



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO CABUÇU (GUARULHOS, SUDESTE DO BRASIL): MONITORAMENTO AO LONGO PRAZO

Gabriel Sousa de Freitas

Programa de Mestrado em Análise Ambiental da Universidade Guarulhos, Guarulhos/SP,
Brasil

gsousadefreitas@gmail.com

Fabício Bau Dalmas

Programa de Mestrado em Análise Ambiental da Universidade Guarulhos, Guarulhos/SP,
Brasil

fdalmas@prof.ung.br

João Alexandre Saviolo Osti

Programa de Mestrado em Análise Ambiental da Universidade Guarulhos, Guarulhos/SP,
Brasil

jale.osti@gmail.com

Resumo

O rio Cabuçu é um corpo hídrico localizado entre as cidades de Guarulhos e São Paulo, que apresenta suas margens ocupadas por empresas, aterro sanitário, casas residenciais populares, etc. O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade das águas superficiais do rio Cabuçu, utilizando o índice de qualidade das águas (IQA) para caracterização e apresentar a relação dos aspectos sanitários com a qualidade do corpo hídrico no monitoramento de longo prazo. A partir de dados secundários disponibilizados pela CETESB, foram analisadas as nove variáveis ambientais que compõe o IQA, de um ponto de monitoramento que apresentou seis coletas anuais no período de 2013 a 2019, os dados foram confrontados a legislação específica e com o índice de coleta e tratabilidade dos esgotos no município (ICTEM). Os resultados mostram que sazonalidade interfere na dinâmica de nutrientes, sendo no período seco registrados os piores valores IQA, já as elevadas temperaturas estiveram relacionadas com as maiores densidades de *E. coli*. O IQA revelou qualidade péssima em todas as coletas, as elevadas concentrações de nutrientes indicam o lançamento de esgoto doméstico no corpo hídrico, no período avaliado não ocorreu uma melhora no ICTEM fato que refletiu com a permanência do IQA como péssima.

Palavras-chave: Corpo hídrico, Diagnóstico ambiental, Esgoto doméstico, Índice de qualidade das águas.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

1. Introdução

A água é um dos recursos naturais necessários para atender a necessidade humana em seus aspectos sociais, ambientais e econômicos. Freitas, Brilhante e Almeida (2001) afirmaram que a água está se tornando, cada vez mais um bem escasso e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido. A qualidade das águas superficiais deve ser uma preocupação para as cidades e a sociedade devido ao fato de ser utilizada para abastecimento de consumo humano. Esta qualidade está atrelada a inúmeros fatores e a poluição causada pela ação antrópica é um desses fatores. O lançamento indiscriminado de efluentes da indústria; agricultura; e doméstico deve ser monitorado e controlado, pois pode causar impactos ambientais, além de tornar a água inapta para consumo humano.

O monitoramento da água superficiais é uma forma de avaliar a situação de um corpo hídrico para que ações sejam tomadas para sua gestão e mitigar a pressão ambiental que este corpo hídrico vem sofrendo. Com o aumento da população nas cidades dos últimos anos que está ocorrendo de forma descontrolada e acelerada, sua infraestrutura referente a aspectos sanitários por muitas vezes acaba sendo não suficiente para o tratamento do efluente doméstico, devido ao não tratamento do efluente ou sua coleta. O controle desse efluente domésticos é importante para as cidades e a sua relação ao despejo destes efluentes em corpos hídricos para a tomada de decisão também se torna um elemento importante para gestão, bem como a participação da sociedade deve ser inserida para esta ações sejam realizadas a fim de mitigar os impactos causados por este efluente

O crescimento populacional, o consumo de água de forma excessiva, e o descarte irregular de efluentes domésticos afetam diretamente na qualidade das águas superficiais de uma cidade e medidas devem ser tomadas, para que a pressão antrópica seja mitigada. Desta forma o objetivo deste artigo foi avaliar a qualidade das águas superficiais do Rio Cabuçu, localizado no Município de Guarulhos (SP), através da utilização do Índice de Qualidade das Águas como ferramenta de caracterização e apresentar a relação dos aspectos sanitários com a qualidade do corpo hídrico, entre os anos de 2013 a 2019.

2. Fundamentação teórica

Devido a fatores como crescimento populacional, expansão urbana, industrialização, agricultura, pecuária e produção de energia elétrica, a água tornou-se recurso estratégico de qualquer país. Nos últimos 60 anos, esses processos foram adicionados a um ciclo de poluição, sendo que para cada 1.000 litros de água usados, 100 milhões de litros de água são poluídos, tornando a água um recurso valioso (BRASIL, 2011; SANTOS et al., 2017). Por outro lado, o ritmo necessário para um equilíbrio nos processos de funcionamento dos ecossistemas aquáticos, não acompanha a celeridade do consumo da água e do descarte de resíduos domésticos, industriais e agrícolas, que tendem a aumentar com o crescimento populacional (IBASE, 2006).



A qualidade da água é determinada pela interação de fatores naturais e antrópicos dentro de uma bacia hidrográfica, corpos hídricos como os rios são sistemas que transportam substâncias, podendo apresentar diferentes concentrações de compostos nas nascentes, no meio e no baixo curso de um rio, sendo a degradação dos rios é um dos maiores desafios da atualidade (SANTOS et al., 2018; VON SPERLING, 2007; ZANG et al., 2010). Sendo que os corpos d'água localizados próximos a áreas urbanas são frequentemente afetados por atividades humanas ao longo da bacia hidrográfica (ARAÚJO JR, 2021).

No Brasil, a classificação dos corpos hídricos juntamente com suas diretrizes ambientais para o seu enquadramento é estabelecida pela Resolução nº357, de março de 2005 (BRASIL, 2005), e suas alterações, que estabelece as condições para a classificação de corpos de água bem como estabelece padrões de qualidade das águas para determinada classe. O estado de São Paulo a Resolução 10.755/77, dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores (SÃO PAULO, 1977)

O índice de Qualidade de Água (IQA) é um indicador que é utilizado para a avaliação e monitoramento da qualidade das águas. Almeida e Schwarzbald (2003) afirmaram que o IQA é uma importante ferramenta que aborda a qualidade das águas dos mais variados corpos hídricos, que por meio da sua metodologia integradora, que converte nove variáveis ambientais em um único resultado.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) utiliza o método de IQA desde 1975, a fim de servir de informação para a qualidade de água para o uso público e o gerenciamento das Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. A Quadro 1 determina uma escala que tem uma variação de 0 a 100 que representa a qualidade das águas brutas. As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos (CETESB, 2017).

Quadro 1. Classificação do Índice de Qualidade das Águas

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2020.

Freitas et al. (2022) levaram em consideração o Índice de Coleta e Tratabilidade dos Esgotos no Município (ICTEM) para o município de Itanhaém/SP, e observaram que houve uma melhora na qualidade dos corpos hídricos quando existiu um aumento na coleta de esgoto. O



objetivo deste indicador é obter uma medida entre a remoção efetiva da carga orgânica gerada pela cidade e a carga orgânica potencial gerada pela população urbana. A composição do ICTEM é formada por cinco elementos: coleta, tratamento e eficiência de remoção, eficiência global de remoção, destino adequado de lodos e resíduos de tratamento e efluente de estação não desenquadra a classe do corpo receptor e faz uma classificação do ICTEM por faixas (QUADRO 2).

Quadro 2. Classificação do ICTEM por faixas.

Valor do ICTEM	Classificação
$0 < \text{ICTEM} \leq 2,5$	Péssimo
$2,5 < \text{ICTEM} \leq 5,0$	Ruim
$5,0 < \text{ICTEM} \leq 7,5$	Regular
$5,0 < \text{ICTEM} \leq 7,5$	Bom

Fonte: SIGRH, 2016

Em pesquisa elaborada na Bacia Hidrográfica Cachoeirinha-Invernada, localizada no Município de Guarulhos, Oliveira et al. (2018) aplicaram o IQA e o correlacionaram com o uso da terra desta bacia. Os resultados obtidos apontaram que altas concentrações de *Escherichia coli*, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Fósforo Total, resultantes do precário sistema de coleta e tratamento de esgoto de Guarulhos, sendo estes fatores predominantes para a degradação da qualidade da água deste município.

3. Metodologia

3.1 Área de estudo

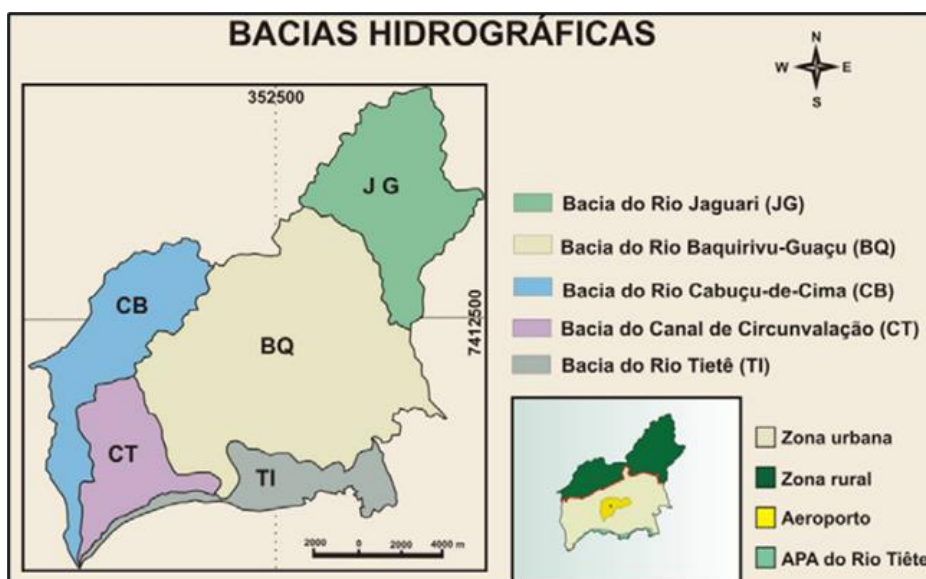
O Município de Guarulhos está localizado na região metropolitana de São Paulo, tendo como divisa os municípios de Arujá, Itaquaquetuba, Mairiporã, Nazaré Paulista, São Paulo e Santa Isabel. O município possui uma área territorial de 319,19 km² e uma população estimada de 1.404.694 habitantes (GUARULHOS, 2019; IBGE 2022). O clima de Guarulhos pode ser classificado como Cwb temperado quente (C), sendo que, no inverno a temperatura média do mês mais quente fica abaixo de 22°C (b), coincidindo com a época seca (w).

O Município de Guarulhos está inserido na área de Gerenciamento de Recursos hídricos do Alto Tiete Tietê (UGRHI – 06) e do Paraíba do Sul (URGHI – 02) e é dividida em cinco bacias



hidrográficas principais, a saber: Baquirivu-Guaçu, Central, Cabuçu de Cima, Tiete-Sena e Jaguari, conforme apresentado na Figura 1 (VARGAS, 2019).

Figura 1. Bacias Hidrográficas do município de Guarulhos

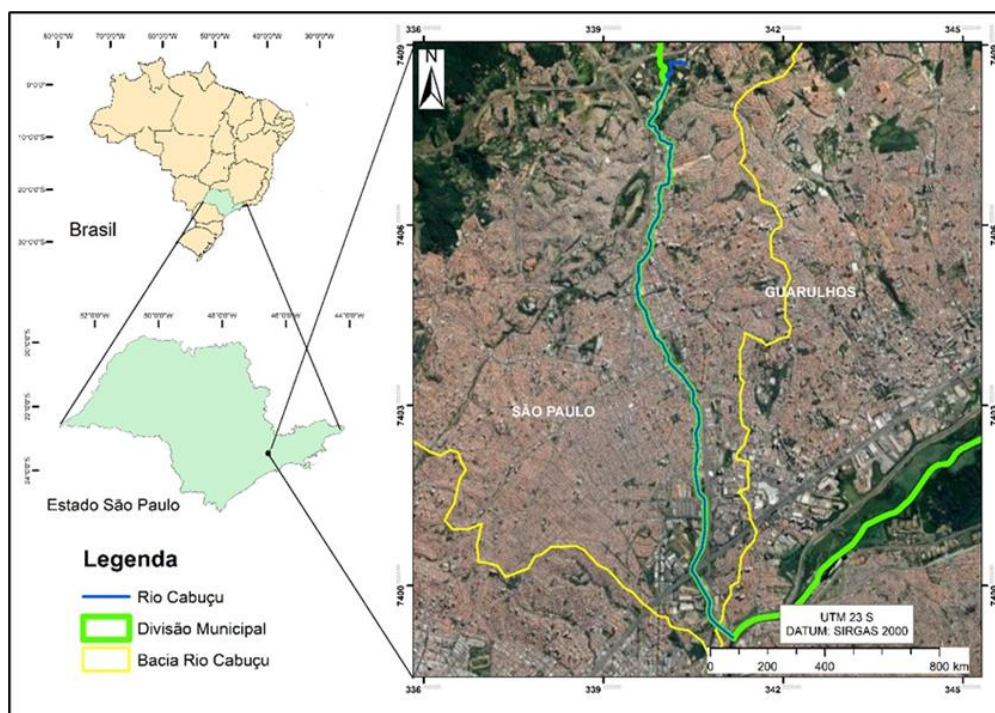


Fonte: VARGAS (2019)

O rio Cabuçu é um afluente do rio Tietê e está localizado na bacia Cabuçu de Cima, inserido parcialmente no Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira (PEC), que contribui para o reservatório abastecimento de água (FIGURA 2).



Figura 2. Vista parcial do rio Cabuçu localizado entre as divisas do município de Guarulhos e São Paulo



3.2. Delineamento amostral

Foi realizado um estudo descritivo e utilizou como base dados secundários relativos ao Rio Cabuçu, no período entre o de 2013 a 2019, publicados de forma anual pela CETESB em seu “Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo”, que podem ser acessado em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>.

As coletas realizadas foram realizadas de forma bimestral entre 2013 a 2019 (n = 42), contemplando um período sazonal completo no ponto de coleta. O Ponto de coleta está localizada na Ponte na Rod. Fernão Dias, altura do km 88, perto da passarela do Parque Eloi Chaves - SÃO PAULO – SP (Código do ponto: 0 0 SP 06 100 CABU 04 700).

3.3. Análise dos dados

Os dados se referem ao resultado dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas, presentes no relatório, foram utilizados os paramentos químicos, físicos e biológicos para a



análise da qualidade superficiais das águas do rio Cabuçu Para verificar a distribuição temporal do ambiente estudado em função das variáveis ambientais, foi aplicada a análise de componentes principais (ACP). Os dados transformados aplicando $[\log(x + 1)]$, exceto para o pH. As análises multivariadas aplicadas aos dados ambientais contaram com auxílio do programa PC-ORD 6.0 para Windows (McCune & Mefford 2011).

Para avaliar a qualidade e a conformidade do rio Cabuçu, os resultados foram obtidos foram comparados com os parâmetros lóticos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005). Conforme o decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977 que o rio Cabuçu pertence a Classe 1 (SÃO PAULO, 1977).

4. Resultados

De acordo com os dados apresentados no Quadro 2 é possível observar que houve uma variação no atendimento da coleta e de tratamento do saneamento do município, onde o município entre os anos de 2013 a 2017 houve um crescimento na coleta, porém depois de 2018 houve uma regressão da coleta. O tratamento também apresentou uma variação entre os anos sendo que no ano de 2013 apresentou seu pior tratamento de 1,38% e seu melhor tratamento no ano de 2016 de 42%. O município de Guarulhos atualmente apresenta com o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios (ICTEM) uma classificação “péssima”.

Quadro 3. Características do Saneamento do Município de Guarulhos e valores de ICTEM.

Ano	Atendimento (%)		Carga Poluidora			ICTEM
			(kg DBO/dia)			
	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente	
2013	84	1,38	70859	785	70074	1,85
2014	86	1,62	71538	928	70610	1,9
2015	87	33	72.203	19.608	52.595	4
2016	88	42	72.852	25.931	46.921	4,77
2017	89	7	73.759	3.862	69897	2,27
2018	88,8	9,2	74.476	5.036	69.440	2,41
2019	81,5	7	75.175	3.564	71.611	2,14

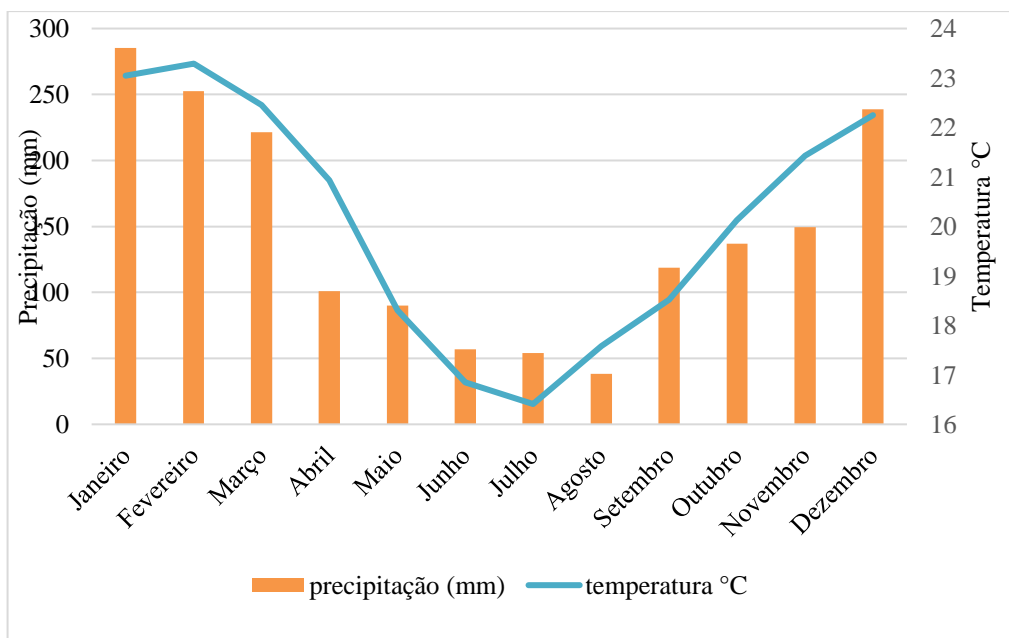
Fonte: CETESB (2020)

A precipitação é um fator importante na promoção de emissões sazonais e na manutenção da saúde do ecossistema. A estação seca é um período crítico, quando a qualidade da água pode sofrer severamente devido às temperaturas tropicais e à baixa rotatividade da água (COSTA et al., 2018). A precipitação média seguiu conforme o esperado para a região do município de



Guarulhos. Os meses de dezembro a março apresentaram o período com maior precipitação (chuvoso), entretanto, o período de julho a agosto, apresentaram a menor precipitação de chuva (seco). A maior precipitação foi no mês de janeiro e sua menor precipitação foi no mês de agosto. A temperatura acompanhou o período da chuva, onde no período mais seco se obteve os menores valores de temperaturas e nos períodos mais chuvosos os maiores valores de temperaturas. O mês de fevereiro apresentou o maior valor de temperatura já o mês de julho a seu menor valor (FIGURA 3).

Figura 3. Valores médios de precipitação e temperatura do ar da região do Cabuçu entre 2013 a 2019



Na Tabela 1 são apresentadas nove variáveis para avaliar a qualidade da água superficial do Rio Cabuçu, são apresentados os valores médios e o desvio padrão das variáveis físicas, químicas e biológicas ao longo do período do período analisado. Durante o período analisado o período que apresentou maior precipitação de chuva obteve-se o melhor resultado de O₂ Dissolvido (OD) com 1,12 mg L⁻¹, apesar da coleta 4 ser o período mais seco apresenta a segunda melhor concentração de OD com 1,12 mg L⁻¹ e a pior concentração de OD foi de 0,59 mg L⁻¹ na coleta 3, todos os valores encontrados não estão dentro do parâmetro (5,0 mg L⁻¹ a 9,1 mg L⁻¹) proteção de vida aquática.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Tabela 1. Valor médio e desvio padrão para as coletas amostrais localizadas no Rio Cabuçu (n = 42).

	Padrão	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Coleta 5	Coleta 6
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	2,18	20,13±5,01	18,57±7,57	30,72±2,93	23,64±8,09	33,4±7,75	23,53±5,57
Temperatura (°C)		26,4±2,40	24,9±1,41	22,56±0,66	19,52±1,75	21,81±2,92	23,95±1,69
pH	6,0 a 9,0	7,53±0,32	8,03±0,50	7,52±0,34	7,77±0,40	7,82±0,63	7,48±0,21
Turbidez (NTU)	40	38±21,42	42,01±26,33	66,11±24,92	56,13±39,54	89,64±123,20	65,61±31,79
O ₂ Dissolvido (mg.L ⁻¹)	>6	1,12±1,05	0,92±0,88	0,59±0,43	1,10±0,86	0,86±0,66	0,59±0,30
P total (mg.L ⁻¹)	0,1	1,62±0,68	1,7±0,75	3,06±0,66	2,61±0,78	3,03±0,77	2,50±0,77
Sólidos totais suspenso (mg.L ⁻¹)	500	376±81,50	340,86±81,30	365,14±53,18	372,29±129,74	516,86±271,05	360,28±85,79
DBO (mg.L ⁻¹)	3	45±18,31	44,42±24,38	96,28±16,40	76,43±36,93	84±22,61	72,57±46,45
<i>E. coli</i> (UFC 100mL ⁻¹ * LOG10)		6,62±6,26	6,57±6,20	6,71±5,69	6,50±5,69*	6,70±6,47*	6,76±6,27

Os valores da concentração do DBO mostram uma relação temporal inversa ao do OD com as maiores concentrações nos períodos em que o OD apresentou seus piores resultados. O DBO apresentou concentrações acima de 96,28 mg L⁻¹ na coleta que apresentou o OD de 0,59 mg L⁻¹. Os valores de pH indicam que as águas do Rio Cabuçu estão dentro do parâmetro de qualidades com valores de concentração de 8,03 a 7,52 sendo respectivamente seu valor maior e menor.

Para a variável do fósforo total a concentração obteve maior concentração de 3,06 mg L⁻¹ e menor de 1,62 mg L⁻¹ ocorrendo pouca variação nos valores do fosforo durante o período da coleta, sendo o menor valor na coleta 1 e o maior valor na coleta 3. Os valores de nitrogênio apresentaram valores de variam desde 33,40 a 20,13 mg L⁻¹ sendo o período com menor concentração na coleta 1 e o de maior concentração na coleta 5. Ambas as variáveis apresentam uma relação de maiores concentrações no período analisado.

Os valores dos Sólidos Totais apresentam uma variação temporal com a sua maior concentração na coleta sendo o período menos chuvoso. O Rio Cabuçu apresentou valores mínimos e máximos de 516,86 mg L⁻¹ e 340,86 mg L⁻¹ respectivamente. A Turbidez seguiu a mesma distribuição dos sólidos totais, a concentração de maior valor foi no mesmo período que a dos sólidos totais no período menos chuvoso, cujo a concentração foi de 89,64 NTU, entretanto, seu valor mínimo apresentou uma relação com a coleta 1 com valor de 38 NTU para 376 mg L⁻¹ de sólidos totais.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

A quantidade de *Escherichia coli* apresentou elevados valores tanto no período seco como no chuvoso. A concentração de *E. coli* encontrada apresenta valores acima dos padrões exigidos para classe 1. Tal variável indica a contaminação por efluente doméstico lançado no corpo hídrico. A maior concentração de *E. coli* foi coletada no mês que apresentou uma maior quantidade de chuva.

A Tabela 2 representa os valores de IQA, todas as coletas realizadas no período analisado apresentam como resultado um nível de qualidade péssimo com valores entre 15,37 a 18,81. O melhor resultado foi no período mais chuvoso e o pior no período menos chuvoso. O índice IQA mostra uma tendência de melhora na qualidade em razão da quantidade das chuvas, conforme a um aumento da precipitação a uma pequena melhora na qualidade da água do rio.

Tabela 2. Valores médios do IQA nos pontos de coleta no Rio Camburi, durante o período de 2013 a 2019.

	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Coleta 5	Coleta 6
IQA	18,81	18,32	16,01	17,47	15,37	16,53

A avaliação conjunta dos dados ambientais, foi realizada através da Análise de Componente Principais (ACP), com objetivo de evidenciar variações na qualidade da água do rio Caçu ao longo do período estudado (2013 a 2019). Os dois primeiros componentes (PC1 e PC2) resumiram 57,25% da explicabilidade total dos dados, sendo estatisticamente significativo para o primeiro eixo ($p < 0,01$) de acordo com o teste de randomização (Tabela 3; Figura 4, Figura 5). A PC1 explicou 39,37% da variância total, e ordenou no lado positivo do eixo as coletas associadas com os maiores valores de PT ($r = 0,94$), DBO ($r = 0,93$) e NT ($r = 0,90$), e com as menores concentrações de oxigênio dissolvido ($r = -0,67$). Por outro lado, a PC2 que representou 17,88% da explicabilidade total, foi atribuída a distribuição sazonal dos dados, agrupadas no lado positivo do eixo as estações relacionadas com os maiores valores de temperatura da água ($r = 0,80$) e as maiores densidades de *E. coli* ($r = 0,77$).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

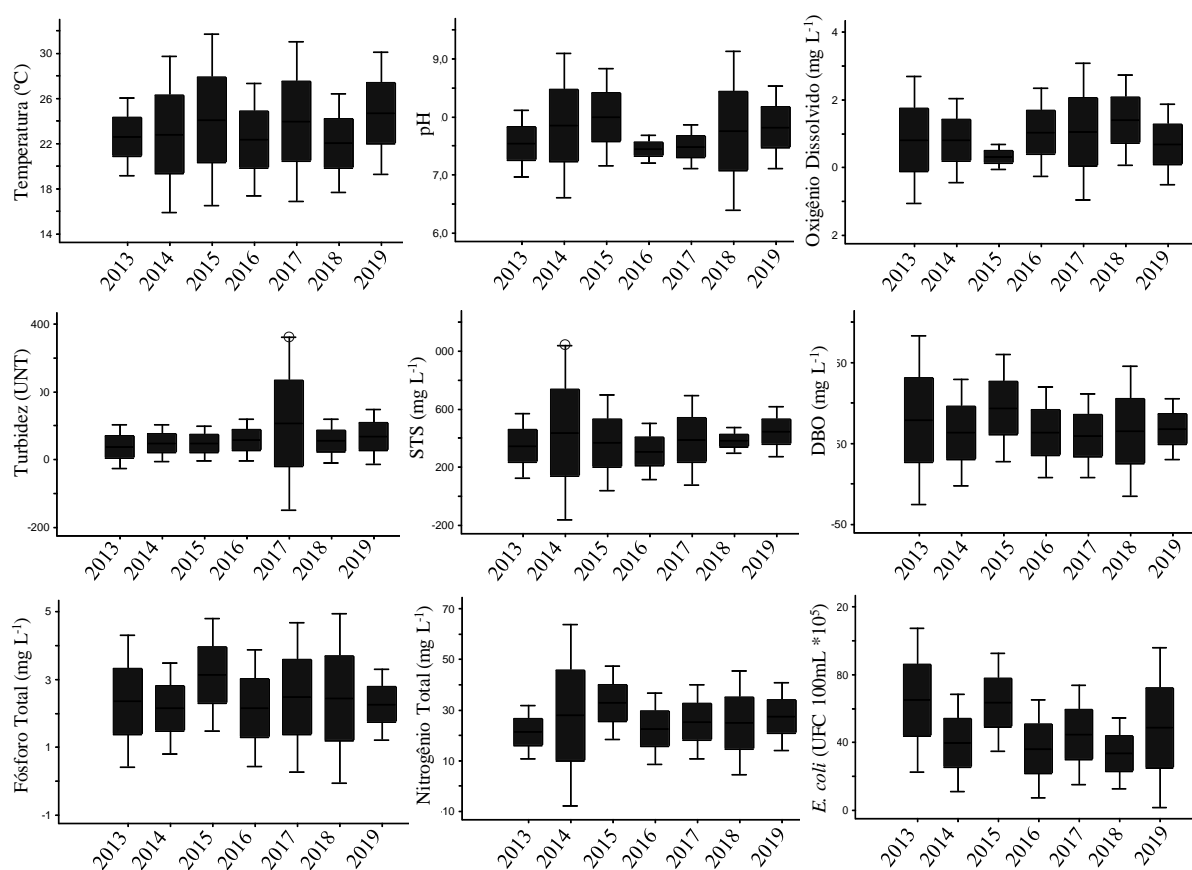
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figure 4 – Análise do tipo Boxplot aplicada para nove variáveis ambientais do rio Cabuçu entre os anos de 2013 a 2019 (n = 6). Abreviações: Sólidos Totais Suspensos (STS); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson entre os componentes ambientais rio Cabuçu entre o ano de 2013 a 2019. Variáveis com correlação significativa para o eixo estão representadas em negrito.

	PC 1	PC 2
Nitrogênio total – NT (mg L^{-1})	0,901	-0,130
Temperatura – Temp ($^{\circ}\text{C}$)	-0,092	0,796
pH	-0,044	-0,301
Turbidez – Tur (NTU)	0,453	-0,026
Oxigênio Dissolvido – OD (mg L^{-1})	-0,669	-0,351
Fósforo total – PT (mg L^{-1})	0,939	-0,352
Sólidos totais suspenso – STS (mg L^{-1})	0,480	-0,380
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg L^{-1})	0,934	-0,042
<i>E. coli</i> (UFC.100 mL^{-1})	0,290	0,772
Explicabilidade	39,37%	17,88%

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

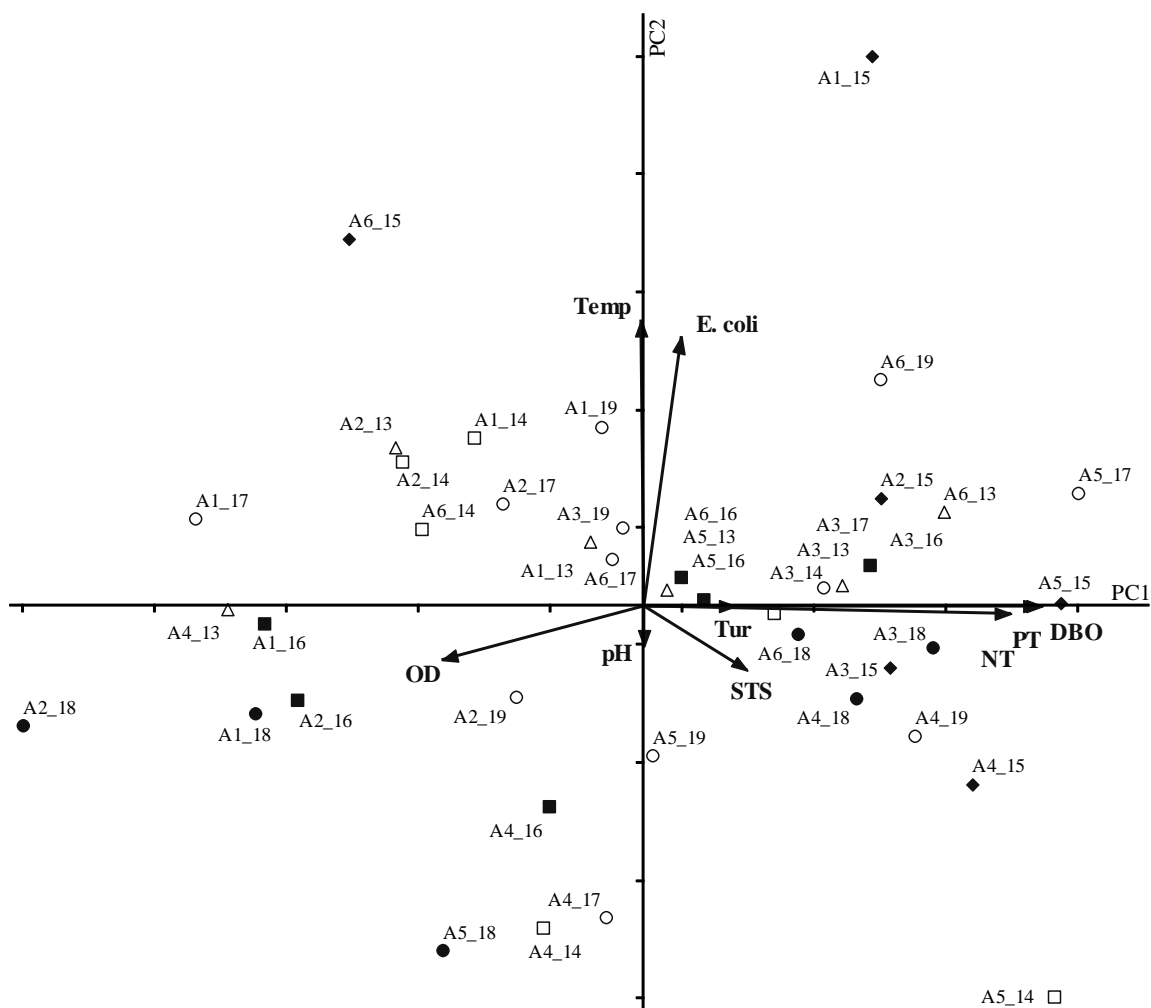
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 5 – Ordenação boxplot para Análise de Componentes Principais (ACP), entre os valores de nove variáveis ambientais do rio Cabuçu entre os anos de 2013 a 2019 (n=42). Para as correlações das variáveis ambientais com os eixos 1 e 2 da ordenação e as respectivas abreviações, ver Tabela 4.



5. Conclusões

A análise da qualidade da água superficial do Rio Cabuçu indica que o rio vem sofrendo uma grande ação antrópica. A péssima qualidade encontrada nos anos analisados é decorrente



de lançamentos de efluentes domésticos e do não tratamento dos efluentes. O município apresenta uma diminuição do seu tratamento de esgoto aos longos dos anos, onde seu ICTEM, começa como péssima muda para ruim e retorna para péssimo.

O índice IQA não apresentou variação ao longo do período analisado, sendo mantido padrão de qualidade como péssima. Os parâmetros químicos físicos, químicos e biológicos durante os anos analisados apresentaram o seu pior resultado no período seco, mostrando que a sazonalidade apresenta uma influência sobre o índice IQA. Com o auxílio do uso da análise dos componentes principais percebe-se que houve uma correlação positiva entre a temperatura e a *E. coli*, impactam na qualidade da água superficial do Rio Cabuçu.

7. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, 2003.
- ARAÚJO JÚNIOR, J.C.M. Análise do Monitoramento da Qualidade da Água de Rios da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. **Revista Geociências UNG-Ser**, Guarulhos-SP, v. 19, n. 2, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33947/1981-741X-v19n2-4450>
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Ciranda das Águas**. Brasília. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio_20/Ciranda_das_Aguas.pdf >. Acesso em 06 de maio de 2022.
- BRASIL. **Resolução CONAMA 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, 18 março 2005 n. 053, p. 58-63
- CETESB -Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D -**Índices de Qualidade das Águas**. 2020.
- COSTA, C. R., COSTA, M. F., DANTAS, D. V., BARLETTA, M. Interannual and seasonal variations in estuarine water quality. **Frontiers in Marine Science**, **5**, 301. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00301>
- FREITAS, G. S.; ARRUDA, R. O. M.; ROSINI, E. F.; OSTI, J. A. S. analysis of the bathing suitability of the beaches of Itanhaém (São Paulo, Brazil): insights from a long-term monitoring data series. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. e14911427107, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27107>
- FREITAS, M.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 651-660, 2001.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

GRAÇA, B. A., Saad, A. R., de ANDRADE, M. R. M., dos Santos OLIVEIRA, A. M., de Carlos ETCHEBEHERE, M. L., & de QUEIROZ, W. Condicionantes Geoambientais no Processo Histórico da Ocupação Territorial do Município de Guarulhos, estado de São Paulo, Brasil. **Revista Geociências-UNG-Ser**, 6(1), 163-190. 2007

GUARULHOS. **Estatísticas e Geografia**. Disponível em: <https://www.guarulhos.sp.gov.br/estatisticas-e-geografia#:~:text=Guarulhos%20%C3%A9%20o%20segundo%20maior,%C3%A1rea%20de%20319%2C19%20km%C2%B2>. Acesso em 22 de abril de 2022.

IBASE - Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. **Água – bem público em Unidades de Conservação**. 2006. Disponível em: www.ibase.br Acesso em: Acesso em 06 de maio de 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Guarulhos**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/guarulhos/panorama>. Acesso em 22 de abril de 2022.

OLIVEIRA, D. G.; VARGAS, R. V.; SAAD, A. R.; ARRUDA, R.O. M.; DALMAS, F. B.; AVEZEDO, F. D. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos (SP). **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 1, p. e2131, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2131>

OLIVEIRA, R M. M.; 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017154657/>.

SÃO PAULO. **Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 1977.

SANTOS, R. C. L., LIMA, Á. S., CAVALCANTI, E. B., MELO, C. M. D., MARQUES, M. N. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 23, 33-46. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017159832>

VARGAS, R. R.; ARRUDA, R. de O. M.; LEMOS, J. G.; SAAD, A. R.; OLIVEIRA, A. P. G. A influência do uso e ocupação da terra na qualidade das águas da Bacia Hidrográfica Pedrinhas, Guarulhos (SP). **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 41, p. e61, 2019. DOI: 10.5902/2179460X35493.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

ZHANG, Z.; TAO, F.; DU, J.; SHI, P.; YU, D.; MENG, Y. et al. Surface water quality and its control in a river with intensive human impacts-a case study of the Xiangjiang River, China. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 2483-2490, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.002>.