

# Investigação de indicativos de qualidade da água em trechos dos rios urbanos Lucaia e Jaguaribe em Salvador, Bahia, Brasil.

Investigation of water quality indicatives in arts of the Lucaia and Jaguaribe urban rivers in Salvador, Bahia, Brazil.

Ana Carla Dias Fontana<sup>1,2,3</sup>, Ingrid de Abreu Pereira<sup>1,2,3</sup>, Astério Ribeiro Pessoa Neto<sup>1,4,5</sup>, Diego Ferreira de Oliveira<sup>1,3,4</sup>, Madson Moreira Nascimento<sup>6</sup>, Aldenor Gomes Santos<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Jorge Amado – UNIJORGE, Av. Luis Viana, n. 6775, Paralela 41.745-130 – Salvador – Bahia. E-mail: ambientalgt@gmail.com; ingrid\_abreu92@hotmail.com; [asteriopessoa@gmail.com](mailto:asteriopessoa@gmail.com); [diegooliveira.f10@gmail.com](mailto:diegooliveira.f10@gmail.com); [aldenor.santos@unijorge.edu.br](mailto:aldenor.santos@unijorge.edu.br)

<sup>2</sup>Laboratório de Química Analítica e Ambiental, Centro Universitário Jorge Amado, 41.745-130, Salvador-BA, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Microbiologia Ambiental, Centro Universitário Jorge Amado, 41.745-130, Salvador-BA, Brasil.

<sup>4</sup>Grupo de Estudos Ambientais Aplicados – GEAAP, Centro Universitário Jorge Amado, 41.745-130, Salvador-BA, Brasil.

<sup>5</sup>Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciências da Saúde - Departamento de Biointeração, Campus do Canela, 40110-902 Salvador, BA, Brasil.

<sup>6</sup>Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Campus de Ondina, 40170-115, Salvador-BA, Brasil. E-mail: [madchemis89@gmail.com](mailto:madchemis89@gmail.com)

**Como citar:** FONTANA, A. C. D.; PEREIRA, I. A.; NETO, A. R. P.; OLIVEIRA, D. F.; NASCIMENTO, M. M.; SANTOS, A. G. Investigação de indicativos de qualidade da água em trechos dos rios urbanos Lucaia e Jaguaribe em Salvador, Bahia, Brasil *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 16, e8, 2019. <https://dx.doi.org/10.21168/rega.v16e8>.

**RESUMO:** A utilização dos recursos hídricos para a dessedentação humana e dos animais foi determinante para que aglomerados urbanos se desenvolvessem ao longo dos rios. Porém a utilização inadequada deste recurso criou dificuldades para a gestão eficiente das águas, especialmente por meio do lançamento de efluentes domésticos e do escoamento de águas pluviais. O presente avaliou variáveis físico-químicas e microbiológicas em amostras de águas coletadas em rios urbanos localizados em Salvador-BA, tais como, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor, turbidez, alcalinidade, dureza, cloreto, sólidos totais dissolvidos (STD), ferro, coliformes termotolerantes. As coletas foram realizadas em dois pontos distintos dos rios Lucaia e Jaguaribe, sob condições chuvosas e secas, demonstrando que tanto os parâmetros físico-químicos quanto microbiológicos apresentaram valores acima daqueles indicados nas legislações vigentes, destacando CE, STD, alcalinidade, cloreto, ferro e cor. O ponto de monitoramento rio Lucaia apresentou níveis de CE (347,5 a 35.470  $\mu\text{cm}$ ), STD (2.464 e 22.700,8  $\text{mgL}^{-1}$ ), cloreto (1.489,01 e 9.149,77  $\text{mgL}^{-1}$ ) e dureza (536 e 2.290  $\text{mgL}^{-1}$ ) superiores aos demais pontos investigados. Os resultados de CE, STD e alcalinidade foram maiores em comparação aos dados do programa Monitora INEMA.

**Palavras-chave:** Rios urbanos; Diagnóstico físico-químicos; Análise multivariada.

**ABSTRACT:** The need to use water resources for human and animal water was predominant for urban agglomerations to develop along rivers, but the non-conscious use of this resource made possible the efficient management of water, especially through the discharge of domestic effluents and the drainage of rainwater. The present study evaluated physicochemical and microbiological variables in water samples collected in urban rivers located in Salvador-Bahia, such as temperature, hydrogenation potential (pH), electrical conductivity (EC), color, turbidity, alkalinity, hardness, chloride, solids total dissolved (TDS), iron, total coliforms. The samples were collected at two different points in the Lucaia and Jaguaribe rivers, under rainy and dry conditions, demonstrating that both physicochemical and microbiological parameters presented values above those indicated in current legislation, highlighting EC, TDS, alkalinity, chloride, iron and color. The monitoring point of the Lucaia River presented levels of EC (347.5 to 35.470  $\mu\text{cm}$ ), TDS (2464 and 22,700.8  $\text{mgL}^{-1}$ ), chloride (1489.01 and 9149.77  $\text{mgL}^{-1}$ ) and hardness (536 and 2290  $\text{mgL}^{-1}$ ) higher than the other points investigated. The results of EC, TDS and alkalinity were higher in comparison to the Monitora INEMA program data.

**Key words:** Urban rivers; Physical-chemical diagnosis; Multivariate analysis.

Recebido: 20/11/2018. Revisado: 07/06/2019. Aceito: 11/07/2019.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a existência do homem na Terra, para a conservação e equilíbrio da biodiversidade e para as relações entre o meio biótico e abiótico. De acordo com a Agência Nacional das Águas (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2009), menos que 3% de toda a água do mundo é equivalente a água doce e o restante é constituído por água salgada, destes 3%, mais de 2,5% está congelada, não disponível para o uso humano e menos de 0,5% é constituída de água disponível para atender as necessidades humanas, como uso doméstico, agricultura, pecuária, mineração, produção industrial, geração de energia, silvicultura, entre outras (BITTENCOURT; DE PAULA, 2014).

Devido a necessidade da utilização dos recursos hídricos, as cidades se desenvolveram ao longo dos rios, porém a ocupação urbana crescente potencializou os problemas da gestão das águas nas cidades, no que tange ao abastecimento, drenagem, lazer, paisagismo, e principalmente, degradação e esgotamento (REZENDE; ARAÚJO, 2016; RUDOLPHO; KARNOPP; SANTIAGO, 2018). Como descrito por Morsch, Mascaró e Pandolfo (2017), o lançamento de efluentes domésticos e das águas pluviais podem aumentar a concentração de sedimentos nos corpos d'água, reduzir a concentração de oxigênio dissolvido, aumentar a população de organismos patogênicos, ocasionando redução da qualidade dos corpos hídricos.

Os rios das grandes capitais e regiões metropolitanas geralmente apresentam concentrações elevadas de nutrientes que resultam principalmente dos lançamentos irregulares de esgotos domésticos. Este fato tem gerado preocupações para as comunidades locais, especialmente por conta da escassez de água para consumo humano em todo o nordeste e em grande parte do Brasil (ROSA; DÍAZ-BECERRA; LUNKES, 2016). Por esta razão, Girão et al. (2017), Pereira, Paredes e Okawa (2018) mencionaram que o aumento das atividades humanas tende a contaminar os mananciais urbanos por meio de lançamentos dos domésticos e industriais, juntamente com a drenagem pluvial.

Na cidade de Salvador, estado da Bahia-Brasil, a contaminação dos corpos hídricos superficiais está relacionada ao crescimento populacional às margens dos rios e com isso, parte do efluente gerado pela população, principalmente as que possuem menos estruturas, lançam águas em diferentes concentrações diretamente nos rios, alterando suas características de ordem química, física e biológica.

Nesse caso, a Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, dispõe sobre a gestão destes recursos de forma que a sua disponibilidade qualitativa e quantitativa deve ser preservada para usos múltiplos das presentes e futuras gerações. Essa Lei estabelece como instrumentos de controle os planos de recursos hídricos; outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos; cobrança pelo uso de recursos hídricos; sistema de informações sobre recursos hídricos; e enquadramento dos corpos de água em classes (BRASIL, 1997). Em relação aos enquadramentos, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), em seu artigo 42, estabelece que enquanto os enquadramentos não estiverem aprovados, as águas doces serão consideradas classe II, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores. Tratando-se de qualidade das águas, surge a necessidade de monitorar as características no sentido de determinar sua adequada finalidade. Dessa forma, esta Resolução define o controle de qualidade da água como “[...] o conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água [...]” (BRASIL, 2005, p. 22).

Esta Resolução também apresenta parâmetros para o enquadramento dos corpos hídricos, além de ser um instrumento importante para o monitoramento da qualidade da água e um referencial para a gestão dos recursos hídricos.

No que diz respeito aos rios urbanos, uma nova visão se volta para a apreciação dos corpos hídricos introduzida como espaços de oportunidade ambiental, social, recreativa, cultural e econômica (ANELLI, 2015; SILVA; MELLO, 2017). Observando o cenário atual de Salvador, os rios urbanos encontram-se descaracterizados, sendo a maior parte invadidos por esgotos, fazendo-se necessário um estudo para auxiliar a tomada de decisão referente a melhoria da qualidade ambiental dos rios. O nível de qualidade de um corpo hídrico pode ser definido através de análises dos parâmetros físico, químico e microbiológico (BISCAINO NETO; RABELO; FREIRE, 2015; NOZAKI et al., 2014). E para tornar as condições dos rios urbanos de Salvador adequada para os diversos fins, de acordo com as legislações pertinentes, é necessário que várias ações sejam propostas, entre elas a realização do monitoramento da qualidade das águas.

Este trabalho realizou a análise dos parâmetros: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor, turbidez, alcalinidade, dureza, cloreto, sólidos totais dissolvidos

(STD), ferro e coliformes termotolerantes em amostras de águas coletadas nos rios urbanos Jaguaribe e Lucaia localizados em Salvador-BA, Brasil. Com os resultados obtidos foi realizado um diagnóstico dos corpos de água da área de estudo. O resultado do diagnóstico, por sua vez, foi comparado com dados obtidos para temperatura, pH, CE, STD, alcalinidade e turbidez dos relatórios do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (INEMA), do seu programa Monitora INEMA com os índices indicados pela regulação vigente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Descrição da Área e Pontos de Amostragem

O município de Salvador possui 12 rios com qualidade comprometida devido aos lançamentos de águas contaminadas, sem tratamento preliminar, em função da ausência das redes coletoras de esgotamento sanitário em parte da cidade (SANTOS et al., 2010). Os rios Jaguaribe e Lucaia foram escolhidos em razão da suscetibilidade à contaminação por lançamento de efluentes e/ou resíduos, respectivamente.

A bacia do rio Lucaia possui uma área de 14,74 km<sup>2</sup>, correspondente a 4,77% do território de Salvador. Possui uma população de 267.688 habitantes, o que corresponde a 11% da população e uma densidade populacional de 18.154,85hab./km<sup>2</sup>, considerada a quarta bacia mais populosa da cidade (IBGE, 2000 *apud* SANTOS et al., 2010).

Ainda conforme Santos et al. (2010), o rio Lucaia nasce nas encostas e grotões do lado leste da Av. Joana Angélica, que verte para o Dique do Tororó e após a sua passagem por diversos bairros desagua no Largo da Mariquita, na praia do Rio Vermelho. O mesmo é responsável pela drenagem de parte dos esgotos domésticos da cidade de Salvador, encontrando-se em toda a sua extensão canalizado e/ou aterrado e com suas características originais alteradas.

Já a bacia do rio Jaguaribe possui maior área, 52,76km<sup>2</sup>, correspondendo a 17,08% do território de Salvador. Consequentemente possui uma maior população, com 348.591 habitantes, o que corresponde a 13,96% da população de Salvador e com uma densidade populacional de 6.606,9hab/km<sup>2</sup>, considerada a segunda bacia mais populosa da cidade, com suas nascentes nos bairros de Águas Claras, Valéria e Castelo Branco e sua foz na praia de Patamares (IBGE, 2000 *apud* SANTOS et al., 2010).

As amostras foram coletadas em dois pontos distintos dos rios e foram identificados como: J1 (12°57'20,1"S/38°23'14,5"W), ponto do rio Jaguaribe, a 1,7 km de distância de sua foz, localizado na Avenida Otávio Mangabeira; J2 (12°57'37,5"S/38°23'47,5"W), também no rio Jaguaribe na avenida Otávio Mangabeira, a 582 m de sua foz; L1(13°00'22,6"S/38°29'22,0"W, ponto do rio Lucaia, a uma distância 1,1 km de sua foz, localizado na rua Lucaia, na captação em tempo seco da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA); e L2 (13°00'34,4"S/ 38°29'19,0"W), ponto do rio Lucaia, a 551 m de distância de sua foz, após a junção com o rio das Tripas, na avenida Juracy Magalhães Júnior, no bairro Rio Vermelho (Figura 1).

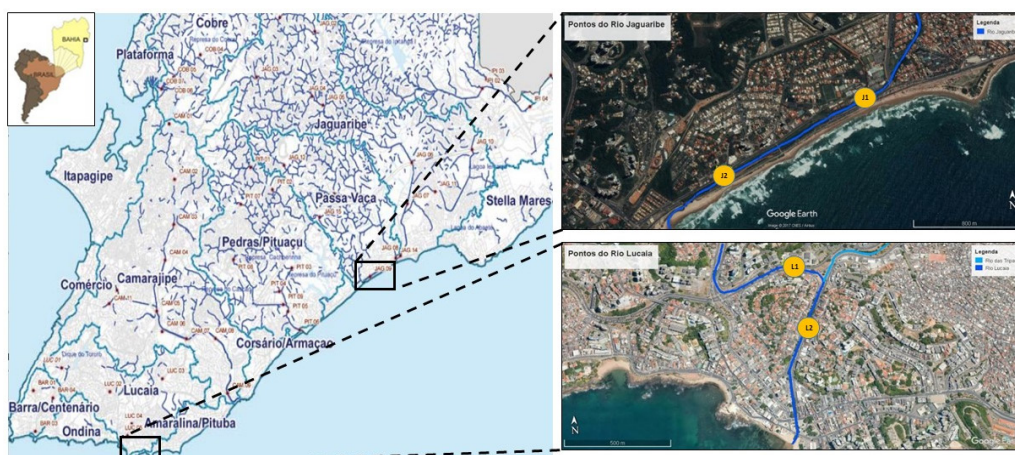


Figura 1: Identificação dos pontos de coletas nos rios Jaguaribe e Lucaia

### Coleta e Análises das Amostras

Foram realizadas duas coletas, uma no período chuvoso e outra no período seco do ano de 2017, a fim caracterizar de forma preliminar a dinâmica da qualidade das águas dos rios estudados. A realização das coletas e análises das amostras seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

Foram utilizados recipientes de polietileno de 1L, previamente lavados com água destilada. Antes da coleta, cada recipiente foi ambientado duas vezes com água do local de amostragem e foram identificados com nome da campanha, ponto e data da coleta. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor e mantidas sobre refrigeração com gelo durante o transporte ao Laboratório de Química e de Microbiologia do Centro Universitário Jorge Amado, campus da Paralela, localizado na cidade de Salvador-BA.

### Análises Físico-Químicas

O parâmetro de alcalinidade foi determinado pelo método de titulação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,01 \text{ molL}^{-1}$ , o cloreto foi determinado através de titulação com  $\text{AgNO}_3$   $0,01 \text{ molL}^{-1}$  e a dureza com ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA)  $0,01 \text{ molL}^{-1}$ . A temperatura das amostras foi mensurada no local da coleta com a utilização do termômetro. O pH foi analisado pelo método potenciométrico com pHmetro digital 0.00-14.00 pH/mv/°c PHB-500. As análises de condutividade elétrica foram feitas através do condutivímetro TecnoPonm PA 210 e a partir deste resultado foi determinado os sólidos totais dissolvidos (STD). As análises de ferro foram realizadas através do espectrofotômetro ultravioleta/visível (UV/VIS) e a cor foi determinada através do espectrofotômetro DR3900. O parâmetro turbidez foi determinado por meio do turbidímetro portátil 2100 Q – HACH. As análises foram realizadas no Laboratório de Química Analítica do Centro Universitário Jorge Amado.

A análise de componentes principais (Principal Component Analysis - PCA) foi empregada com o objetivo de avaliar possíveis correlações entre as variáveis (parâmetros físico-químicos), além de verificar a discriminação das amostras em função destas variáveis. A PCA permite a redução do conjunto de dados através de combinações lineares das variáveis originais. Desse modo, a matriz de dados original resulta em duas matrizes menores conhecidas como matriz de pesos e de escores. A HCA, por sua vez, permite agrupar diferentes amostras ou variáveis do conjunto de dados de acordo com a similaridade de cada um (JOLLIFFE; CADIMA, 2016). O conjunto de dados obtidos no presente estudo foi usado para construção de uma matriz de dados  $24 \times 10$ , composta por 24 amostras (considerando as triplicatas de cada ponto) e 10 variáveis físico-químicas. Os dados foram pré-tratados através do autoescalamento de modo em que todas as variáveis apresentassem a mesma importância. Os critérios para obtenção das componentes principais foram: autovalores  $\geq 1$ , percentual de variância em cada componente principal e teste scree  $> 2 \%$ . Todas as operações matemáticas necessárias para obtenção dos gráficos de PCA foram realizadas com auxílio do software estatístico Statistica 7.0 (StatSoft, Tulsa, Ok, USA).

### Análises Microbiológicas

Coliformes termotolerantes foram determinados através do método dos tubos múltiplos de acordo com o *Standard Methods* preconizado pela APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). Na etapa presuntiva foram utilizados cinco tubos em série contendo caldo lauril triptose (CLT) e adicionados alíquotas de três diluições das amostras para determinação de coliformes totais (10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL). Na etapa confirmativa, transferiu-se uma alíquota de cada cultura com resultado positivo (turbidez do meio e presença de gás no tubo de duran) da etapa presuntiva para uma mesma quantidade de tubos contendo caldo lactosado com verde brilhante e bile a 2% com incubação a  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , por 48 horas.

A contagem de termotolerantes (*Escherichia coli*) seguiu o mesmo procedimento da etapa confirmativa para coliformes totais, porém foi utilizado o meio EC (meio enriquecido para *E.coli*) com os tubos incubados a  $45^\circ\text{C}$  por .

Para estimar a densidade final de termotolerantes nas amostras foi utilizada a tabela de NMP/100mL e as fórmulas de diluições apresentadas pelo *Standard Methods*. As análises foram processadas no laboratório de Microbiologia do Centro Universitário Jorge Amado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação dos Parâmetros Físico-químicos

Na tabela 1 são apresentados os resultados das análises físico-químicas. Dos pontos coletados, 42,5% dos resultados (CE, STD, alcalinidade, cloreto, ferro e cor) apresentaram-se acima daqueles indicados pela Resolução CONAMA 357/2005, Brasil (2005) e CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009). O ponto L2 apresentou as maiores concentrações para os níveis de condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), cloreto e dureza.

**Tabela 1:** Resultados das análises físico-químicas dos rios Lucaia e Jaguaribe investigados.

	Rio Lucaia				Rio Jaguaribe				Limites			
	Período Chuvoso		Período Seco		Período Chuvoso		Período Seco		Res. CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005)	Brasil (2006)	CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009)	Programa Monitora INEMA (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2017)
	L1	L2	L1	L2	J1	J2	J1	J2				
Temperatura (°C)	25	25	26	26	26	27	26	27	-	-	-	25 a 29,3
pH	7,45	7,22	7,66	7,55	7,23	7,22	8,04	7,77	6 a 9	-	-	6,88 a 7,14
CE (µ/cm)	347,5	3850	373,1	35470	527,8	562,1	603,7	609,9	-	-	100	543 a 669
STD (mgL <sup>-1</sup> )	222,4	2464	238,78	22700,8	337,79	359,74	386,37	390,34	500	-	-	234 a 298
Alcalinidade (mgL <sup>-1</sup> )	1035,3	1441,3	994,7	1603,7	1786,4	1725,5	2009,7	2030	-	-	-	114 a 167
Dureza (mgL <sup>-1</sup> )	116	536	106	2990	96	104	114	108	-	*	-	-
Cloreto (mgL <sup>-1</sup> )	139,16	1489,01	111,33	9149,77	166,99	139,16	125,24	153,08	250	-	-	-
Ferro (mgL <sup>-1</sup> )	0,23	0,28	0,5	0,23	0,38	0,49	0,74	0,5	0,3	-	-	-
Cor (mg Pt/L)	84	271	287	76	263	264	38	300	75	-	-	-
Turbidez (NTU)	7,22	25,5	26	6,39	22,6	22,4	3,32	28,2	100	-	-	11 a 82

\*Dureza segundo o Brasil (2006): Mole ou branda: < 50 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>; Dureza moderada: entre 50 mgL<sup>-1</sup> e 150 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>; Dura: entre 150 mgL<sup>-1</sup> e 300 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>; Muito dura: > 300 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>.

A temperatura nas amostras da água ao longo dos rios Lucaia e Jaguaribe variaram entre 25°C e 27°C, sendo os menores valores encontrados no rio Lucaia. Os menores valores de temperatura foram encontrados nos horários de coleta mais cedo em função da baixa incidência solar, com isso, a temperatura encontrada no rio Lucaia foi menor em comparação ao rio Jaguaribe, pois as coletas tiveram início no Lucaia. Valores semelhantes foram observados no estudo realizado por Souza et al. (2014) no rio Almada no sul da Bahia, que obteve nos primeiros pontos coletados valores menores de temperatura devido ao horário da coleta. Esta variável interfere na maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água, tendo em vista que organismos são adaptados para uma determinada faixa de temperatura (DE CARVALHO; SOARES; ARAÚJO, 2018). Em 2017 os resultados do Monitora INEMA registraram temperaturas para o rio Lucaia que variaram de 26,2 a 29,3°C e para o rio

Jaguaribe de 25 a 27,5°C nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, mostrando que não houve diferença com o monitoramento. A temperatura é menor no período chuvoso.

A cor da água provém da existência de sólidos dissolvidos na água, que pode ser de origem orgânica ou mineral (FERREIRA et al., 2015). Os valores de cor nas amostras coletadas variaram entre 38 e 300 mgPtL<sup>-1</sup>, e somente o ponto J1 no período seco (38 mgPtL<sup>-1</sup>) apresentou resultado dentro do limite de 75 mgPtL<sup>-1</sup>, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), como pode ser observado na Tabela 1. Os maiores resultados de cor obtidos nos pontos L2 e J1 no período chuvoso estão de acordo, e foram encontrados por Abreu e Cunha (2017) que encontraram correlação positiva da cor com a precipitação. Além disso, a cor é diretamente proporcional às elevações da variável turbidez (OLIVEIRA; CUNHA, 2014). Destaca-se que os valores de cor nos pontos L1 e J2 foram maiores no período seco. Pressupõe-se que neste ponto do rio Lucaia ocorreram descargas de efluentes no período das coletas, e estas foram realizadas em período seco que concentram menores vazões e mais nutrientes. No período seco, ponto L2, ponto de captação de água da EMBASA, não foi encontrada nenhuma anormalidade na cor da água. A cor da água no ponto J2 também pode ter sido influenciada pelas obras do rio Jaguaribe, que pode ter ocasionado o aumento de STD com a movimentação do solo às margens do rio, elevando os valores de cor.

Como pode ser avaliado na Tabela 1, a turbidez apresentou nos pontos amostrados valores entre 3,32 e 28,2 unidades nefelométricas de turbidez (UNT). Nos pontos L2 (6,39 e 25,5 UNT) e J1 (3,32 e 22,6 UNT) foram verificados maiores valores de turbidez no período chuvoso, também observaram Andrietti et al. (2016) e Ferreira et al. (2015) na qualidade do rio Caiabi-MT e do córrego do rio Acima em São João del-Rei-MG, respectivamente.

O ponto J2 obteve valor maior de turbidez no período seco (28,2 UNT), sugerindo novamente o avanço das obras de canalização do rio Jaguaribe com o deslocamento de sedimentos, acrescentando a quantidade de sólidos em suspensão e aumentando sua turbidez. No ponto L1, também como no J2, o resultado mais elevado de turbidez encontrado foi do período seco (26 UNT), pressupondo possivelmente alguma ação antrópica, como despejo de efluentes domésticos e industriais. Estes resultados de turbidez estão concordantes com os obtidos pelo INEMA (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2017), cujos valores oscilaram de 11 UNT (período seco) para 28 UNT (período chuvoso). Vale ressaltar que o limite de turbidez estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para rios de classe II é de até 100 UNT, o qual não foi ultrapassado em nenhuma das amostras.

Os valores de CE variaram de 347,5 a 35470 µScm<sup>-1</sup>. Em comparação aos demais pontos, L2 registrou maiores concentrações em ambos os períodos, seco e chuvoso. Esse resultado sugere que altas concentrações desse elemento podem estar associadas a aportes provenientes do rio das Tripas, que tem sua foz no rio Lucaia a 319m do ponto L2. A CE apresentou-se maior no período seco (de maior vulnerabilidade), no qual a vazão é menor. Resultados similares foram obtidos pela CETESB no rio Tietê (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016). Na Resolução CONAMA nº 357/05 não existe referência para este parâmetro, no entanto níveis maiores que 100 µScm<sup>-1</sup> de CE na água podem causar danos ao ser humano de forma indireta, indicado possível fonte de efluentes (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009; SANTOS et al., 2015).

Segundo dados do Programa Monitora INEMA (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2017), os resultados tiveram relação similar aos resultados encontrados neste estudo. Para o rio Lucaia a CE variou de 543 a 632 µScm<sup>-1</sup> e para o rio Jaguaribe 584 a 669 µScm<sup>-1</sup> nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Os valores de CE são menores no período chuvoso, demonstrando um processo de diluição durante este período.

Nas amostras coletadas houve variação de 222,4 a 22700,8 mgL<sup>-1</sup> para os sólidos totais dissolvidos (STD). O ponto L2 apresentou resultados acima do estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/05 (500mgL<sup>-1</sup>). Nota-se que os valores de STD foram menores no período chuvoso, resultado este que também foi encontrado na pesquisa de Christofolletti, Conceição e Spatti Junior (2015), no córrego Ibitinga em Rio Claro-SP, que observou uma redução da concentração de STD no período chuvoso, provavelmente devido à diluição causada pelas águas pluviais e pelo aumento do volume do rio. Os sólidos totais dissolvidos podem indicar a presença de sais, ácidos minerais e outros contaminantes, geralmente derivados da carga de poluentes lançadas no curso de água (MALAGUTTI; TAUKE-TORNISIELO, 2014). De acordo com os resultados do Monitora INEMA (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2017), STD variaram de 234 a 276 mgL<sup>-1</sup> no rio Lucaia e de 266 a 298 mgL<sup>-1</sup> no rio Jaguaribe, sendo o menor valor encontrado para o período chuvoso.



Os resultados de pH oscilaram entre 7,22 e 8,04 (Tabela 1). Antunes et al. (2014) encontraram resultados parecidos no rio urbano de Carahá, em Lages-SC (dentro dos limites da Resolução CONAMA nº 357/05, entre 6,0 e 9,0 - rios de classe II). No monitoramento realizado pelo programa Monitora INEMA (2017), valores encontrados variaram de 7,00 e 7,14 no rio Lucaia e 6,88 a 7,07 no rio Jaguaribe. As concentrações encontradas sugerem que as águas dos rios monitorados estão em uma faixa neutra a ligeiramente alcalina. A maior concentração foi encontrada no ponto J1 durante o período seco (período de fragilidade do rio, mais susceptível). Notou-se neste ponto a presença excessiva de plantas aquáticas indicando possível processo de eutrofização, visualizados durante a campanha de campo (Figura 2). O pH é um parâmetro importante para a avaliação da qualidade da água e a variação deste pode ser de origem natural através da dissolução de rochas e pela fotossíntese ou de forma antropogênica por meio de despejos domésticos e industriais (CARVALHO; SOARES; ARAÚJO, 2018; NOZAKI et al., 2014).

As concentrações de ferro nos pontos de coleta Lucaia e Jaguaribe variaram de 0,2 a 0,7 mgL<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). Souza et al. (2015), estudando no alto rio Pedreira, em Macapá, também encontrou maiores teores de ferro durante o período seco. Todos os pontos do rio Jaguaribe apresentaram valores de ferro acima do estabelecido pelo CONAMA 357/05 05 (BRASIL, 2005) nos dois períodos analisados (J1: 0,38 mgL<sup>-1</sup>, J2: 0,49 mgL<sup>-1</sup> – período chuvoso; J1: 0,74 mgL<sup>-1</sup>, J2: 0,5 mgL<sup>-1</sup> – período seco) e o ponto L1 no período seco (0,5 mgL<sup>-1</sup>). Ressalta-se o ponto J1, no qual a quantidade de ferro encontrada no período seco foi quase o dobro do chuvoso, talvez devido ao mesmo processo de eutrofização sugerido para o ponto J1. O ponto J2 apresentou valores de ferro acima do limite estabelecido pelo CONAMA(0,3 mgL<sup>-1</sup>), possivelmente em razão das obras de macrodrenagem que foram realizadas neste ponto, no qual a movimentação do solo através de máquinas de estruturas metálicas de ferro podem ter contribuído para o aumento dos teores de ferro nesse ponto. O ponto L1 apresentou concentração de ferro acima do limite legal somente no período seco, quando ocorre maior concentração de espécies dissolvidas em função do baixo volume das águas, o que sugere maior fragilidade e susceptibilidade a influências antrópicas nesse período.



**Figura 2:** Ponto J1 no período seco com presença excessiva de plantas aquáticas (Rio Jaguaribe).

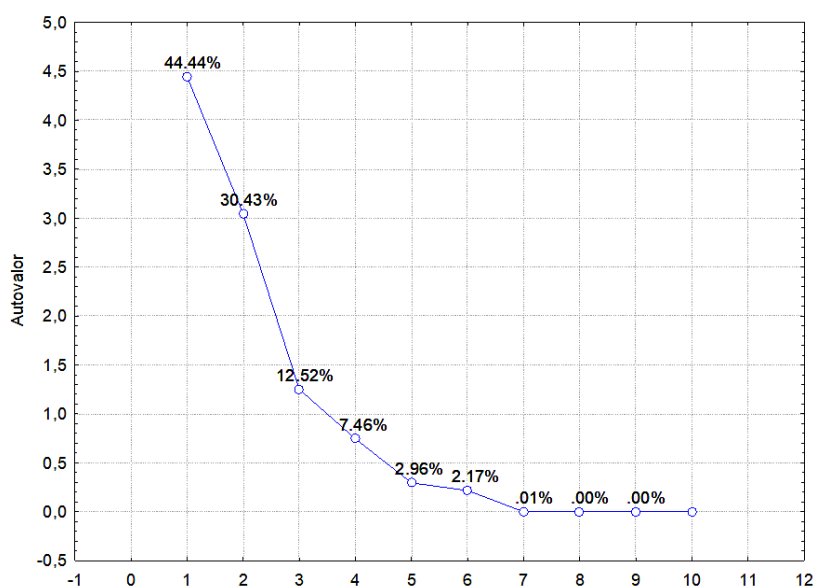
A alcalinidade indica a capacidade da água de neutralizar os ácidos, utilizado para demonstrar a capacidade de tamponamento da água, sendo que ela tem correlação com o pH (BRASIL, 2006). Os resultados de alcalinidade variaram entre 994,7 a 2030 mgL<sup>-1</sup>. A Resolução CONAMA 357/05 não faz menção a este parâmetro, no entanto, no relatório Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano, de Brasil (2006) indicou que a maioria das águas naturais apresentam teores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mgL<sup>-1</sup>. Todas as amostras analisadas apresentaram valores acima de 500 mgL<sup>-1</sup>. De acordo com Franchini e Gomes (2017), os altos valores de alcalinidade estão relacionados com despejos de efluentes domésticos ou industriais. Geralmente, nos meses de maiores precipitações o valor da alcalinidade tende a diminuir, devido ao processo de diluição da água (PIRATOBA et al., 2017), fato este que foi observado nos pontos amostrados e nos resultados do INEMA (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2017), que apresentaram valores mais baixos nos períodos chuvosos (114 e 137 mgL<sup>-1</sup>) do que nos períodos secos (136 e 167 mgL<sup>-1</sup>), respectivamente.

A dureza aponta a concentração de cátions multivalentes dissolvidos na água. Os cátions mais frequentes associados à dureza são cálcio e magnésio (BRASIL, 2006). Os valores da dureza, mostrados na Tabela 1, oscilaram entre 96 e 536 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> para o período chuvoso, e de 106 a 2990 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> para o período seco, sendo maiores no período seco. Houve duas classificações de dureza para a água dos rios analisados, segundo Brasil (2006): água de dureza moderada (dureza entre 50 mgL<sup>-1</sup> e 150 mgL<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>) e água muito dura (dureza > 300 mgL<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>). O aumento das concentrações no período seco pode ser atribuído ao baixo volume de água, no qual o curso de água tende a ter mais alimentação por água subsuperficial e subterrânea, que possui uma maior concentração de íons como cálcio e magnésio (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2018). O ponto L2 apresentou maior valor de dureza em ambos os períodos. De acordo com Barreto et al. (2014) quanto menor a vazão maior será a dureza devido à formação de precipitado de CaCO<sub>3</sub>. Em função da existência de um sistema de captação do rio Lucaia realizado pela EMBASA, anterior ao ponto L2, supõe-se que a vazão deste trecho seja menor apesar da influência do rio das Tripas.

Conforme Tabela 1, os valores de cloreto registrados nos rios Lucaia e Jaguaribe oscilaram de 111,3 a 9149,8 mgL<sup>-1</sup> e somente o ponto L2 (2464 e 22701 mgL<sup>-1</sup>), nos dois períodos, ficando com concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que é de 250 mgL<sup>-1</sup>. O alto teor de cloreto é um indicador de contaminação por esgotos domésticos nas águas (FRANCHINI; GOMES, 2017). Destaca-se que este ponto do rio Lucaia sofre influência do nível do rio das Tripas e consequentemente com aportes provindos de oscilações de maré e correntes marinhas, conforme indicado por Piratoba et al. (2017).

### **Análise exploratória dos parâmetros físico-químicos: Estatística Multivariada.**

Um total de três componentes principais (CPs) foram extraídas com base no critério dos autovalores e teste scree (Figura 3). Essas componentes juntas explicaram 87,4 % da variância explicada. A quarta CP apresentou autovalor <1, e a posterior avaliação dos pesos dessa PC não mostrou informações relevantes.



**Figura 3: Gráfico do teste scree mostrando o percentual de variância de cada uma das CPs em função do autovalor.**

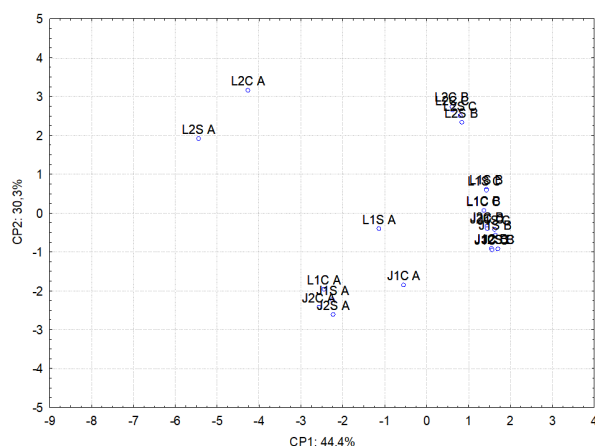
Os pesos das variáveis em cada uma das CPs são mostradas na Tabela 2. A CP1 foi responsável por explicar 44,4 % da variância e foi caracterizada pelos elevados pesos negativos das variáveis, temperatura, pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), cor e turbidez. Por outro lado, as variáveis dureza e cloretos, apresentaram elevados pesos positivos em CP2, além da variável ferro, que apresentou elevado peso negativo nessa CP. Somente a variável alcalinidade apresentou elevado peso na CP3. Como somente as duas primeiras CPs representam mais de 74 % da variância, a discussão será focada no gráfico bidimensional PC1 x PC2 da Figura 4.



**Tabela 2:** Pesos das variáveis referentes aos parâmetros físico-químicos nas componentes principais. As variáveis de maior peso (peso>0,6) foram destacadas em negrito.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
Temperatura (°C)	<b>-0,89583</b>	-0,34057	-0,09013
pH	<b>-0,89121</b>	-0,33363	-0,09755
CE (µ/cm)	<b>-0,77845</b>	0,38063	0,25601
STD (mg/l)	<b>-0,77845</b>	0,38063	0,25601
Alcalinidade (mg/l)	0,07494	-0,32117	<b>0,87154</b>
Dureza (mg/l)	-0,31799	<b>0,87166</b>	0,16362
Cloretos (mg/l)	-0,32143	<b>0,86525</b>	0,18826
Ferro (mg/l)	0,16546	<b>-0,75461</b>	0,50422
Cor (mg Pt/l)	<b>-0,83459</b>	-0,42160	-0,11918
Turbidez (NTU)	<b>-0,83742</b>	-0,40904	-0,11372

Conforme verificado no gráfico de escores (amostras) na figura 4, as amostras de água referentes ao tempo seco L1SC, L1SB, J1SB, J1SC, J2SB e J2SC foram separadas com pesos positivos em CP1, apresentando valores mais baixos das variáveis, temperatura, pH, CE, STD, cor e turbidez. Em contrapartida, a amostra coletada no período chuvoso L2CA e do período seco L2SA, foram discriminadas das demais variáveis em CP1 e CP2 em função dos elevados valores das variáveis CE, STD, alcalinidade, cloretos, cor, turbidez e dureza. Os altos valores para as variáveis CE, STD, alcalinidade, cloretos, cor, turbidez e dureza e a discriminação destas amostras no período seco e chuvoso, podem estar associadas a fontes de contaminação destes e vazão dos rios. As águas sofrem influência direta dos efluentes domésticos lançados, oscilações de maré e correntes marinhas vindas do oceano, que podem contribuir para variação significativa das variáveis físico-químicas analisadas nos rios investigados.



**Figura 4.** Gráfico de escores PC1 x PC2 mostrando as amostras (analisadas no presente estudo) discriminadas em função dos parâmetros físico-químicos.

### Avaliação Microbiológica

O grupo coliforme é constituído por bactérias que são indicadores de contaminação por fezes em amostras de água e este parâmetro permite a identificação de microrganismos patogênicos (BRASIL, 2006). Na tabela 3, estão apresentados os resultados das análises microbiológicas realizadas no período seco e no período chuvoso nos rios Lucaia e Jaguaribe.

**Tabela 3:** Análises microbiológicas dos rios Lucaia e Jaguaribe.

	Rio Lucaia				Rio Jaguaribe			
	Período Chuvoso		Período Seco		Período Chuvoso		Período Seco	
	L1	L2	L1	L2	J1	J2	J1	J2
<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)</b>	9.000	9.000	5.000	9.000	16.000	>16.000	16.000	9.000

A investigação microbiológica verificou a presença de coliformes termotolerantes em todas as amostras, com populações bacterianas acima dos limites de balneabilidade de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml de amostras estabelecidos pela legislação vigente - CONANA 357/05 (BRASIL, 2005). Os altos valores encontrados podem ser justificados pela contaminação por esgotos domésticos, devido às grandes quantidades de efluentes descartados diretamente nas águas destes rios. Os resultados encontrados corroboram com os estudos de Silva et al. (2018) quando encontraram densidades de *E.coli* superiores a 1000 coliformes nas análises de águas do rio Teixeira no estado do Pará. Os dados de densidade microbiológica complementaram os dados físico-químicos e confirmaram que as origens dos impactos vinham de um aterro sanitário localizado próximo à nascente do rio.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos quatro pontos de coleta distribuídos nos rios urbanos Lucaia e Jaguaribe, nos períodos estudados, foi possível verificar que estes rios, quanto aos parâmetros indicativos de classe, apresentaram resultados acima dos limites da Resolução CONAMA 357/05, não concordantes com o estabelecido para as águas de classe 2. Os resultados obtidos também não foram concordantes com os padrões de normalidade estabelecidos por Brasil (2006) e pela CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009).

No período em estudo, os resultados encontrados para a maioria dos parâmetros físico-químicos foram concordantes com os apresentados pelo programa Monitora INEMA (2017).

L2 foi o ponto que apresentou resultados mais divergentes em relação aos parâmetros de normalidade estabelecidos na regulação, principalmente para condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, cloreto e dureza. Isto sugere uma maior atenção para as águas deste ponto visto que, nesse caso, as águas apresentam uma maior fragilidade em relação aos subprodutos provindos do aporte antrópico, como despejo de efluentes, ou natural, por meio da influência do rio das Tripas, ou oscilações marinhas.

Apesar da amostragem em somente duas etapas, a partir dos parâmetros analisados, foi possível verificar que os rios Lucaia e Jaguaribe estão em processo de eutrofização por lançamentos sistemáticos de efluentes domésticos. Recomenda-se nesse caso, sob a responsabilidade do poder público, as imediatas intervenções sanitárias necessárias para cessar os lançamentos de efluentes domésticos sobre esses rios. Com o objetivo de poder compreender melhor a influência do clima sobre a qualidade das águas desses rios, recomenda-se, também, ampliação da frequência de monitoramento considerando principalmente os períodos chuvosos e secos.

Como ação alternativa, sugere-se ainda, para o poder público, o desenvolvimento de campanhas de educação ambiental para as comunidades do entorno desses rios. Recomenda-se também, para o poder público da grande Salvador, ações de saneamento ambiental para recuperação e valorização dos rios de Salvador, com objetivos de melhorar a qualidade das águas dos rios da cidade e de reinserir esses rios na paisagem urbana. Com a revitalização dos rios é possível recuperar suas funções biológicas, ecossistêmicas e simbólicas, para que se possa fazer uso dos mesmos de forma associada a valores culturais e sociais.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, C.; CUNHA, A. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 22, n. 1, p. 45-56, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017000100045&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017000100045&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 27 out. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. *Fatos e tendências: água*. Brasília, 2009. p. 4. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2006/AguaFatosETendencias.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21. ed. Washington: APHA, 2005. Disponível em: <[https://www.mwa.co.th/download/file\\_upload/SMWW\\_1000-3000.pdf](https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017.
- ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi-MT. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 11, n. 1, jan-mar. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v11n1/1980-993X-ambiagua-11-01-00162.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

- ANELLI, R. Uma nova cidade para as águas urbanas. *Estudos Avançados*, v. 29, n. 84, maio-ago. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v29n84/0103-4014-ea-29-84-00069.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- ANTUNES, C. et al. Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 32, 2014. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/32-10\\_Materia\\_7\\_artigos405.pdf](http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/32-10_Materia_7_artigos405.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017.
- BARRETO, L. et al. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. *Revista Ambiente e Água*, v. 9, n. 1, Taubaté, jan.-mar. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2014000100012&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2014000100012&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- BISCAINO NETO, J.; RABELO, G.; FREIRE, R. Efeito da poluição hídrica devido ao escoamento superficial urbano. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 3, n. 20, p. 186-202, 2015. Disponível em: <[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/1065](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1065)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- BITTENCOURT, C.; DE PAULA, M. A. S. *Tratamento de água e efluentes: fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos*. 1ª ed. Editora Érica, 2014. p. 23.
- BRASIL. *Planalto. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 27 out. 2017.
- BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 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. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017.
- CARVALHO, L.; SOARES, M.; ARAÚJO, M. Monitoramento da qualidade da água do rio Mundaú nos municípios de Garanhuns e Correntes, PE. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental* (Pombal - PB - Brasil), v. 12, n. 2, p. 52-57, abr.-jun., 2018. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/index>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- CHRISTOFOLETTI, S.; CONCEIÇÃO, F.; SPATTI JUNIOR, E. Relações hidroquímicas aplicadas a avaliação da qualidade da água na bacia do córrego Ibatinga, Rio Claro (SP). *Revista Geociências*, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 224-237, 2015. Disponível em: <[http://revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/34/volume34\\_2\\_files/34-2-artigo-06.pdf](http://revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/34/volume34_2_files/34-2-artigo-06.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2009*. São Paulo, 2009. Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 27 out. 2017.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: parte 1 – águas doces - 2015*. São Paulo, 2016. Disponível em: <[https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb\\_QualidadeAguasInteriores\\_2017\\_02-06\\_VF.pdf](https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2017_02-06_VF.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017.
- FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. A. Análise do Índice de Qualidade de Água na Bacia do Córrego do Rio Acima, São João del-Rei/MG. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 3, n. 15, p. 94-105, 2015. Disponível em: <[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/94](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/94)>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- FRANCHINI, C.; GOMES, G. Avaliação do fluxo hidrológico dos rios Lajeado Bonito e Limeira comparando atividades urbanas e rurais sobre a qualidade da água. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 13, n. 1, 2017. Disponível em: <[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/1489](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1489)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- GIRÃO, L. et al. Modelação hidráulica e de qualidade da água dos sistemas de drenagem em meios urbanos. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 22, n. 2, p. 351-360, jan. 2017. Disponível em: <

- [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017005001108&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017005001108&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 19 abr. 2019.
- INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – INEMA. *Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH)*. 2017. Disponível em: <<http://monitora.inema.ba.gov.br/index.php/relatorioparametro/index>>. Acesso em: 27 out. 2017.
- JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, J. Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions Royal Society A*, v. 374, p. 1-16, 2016. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsta.2015.0202> Acesso em: 28 abr. 2019.
- MALAGUTTI, E.; TAUK-TORNISIELO, S. Qualidade das águas do córrego Bandeirantes na sub-bacia do Ribeirão Claro, município de Rio Claro, SP, Brasil. *HOLOS Environment*, v. 14, n. 2, p. 135-152, 2014. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/9270>>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- MORSCH, M.; MASCARÓ, J.; PANDOLFO, A. *Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde*. Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, out-dez. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v17n4/1678-8621-ac-17-04-0305.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- NOZAKI, C. et al. Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. *Atlas de Saúde Ambiental*, v. 2, n. 1, jan-abr. 2014. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/309>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- OLIVEIRA, B.; CUNHA, A. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 9, n. 2, abr.-jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v9n2/v9n2a08.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- PEREIRA, P.; PAREDES, E.; OKAWA, C. Diagnóstico preliminar da integridade ambiental de fundos de vale. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, jul.-ago. 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522018000400739&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000400739&lang=pt)>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- PIRATOBA, A. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 12, n. 3, maio-jun. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2017000300435&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2017000300435&script=sci_arttext)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- QUEIROZ, T.; OLIVEIRA, L. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, jan.-fev. 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522018000100173&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000100173&lang=pt)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- REZENDE, G.; ARAÚJO, S. As cidades e as águas: ocupações urbanas nas margens de rios. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 33, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- ROSA, F.; DÍAZ-BECERRA, O.; LUNKES, R. Saneamento básico: análise da relação entre gastos públicos e atendimento à população em cidades brasileiras e peruanas. *Revista Científica General José María Córdova*, Bogotá, Colômbia, v. 14, n. 18, p. 195-213, jul.-dez., 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v14n18/v14n18a11.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- RUDOLPHO, L.; KARNOPP, Z.; SANTIAGO, A. A paisagem do Ribeirão Fortaleza em Blumenau-SC: percepção da população para a sua recuperação e valorização. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, maio-ago. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/v10n2/2175-3369-urbe-2175-3369010002A002.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- SANTOS, C. et al. Avaliação da qualidade da água superficial da lagoa do bairro Nossa Senhora Aparecida – Pirapora-MG a partir de parâmetros físico-químicos. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, Sobral, v. 17, n. 2, p. 36-53, jul. 2015. Disponível em: <<http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/225>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- SANTOS, E. et al. *O caminho das águas em Salvador*: bacias hidrográficas, bairros e fontes. Salvador, 2010.
- SILVA, C.; MELLO, S. Recife, Veneza Brasileira: repensando a mobilidade urbana a partir de seus rios. *Cidades, Comunidades e Territórios*, n. 34, p. 110-132, jun. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/cct/n34/n34a11.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- SILVA, R. et al. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do Lixão de Salinópolis, PA. *Revista Ambiente & Água [online]*, v. 13, n. 2, p. 1, 2018.

SOUZA, J. et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso rio Almada, sul da Bahia, Brasil. *Revista Eletrônica do Prodepa*, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 26-45, abr. 2014. Disponível em: <[www.revistarede.ufc.br](http://www.revistarede.ufc.br)>. Acesso em: 19 abr. 2019.

SOUZA, N.; OLIVEIRA, J.; SILVA, E. Avaliação da qualidade da água do Alto Rio Pedreira, Macapá, Amapá. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 2, p. 107-118, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1612>>. Acesso em: 27 out. 2017.

#### **Contribuições dos autores**

Ana Carla Dias Fontana: Contribuiu com a realização das amostragens e experimentos, analisou os dados e escreveu o artigo.

Ingrid de Abreu Pereira: Contribuiu com a realização das amostragens e experimentos, analisou os dados e escreveu o artigo.

Astério Ribeiro Pessoa Neto: Contribuiu com a logística de amostragem, analisou dados e coescreveu o artigo.

Diego Ferreira de Oliveira: Contribuiu com a concepção dos experimentos de análise microbiológica, analisou os dados e coescreveu o artigo.

Madson Moreira Nascimento: Contribuiu com a análise dos dados para tratamento estatístico, realizou análise multivariada e coescreveu o artigo.

Aldenor Gomes Santos: Contribuiu com a concepção dos experimentos de análises físico-químicas, analisou os dados e escreveu o artigo.