

Condições de Saneamento e a Qualidade da Água e Ambiental da Lagoa do Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador, Bahia, Brasil

Sanitation Sanitation Conditions and the Water and Environmental Quality of the Lagoon of the Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador, Bahia, Brazil

Manuel Vitor Portugal Gonçalves^{1*}, Ana Carina Matos Silva¹, Manoel Jerônimo Moreira Cruz¹, Moacir Santos Tinôco², Débora Carol Luz da Porciúncula², Marina Nóbrega Gonçalves²

RESUMO

A conservação ambiental das lagoas e reservatórios continentais assegura os usos múltiplos destes ecossistemas de água doce, o abastecimento de água, a educação, a pesquisa científica, a pesca e o lazer. Esta pesquisa almeja investigar a variabilidade da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu (2014 a 2016), associada aos remanescentes de Mata Atlântica, no contexto ambiental do Parque Metropolitano de Salvador, Salvador, Bahia, Brasil, com auxílio das análises geoquímica, microbiológicas e multivariada. Aplicou-se a análise de agrupamentos na análise da variabilidade das variáveis geoquímicas (pH, turbidez, STD, OD, DBO₅, SO₄²⁻, Cl⁻), dos nutrientes (P Total, N-NH₃⁻, N-NO₃⁻) dos coliformes termotolerantes das amostras de água da Lagoa de Pituaçu. A análise multivariada permitiu a identificação de grupos ecológicos com base em variáveis geoquímicas e microbiológicas, onde a maior perda de qualidade da água foi obtida nas amostras do contato desta lagoa com o rio Pituaçu Pituaçu, identificando uma das fontes de poluição. Além disso, demonstrou-se as relações entre a perda da qualidade da água, os usos da terra e as falhas do saneamento básico na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras-Pituaçu, Salvador, Bahia.

Palavras-chave: Ética e Direitos Fundamentais; Qualidade da Água; Mata Atlântica; Análise Multivariada.

ABSTRACT

The environmental conservation of continental lakes and reservoirs ensures the multiple uses of these freshwater ecosystems, water supply, education, scientific research, fishing and leisure. This research aims to investigate the variability of the water quality of Lagoa de Pituaçu (2014 to 2016), associated with the remnant of Atlantic Forest, in the environmental context of the Parque Metropolitano de Salvador, Salvador, Bahia, Brazil, with the aid of geochemical, microbiological and of the multivariate analysis. Cluster analysis was applied to analyze the variability of geochemical variables (pH, turbidity, STD, DO, BOD₅, SO₄²⁻, Cl⁻), nutrients (Total P, N-NH₃⁻, N-NO₃⁻) of coliforms thermotolerant properties of water samples from Lagoa de Pituaçu. The multivariate analysis allowed the identification of ecological groups based on geochemical and microbiological variables, where a greater loss of water quality was revealed in the samples collected in the contact between this lagoon and the Pituaçu River Pituaçu, identifying one of the sources of pollution. In addition, the relationships between the loss of water quality, land use and basic sanitation failures in the Rio das Pedras-Pituaçu Hydrographic Basin, Salvador, Bahia, were demonstrated.

Keywords: Ethics and Fundamental Rights; Water Quality; Atlantic Forest; Multivariate Analysis.

¹ Universidade Federal da Bahia.

*E-mail: hidrovisor81@gmail.com

² Universidade Católica do Salvador.

INTRODUÇÃO

As desigualdades sócio-espaciais no acesso aos direitos fundamentais à água potável, ao saneamento, ao ambiente salubre, à educação e à saúde têm residido, nas últimas décadas, a agenda política do movimento socioambiental na América Latina. Isto porque 40 milhões de pessoas não possuem água potável e lutam pelos direitos à água potável e ao saneamento básico na América Latina (HELLER; CASTRO, 2007).

No Brasil, as desigualdades sócio-espaciais no acesso ao saneamento e o baixo atendimento do saneamento básico persistem, onde os serviços se concentraram nas regiões Sul e Sudeste e nas áreas urbanas mais abastadas (REZENDE; HELLER, 2000). Relacionam as mais profundas desigualdades sócio-espaciais no acesso ao saneamento nas regiões Norte e Nordeste do Brasil as políticas públicas indutoras de exclusão social.

Gonçalves *et al.* (2022a) estudaram as desigualdades sócio-espaciais entre os municípios na Região Metropolitana de Salvador (RMS), onde os valores da cobertura do saneamento adequado na RMS variou de 24 a 93%, de acordo com o IBGE (2010). Ademais, demonstraram a existência de relações entre as falhas do saneamento básico, a perda da qualidade da água, as internações por diarreia e a taxa de mortalidade na infância.

Em adição, Álvares, Borja e Moraes (2005) descrevem que 15% dos moradores de Salvador, metrópole da RMS, não dispõem de esgotamento sanitário e que os moradores da periferia permanecem submetidos ao abastecimento de água intermitente e convivem com a perda da qualidade e as restrições ao uso da água e ameaças à saúde.

Porciúncula (2011; 2017), Ramos Junior (2017), Silva *et al.* (2020), Porciúncula e Alencar (2021) e Gonçalves *et al.* (2022b) desvelaram a presença de uma relação entre a perda da qualidade da água, as tensões pelos usos da água e as desigualdades sócio-espaciais no acesso aos direitos à saúde, ao ambiente salubre e ao saneamento na RMS.

Álvares *et al.* (2010), Jesus *et al.* (2011), Moraes *et al.* (2012), Alves *et al.* (2016), Silva *et al.* (2017), Moretto (2018), Alves *et al.* (2019), Silva *et al.* (2021b) e Viscard e Campos (2022) relacionam a deterioração da qualidade da água das Bacias Hidrográficas e das drenagens naturais de Salvador e de outros municípios da RMS aos usos da terra e ao despejo de efluentes líquidos *in natura* nos corpos hídricos. Modifica-se, assim, a qualidade das águas dos rios, lagoas e lagos, das drenagens naturais e da água subterrânea.

Destaca-se a relevância da ecologia dos ecossistemas aquáticos à conservação da biota aquática e à caracterização de impactos sobre a qualidade da água decorrentes do despejo de efluentes líquidos *in natura* e da eutrofização (LI *et al.*, 2015; CHEN *et al.*,

2016; OLIVEIRA *et al.*, 2017). Além disso, o conhecimento da ecologia dos ecossistemas aquáticos é basilares à gestão da água (TUNDISI; TUNDISI, 2008; ESTEVES, 2011).

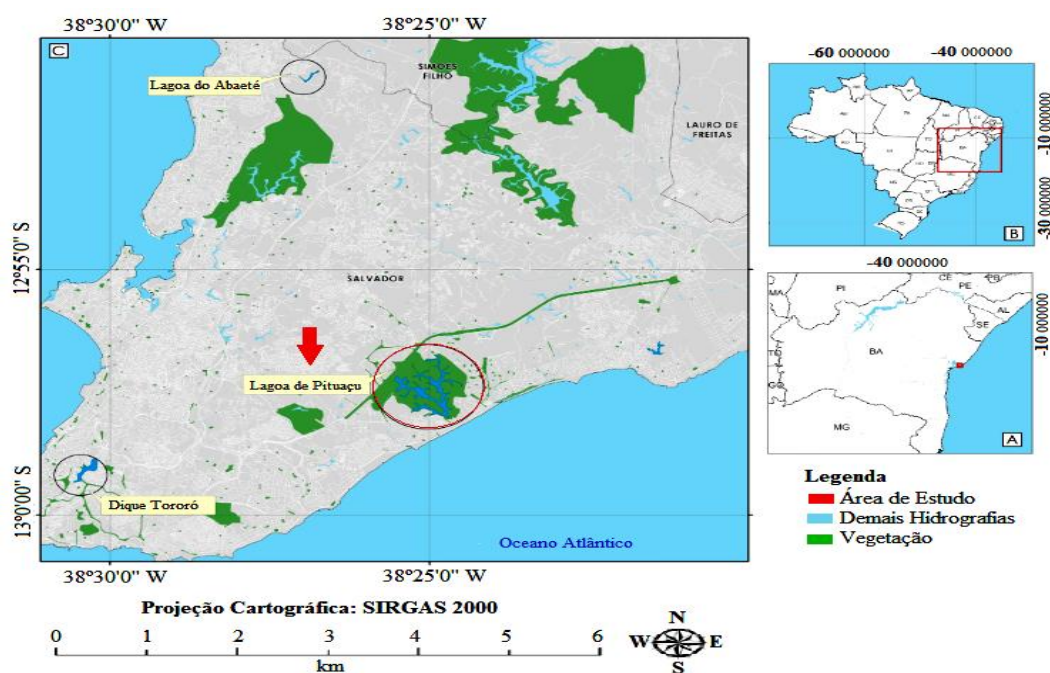
Neste sentido, assinala-se que os lagoas e lagoas são reservas estratégicas de água doce para a conservação da vida aquática, da pesquisa científica, da pesca, do lazer e para o abastecimento público e segurança hídrica de Salvador e demais municípios da RMS. Lawson (2011) ressalta que os lagoas e as lagoas estão entre os ecossistemas de maior produtividade primária do planeta e que devem ser protegidos, estudados e conservados.

Desta forma, esta pesquisa almeja investigar a variabilidade da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu (2014-2016), no contexto socioambiental do Parque Metropolitano de Salvador, Bahia, Brasil, com auxílio das análises Geoquímica, microbiológica e multivariada. O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas são relevantes à gestão territorial, à conservação dos ecossistemas aquáticos e ao desenvolvimento social.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo contempla a Lagoa de Pituaçu, que integra o Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP), no município de Salvador, na RMS, Bahia (Figura 1). Implementa-se o PMP pelo Decreto nº 23.666/77, que se torna refúgio de fauna e uma área de conservação de remanescentes do Bioma Mata Atlântica. Este complexo ecológico abrange o PMP e a Lagoa de Pituaçu e inserem-se na área da Bacia Hidrográfica do Rio da Pedras/Pituaçu).

Figura 1- Mapa de localização e situação da Lagoa de Pituaçu no município de Salvador, Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O município de Salvador está inserido no domínio de clima tropical Af, de acordo com a Köppen e Geiger. Este município apresenta os valores da temperatura anual média, mínima e máxima respectivamente de 25 °C, 22,2° C e 28,2° C. Além disso, o índice pluviométrico de Salvador é de aproximadamente 2000 mm/ano, com chuvas distribuídas em um quadrimestre mais chuvoso (abril a julho) e dois quadrimestres menos chuvosos (agosto a novembro; dezembro a março) e uma umidade relativa do ar média anual de 81%.

A Lagoa de Pituaçu possui um espelho de água de $\pm 758.000 \text{ m}^2$, uma capacidade de $2.473.000 \text{ m}^3$ e uma profundidade média de 4,5 m, sendo bordejada por $3.920.000 \text{ m}^2$ (392 ha) de remanescentes do Bioma Mata Atlântica. Este reservatório foi construído do barramento do rio Pituaçu pelo engenheiro Teodoro Sampaio, em 1906, no Governo de Gomes Carneiro da Rocha, nas imediações da Avenida Luís Viana Filho (Av. Paralela).

Ressalta-se que a Microbacia Hidrográfica do Rio Pituaçu, com área de drenagem $27,05 \text{ Km}^2$, é o principal afluente do Rio das Pedras. Nesta BH, os Rios das Pedras e Pituaçu formam a Bacia Hidrográfica do Rio da Pedras/Pituaçu, onde o Rio das Pedras emerge da confluência dos Rios Cascão, Saboeiro e Cachoeirinha (margem direita), e do Rio Pituaçu (margem esquerda). Estes rios, que se situam nas adjacências da Lagoa de Pituaçu, convergem no Rio das Pedras que segue até a foz, na Praia da Boca do Rio.

MATERIAL E MÉTODOS

Variáveis Geoquímicas, Microbiológicas e Nutrientes

A investigação da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu pauta-se no tratamento estatístico e na análise dos dados do monitoramento (2014 a 2016) disponibilizados pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA). Analisa-se a base de dados das variáveis nutrientes (P Total, N-NH_3^-), geoquímicas (pH, sólidos totais disponíveis - STD, oxigênio dissolvido - OD, demanda bioquímica de oxigênios - DBO_5 , turbidez, sulfato - SO_4^{2-} , cloreto - Cl^-) e coliformes termotolerantes, de acordo com a APHA (2012).

Abordagem Estatística

A abordagem estatística abrange as análises descritiva e inferencial, com auxílio do teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e de testes de comparações múltiplas usados para dados paramétricos (ANOVA) ou para dados não-paramétricos (*Kruskal-Wallis*), ao nível de confiança de 95%, e contempla a Análise de Agrupamentos (*Cluster Analysis*). Além disso, foi escolhida a distância euclidiana, uma medida de similaridade entre os pontos amostrais, e o método de *Ward* para a ligação dos grupos na análise multivariada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Saneamento e Qualidades das Águas das Bacias Hidrográficas de Salvador

Verifica-se que a sociedade civil organizada e o poder público dirigiram esforços para a ampliação da oferta do saneamento aos domicílios particulares permanentes dispostos na área das Bacias Hidrográficas de Salvador (Tabela 1). Ademais, observa-se, no geral, uma melhora nas condições dos serviços do saneamento básico de 2000 a 2010, e a tendência de universalização da oferta, mas persiste a demanda política-ambiental por superação das desigualdades sócio-espaciais e no atendimento ao esgotamento sanitário adequado, em especial nos contextos ambientais da Ilha de Maré e da Ilha dos Frades.

Tabela 1 - Condições de saneamento básico dos domicílios particulares permanentes, de acordo com as Bacias Hidrográficas dispostas no município de Salvador, Bahia, Brasil (2000-2010).

Bacia Hidrográfica	Possui Abastecimento de Água por rede (%)		Possui coleta de esgoto sanitário por rede (%)		Possui coleta de resíduos sólidos domiciliares (%)	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Rio das Pedras/Pituaçu	95.10	99.30	69.60	94.70	59.80	95.80
Rio Jaguaripe	93.90	99.00	54.60	77.80	53.20	95.80
Rio do Cobre	93.90	97.20	42.40	81.80	55.20	95.60
Rio Camarajipe	97.10	99.30	85.30	96.50	68.50	97.00
Rio Lucaia	97.60	99.50	93.60	98.20	70.20	98.10
Ilha de Maré	91.90	92.80	0.00	5.30	27.10	90.60
Ilha dos Frades	0.00	97.30	0.00	2.70	95.70	99.10
Rios Barra/Centenário/Seixas	97.40	98.70	98.70	98.80	89.10	98.20
Rio Ipitanga	89.80	95.50	45.90	71.20	52.10	96.80
Subúrbio (Paraguari)	94.70	98.10	50.70	84.60	28.90	95.70
Estimadores Amostrais	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Mínimo	0.00	92.80	0.00	2.70	27.10	90.60
Máximo	97.60	99.50	98.70	98.80	95.70	99.10
Média	85.14	98.40	54.08	71.16	59.98	96.27
Mediana	94.30	97.67	52.65	83.20	57.50	96.30
Desvio Padrão	30.02	2.12	34.69	36.60	22.31	2.34
Erro Padrão	9.49	0.67	10.97	11.57	7.05	0.74
Coef. de Variação (%)	35.26	2.17	64.15	51.43	37.19	2.43
SW (valor de p)	<0.0001 ^B	0.03 ^B	0.334 ^B	0.002 ^B	0.625 ^A	0.044 ^B

^A Distribuição gaussiana; ^B Distribuição não gaussiana; SW: Shapiro-Wilker (valor de p).

Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base na síntese dos dados do IBGE (2000, 2010).

Observa-se a melhoria do saneamento de 2000 a 2010, em especial pela adição de domicílios particulares permanentes nas Bacias Hidrográficas no sistema de esgotamento sanitário de Salvador, mas persistem falhas no esgotamento (Tabela 1). Os benefícios da oferta e do acesso aos serviços de saneamento básico em Salvador, ou na RMS, não acompanharam a melhoria da qualidade dos serviços prestados (MORAES *et al.*, 2012).

Verificou-se que os níveis das variáveis OD, DBO₅, P total e da quantificação dos coliformes termotolerantes mostraram-se em desacordo ao que dispõe a Resolução do CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) (Tabela 2). Os coliformes termotolerantes indicam a contaminação da água por material fecal humano e demais endotérmicos (MENDES;

OLIVEIRA, 2004; LEÃO *et al.*, 2018). Destaca-se a influência de despejos de efluentes líquidos (“esgotos”) *in natura* no ambiente e na qualidade das águas das BHs de Salvador.

Tabela 2 - Número e percentual de amostras água da Bacia Hidrográfica (BH) do Rio das Pedras/Pituaçu (2007 a 2009) que se mostraram em desacordo ao padrão de qualidade das águas, de acordo ao que dispõe a Resolução do Conama 357/05 (BRASIL, 2005).

a) Amostras de água da BH do Rio das Pedras/Pituaçu (2007 a 2009).

Estimadores Amostrais	(%)	(%)		
	CT (NMP.100 ml ⁻¹)	DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)	P Total (mg.L ⁻¹)
Número total de amostras com restrição (N)	22	22	18	14
Mínimo	87.50	87.50	75.00	87.50
Máximo	100.00	88.00	100.00	88.00
Média	91.67	87.67	91.67	87.50
Mediana	87.50	87.50	100.00	87.50

b) Amostras de água das BHs dos Rios Jaguaribe, Cobre, Camarajipe, Lucaia, Ilha de Maré e Ilha dos Frades, Barra/Centenário/Rio dos Seixos, Rio Ipitanga, Subúrbio (Paraguari) (2007 a 2009).

Estimadores Amostrais	(%)	(%)		
	CT (NMP.100 ml ⁻¹)	DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)	P Total (mg.L ⁻¹)
Número total de amostras com restrição (N)	112	100	111	127
Mínimo	0.00	0.00	40.00	0.00
Máximo	100.00	100.00	100.00	100.00
Média	77.78	88.30	84.31	79.45
Mediana	100.00	72.92	100.00	96.70
Erro Padrão	34.74	34.23	20.93	29.42
Desvio Padrão	8.19	7.65	4.93	7.36
Coeficiente de Variação (%)	44.66	46.95	24.83	37.03

CT: coliforms termotolerantes.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados disponibilizados por Moraes *et al.* (2012).

Silva *et al.* (2021a) desvelaram os processos de eutrofização e de perda da qualidade das águas do Dique do Tororó, da Lagoa do Abaeté, da Lagoa da Paixão e da Lagoa de Pituaçu, no município de Salvador. Os processos de eutrofização, de perda de qualidade da água e de degradação ambiental dos corpos hídricos foram atribuídas, em especial, às formas de uso da terra e às falhas do saneamento básico, que não prescindem da permanência das desigualdades sócio-espaciais no acesso ao esgotamento sanitário.

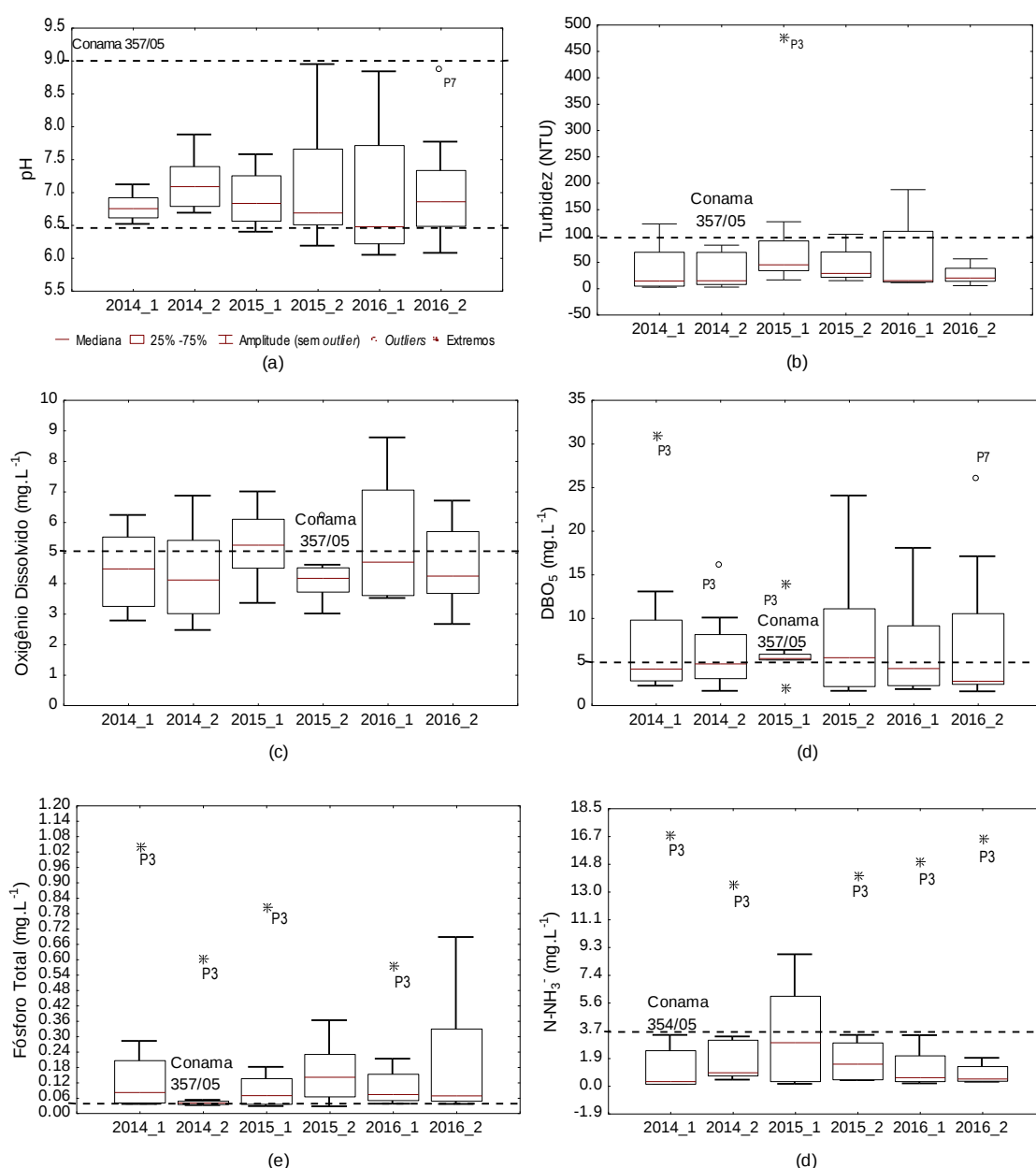
Variabilidade da Qualidade da Água da Lagoa de Pituaçu

A análise estatística das variáveis geoquímicas e nutrientes auxiliou na avaliação da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu (Tabela 1). Ademais, as medianas diferiram sazonalmente de forma significativa entre si em relação às variáveis pH, OD, DBO₅, P Total e N-NH₃⁻ ($p < 0,001$) e turbidez ($p = 0,001$), conforme o teste de *Kruskal-Wallis* (Figura 2).

Observa-se as medianas das variáveis OD ($> 5,0 \text{ mg.L}^{-1}$), DBO₅ ($< 5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) e P total ($0,003 \text{ mg.L}^{-1}$) indicaram a perda da qualidade da água e, por isso, em desacordo ao que dispõe a Resolução do Conama 357/05, aplicado para a categoria das Águas Doces -

Classe 2 (BRASIL, 2005) (Figura 2). Contudo, obteve-se valores das medianas de acordo aos padrões de qualidade da água que dispõem a Resolução do CONAMA nº 357/05 para as variáveis DBO₅ nas amostras de 2015.1 (1ª semestre de 2015) e 2015.2 (2ª semestre de 2015) e da variável OD em 2015.1 (1ª semestre de 2015) (Tabela 2). Observam-se, ademais, os valores extremos e *outliers* das variáveis turbidez, DBO₅, P Total e N-NH₃⁻, e que se apresentaram em desacordo ao que dispõe a Resolução do CONAMA nº 357/05.

Figura 2 - Diagramas de *box plot* da dispersão dos valores das variáveis geoquímicas e nutrientes na Lagoa de Pituáçu, Salvador, Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base no monitoramento da EMBASA (2014-2016).

Tabela 3 - Medidas das variáveis geoquímicas, nutriente e microbiológicas da Lagoa de Pituçu.

a) Amostras da campanha de 2014.1, no âmbito do quadrimestre mais chuvoso (n = 8).

Estimadores Amostrais	NTU		mg.L ⁻¹						
	Turbidez	pH	OD	DBO ₅	P Total	N-NH ₃	STD	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Mínimo	2.78	6.51	2.76	2.20	0.03	0.13	136.00	12.80	7.18
Máximo	123.00	7.11	6.22	31.00	1.04	16.80	249.00	40.30	28.76
Média ± EP	37.92 ± 16.9	6.78 ± 0.1	4.44 ± 0.5	8.36 ± 3.5	0.22 ± 0.1	2.8 ± 2.0	172.5 ± 14.4	26.2 ± 3.0	12.4 ± 2.6
Mediana	14.65	6.76	4.48	4.20	0.09	0.32	153.50	24.60	9.42
Desvio Padrão	47.92	0.21	1.31	9.80	0.34	5.76	40.63	8.49	7.32
CV (%)	126.38	3.06	29.60	117.14	157.40	203.97	23.55	32.40	59.28
SW (valor de p)	0.011 ^B	0.74 ^A	0.49 ^A	0.009 ^B	0.008 ^B	0.007 ^B	0.114 ^A	0.98 ^A	0.01 ^B

b) Amostras da campanha de 2014.2, no âmbito dos quadrimestres menos chuvoso (n = 8).

Estimadores Amostrais	NTU		mg.L ⁻¹						
	Turbidez	pH	OD	DBO ₅	P Total	N-NH ₃	STD	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Mínimo	3.04	6.68	2.45	1.60	0.03	0.39	154.00	17.80	5.64
Máximo	82.50	7.87	6.85	16.00	0.60	13.50	235.00	68.60	28.76
Média ± EP	33.7 ± 11.98	7.14 ± 0.2	4.30 ± 0.5	6.21 ± 1.7	0.11 ± 0.1	2.90 ± 1.6	172.38 ± 9.4	44.05 ± 7.0	11.38 ± 2.5
Mediana	15.00	7.09	4.12	4.80	0.04	0.90	162.50	41.95	9.58
Desvio Padrão	33.89	0.41	1.52	4.77	0.20	4.42	26.61	20.04	7.18
CV (%)	100.66	5.81	35.47	76.80	180.12	152.19	15.44	45.50	63.12
S-W (valor de p)	0.035 ^B	0.53 ^A	0.696 ^A	0.11 ^A	0.006 ^B	0.008 ^B	0.009 ^B	0.35 ^A	0.008 ^B

c) Amostras da campanha de 2015.1, no âmbito do quadrimestre mais chuvoso (n = 8).

Estimadores Amostrais	NTU		mg.L ⁻¹						
	Turbidez	pH	OD	DBO ₅	P Total	N-NH ₃	STD	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Mínimo	16.70	6.39	3.34	1.80	0.03	0.11	101.00	19.80	8.81
Máximo	477.00	7.57	6.99	14.00	0.81	8.74	175.00	60.00	89.10
Média ± EP	99.3 ± 55.4	6.9 ± 0.2	5.0 ± 0.5	5.3 ± 1.4	0.2 ± 1.2	2.82 ± 1.2	147.25 ± 7.7	38.59 ± 5.3	30.13 ± 9.9
Mediana	34.20	6.84	4.73	5.25	0.07	0.52	153.00	41.30	17.40
Desvio Padrão	156.62	0.43	1.32	3.91	0.27	3.51	21.78	14.85	28.13
CV (%)	157.80	6.21	26.46	73.31	160.81	124.81	14.79	38.49	93.36
S-W (valor de p)	0.008 ^B	0.55 ^A	0.46 ^A	0.035 ^B	0.008 ^B	0.014 ^A	0.23 ^A	0.46 ^A	0.013 ^B

d) Amostras da campanha de 2015.2, no âmbito dos quadrimestres menos chuvoso (n = 8).

Estimadores Amostrais	NTU		mg.L ⁻¹						
	Turbidez	pH	OD	DBO ₅	P Total	N-NH ₃	STD	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Mínimo	15.30	6.18	2.99	1.60	0.03	0.35	152.00	24.40	6.78
Máximo	103.08	8.94	6.20	24.00	0.36	14.00	235.00	80.20	29.90
Média ± EP	44.9 ± 12.6	7.1 ± 0.4	4.3 ± 0.3	7.9 ± 2.8	0.2 ± 0.04	2.99 ± 1.6	204.1 ± 11.5	50.3 ± 5.9	14.3 ± 3.4
Mediana	29.10	6.69	4.18	5.50	0.14	1.48	218.00	52.50	9.81
Desvio Padrão	35.71	1.00	0.93	7.97	0.11	4.59	32.50	16.64	9.63
CV (%)	79.50	14.05	21.99	100.90	71.54	153.45	15.92	33.07	67.60
S-W (valor de p)	0.01 ^B	0.04 ^B	0.35 ^A	0.03 ^B	0.52 ^A	0.01 ^B	0.02 ^B	0.64 ^A	0.01 ^B

e) Amostras da campanha de 2016.1, no âmbito do quadrimestre mais chuvoso (n = 8).

Estimadores Amostrais	NTU		mg.L ⁻¹						
	Turbidez	pH	OD	DBO ₅	P Total	N-NH ₃	STD	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Mínimo	11.50	6.04	3.50	1.80	0.04	0.14	136.00	5.64	7.00
Máximo	188.00	8.83	8.76	18.00	0.58	15.00	270.00	41.30	61.70
Média ± EP	59.1 ± 26.0	6.96 ± 0.4	5.4 ± 0.8	6.4 ± 2.1	0.15 ± 0.1	2.6 ± 1.8	190.0 ± 15.9	16.9 ± 4.8	37.1 ± 26.0
Mediana	15.30	6.48	4.70	4.25	0.08	0.58	184.00	9.38	41.45
Desvio Padrão	73.56	1.16	2.13	5.93	0.18	5.11	45.04	13.46	18.04
CV (%)	124.44	16.64	39.66	92.64	124.21	194.76	23.71	79.65	48.60
S-W (valor de p)	0.009 ^B	0.01 ^B	0.052 ^A	0.026 ^B	0.009 ^B	0.007 ^B	0.68 ^A	0.041 ^B	0.80 ^A

f) Amostras da campanha de 2016.2, no âmbito dos quadrimestres menos chuvoso (n = 8).

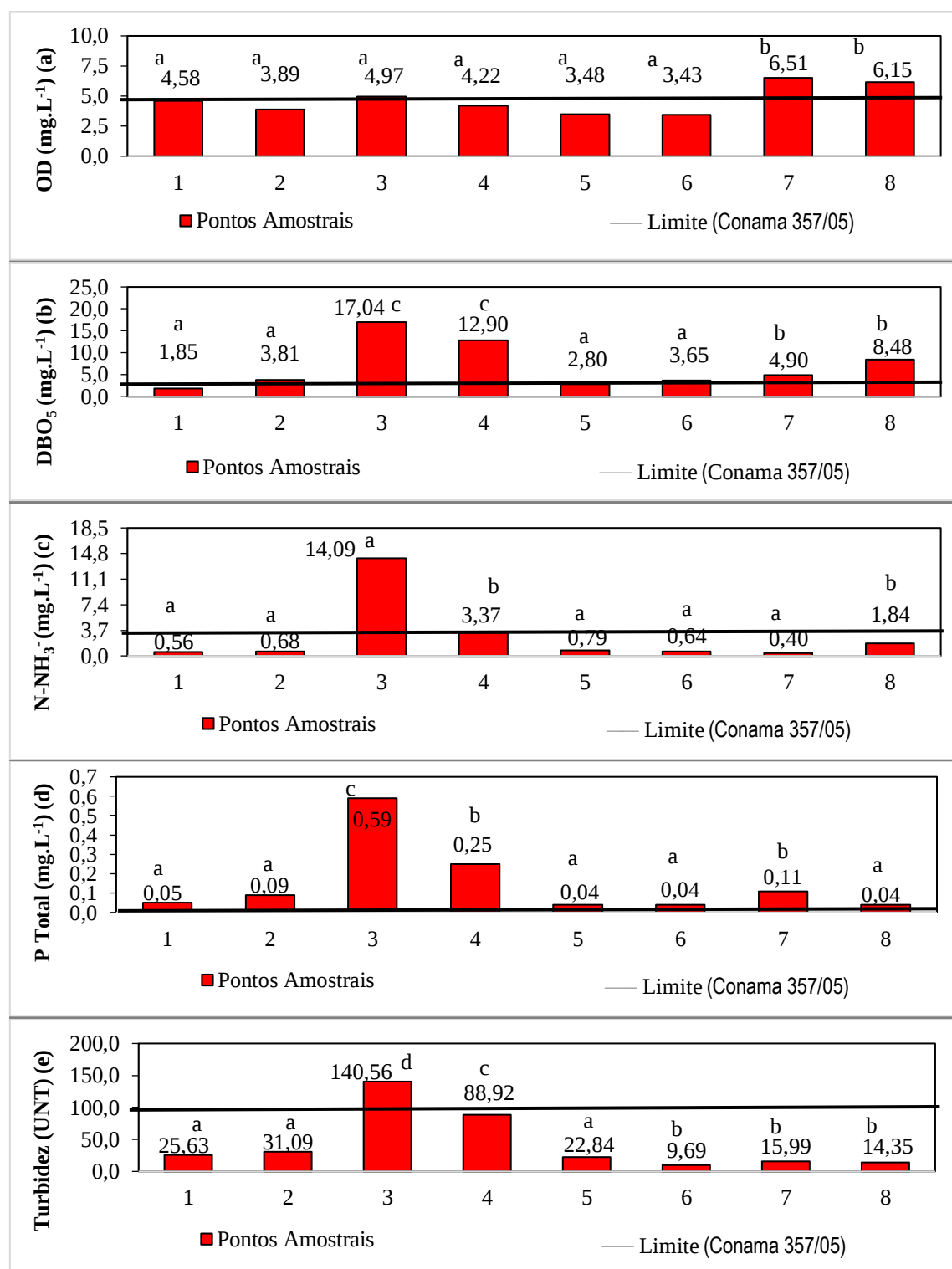
Estimadores Amostrais	NTU		mg.L ⁻¹						
	Turbidez	pH	OD	DBO ₅	P Total	N-NH ₃	STD	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Mínimo	5.81	6.07	2.65	1.55	0.03	0.25	110.00	5.33	5.33
Máximo	56.70	8.85	6.69	26.00	0.69	16.50	249.00	52.30	39.80
Média ± EP	26.1 ± 6.2	7.04 ± 0.3	4.6 ± 0.5	7.4 ± 3.2	0.20 ± 0.1	2.6 ± 1.99	182.8 ± 16.7	19.2 ± 6.6	13.3 ± 4.7
Mediana	20.25	6.86	4.25	2.80	0.07	0.49	173.50	7.83	6.65
Desvio Padrão	17.46	0.88	1.41	9.07	0.26	5.63	47.27	18.61	13.31
CV (%)	67.00	12.54	30.87	122.60	126.91	214.24	25.87	97.07	99.98
S-W (valor de p)	0.47 ^A	0.18 ^A	0.53 ^A	0.009 ^B	0.009 ^B	0.007 ^B	0.64 ^A	0.019 ^B	0.009 ^B

CV: coeficiente de variação; ^A distribuição gaussiana; ^B distribuição não gaussiana; SW: teste de *Shapiro-Wilk*.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base no monitoramento da EMBASA (2014-2016).

As amostras dos pontos P3 e P4, na entrada de água proveniente do Rio Pituaçu, revelaram a maior deterioração da qualidade da água (Figuras 3 e 4), onde as medidas das variáveis turbidez, P total e N-NH_3^- mostraram-se em desacordo ao que dispõem a Resolução do CONAMA nº 357/05 para as *Águas Doces - Classe 2* (BRASIL, 2005).

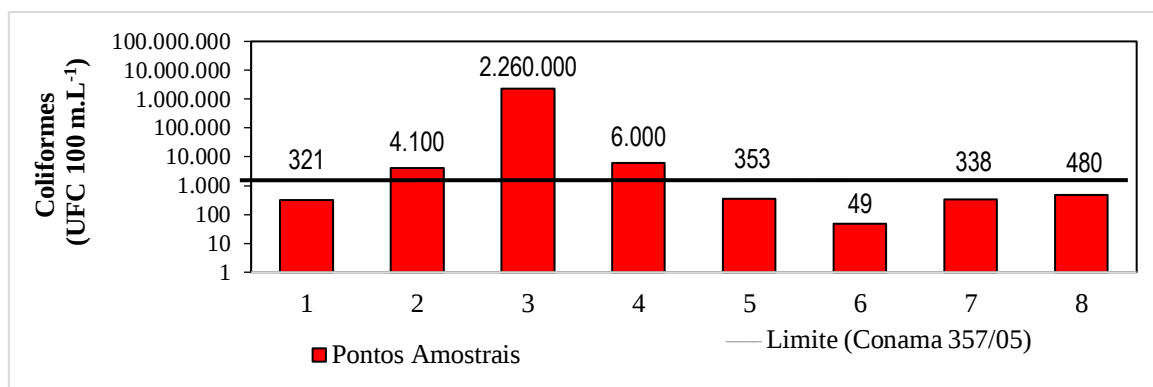
Figura 3 - Distribuição das médias das variáveis geoquímicas e nutrientes por ponto amostral.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base no monitoramento da EMBASA (2014-2016).

Os resultados analíticos das variáveis geoquímicas, nutrientes e da quantificação de coliformes indicam que as amostras dos pontos P3 e P4 foram as mais influenciadas pelas águas poluídas do Rio Pituauçu (Figuras 3 e 4). Os resultados da quantificação dos coliformes termotolerantes revelaram a existência da contaminação microbiológica das águas da Lagoa de Pituauçu, que pode ser relacionada, no geral, aos despejos de efluentes líquidos *in natura* nos corpos hídricos na BH do Rio das Pedras/Pituauçu (Figura 4).

Figura 4 - Quantificação dos coliformes termotolerantes nos pontos amostrais na Lagoa de Pituauçu.

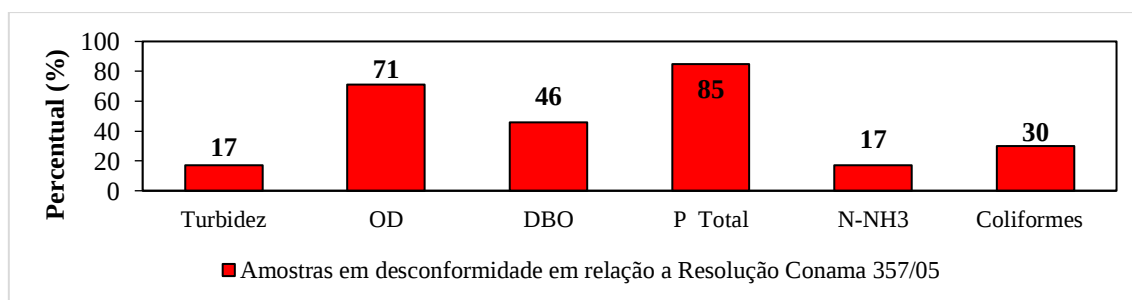


Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base no monitoramento da EMBASA (2014-2016).

Análise Integrada: Saneamento e Qualidade Ambiental da Lagoa de Pituauçu

As formas de uso e ocupação da terra, o descarte de resíduos sólidos e o despejo de efluentes líquidos *in natura* no solo e nos corpos de água no alto e médio curso do rio Pituauçu, explicam, em parte, a elevação da DBO₅, a depleção dos níveis do OD e a contaminação microbiológica, da Lagoa de Pituauçu (Figura 5), devendo a questão ser ampliada para as escalas espacial e de reflexão da emergência das águas na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras/Pituauçu, Salvador e da RMS, de acordo com Silva *et al.* (2021a), Porciúncula *et al.* (2021), Gonçalves *et al.* (2021) e Gonçalves *et al.* (2022b).

Figura 5 - Distribuição dos valores quantificados dos coliformes por pontos amostrais na Lagoa de Pituauçu, elaborada a partir da síntese de dados disponibilizados pela EMBASA (2014 a 2016).

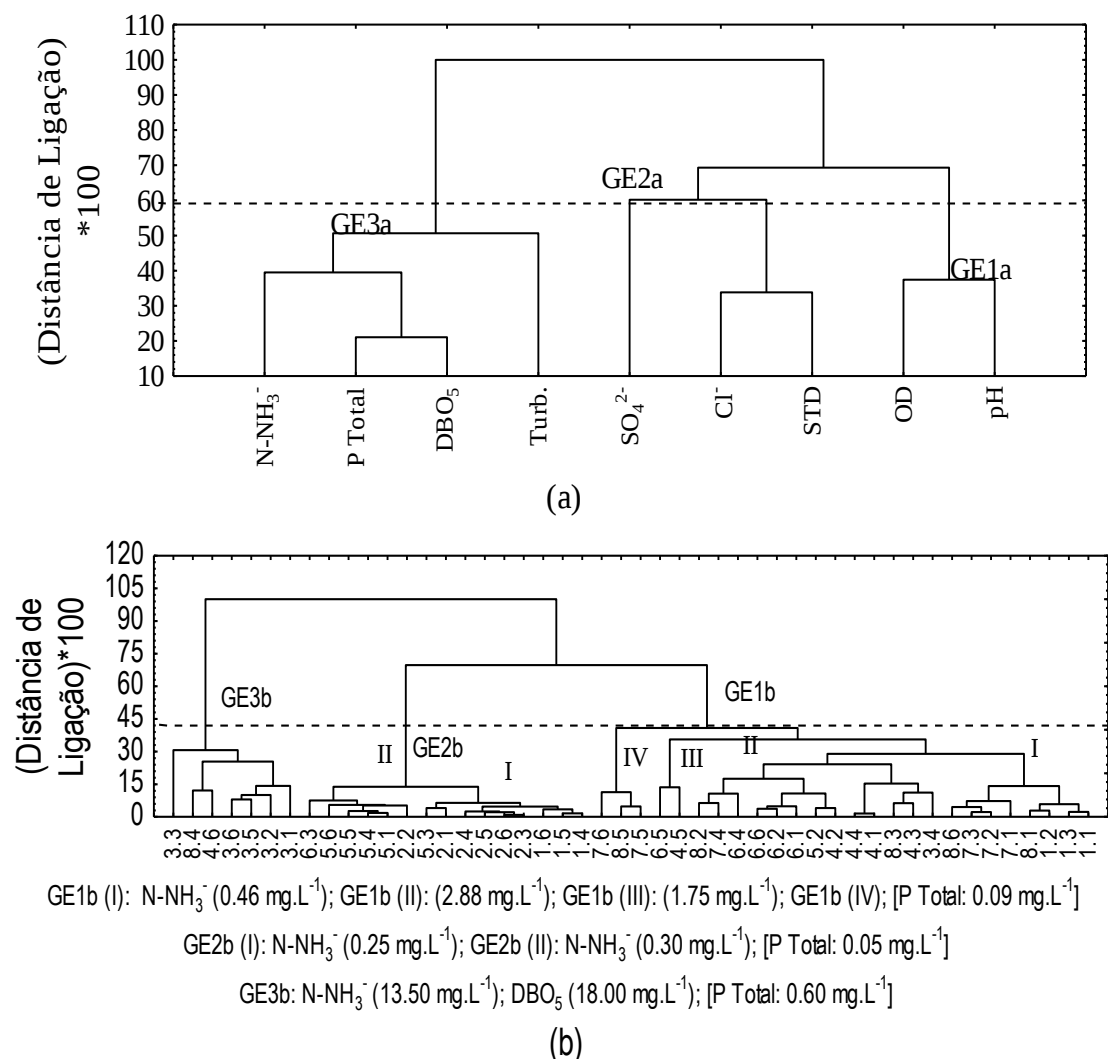


Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base no monitoramento da EMBASA (2014-2016).

A Figura 5 mostra os percentuais das amostras em desconformidade aos padrões de qualidade preconizados pela Resolução do CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), em especial das variáveis P total, OD e DBO₅ e os coliformes termotolerantes, onde os níveis dos nutrientes P Total, N-NH₃⁻ indicam influência da eutrofização na qualidade da água.

Em adição, aplicou-se a análise de agrupamento para auxiliar na avaliação da qualidade da água nas escalas espacial e de reflexão da Lagoa de Pituaçu (Figura 6). A análise multivariada permitiu a classificação das amostras em grupos ecológicos-ambientais (GE1, GE2 e GE3), com base na observação visual do Dendrograma. Adotou-se uma linha de corte no dendrograma a distância menor do que 60 na análise da similaridade entre as variáveis originais, ou inferior a 45 na interpretação da variabilidade espaço-temporal das variáveis indicadoras da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu.

Figura 6 - Dendrograma e classificação das variáveis limnológicas e nutrientes da Lagoa de Pituaçu.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base no monitoramento da EMBASA (2014-2016).

Foram encontrados 3 (três) grupos ecológicos-ambientais, onde as diferenças entre os grupos (GE1, GE2 e GE3) podem ser explicadas, no geral, pela distribuição dos valores das variáveis STD, OD, DBO₅ e dos nutrientes (Tabela 4). Verifica-se haver um maior comprometimento da qualidade da água nos subgrupos GE3b e G1Eb (II-III), que revelaram os mais expressivos teores das variáveis DBO₅, P Total e N-NH₃⁻, onde nestes subgrupos dominam as amostras de água dos pontos P3 e P4, que se situam na entrada do Rio Pituaçu, desvelando-se, portanto, uma das fontes de poluição da Lagoa de Pituaçu.

Com isso, no recorte das escalas espacial e de reflexão da emergência das águas do rio Pituaçu, na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras/Pituaçu, em Salvador, assinala-se que o Rio Pituaçu perpassa os bairros de Pau da Lima, Sussuarana, Nova Sussuarana, Centro Administrativo da Bahia e de Pituaçu, onde uma parte da população nestes bairros encontra-se tolhida de direitos à educação, à saúde, ao ambiente salubre e ao saneamento.

Aleluia *et al.* (2016) obtiveram os níveis das variáveis OD (3,3 a 7,95 mg.L⁻¹, mediana de 4,35 mg.L⁻¹), DBO₅ (1,9 a 11,8 mg.L⁻¹, mediana de 2,85 mg.L⁻¹), do P Total (0,02 a 0,35 mg.L⁻¹) e do N-NH₃ (0,42 a 3,9 mg.L⁻¹) nas amostras de água da Lagoa de Pituaçu. Entenderam que um parcela das amostras desviaram-se dos padrões de qualidade da água que dispõem a Resolução do CONAMA nº 357/05 para as variáveis OD (92%), DBO₅ (67%), para os coliformes termotolerantes (25%), P Total (17%) e N-NH₃⁻ (8%).

O aporte de nutrientes provenientes dos despejos de efluentes líquidos *in natura* na massa de água promovem a eutrofização e perda da qualidade da Lagoa de Pituaçu. Santos *et al.* (2018) assinalam que a gestão da qualidade da água deve considerar que os despejos de efluentes líquidos *in natura*, dos resíduos sólidos e a poluição orgânica das águas alteram os corpos hídricos e ameaçam o ambiente aquático e à saúde pública.

A eutrofização e a perda da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu reportam-se, de acordo com Silva *et al.* (2021a), aos impactos ambientais do uso da terra e das falhas no saneamento básico sobre a salubridade ambiental da BH do Rio das Pedras/Pituaçu. A eutrofização deteriora a qualidade da água de reservatórios, ameaça a vida aquática e restringe os usos da para o abastecimento público e recreacionais (SILVA *et al.*, 2018).

Neste contexto, o despejo de efluentes líquidos *in natura* nos corpos hídricos representa uma prática social e uma cultura insustentáveis, porque restringe o uso das águas, ameaça o ambiente e à saúde humana e o viola os princípios da dignidade humana e do mínimo existencial socioambiental e, portanto, merece a atenção dos gestores do saneamento, da saúde e da água da Lagoa de Pituaçu e da BH do Rio das Pedras/Pituaçu.

Tabela 4 - Classificação das amostras de acordo com a similaridade entre os valores das variáveis limnológicas e dos nutrientes em grupos ecológicos (GE1b-GE4b).

Ponto	NTU		mg.L ⁻¹						
	pH	Turbidez	STD	OD	DBO ₅	P Total	Nitrogênio Amoniacal	Sulfato	Cloreto
Grupo Ecológico 1b (I): GE1b (I)									
1.1	6.51	2.78	147.00	4.93	2.50	0.05	0.35	7.30	41.70
1.3	6.49	26.20	152.00	4.59	1.80	0.05	0.56	8.36	34.15
1.2	7.16	11.80	157.00	5.11	1.60	0.05	0.93	5.99	41.50
8.1	7.11	4.31	151.00	6.22	3.20	0.03	0.28	7.00	41.30
7.1	7.01	8.09	194.00	6.12	4.90	0.13	0.13	7.05	61.70
7.2	7.56	5.26	164.00	6.85	6.30	0.03	0.87	6.07	42.90
7.3	7.57	6.10	175.00	6.79	5.30	0.09	0.11	7.18	40.30
8.6	7.76	5.81	175.00	6.69	2.90	0.05	1.84	14.40	52.50
Mediana	7.14	6.95	160.50	6.17	3.05	0.05	0.46	7.12	41.60
Grupo Ecológico 1b (II): GE1b (II)									
3.4	6.65	100.00	213.00	3.72	6.20	0.18	14.00	9.04	38.30
4.3	7.00	127.00	145.00	4.15	6.30	0.18	6.58	11.80	20.90
8.3	7.13	32.30	157.00	5.42	5.50	0.03	5.43	10.20	29.70
4.1	6.65	103.08	209.00	4.22	13.00	0.28	3.37	10.11	45.60
4.4	6.65	103.08	209.00	4.22	16.00	0.28	3.37	10.11	45.60
4.2	6.70	78.40	174.00	2.45	3.30	0.04	3.27	8.42	49.20
5.2	6.88	10.70	161.00	2.96	3.30	0.04	2.88	5.33	41.90
6.1	6.70	5.50	138.00	2.76	2.20	0.05	0.14	28.76	41.60
6.2	7.02	3.04	157.00	4.50	2.90	0.04	0.60	28.76	42.70
6.6	6.85	8.87	172.00	3.47	2.70	0.03	0.41	28.76	52.60
6.4	6.94	15.30	235.00	2.99	6.10	0.16	2.31	28.76	68.60
7.4	8.38	23.00	224.00	4.44	4.90	0.12	0.51	10.30	62.10
8.2	7.87	18.20	177.00	3.73	10.00	0.03	0.39	5.46	52.30
Mediana	6.88	23.00	174.00	3.73	5.50	0.05	2.88	10.20	45.60
Grupo Ecológico 1b (III): GE1b (III)									
4.5	6.04	163.00	188.00	5.67	13.00	0.21	3.35	56.10	42.00
6.5	6.37	12.40	231.00	3.50	2.80	0.06	0.14	89.10	40.60
Mediana	6.21	87.70	209.50	4.59	7.90	0.14	1.75	72.60	41.30
Grupo Ecológico 1b (IV): GE1b (IV)									
7.5	8.79	13.10	209.00	8.45	5.30	0.10	0.41	16.90	60.00
8.5	8.83	11.50	180.00	8.76	5.30	0.06	0.71	26.00	45.60
7.6	8.85	19.40	243.00	6.43	2.70	0.13	0.41	29.90	80.20
Mediana	8.83	13.10	209.00	8.45	5.30	0.10	0.41	26.00	60.00
Grupo Ecológico 2b (I): GE2b (I)									
1.4	6.37	26.20	152.00	4.59	1.90	0.05	0.36	8.36	26.80
1.5	6.33	54.70	152.00	4.43	1.80	0.04	0.60	10.90	24.60
1.6	6.07	56.70	152.00	3.88	1.55	0.05	0.56	9.42	34.15
2.3	6.39	24.43	154.00	3.88	2.49	0.09	0.48	7.23	22.70
2.6	6.39	21.09	154.00	3.89	4.08	0.09	0.25	7.23	24.40
2.5	6.11	12.70	154.00	3.61	1.80	0.09	0.55	8.81	22.70
2.4	6.18	39.50	154.00	4.13	1.60	0.09	0.64	5.64	17.80
2.1	6.58	35.40	156.00	4.74	6.60	0.12	1.37	5.64	21.60
5.3	6.67	54.30	136.00	4.86	2.10	0.03	0.38	8.64	12.80
Mediana	6.68	21.20	136.00	3.34	3.50	0.04	0.25	8.64	26.00
Grupo Ecológico 2b (II): GE2b (II)									
2.2	6.68	82.50	154.00	3.07	6.30	0.05	0.78	7.23	29.70
5.1	6.83	21.20	136.00	3.06	3.50	0.04	0.14	8.64	24.80
5.4	6.73	32.00	136.00	3.72	2.50	0.03	0.35	8.64	26.00
5.5	6.59	17.50	136.00	3.61	3.20	0.04	0.22	15.30	19.80
5.6	6.91	19.20	110.00	2.65	2.20	0.05	0.79	5.30	3.60
6.3	6.64	16.70	101.00	3.34	5.20	0.04	0.25	28.76	26.30
Mediana	6.71	20.20	136.00	3.21	3.35	0.04	0.30	8.64	26.15
Grupo Ecológico 3b: GE3b									
3.1	6.81	123.00	249.00	3.45	31.00	1.04	16.80	26.70	53.40
3.2	7.23	59.40	235.00	5.72	16.00	0.60	13.50	39.80	36.50
3.5	6.64	188.00	270.00	4.97	18.00	0.58	15.00	17.90	53.40
3.6	6.58	33.50	249.00	4.97	17.04	0.53	16.50	6.78	46.70
4.6	6.87	43.90	205.00	4.60	26.00	0.69	0.26	7.27	59.50
8.4	8.94	20.30	223.00	6.20	24.00	0.36	2.41	10.20	67.20
3.3	7.38	477.00	158.00	6.99	14.00	0.81	8.74	16.60	22.90
Mediana	6.87	59.4	235.00	4.97	18.00	0.60	13.50	16.60	53.40

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no monitoramento da EMBASA (2014 a 2016).

De Carvalho e Adolfo (2012) assumem que o acesso ao saneamento básico representa um direito fundamental relacionado aos princípios do mínimo existencial socioambiental e da dignidade humana. Isto porque as falhas do saneamento influenciam à salubridade ambiental e às condições de vida e interferem no processo saúde-doença.

Com isso, frente ao exposto, conclui-se que os resultados obtidos na presente pesquisa e nos estudos anteriores realizados por Moraes *et al.* (2012), Aleluia *et al.* (2016), Silva *et al.* (2017), Costa (2018), Silva *et al.* (2021a) e Silva *et al.* (2021b) consolidam um cenário de perda da qualidade da água e ambiental da Lagoa de Pituaçu e da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras/Pituaçu, que decorrem da permanência da fontes poluidoras, das falhas do saneamento sanitário e das desigualdades sócio-espaciais.

CONCLUSÕES

Descortinou-se uma estreita relação entre as desigualdades sócio-espaciais, a perda da qualidade química e microbiológica da água, os usos da terra e a permanência das falhas do saneamento na área de influência da Lagoa de Pituaçu e demais ecossistemas aquáticos na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras-Pituaçu, Salvador, RMS.

A aplicação da análise multivariada permitiu a identificação de grupos ecológicos-ambientais de acordo com as diferenças nos níveis dos nutrientes (P Total, N-NO_3^- , N-NH_3^-), das variáveis STD, OD, DBO_5 e da quantificação microbiológicas. Obteve-se o maior comprometimento da qualidade da água nos subgrupos GE3b e G1Eb (II-III). Além disso, nestes grupos dominam as amostras dos pontos situados na entrada do Rio Pituaçu.

Neste sentido, verificou-se que os usos da terra, as desigualdades sócio-espaciais e as falhas do saneamento merecem a atenção dos gestores do saneamento, da saúde e das águas da Lagoa de Pituaçu e da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras/Pituaçu, porque restringe os usos da natureza e ameaçam à saúde humana e ambiental. Demanda-se por políticas públicas que almejam a proteção ambiental, a efetivação dos princípios da dignidade humana e da natureza e do mínimo existencial socioambiental e que promovam a melhoria dos sistemas de saneamento básico, de educação e de saúde pública e coletiva.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. pelos dados do monitoramento hidroquímico e microbiológico da qualidade da água da Lagoa de Pituaçu.

REFERÊNCIAS

- ALELUIA, F.T.F.; CRUZ, L.C.; DE FREITAS, J. T.; COSTA, M. L.T.; DE SOUSA, J. C.M.; LEONÍDIO, T.D.O.; SANTOS, F. S.; MAIA, L.M.; DE CARVALHO, J. C. Monitoramento do reservatório de Pituaçu, inserido na matriz de expansão urbana da cidade de Salvador-Bahia. **Interfaces Científicas–Saúde e Ambiente–Aracaju**, v. 5, n.1, p. 11, 2016.
- ÁLVARES, M. L. P.; BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Qualidade para consumo humano na Cidade do Salvador, Bahia. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande**. Anais. Rio de Janeiro: ABES, v.23, 2005.
- ÁLVARES, M.L.P; MORAIS, L.R.S; SANTOS, M.E.P; PINHO, J.A.G; SANTOS, F.P; COSTA, N.C.A. Qualidade das águas dos rios de Salvador. **Revista Vera Cidade**, v.6, 2010.
- ALVES, H. M. A.; MARTINS, D. D. S.; de ALMEIDA, A. R.; GARCIA, R. J. L.; MONTEIRO, T. M. S.; LIMA, C. D. E.; MOREIRA, U. A. Avaliação da Qualidade das Águas das Principais Fontes Públicas de Salvador (BA). **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v.5, n.1, p.65-80, 2016. <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2016v5n1p65-80>
- ALVES, L. S.; MARTINS, L. A.; DE JESUS, L. B. Avaliação da qualidade da água na bacia do rio Camarajipe (Salvador–Brasil): diagnóstico dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e determinação do IQA. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3312009>
- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, USA: D.C. APHA, 2012.
- AQUINO, R. F.; SANTO LIMA, C. D. E., SILVA, C. R. P.; ROCHA, J. C. D. S.; ATHAYDE, E. S.; TOPÁZIO, E. F. Monitoramento quali-quantitativo das águas dos principais rios de Salvador. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 1, n. 1, p.75-85, 2012. <https://doi.org/10.9771/23172428rigs.v1i1.12069>
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução no 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.
- CHEN, C.; JU, Y.; CHEN, C.; DONG, C. Evaluation of organic pollution and eutrophication status of Kaohsiung Harbor, Taiwan. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.113, p.318-324, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.03.024>
- COSTA, P. T. S. **Protistas Heterotróficos como ferramenta para avaliação da qualidade da água em reservatórios urbanos da Mata Atlântica**. 158 f. 2018.

Dissertação (Mestrado), Universidade Católica do Salvador, Salvador, Bahia, Brasil, 2018.

DE CARVALHO, S. A.; ADOLFO, L. G.S. O direito fundamental ao saneamento básico como garantia do mínimo existencial social e ambiental. **Revista Brasileira de Direito**, v. 8, n. 2, p. 6-37, 2012. <https://doi.org/10.18256/2238-0604/revistadedireito.v8n2p6-37>

ESTEVES, F. D. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GONÇALVES, M. V. P.; SANTOS, R. A.; CRUZ, M. J. M.; PORCIÚNCULA, D. C. L. Condições Sociais de Saúde, Saneamento e Qualidade das Águas Subterrâneas de Itaparica e Vera Cruz, Região Metropolitana de Salvador, Bahia (BR). **Geoiंगा: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE/UEM)**, v. 13, n. 1, p. 121-145, 2021. <https://doi.org/10.4025/geoiंगा.v13i1.56389>

GONÇALVES, M. V. P.; PORCIÚNCULA, D. C. L.; ALENCAR, C. M. M.; CRUZ, M. J. M.; RAMOS SILVA, A. B.; SANTOS, R. A.; SILVA, A. C. M.; BATISTA, F. S.; RAMOS, V. M. L.; SIQUEIRA, T. G.; MOREIRA, G. A.V. Desigualdades Sócio-Espaciais na Região Metropolitana de Salvador, Bahia (BR): saneamento e qualidade da água subterrânea nos municípios de Itaparica e Vera Cruz. PANIAGUA, C. E. S. (Org.). *In: Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência* 3. Ponta Grossa - PR: Atena, 2022a. <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200517>

GONÇALVES, M. V. P.; PORCIÚNCULA, D. C. L.; ALENCAR, C. M. M.; CRUZ, M. J. M.; RAMOS SILVA, A. B.; SANTOS, R. A.; SILVA, A. C. M.; BATISTA, F. S.; RAMOS, V. M. L.; SIQUEIRA, T. G.; MOREIRA, G. A.V. Socio-Spatial Inequalities and Environmental and Sociocultural Existential Minimum in the Metropolitan Region of Salvador, Bahia, Brazil: fundamental rights, sanitation challenges and social health conditions. **International Journal of Human Sciences Research**, v. 2, n. 33, p.1-27, 2022b. <https://doi.org/10.22533/at.ed.5582332218105>

HELLER, L.; CASTRO, J. E. Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 284-295, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000). **Censo Demográfico 2000. Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). **Censo Demográfico 2000. Diário Oficial da União**, Brasília, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Balanço hídrico e dados climatológicos. **Mapa Climatológico de Precipitação Pluviométrica**. Disponível em: www.inmet.gov.br . Acesso em: 22.12.2018.

JESUS, M. S.; GARCIA, K. S.; CELINO, J. J.; PINHEIRO, L. B.; PALMEIRA, J. B. A. Indicadores primários da qualidade da água do dique do tororó, Salvador, Bahia. **Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 2, p. 92-98, 2011.

LAWSON, E.O. Physico-chemical parameters and heavy metal contents of water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria. **Advances in Biological Research**, v.5, n.1, p.8-21, 2011.

LEÃO, R. C.; GONÇALVES, Á. C.; SANTOS, C. T.B.; ANDRADE, A. A.; SILVA, M. C. S.; SILVA, M. B. O. Ocorrência de enteroparasitos e coliformes termotolerantes nas mãos de manipuladores de alimentos de um hospital de ensino. **Cadernos Saúde Coletiva**, n.26, v.2, p.211-215, 2018. <https://doi.org/10.1590/1414-462X201800020283>

LI, Y.; LI, Y.; QURESHI, S.; KAPPAS, M.; HUBACEK, K. On the relationship between landscape ecological patterns and water quality across gradient zones of rapid urbanization in coastal China. **Ecological Modelling**, v.318, p.100-108, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.01.028>

MENDES, B.; OLIVEIRA, J.F.S. **Qualidade da água para o consumo humano**. Lisboa: Lidel, Edições Técnicas, 2004.

MORAES, D. S. L.; ÁLVARES, M. L. P.; SANTOS, F. P. S.; COSTA, N. C. A. Saneamento e qualidade das águas dos rios em Salvador, 2007-2009. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 1, n. 1, p.47-60, 2012. <https://doi.org/10.9771/23172428rigs.v1i1.12067>

MORETTO, V. T. **Avaliação microbiológica da água e o perfil de resistência antimicrobiana em enterobactérias de coleções hídricas de salvador e área rural da Bahia**. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz, Salvador, 2018.

OLIVEIRA, R. M. M.; dos SANTOS, E. V.; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.3, p.523-529, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017154657>

PORCIÚNCULA, D. C. L. **Tensões territoriais no uso da água em Dias d'Ávila – Bahia**. Dissertação (Mestrado), Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2011.

PORCIÚNCULA, D. C. L. **O fenômeno das águas doces na Região Metropolitana de Salvador: usos, alterações e abandono**. 2017. 565 f. Tese (Doutorado), Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2017.

PORCIÚNCULA, D. C. L.; ALENCAR, C.M.M. Tensões territoriais no uso das águas na Região Metropolitana de Salvador (RMS), Bahia. **Revista Política e Planejamento Regional**, v.6, n.2, p. 150 - 163, 2019.

PORCIÚNCULA, D. C. L.; GONÇALVES, M. V. P.; ALENCAR, C.M.M. Indicador qualitativo de tensões no uso das águas em identidades territoriais de vida rural e urbana: evidências empíricas na Região Metropolitana de Salvador, Bahia (Brasil). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 58, p.105-125, 2021. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v58i0.69907>

RAMOS JUNIOR, A. B. S. **Hidroquímica da microbacia do Rio São Paulo, Bahia**. 84 f. 2017. Tese (Doutorado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. A Evolução histórica da saúde e do saneamento no Brasil e sua relação com o desenvolvimento humano. **Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, p. 2472-2481, 2000.

ROSSI, W.; CASTELLO BRANCO, L.; LACERDA, J. A.; GOMES, A. C.; WAGNER, E. Fontes de Poluição e o Controle da Degradação Ambiental dos Rios Urbanos em Salvador. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v.1, n.1, p.61-74, 2012.

SANTOS, J. J.; SANTOS JUNIOR, A.; PITA, N. S.; SANTOS, C.; E. K., SOUZA, V. M. B.; FARIA, A. C.F. Qualidade das águas das bacias hidrográficas da cidade de Salvador e do município de Lauro de Freitas, Bahia. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.6, n.1, p.97-124, 2018.

SILVA, E.; SOUZA, N. A.; VIANA, Z. C. V.; MARINHO, P. S.; SANTOS, V. L. C. Concentração de metais em sedimentos da Lagoa do Parque Metropolitano de Pituaçu, Bahia/Brasil. **Holos**, v. 4, p. 159-170, 2017. <https://doi.org/10.15628/holos.2017.4502>

SILVA, D. C. V. R.; QUEIROZ, G. L.; ALAMINO, D. A.; FERNANDES, J. F.; SILVA, S. C.; PAIVA, T. C. B.; POMPEO, M. M. L. M. Avaliação da eficiência de um índice de estado trófico na determinação da qualidade da água de reservatórios para abastecimento público. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n.4, p.627-635, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018168445>

SILVA, A. C. M.; CRUZ, M. J. M.; AZEVEDO, I. H. S.; MILAZZO, A. D. D. Investigation of geochemical quality of water from public fountains of Salvador. **Águas Subterrâneas**, v. 34, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.14295/ras.v34i1.29877>

SILVA, A. C. M.; AZEVEDO, I. H. S.; GONÇALVES, M. V. P.; CRUZ, M. J. M.; CRUZ, M. J. M. Variabilidade sazonal da qualidade de água em Lagoas urbanas no Nordeste do Brasil. **Geociências (UNESP)**, v.40, n.1, p.207-220, 2021a. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v40i1.14865>

SILVA, A. C. M.; AZEVEDO, I. H. S.; GONÇALVES, M. V. P.; MILAZZO, A. D. D.; CRUZ, M. J. M.; NASCIMENTO, S. A. M. Limnological parameters and metals concentrations in water in threelagoons of the metropolitan region of Salvador, Bahia, Brazil. **Pesquisas em Geociências**, v. 48, n. 4, 2021b. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.112264>

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VISCARD JUNIOR, K. O.; CAMPOS, V. P. Avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Joanes (Bahia), ao longo de 10 anos e identificação de fontes poluidoras. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 4, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6302478>

Recebido em: 23/12/2022

Aprovado em: 15/01/2023

Publicado em: 19/01/2023