análisis de tres puntos muestrales. La mayoría de los parámetros evaluados estuvieron en desacuerdo con la Resolución CONAMA nº 357 — lo que

¹Acadêmico no curso de Química do Centro Universitário Internacional UNINTER. E-mail: edinelson_saldanha@hotmail.com.

²Docente no Centro Universitário Internacional UNINTER E-mail: luciane.g@uninter.com.

³E-mail: ligia@uninter.com.

afecta los índices de calidad y potabilidad del agua. De esa manera, se evidenció el alto grado de degradación ambiental provocada por la descarga de aguas servidas a cielo abierto.

Palabras-clave: Índice de Calidad del Agua (IQA); CONAMA; agua; calidad; Amazonia.

1 Introdução

A degradação ambiental é um tópico amplamente discutido, devido à relação predatória do homem para com a natureza — impactando negativamente o ecossistema. Neste contexto, os recursos hídricos foram os mais afetados por estas ações, conduzindo a questão hídrica ao tema central de grandes debates mundiais no século XXI, especialmente no que diz respeito à falta d'água no planeta. Esta escassez é um problema que assola a maioria dos países africanos, e já começa a afetar os países europeus. Atualmente, sabe-se que o uso do solo, em conjunto com determinadas características geomorfológicas da bacia hidrográfica, é o que irá definir seu comportamento frente a eventos hidrológicos — como a precipitação, o escoamento superficial e subterrâneo, a evapotranspiração e a infiltração —, podendo indicar, por exemplo, uma maior ou menor tendência a enchentes (SALDANHA, 2018).

Ao longo dos séculos, a humanidade vem diversificando seus modos de uso da água, tendo como consequências o desperdício e destino inapropriado deste recurso. Destarte, a busca pelo controle e minimização dos impactos ambientais tem sido cada vez mais discutida mundialmente. No Brasil, por exemplo, instituiu-se, em 1971, o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, que, no decorrer dos anos, passou por intensas discussões entre as esferas estaduais e municipais (DANTAS *et al.* 2012). O intuito era definir responsáveis e suas competências na execução das medidas e diretrizes estabelecidas pelo PLANASA; entretanto, o plano entrou em falência, deixando o setor de saneamento esquecido durante anos — sendo colocado em pauta novamente em 1991.

Até que, em 2007, sancionou-se a Lei Federal nº 11.445, chamada Lei de Saneamento Básico, com vigência no mesmo ano; a lei delegava aos municípios a elaboração de planos municipais, definindo horizontes de universalização da prestação de serviço — além de estabelecer vários pontos de atuação, como a coleta e o tratamento de esgoto (MORANO, 2009).

Mesmo com a criação do arcabouço legal, não houve um aumento significativo na quantidade de ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) no país, já que o avanço da expansão urbana tem gerado um grande volume de efluente sem destinação ou tratamento adequado. Neste contexto, o município de Santarém-PA, situado na região Amazônica, com pouco mais

de 300 mil habitantes, tem menos que 25% do efluente gerado no município com tratamento e disposição final.

Os serviços de saneamento básico são essenciais para a promoção da saúde pública. A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada para consumo humano, esgotamento sanitário, limpeza pública, manejo dos resíduos sólidos e de drenagem urbana são serviços que compõem o conjunto de saneamento básico. Logo, a inexistência e pouca efetividade de algum desses serviços poderá causar o comprometimento da qualidade de vida (OLIVEIRA, 2018). A qualidade da água reflete os efeitos agregados de rios, bem como os processos ao longo do caminho percorrido por ela, sendo influenciada pelas características da bacia hidrográfica (MASSOUD, 2012); desta forma, torna-se relevante avaliar a qualidade da água para ajustá-la aos seus respectivos usos (SINGH *et al.*, 2005).

Segundo Lopes (2008), no processo de avaliação da qualidade das águas superficiais, deve-se empregar métodos de fácil compreensão, para que esta informação possa ser transmitida aos usuários deste recurso, tendo destaque a utilização dos índices de qualidade das águas (IQA), proposto pela CETESB — que tem sido uma boa alternativa para acompanhar as alterações na qualidade de água ao longo de uma bacia hidrográfica ou do tempo, sejam elas de origem antrópica ou natural.

Com isso, o objetivo principal deste artigo é a caracterização físico-química dos efluentes domésticos brutos lançados a céu aberto no córrego do Irurá, em Santarém-PA. Ainda são objetivos específicos deste: realizar o enquadramento legal, conforme a resolução do CONAMA n° 357/2011, dos pontos de montante e jusante do corpo receptor, bem como calcular o IQA dos pontos amostrais.

2 Problemática local

Segundo Esteves (2011), existem, aproximadamente, 1.386 milhões de km³ de água na terra; entretanto, 97,5% são compostos por água salina e somente 2,5% de água doce. A maior parte da água doce está na forma de gelo e neve permanente (1,72%), outra parte importante está nos reservatórios subterrâneos (0,72%) e somente 0,06% do total é de água doce presente nos lagos, rios, biomassa etc.

Embora o saneamento seja um direito constitucional, a cobertura deste serviço ainda permanece deficiente em diversos municípios brasileiros. Cerca de 10 milhões de domicílios não têm acesso à água canalizada e apenas 59,1% estão ligados diretamente à rede coletora de esgoto (OLIVEIRA, 2017).

Em todo o mundo, a diarreia aguda representa uma doença de alta morbimortalidade, especialmente nos países em desenvolvimento. Entre as faixas etárias mais suscetíveis à doença estão as crianças de até 5 anos. O relatório da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) aponta que, em 2017, 8% da mortalidade, equivalente a 448 mil crianças com menos de 5 anos, morreram devido à diarreia no mundo (BRASIL, 2021). No Brasil, foram contabilizados 218.012 indivíduos internados por essa doença em 2018, sendo 36,2% deste total compostos por crianças menores de 5 anos (BRASIL, 2021).

A ineficiência e/ou inexistência do sistema convencional de esgotamento sanitário leva a população a utilizar meios alternativos para atender as suas necessidades, para isso realizam ligações clandestinas nas galerias de águas pluviais e o lançamento *in natura* a céu aberto. Essas formas inadequadas de despejos de esgotos sanitários causam sérias consequências para o meio ambiente e para a saúde pública, poluindo mananciais e contaminando corpos d'água superficiais e subterrâneos (GIESTA, 2005).

Neste contexto, existem dois tipos de poluição: a poluição difusa ocorre quando os poluentes atingem os corpos hídricos de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo, o seu controle é difícil em comparação com a poluição pontual. Exemplos típicos de poluição difusa são os lançamentos das drenagens urbanas, escoamento de água de chuva sobre campos agrícolas e acidentes com produtos químicos ou combustíveis (BARROS, 2008). Já as fontes mistas são aquelas que englobam características de cada uma das fontes anteriormente descritas (PEREIRA, 2004).

O outro tipo de poluição é denominado fonte ou poluição pontual, quando os poluentes são lançados em pontos específicos dos corpos hídricos e de forma individual, as emissões ocorrem de forma equilibrada, podendo-se identificar um padrão médio de lançamento. Geralmente, a quantidade e composição dos lançamentos não sofrem grandes variações ao longo do tempo; alguns exemplos de fontes pontuais de poluição são os lançamentos de esgotos e efluentes industriais (BARROS, 2008).

3 Metodologia

3.1 localização da área de estudo

A cidade de Santarém é sede da região metropolitana do oeste paraense e o segundo maior aglomerado urbano do Pará, pertence à mesorregião do Baixo Amazonas. Situa-se na

confluência dos rios Tapajós e Amazonas, localizada a cerca de 800 km das metrópoles da Amazônia (Manaus e Belém) (IBGE, 2016).

O desenvolvimento do trabalho será realizado em Santarém-PA, na avenida Olavo Bilac. Este ponto amostral foi escolhido em virtude de ser um caminho preferencial das águas servidas, devido à sua declividade e convergência no córrego do Irurá.

Foram coletadas (três) 3 amostras nos períodos chuvosos e (três) 3 amostras em período de estiagem. Na Figura 1, podem ser vistos os locais dos pontos amostrais, à montante do córrego do Irurá (P1), ou seja, antes de receber a carga poluidora. Desta forma, não sofre influência dos efluentes urbanos gerados no segundo ponto, que é o (P2) — o efluente bruto que escorre de forma constante sobre as via públicas; o terceiro corresponde à jusante do ponto de lançamento dos efluentes no corpo receptor (P3).

Fonte: Autor (2021).



Figura 1: Mapa de Localização dos pontos de amostrais.

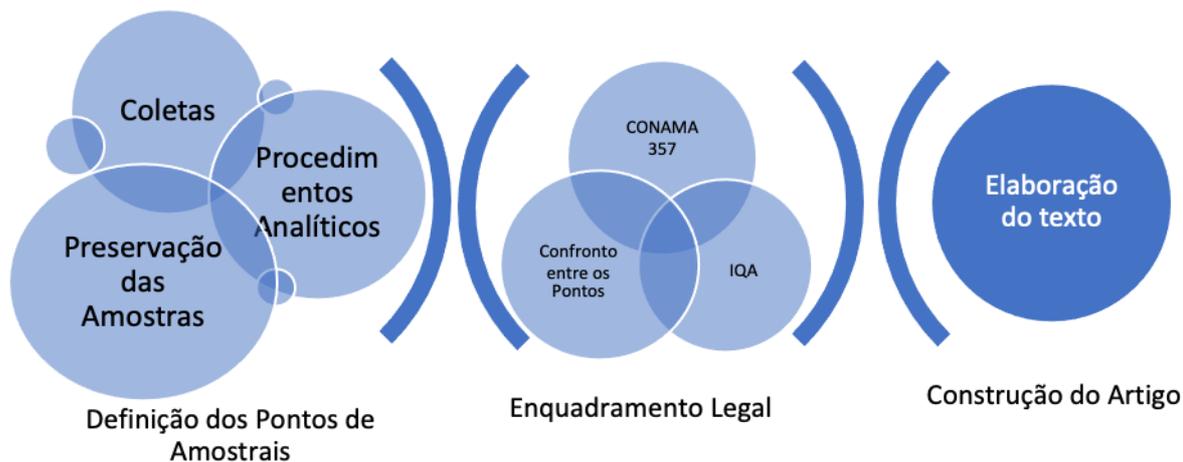
Tabela 1: Descrição dos pontos de coleta

Ponto	Descrição	Foto
P1	Este ponto é à jusante do ponto de lançamento, embora possua habitação próxima, ainda guarda sua área de preservação permanente com cerca de 30 metros, mas já recebeu significativas cargas de poluidoras.	
P2	Este ponto mostra a via pública com cerca de 30 centímetros de lâmina de água, resultado de uma chuva. Porém, ressalta-se a existência de fluxo constante em direção corpo hídrico, mesmo na ausência de pluviosidade.	
P3	Ponto de coleta montante do ponto P1, corpo hídrico receptor da carga de poluentes gerada no ponto P2.	

Fonte: Autor (2021).

A Figura 2 mostra o fluxograma com o desenvolvimento das etapas deste trabalho, iniciando com a coleta das amostras, seguindo o transporte e preservação, bem como a abordagem dos procedimentos das avaliações dos resultados.

Figura 2: Fluxograma do processo metodológico



Fonte: Autor (2021)

3.1.2 Coleta e preservação das amostras

Para as coletas, utilizaram-se garrafas de polietileno estéreis de um litro. As amostras foram conservadas e preservadas, conforme recomendações descritas na NBR 9898/87, que trata da preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores (ABNT, 1987); posteriormente, foram transportadas para o laboratório onde foram processadas e analisadas.

3.1.3 Procedimentos Analíticos

Os parâmetros analisados foram os seguintes: nitrogênio total; fósforo total; amônia; nitrito; nitrato; temperatura; pH; turbidez; sólidos totais dissolvidos; alcalinidade total; oxigênio dissolvido; condutividade; e DBO_5 .

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) foi obtida pelo método de incubação por 5 dias a 20 °C. A amônia, nitrato, nitrito e fósforo total foram determinados pelo método de espectrofotometria, para determinar a turbidez das amostras se utilizou um turbidímetro digital de bancada, já a alcalinidade total foi realizada através de titulação com ácido sulfúrico. Todos os procedimentos analíticos foram realizados através de procedimentos padrões, descritos pelo *Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater* (APHA, 2012).

As análises físico-químicas, tais como: aferição de pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica foram realizadas *in loco*, onde a frequência de oxigênio dissolvido (mg/L) foi aferida com auxílio de um oxímetro digital; a temperatura (°C) e pH foram aferidos

com potenciômetro digital e a condutividade elétrica foi obtida com uso de um condutivímetro portátil ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

3.1.4 Enquadramento legal

Os resultados foram confrontados com os valores de referência das legislações pertinentes, estabelecido pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), e com os valores encontrados no ponto P1, ou seja, antes de pôr influências dos efluentes P2 sobre o corpo receptor.

3.1.5 Índice de qualidade de água

Segundo Libânio (2005), o IQA (índice de qualidade de água) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos. É um indicador que, através das características físicas, químicas e biológicas, é um balizador da qualidade das águas de um corpo hídrico. O IQA pode variar entre 0 a 100, sendo calculado pela seguinte equação:

$$\text{IQA} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

q_i : qualidade do i — éximo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida.

w_i : peso correspondente ao i — éximo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

O índice de qualidade de água (IQA) confronta a qualidade dos corpos hídricos e monitora as alterações a nível temporal e espaciais acerca da qualidade da água, refletindo a sua contaminação por ações antrópicas, tais como esgoto doméstico, resíduos industriais ou agropecuários (ANDRADE *et al.*, 2005; LOPES *et al.*, 2008; SÁNCHEZ *et al.*, 2007).

A partir do cálculo, determina-se a qualidade da água, tendo como base a classificação apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação segundo o índice de qualidade de águas (IQA)

Classificação do IQA - CETESB	
Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$

Boa	51<IQA≤79
Regular	36<IQA≤51
Ruim	19<IQA≤36
Péssima	IQA≤19

Fonte: CETESB (2004).

4 Resultados e discussões

A Tabela 3 apresenta os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, entre eles destacamos: nitrogênio total; fósforo total; nitrogênio total; temperatura; pH; turbidez; sólidos totais dissolvidos; alcalinidade total; oxigênio dissolvido; condutividade; DBO₅; e coliformes fecais e totais dos três pontos (P1, P2 e P3) amostrais — na campanha realizada em tempos chuvosos, bem como o referido enquadramento legal, conforme a Resolução Conama 357/05, para rios de classe 2.

Tabela 3: Resultados das campanhas dos pontos de amostras (Chuvoso)

Parâmetro	Unidade	Metodologia de Referência	VMP	P1	P2	P3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Oxímetro	>5	5,31	4,12	4,32
pH	mg/L	ABNT NBR 12620	5 a 9	4,2	6,15	6,5
DBO	mg/L	SM-5210B	>5	4,72	7,42	5,30
Temperatura	°C	Termômetro	N.E	26	25	25
Nitrogênio Total	mg/L	ABNT NBR 10560	N.E	0,249	4,10	0,593
Fósforo total	mg/L	SM-3120B	0,1	0,18	19,87	6,21
Turbidez	UNT	Turbidímetro	100	12,41	2715,60	189,79
Cor Aparente	mg Pt/L	-	75	32,44	1896,80	1219,75
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	SW 2540-B	N.E	1,46	1.618	10,59
Materiais Sedimentáveis	mg/L	-	N.E	0,4	0,8	0,8
Coliformes Totais	NMP/100 mL	Colipaper	1000/100 mL	40	72.000	5.200
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Colipaper	1000/100 mL	80	48.000	1040

Fonte: Autor (2021)

A Tabela 4 apresenta os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, dentre os quais destacam-se o nitrogênio total, fósforo total, nitrogênio total, temperatura, pH, turbidez, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade total, oxigênio dissolvido, condutividade, DBO₅ e coliformes fecais e totais, dos três pontos (P1, P2 e P3) amostrais, na campanha em tempo de estiagem, bem como o referido enquadramento legal, perante o CONAMA 357/05, para rios de classe 2.

Tabela 4: Resultados das campanhas dos pontos de amostras (Estiagem)

Parâmetro	Unidade	Metodologia de Referência	VMP	P1	P2	P3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Oxímetro	>5	4,41	5,62	4,79
pH	mg/L	ABNT NBR 12620	5 a 9	4,78	6,35	8,4
DBO	mg/L	SM-5210B	>5	4,2	8,15	9,40
Temperatura	°C	Termômetro	N.E	25	26	25
Nitrogênio Total	mg/L	ABNT NBR 10560	N.E	0,4	3,40	0,64
Fósforo total	mg/L	SM-3120B	0,1	0,18	19,30	7,89
Turbidez	UNT	Turbidímetro	100	12,41	2015,72	135,79
Cor Aparente	mg Pt/L	-	75	121,31	1405,60	1128,32
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	SW 2540-B	N.E	2,46	1514	13,45
Materiais Sedimentáveis	mg/L	-	N.E	0,4	0,7	0,9
Coliformes Totais	NMP/100 mL	Colipaper	1000/100 mL	340	83.000	6.200
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Colipaper	1000/100 mL	280	67.000	1280

Fonte: o autor (2021)

Os pontos P2 e P3 apresentam baixas concentrações de oxigênio dissolvido para ambas as campanhas, nos períodos chuvoso e de estiagem, permanecendo abaixo do mínimo (5mg/L) — valor pré-estabelecido na Resolução Conama 357 para rios de classe II; somente no P2 a concentração de oxigênio dissolvido foi maior que o valor de referência — o que se deve, provavelmente, aos altos fluxos de vazão. Os níveis baixos de oxigênio dissolvido estão relacionados à baixa renovação das águas, à elevada concentração de matéria orgânica e ao excesso de plantas aquáticas — fato relevante, pois o ponto P3 recebe a carga de efluentes. As taxas de pH das amostras variaram de 4,3 a 6,5 no período chuvoso e 4,78 a 8,4 no período de estiagem, conforme podem ver visualizadas na Tabela 3. Os valores mais baixos foram encontrados nos pontos P1, ou seja, apresentando caráter ácido — em desacordo com o recomendado na Resolução Conama 357/2005 (pH de 5 a 9); entretanto, segundo Silva (2015), estes resultados, levemente ácidos, são comuns nos rios da região Amazônica. Já os pontos P2 e P3 estão dentro dos valores pré-estabelecidos; contudo, ressaltamos que este aumento nos valores de pH, provavelmente, está relacionado com o recebimento de carga poluidora, pois possuem como características um leve aumento de pH — provocados, possivelmente, pelos íons de amônia e fosfatos presentes nos efluentes domésticos.

Segundo Saldanha (2019), um parâmetro importante é a DBO, pois está diretamente relacionada com a quantidade de oxigênio dissolvido, necessário, na água, para que os microrganismos decomponham estes materiais. Os valores de DBO, analisados em dois pontos

(P2 e P3), em ambas as campanhas, estão acima dos limites que a Resolução 357/2005 estabelece para águas de classe II, estando nos parâmetros pré-estabelecido somente em P1.

Nos efluentes domésticos, o nitrogênio pode aparecer nas formas de amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio orgânico. A soma das concentrações destas diferentes formas de nitrogênio compõe o nitrogênio total, que não é legislado na Resolução Conama 357/2005. Os níveis de nitrogênio total variaram de 0,241 até 4,1 no período chuvoso e de 0,4 até 3,4 no período de estiagem e, analisando os resultados, podemos avaliar que P2 apresenta altas concentrações de nitrogênio total, provavelmente na forma de amônia.

O fósforo total, estabelecido pela Resolução Conama 357/2005, é de 0,1mg/L, para ambientes lênticos. Nas Tabelas 2 e 3, observam-se os pontos em todas as campanhas; com isso, notam-se variações superiores aos recomendados, em todas as campanhas. Conforme apontado por Saldanha (2019), o acúmulo desse nutriente na água favorece o desenvolvimento de algas e macrófitas aquáticas, contribuindo para a intensificação da produção primária — o que favorece o processo de eutrofização e o aumento da concentração de clorofila na água, devido ao crescimento do fitoplâncton no corpo hídrico. Ademais, com o aumento do fósforo no ambiente, há uma maior produção de matéria orgânica do que consumo e decomposição.

Já a turbidez está de acordo com os valores pré-estabelecidos na Resolução Conama 357/2005 para águas de classe II, somente no ponto P1, tanto no período chuvoso como no período de estiagem. Nos outros dois pontos, P2 e P3, os valores ficaram acima dos índices preestabelecidos, em ambas as campanhas. De acordo com Silva (2015), a turbidez mostra-se bastante heterogênea nos rios da Amazônia; entretanto, conforme descrito pela CETESB (2018), o aumento na turbidez é causado por materiais em suspensão, como, por exemplo, argila, silte, matéria orgânica e inorgânica, finamente dividida, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos — fato também corroborado por Silva, em 2008. Segundo Ewerling (2012), a turbidez é um dos parâmetros de qualidade das águas, que possui capacidade de demonstrar relação da dinâmica hidrossedimentar de uma bacia como consequência da erosão acelerada. Destarte, a turbidez é eficaz nas análises ambientais em bacias hidrográficas, já que é possível associar o uso e cobertura do solo a este parâmetro, de modo a detectar danos nos cursos d'água relacionados a atividades humanas, por exemplo.

A cor apresentou grandes variações de valores de turbidez, entre 32,4 mg Pt/L no ponto P1 até 1896,80 mg Pt/L em P2, mostrando que o lançamento de carga sobre o córrego do Irurá é elevado — influenciando diretamente pela cor, já que chega a um valor de 1219,75 mg Pt/L no ponto P3, no período chuvoso. Resultados semelhantes são encontrados no período de estiagem: os altos níveis pluviométricos aumentam o transporte de material orgânico e

inorgânico drenado nas margens dos rios, influenciando na elevação da cor. Em parte, este aumento se deve às ligninas, taninos, substâncias húmicas e fúlvicas, algas, entre outras, provenientes da decomposição de material orgânico, principalmente de origem vegetal — que são causadoras da cor em águas naturais (USEPA, 2015; LEÓN, 2005). De acordo com Von Sperling (2007), as atividades antrópicas influenciam na constituição da cor na água, devido ao lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais nos corpos d'água.

Os processos do intemperismo geram produtos que são encontrados nos corpos d'água na forma iônica; estes são os principais constituintes dos sólidos totais dissolvidos, ou seja, incluem todos os sais e componentes não iônicos. Os sólidos totais dissolvidos podem ser utilizados no controle da poluição dos corpos d'água naturais, como em esgotos sanitários e efluentes industriais — para avaliar a eficiência nas estações de tratamentos de efluentes, conforme aplicado por Marimuthu *et al.* (2013). Podemos verificar que os níveis de sólidos totais dissolvidos subiram de 1,46 mg/L em P1 para 10,9 mg/L no ponto P3; observa-se, também, os elevados índices encontrados no ponto P2 para o período chuvoso, comportamento semelhante a esta são observadas no período de estiagem.

As concentrações de coliformes fecais não apresentaram variações entre os períodos chuvosos e secos. No que se refere ao enquadramento legal, segundo a Resolução Conama 357/2005, o P1 foi a única amostra se que manteve nos valores permitidos. As amostras P2 e P3 estão acima dos valores permitidos; isto se deve, principalmente, ao corpo hídrico sofrer alta influência de esgotos domésticos, já que sofre influência direta e em grande volume de efluente, principalmente no período chuvoso da Amazônia.

Os valores materiais sedimentares diminuem de acordo com o aumento das precipitações de chuva — o que se comprova entre os períodos das campanhas, já que foram realizadas no período em que os estados da região amazônica enfrentam intensas chuvas e no período de estiagem (MORAES, 2002). Segundo Naine (2005), os sólidos sedimentáveis estão ligados, diretamente, à turbidez: quanto maior a concentração dos sólidos sedimentáveis, maior será os níveis de turbidez. Na Tabela 5, encontram-se os índices de qualidade de água (IQA).

Tabela 5: Índice de qualidade de água

Pontos	Índice de Qualidade de Água-IQA	Categoria
P1-Seco	25,71	Ruim
P2-Seco	8,36	Péssima
P3-Seco	13,25	Péssima
P1-Chuvoso	22,40	Ruim

P2-Chuvoso	8,69	Péssima
P3-Chuvoso	14,05	Péssima

Fonte: Autor (2021)

A Tabela 5 apresenta os índices de qualidade de água dos pontos amostrais; neles, é possível averiguar que os índices no P1, em ambas as campanhas, são baixos — ficando na categoria ruim, em ambas as campanhas. Este índice piora à média que recebe a carga poluidora presente em P2, diminuindo ainda mais este índice, chegando à categoria de péssima, corroborado pelos resultados apresentados em P3 — embora os rios de águas brancas possuam elevada acidez, carga de matéria orgânica de origem vegetal e alta turbidez das águas (SALDANHA, 2019). Houve incrementos destes parâmetros após receber a carga poluidora; ademais, não foram identificadas variações significativas entre os períodos da pouca incidência das chuvas e o de chuvas abundantes.

5 Considerações finais

Com base nas análises físico-químicas e microbiológicas realizadas, conclui-se que há no ponto P2 (efluente bruto) a influência direta na qualidade da água do corpo receptor do córrego do Irurá, pois o ponto à montante do corpo receptor (P3) apresentou variações significativas nos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, quando confrontado com ponto (P1) — fato ocorrido em ambas as campanhas, tanto no período chuvoso quanto na estiagem.

Mesmo no ponto (P1), já se observa que parâmetros com os fosfatos e nitratos com concentração característica de poluição por efluente urbano; corroborando este aspecto, tem-se a presença de macrófitas, influenciado pelo aumento das áreas urbanas sobre as áreas de preservação permanente.

O resultado dos índices de qualidade de água (IQA) que saíram da faixa de P1 Seco = 25,71 e P1 Chuvoso = 22,40 para P3 Seco = 13,25 e P3 chuvoso = 14,05, em ambos os casos, saíram da categoria ruim para péssima.

Este trabalho revela a importância do monitoramento dos corpos hídricos urbanos, pois, além de cumprirem suas funções ambientais, são relevantes para comunidade local, não somente como atrativo de entretenimentos de contato primário com a água, mas porque compõe segurança alimentar — já que são *habitats* de espécies de peixes consumidos na região.

Por meio deste trabalho, buscou-se discutir estratégias no que tange ao monitoramento ambiental dos recursos hídricos; entretanto, esta é uma tímida iniciativa, pois se trata de um

estudo pontual em um curto período. Esta discussão deve se estender em nível de bacia hidrográfica como um todo, considerando ainda suas futuras modificações de uso e ocupação do solo e seu crescimento demográfico em sua área de abrangência, especificando, também, as práticas antrópicas e impactos ambientais.

Referências

ANDRADE, M. L. Criação de Tilápias. São Paulo: Nobel, 2005.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20. ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 23 p.

BARROS, Raphael T. de V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2008. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios).

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430/07. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário oficial [da] república federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, ano 148, n. 92, 16 maio 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de informações sobre morbidade hospitalar do SUS. Datasus, [S.l.], [20--]. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DANTAS, F. V. A.; LEONETI, A. B.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Uma análise da situação do saneamento no Brasil. FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 272-284, 2012.

DANTAS, R. L.; ROCHA, A. P. T.; ARAÚJO, A. S.; RODRIGUES, M. S. A.; MARANHÃO, T. K. L. Perfil da qualidade de polpas de fruta comercializadas na cidade de Campina Grande/PB. Revista Verde, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 61-66, 2012.

ESTEVES, F. de A. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

EWERLING, A. M.; PINTO M. P.; WEINHARDT, E. O. S. Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do Rio Taquaral, São Mateus do Sul-PR. Revista RAEGA, Curitiba, v. 24, p. 290-310, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/26264/17475>. Acesso em: 12 ago. 2022.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Panorama Saneamento Brasil Rural. Funasa, [S.l.], 2017. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/programa-saneamento-brasil-rural>. Acesso em: 12 ago. 2017.

GIESTA, J. P.; NETO, C. O. A.; SCUDELARI, A. C. Efeitos da implantação de sistemas de esgotamento sanitário sobre doenças infecciosas e parasitárias em um bairro da cidade de Natal/RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. Anais [...]. Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. p.1-9. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online>. Acesso em: 13 mar. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal - cereais, leguminosas e oleaginosas. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pamclo/2016/default.shtm>. Acesso em: out. 2021.

LOPES, F. B. et al. Assessment of the water quality in a large reservoir in semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 437-445, 2014.

LOPES, F. B. et al. Assessment of the water quality in a large reservoir in semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 437-445, 2014.

MARIMUTHU, T.; RAJENDRAN, S.; MANIVANNAN, M. An analysis of efficiency and water quality parameters of dye effluent treatment plant, Karur, Tamilnadu, India. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology*, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 567-571, 2013.

MASSOUD, M. F. Assessment of water quality along a recreational section of the Damour River in Lebanon using the water quality index. *Environmental Monitoring and Assessment*, [S.l.], v. 184, n. 7, p. 4151-4160, 2012.

MORAES, D. S L; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista Saúde Pública*, [S.l.], n. 36, v. 3, p. 370-374, 2002.

MORANO, C. B. L. O serviço público de saneamento básico e a Lei no 11.445/07: corte de água e a dignidade da pessoa humana. *Fac. Metrop. Unidas – FMU*, São Paulo, n. 31, p. 49-58, 2009.

NAIME, R.; FAGUNDES, R S. Controle da Qualidade da Água do Arroio Portão. *Revista Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 27-35, 2005.

OLIVEIRA, M.V.C.; CARVALHO, A.R.C. Princípios básicos do saneamento do meio. 10. ed. São Paulo: Senac, 2017.

PEREIRA, R.S.; Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos - RERH.*, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 20-36, jul./set. 2004. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>. Acesso em: 20 set. 2013.

SALDANHA E. C. O efeito da alteração nas entradas pedológicas no modelo de SWAT: estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 6, 2018.

SALDANHA, E. C.; NASCIMENTO, T. S. R.; RODRIGUES, R. Avaliação dos danos sobre a qualidade de Água por efluentes de piscicultura: estudo de caso Santa Rosa, Santarém/Pará. Brasília: ENFOC, 2019.

SALDANHA, E. C.; MONTE, C. N.; NASCIMENTO, T. S. R. Avaliação de impacto ambiental causado por efluentes da estação de piscicultura Santa Rosa, Santarém/Pará. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aracaju, v. 11, n.1, p. 260-273, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0024>.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazônica*, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000400017>.

SILVA, S. F.; FERRARI, J. L. Análise espacial de atributos físico-químicos da água em viveiros de piscicultura com geometrias diferentes. *Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 51-63, 2015.

SINGH, K. P.; MALIK, A.; SINHA, S. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti River (India) using multivariate statistical techniques - a case study. *Analytica Chemical Acta*, [S.l.], v. 538, n. 1/2, p. 355-374, 2005.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency - USEPA. EPA Secondary Maximum Contaminant Levels: a strategy for drinking water quality and consumer acceptability. 2015. Disponível em: <https://www.waterrf.org/research/projects/epa-secondary-maximum-contaminant-levels-strategy-drinking-water-quality-and>. Acesso em: 15 ago. 2022.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 588 p.