

QUALIDADE DA ÁGUA DE RIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA

1 INTRODUÇÃO

A Baía de Guanabara, localizada no município do Rio de Janeiro, apresenta constante e elevada poluição decorrente do descarte irregular de efluentes e resíduos sólidos (Alencar, 2021), cenário que é agravado pelos sistemas de saneamento básico precários e falta de tratamento de esgoto (BRITTO, 2003). Desta forma, os grandes índices de degradação ambiental comprometem não só a qualidade da água, mas também a biodiversidade e a saúde das comunidades locais que muitas vezes precisam dos corpos hídricos que estão comprometidos para sobreviver.

Sendo assim, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara foi escolhida como área de estudo devido à intensidade de poluição recebida. Nesta área, a qualidade da água tem sido historicamente comprometida pela poluição causada pelo lançamento direto e sem que haja um tratamento prévio, tanto de esgotos domésticos, quanto de resíduos industriais.

Diante desse cenário, se faz necessário a garantia da sustentabilidade ambiental, destacando a urgência de investimentos em saneamento, regulamentação ambiental e conscientização pública. As consequências da negligência histórica de proteção aos ecossistemas aquáticos reforçam ainda mais a necessidade de ações preventivas, tais como controle da poluição difusa, recuperação de áreas degradadas e monitoramento ambiental contínuo, mostrando que a melhoria da qualidade da água depende da integração entre conhecimento técnico, mobilização política e participação social.

A água doce, embora essencial à vida, é um recurso limitado e distribuído de forma desigual no planeta (SUASSUNA, 2019). O aumento populacional, as mudanças climáticas intensificadas e o uso inadequado dos recursos hídricos têm colocado o mundo diante de uma das principais crises do século 21, a escassez de água (BPBES, 2020). Embora se trate de um problema global, seus efeitos variam entre regiões, refletindo desigualdades sociais, econômicas e territoriais ao redor do planeta.

Neste contexto, o estudo avaliou tecnicamente a qualidade da água dos rios da RH-V, considerando parâmetros físicos, químicos e biológicos. A pesquisa avaliou o grau de degradação ambiental desses rios, levando em conta impactos antrópicos, como despejo de esgoto, descarte inadequado de resíduos e ausência de infraestrutura de saneamento, além de identificar os níveis de contaminação e aspectos críticos que comprometem os usos dos recursos hídricos.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi a pesquisa exploratória, com o objetivo de levantar dados sobre o monitoramento da qualidade da água de rios da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara em trabalhos acadêmicos. Em seguida, os dados secundários sobre os parâmetros de qualidade da água, divulgados periodicamente pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), foram sistematizados considerando os seguintes indicadores: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total (PT), nitrato (NO_3^-), pH, turbidez (T), sólidos dissolvidos totais (SDT) e coliformes termotolerantes. Com base nesses dados, a variabilidade dos parâmetros foi analisada entre os anos de 2012 e 2023, permitindo a compreensão da qualidade das águas e a identificação dos principais agentes de degradação ambiental. Os dados de 2020 e 2021 não foram disponibilizados devido à pandemia de COVID-19.

Foram utilizados também gráficos do tipo Box Plot (quadro 1) para análise exploratória, permitindo visualizar a distribuição dos dados e identificar valores discrepantes de cada parâmetro a ser observado de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

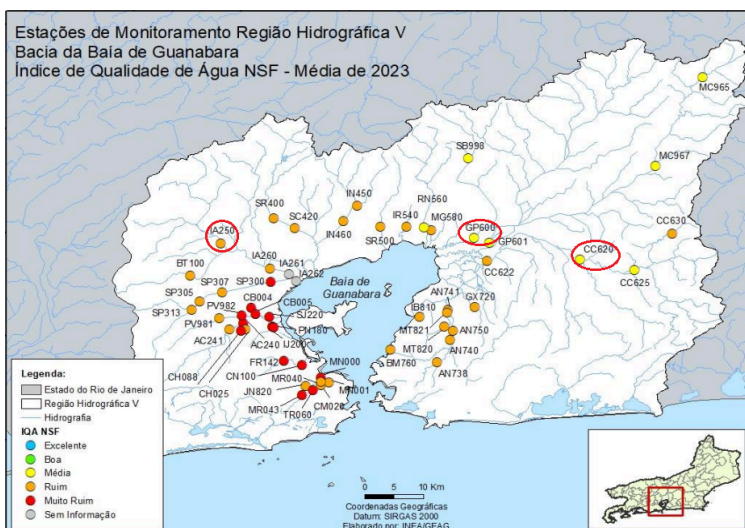
Quadro 1 - Informações do Box Plot

Observações ou Parâmetros Estatísticos	Descrição
Valores aberrantes (outliers)	Números discrepantes, se diferenciam dos padrões definidos e estão fora dos limites da definição estabelecida previamente.
Quartil 1 (Q1)	25% dos dados estão abaixo deste valor
Mediana	É o valor central do gráfico, dividindo 50% dos valores inferiores e 50% dos superiores.
Quartil 3 (Q3)	25% dos dados estão acima deste valor
Intervalo interquartilício	É a diferença entre Q3 e Q1 (Q3-Q1) e representa a dimensão do box plot
Limite superior da definição de outliers	Valor mínimo do conjunto de dados, não incluindo os outliers
Limite inferior da definição de outliers	Valor máximo do conjunto de dados, não incluindo os outliers

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2014.

O estudo concentrou-se nos rios mais representativos da RH-V, os Rio Caceribu, Rio Guapi e Rio Iguaçú (figura 1), considerados fundamentais para a dinâmica hídrica da região (Coelho, 2007; Sampaio, 2003 apud UMCES, 2015). Posteriormente, a qualidade da água dos rios da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara foi avaliada segundo os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), para águas doces de classe 2.

Figura 1 - Estações de Monitoramento RH-V (INEA)



Fonte: INEA, 2023

O território brasileiro possui 12 regiões hidrográficas estabelecidas pela Resolução CNRH nº 32/2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional (Brasil, 2003), sendo o Estado do Rio de Janeiro parte da RH

do Atlântico Sudeste. Em 2013, a Resolução CERHI-RJ nº 107/2013 aprovou a divisão do Estado do Rio de Janeiro em nove RH (Rio de Janeiro, 2013), incluindo a da Baía de Guanabara, com o objetivo de promover uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

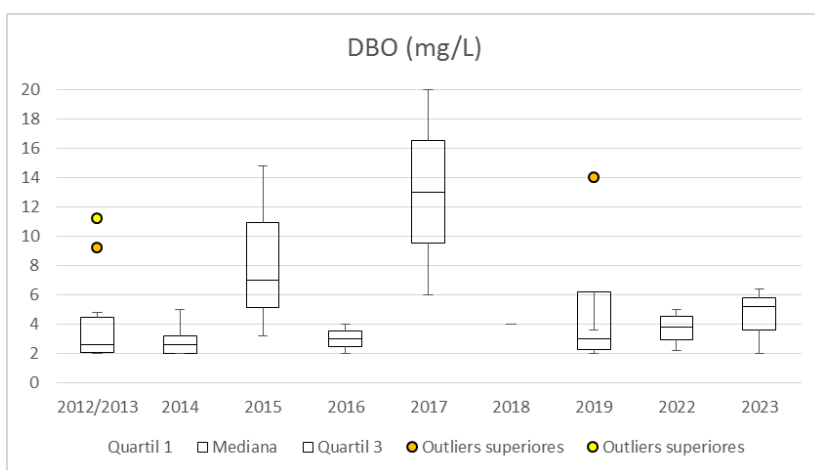
3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 QUALIDADE AMBIENTAL

De acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005) para águas doces classe dois, o valor da DBO não pode ultrapassar o valor máximo de 5 mg/L. Logo, ao avaliar o box plot feito para a DBO do rio Caceribu (figura 2), verificou-se que, na maioria dos anos entre 2012 e 2023, os valores das medianas ficaram abaixo desse limite. Porém, em 2015, 2017 e 2023, a DBO ultrapassou o valor máximo, sendo 2017 (13mg/L) o ano mais crítico, indicando maior presença de matéria orgânica e episódios de poluição elevada. Foi possível observar também que os menores valores registrados em cada ano, com exceção de 2017 (mínimo de 6 mg/L), ficaram entre 2 e 4 mg/L, enquanto os valores máximos ficaram entre 3,6 e 20mg/L, sendo 2017 o ano que apresentou o maior valor.

Além disso, foram identificados outliers superiores nos anos de 2012/2013 (9,2 e 11,2 mg/L) e 2019 (14,0 mg/L). De modo geral, a dispersão dos dados definida pelo intervalo interquartil foi pequena, entre 1 e 3,9 mg/L, indicando relativa estabilidade, mas com exceções em 2015 e 2017, que apresentaram maior variabilidade (5,8 e 7 mg/L respectivamente). Sendo assim, valores extremos observados em alguns dos anos sugerem que há um despejo irregular de esgoto constantemente.

Figura 2 - Box plot para DBO referente ao rio Caceribu, estação CC620



3.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A análise da qualidade da água nos rios Caceribu, Guapi e Iguçu foi realizada com base nos dados fornecidos pelo INEA e neste tópico os resultados serão comparados aos limites definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (tabela 1). A comparação entre os valores médios observados e os limites legais permitiu identificar quais parâmetros estavam dentro dos padrões e quais apresentaram excedentes, indicando possíveis fontes de poluição.

Tabela 1 - Padrões de lançamento de efluentes por classe CONAMA 357/2005

PARÂMETRO	UNIDADE	ÁGUAS DOÇES CLASSE 2
Turbidez	UNT	100
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500
pH	-	6,0 a 9,0
Coliformes Termotolerantes	org/100ml	1.000 / Resol. 274
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)	mg/L	5
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L	≥ 5
Nitrato	mgN/L	10,0
P total (amb. lótico e trib. amb. interm.)	mgP/L	0,10

A análise da qualidade da água do rio Caceribu (tabela 2) indicou vários parâmetros com médias que ultrapassaram os limites da Resolução CONAMA n° 357/2005 (valores em vermelho) para águas doces classe dois, sendo que de 72 resultados obtidos, 23 estavam fora do permitido. O fósforo total excedeu o limite em todos os anos analisados (2012-2023), seguido pelos coliformes termotolerantes (cinco anos excedentes), oxigênio dissolvido (quatro registros abaixo do mínimo exigido) e a DBO (três anos acima do permitido).

Tabela 2 - Média dos parâmetros do Rio Caceribu

Parâmetros	2012/13	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2022	2023
DBO	4,2	3,0	8,3	3,0	13,0	4,0	5,5	3,7	4,5
Fósforo Total	0,29	0,27	0,33	0,3	0,24	0,32	0,22	0,18	0,28
Nitrato	2,6	4,7	1,0	0,6	0,4	0,1	0,9	1,1	1,1
O.D	6,0	3,7	3,3	5,3	2,7	3,6	5,6	6,3	6,2
pH	7,5	7,0	6,9	6,7	7,4	7,4	7,4	7,0	7,2
Turbidez	40,9	6,4	8,3	20,1	11,9	41,5	22,0	19,1	80,5
Coliformes	22.387	1.270	716,7	1.300	328	853,3	847,5	2.200	9.253
SDT	149,6	153,2	190,3	201	650	650,7	118	93,5	110,3

Ao analisar a qualidade da água do rio Guapi (tabela 3) também é possível observar que as médias dos parâmetros ultrapassaram os limites da Resolução em 26 dos 72 resultados totais analisados. Os coliformes termotolerantes excederam os limites em oito anos, seguidos pelo fósforo total (sete anos acima do permitido), oxigênio dissolvido (seis anos abaixo do mínimo) e DBO (quatro anos acima do valor máximo).

Tabela 3- Média dos parâmetros do Rio Guapi

Parâmetros	2012/13	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2022	2023
DBO	6,5	3,6	10	7,5	5,0	2,0	7,1	2,8	2,5
Fósforo Total	0,14	0,20	0,13	0,11	0,03	0,11	0,17	0,04	0,23
Nitrato	0,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,6
O.D	4,5	5,3	3,9	3,4	5,4	3,7	2,5	4,7	5,7
pH	7,3	6,8	6,9	6,5	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8
Turbidez	44,2	19,7	22,6	21,3	11,6	17,4	33,1	20,9	75,1
Coliformes	4.766	4.920	2.312,3	4.900	658	12.700	1.255	14.242	8.430
SDT	212,6	102,8	3.491	75,5	35	86,5	117,8	44,5	98,3

Por fim, analisando a qualidade da água do rio Iguazu (tabela 4), igualmente foi possível observar que diversas médias ultrapassam os limites estabelecidos pela Resolução, com 30 resultados dos 72 analisados acima do permitido. O fósforo total e os coliformes termotolerantes estiveram acima do permitido em todos os nove anos analisados, seguidos pela DBO, que excedeu o limite em oito anos, e pelo oxigênio dissolvido, com quatro anos abaixo do valor mínimo exigido.

Tabela 4- Média dos parâmetros do Rio Iguaçu

Parâmetros	2012/13	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2022	2023
DBO	9,4	8,7	16	4,0	8,5	5,7	7,0	9,4	8,1
Fósforo Total	1,1	2,8	0,72	0,15	0,33	0,42	0,29	1,04	0,49
Nitrato	2,6	6,0	2,4	1,1	0,4	0,3	0,5	8,4	4,8
O.D	3,8	5,2	3,0	6,6	6,3	3,9	5,5	4,7	5,6
pH	7,2	7,0	7,1	7,9	7,2	7,3	7,4	7,3	7,3
Turbidez	10,9	16,6	10,2	22,6	24,1	12,3	20,6	12,5	14,4
Coliformes	765.900	966.000	1.600.000	33.000	80.012	386.667	600.500	234.500	24.000
SDT	283,2	150,6	201,5	114,5	85,5	153,7	120,5	278,5	144,5

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar a comparação dos dados de monitoramento dos Rios Caceribu, Guapi e Iguaçu com os limites da Resolução CONAMA 357/2005, observou-se que os corpos hídricos analisados não cumprem os padrões mínimos para águas doces de classe dois em diversos parâmetros, em especial no que se refere ao fósforo total, coliformes termotolerantes, DBO e oxigênio dissolvido. Os altos registros da DBO em conjunto de baixo oxigênio dissolvido (OD) mostra que há um despejo de esgoto constante nos corpos hídricos, visto que o O.D é consumido para oxidação da matéria orgânica biodegradável (M.O). Valores maiores em fósforo total, mostram que os corpos hídricos estão sofrendo com poluição de compostos fosforados (detergentes, etc) e lançamento de esgoto, enquanto os coliformes indicam a ocorrência de poluição fecal. Os parâmetros de Nitrato, pH e turbidez foram os únicos parâmetro que apresentaram todos os seus resultados dentro dos valores máximos permitidos em todos os três rios analisados, indicando uma baixa de contaminação por componentes nitrogenados (por exemplo, fertilizantes), equilíbrio da acidez/alcalinidade da água e ausência de compostos que alterem a transparência da água (por exemplo, sólidos suspensos, etc).

Ao observar a alta incidência de valores fora do padrão permitido, fica evidente que há um índice de poluição por esgoto sem tratamento que ocorre constantemente. Sendo assim, verifica-se que a contaminação por matéria orgânica e efluentes sem tratamento impactam diretamente a qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, a biodiversidade e os usos potenciais da água. Esse cenário reflete deficiências na gestão ambiental, principalmente na gestão dos recursos hídricos, e na aplicação efetiva de políticas públicas voltadas à proteção e recuperação dos recursos hídricos, reforçando a urgência de ações integradas de recuperação ambiental, controle da poluição e conscientização social.

REFERÊNCIAS

Alencar, Emanuel, 1980. Baía de Guanabara: descaso e resistência / Emanuel Alencar. – [2. ed.] – Rio de Janeiro : Mórula : Fundação Heinrich Böll, 2021. 152 p. ; il. ; 24 cm. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/2021-09/2aEDICAO_BaiaGuanabara_WEB_25AGO.pdf>

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 dez. 2003. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima). Conselho Nacional 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. [Brasília, DF]: MMA, 17 mar. 2005. 27 p. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450>.

BPBES - Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Relatório temático água: biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem estar humano no Brasil [livro eletrônico] / [organização Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos]; coordenação Aliny P. F. Pires, Vinicius F. Farjalla. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.4322/978-65-00-00068-9>>.

BRITTO, Ana Lucia. Implantação de Infra-Estrutura de Saneamento na Região Metropolitana do Rio De Janeiro. Uma Avaliação das Ações do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR), v. 5, n. 1, p. 63-77, 2003. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/5139/513952497006.pdf>>

CBH-BG - COMITÊ DE BACIA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA E DOS SISTEMAS LAGUNARES DE MARICÁ E JACAREPAGUÁ. ATLAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA V. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: CBH-BG, 2021. 229 p. Disponível em: <https://comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Atlas_CBH-BG.pdf>

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. BOLETIM CONSOLIDADO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA V - BAÍA DE GUANABARA BACIA DA BAÍA DE GUANABARA. Rio de Janeiro, RJ: INEA, 2023, 4 p. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2024/06/Consolidado-2023-RH-V-BBG.pdf>>

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado do Ambiente. Instituto Estadual do Ambiente. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução CERHI-RJ no 107, de 22 de maio de 2013. Aprova nova definição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI N° 18 de 8 de novembro de 2006. Rio de Janeiro: INEA, 5 p. 22 maio. 2013a. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/Res_CERHI-RJ_107_2013.pdf>

UMCES - University of Maryland Center for Environmental Science. Os Rios da Baía de Guanabara. 2015, 17 p. Disponível em: <https://www.umces.edu/sites/default/files/Os%20Rios%20da%20Baía%20de%20Guanabara_The%20Rivers%20of%20Guanabara%20Bay.pdf>.

SANTOS, Mariana Rodrigues dos. Evolução temporal da eutrofização no complexo lagunar de Jacarepaguá. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. 126 p. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/17798/1/monopoli10014039-compactado.pdf>>

SUASSUNA, João. A má distribuição da água no Brasil. Observa-Fundaj. Fundação Joaquim Nabuco, 05 abr. 2019. Atualizado em: 03 nov. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/artigos-de-joao-suassuna/a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil#:~:text=O%20problema%20é%20que%20esse,bacia%20do%20rio%20São%20Francisco>>.