

ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS DA BAÍA DE JACUECANGA - ANGRA DOS REIS – RJ

Aline Moreira de Toledo¹

Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos²

Denise de Castro Bertagnolli³

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

O crescimento populacional desordenado, associado à geração de resíduos sólidos de maneira descontrolada e sem destinação adequada, tem ocasionado o aumento da poluição ambiental. Somado a isso, o lançamento de efluentes sem tratamento prévio e a expansão das indústrias nas faixas litorâneas, tem contribuído para o desequilíbrio nos ambientes marinhos. Nesse contexto, o presente trabalho visa avaliar o potencial de poluição a partir de parâmetros físico-químicos, de cinco praias (Jacuecanga, Éguas, Monsuaba, Paraíso e Biscaia) localizadas na Baía de Jacuecanga, Angra dos Reis – RJ. A água do mar foi coletada no mês de março de 2021 em pontos amostrais de cada praia e foram verificados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, transparência e salinidade. As amostras analisadas indicaram que os parâmetros variaram de acordo com cada ponto amostral, permitindo assim a obtenção de um diagnóstico das condições ambientais da localidade em estudo.

Palavras-chave: Água do mar; Poluição ambiental; Resíduos sólidos.

¹Aluna do Curso de Mestrado em Tecnologia Ambiental-UFF, Campus Vila -moreira.at@gmail.com.

²Profa. Dra. UFF – Campus Aterrado, Departamento de Química, daniellerubim@id.uff.br

³Profa. Dra. UFF – Campus Aterrado, Departamento de Química, denisebertagnolli@id.uff.br.



INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais do mundo contemporâneo são, em sua grande maioria, gerados por ações antrópicas relacionadas ao consumo de grandes quantidades de recursos naturais e geração de resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos), bem como sua disposição inadequada no solo ou em corpos hídricos. A gestão deficitária dos resíduos nas grandes cidades do Brasil é preocupante, especialmente entre os municípios litorâneos, cujos impactos sobre os recursos naturais e acerca da qualidade de vida são potencializados pela falta de políticas públicas e pelo crescente adensamento populacional (IBGE, 2021), o que promove a ruptura de processos importantes em diferentes ecossistemas.

No caso dos oceanos, as principais ameaças são: metais pesados, poluentes orgânico-persistentes, patógenos, substâncias radioativas, hidrocarbonetos, substâncias originadas na indústria do petróleo, plásticos/microplásticos, esgoto sanitário e outras formas de resíduos sólidos, as quais chegam por meio de córregos, rios, canais, escoamento superficial ocasionado pelas chuvas ou ação do vento (CLARK *et al.*, 2016). Geralmente, a sinergia destas ameaças promove mudanças irreversíveis na água marinha e na biodiversidade de ecossistemas litorâneos vulneráveis, estuários, enseadas ou baías.

As baías são ecossistemas litorâneos formados por reentrâncias da costa que permitem o avanço do mar, tornando as baías ambientes semiconfinados, relativamente rasos e com baixo hidrodinamismo. A Baía de Ilha Grande (BIG) é um corpo de água salgada com cerca de 800 km² de superfície, compreendendo as porções continentais e insulares dos municípios de Angra dos Reis e Paraty (SEMADS, 2001), localizada na região da Costa Verde Fluminense (estado do Rio de Janeiro) (IBGE, 2021). No município de Angra dos Reis, a BIG é constituída por três sub-baías: Angra, Jacuecanga e Ribeira (INEA, 2015).

A Baía de Jacuecanga concentra a maior parte do polo industrial de Angra dos Reis, sendo o Estaleiro BrasFELS e o Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG) responsáveis pela forte pressão sobre os ecossistemas locais. Além disso, como em toda a BIG, a Baía de Jacuecanga é fortemente eutrofizada pelo lançamento de esgoto

sanitário *in natura* (D'ANGELO, 2011), embora ainda não existam informações sistêmicas sobre o comportamento dos parâmetros físico-químicos da água para esta localidade.

Neste contexto, assumindo que a Baía de Jacuecanga recebe continuamente elevado volume de esgoto sanitário e que as condições hidrodinâmicas e sedimentares locais favorecem a acumulação e baixa renovação das águas, acredita-se que os níveis de poluentes possam influenciar os parâmetros físico-químicos da água da baía, como o declínio das taxas de oxigênio dissolvido, aumento da turbidez (*i.e.*, redução da transparência) ou mudanças no potencial hidrogeniônico (pH) da água. Portanto, o presente estudo visa avaliar preliminarmente o comportamento dos parâmetros físico-químicos da água da Baía de Jacuecanga e compará-los com os padrões de qualidade da água do mar estabelecidos pela Resolução CONAMA N°. 357/2005 (CONAMA, 2005), como parte de pesquisas futuras para compressão dos fatores responsáveis pela poluição e consequente degradação de suas águas.

METODOLOGIA

➤ Caracterização da área de estudo

O município de Angra dos Reis localiza-se ao sul do Estado do Rio de Janeiro (23°00'25" S e 44°19'04" O) e possui área territorial de 815.646 km² (IBGE 2021). O presente estudo vem sendo conduzido desde março de 2021, quando foi realizada uma coleta de amostras de cinco localidades da Baía de Jacuecanga, no município de Angra dos Reis: praias de Jacuecanga, Éguas, Monsuaba, Paraíso e Biscaia (Figura 01).

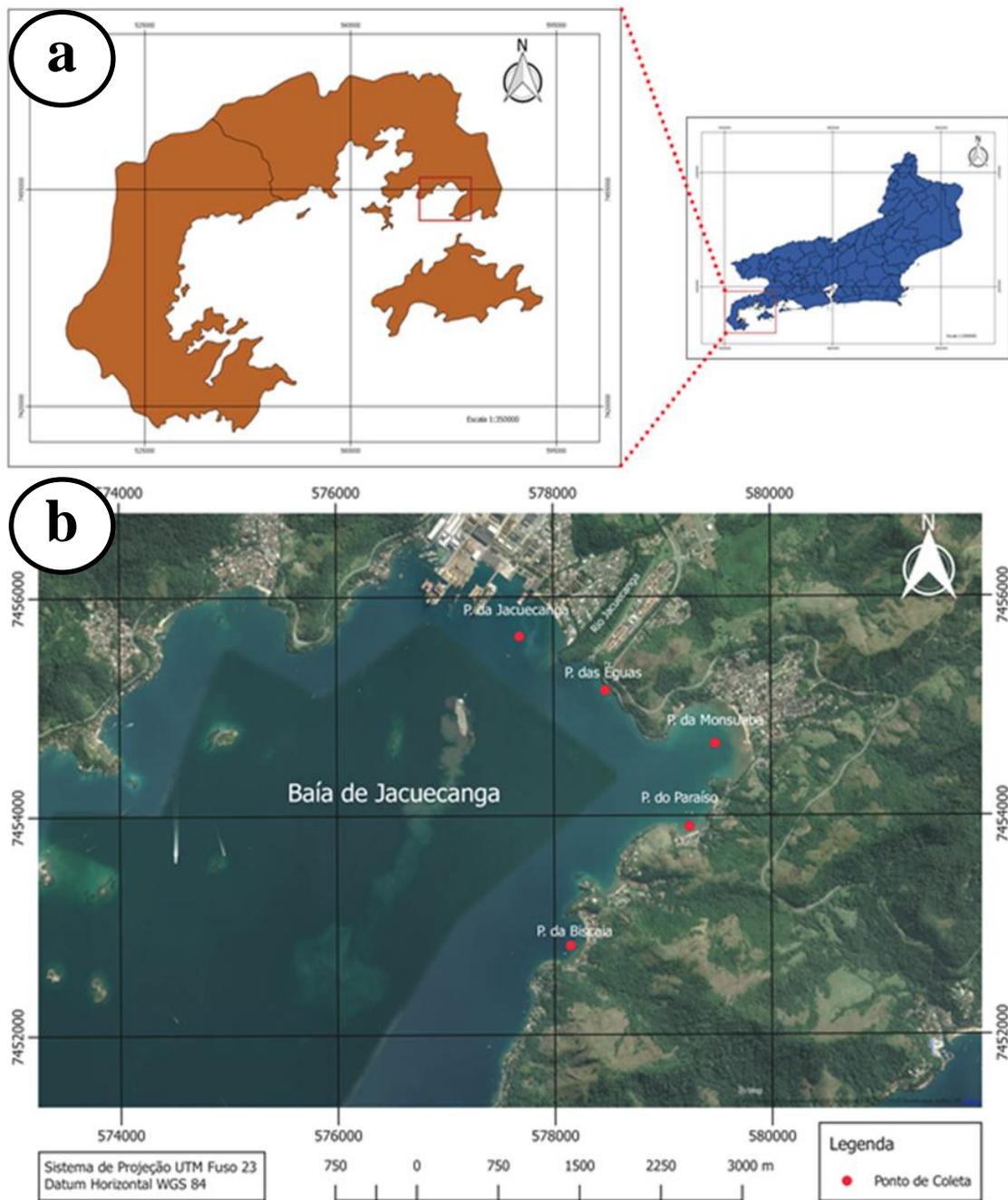


Figura 01: Município de Angra dos Reis (Estado do Rio de Janeiro): (a) Baía de Jacuecanga (polígono vermelho); (b) localização das praias amostradas na Baía de Jacuecanga (pontos vermelhos).

Em campo, os pontos amostrais de cada localidade foram acessados por uma embarcação, e os pontos foram georreferenciados com uso de GPS digital portátil para posicioná-los em imagens do Google Earth. Na sequência, a profundidade foi aferida com uso de corda e trena (Tabela 01). Todas as coletas foram realizadas no período da manhã (*i.e.*, das 8 às 12h) em condição de preamar.

Tabela 01: Georreferenciamento das localidades amostradas e profundidade de coleta.

Pontos	Praia	Coordenadas (WGS 84)	Profundidade
A	Jacuecanga	23°0'12.39"S/ 44°14'19.84" O	3,3 m
B	Éguas	23° 0'36.18"S/ 44°14'1.56" O	2,5 m
C	Monsuaba	23°0'44.21"S/44°13'18.65" O	1,5 m
D	Paraíso	23° 1'19.88"S/ 44°13'35.48" O	2,0 m
E	Biscaia	23° 1'51.41"S/ 44°14'8.63" O	6,6 m

➤ Procedimentos amostrais e analíticos

Em cada localidade foram coletadas amostras em triplicata, com uso de garrafas coletoras de imersão previamente descontaminadas. Além disso, cada ponto dispunha de uma garrafa coletora individual, evitando-se assim contaminação cruzada durante a coleta das amostras, que foram coletadas no fundo d'água, 1 m acima do substrato.

Os parâmetros físico-químicos da água analisados *in loco* foram temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, salinidade e transparência. A temperatura e o pH da água foram determinados por um pHmetro (marca Hanna) calibrado (tampão 4,01 e 7,00), ao passo que o oxigênio dissolvido foi medido com oxímetro digital portátil (marca Hanna) previamente calibrado.

A salinidade da água foi medida por um salinômetro manual, com as amostras da água coletadas pela garrafa, extraídas com uma pipeta graduada de 3 mL e disposta na lente de leitura do equipamento. Entre cada leitura, a lente foi limpa com água destilada e seca com papel absorvente.

A transparência da água foi aferida com disco de Secchi (30 cm de



circunferência), sendo a leitura realizada a partir da imersão vertical do disco na coluna d'água até o ponto de desaparecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, os parâmetros físico-químicos analisados demonstraram discretas variações médias entre as replicatas ou pontos de coleta, independentemente da distância que separa as localidades amostradas (Tabelas 02 e 03).

Tabela 02: Distância entre pontos e localidades amostradas em km (Google Earth Pro).

Ponto/Localidade	A	B	C	D	E
A	-	0,87	2,02	2,30	2,40
B	0,87	-	1,30	1,45	1,54
C	2,02	1,30	-	0,82	1,16
D	2,30	1,45	0,82	-	0,38
E	2,40	1,54	1,16	0,38	-

Legendas: Localidades – (A) praia de Jacuecanga; (B) praia das Éguas; (C) praia da Monsuaba; (D) praia do Paraíso e (E) praia da Biscaia.

Tabela 03: Valores médios ($\bar{x} \pm sd$) registrados entre os pontos coletados nas praias da Baía de Jacuecanga, Angra dos Reis-RJ.

Parâmetros físico-químicos da água					
Ponto	Temperatura (°C)	pH	OD (mg L ⁻¹)	Salinidade (mg L ⁻¹)	Transparência (m)
A	27,80±0,35	7,37±0,25	3,71±0,39	30,33±0,58	3,0
B	26,83±0,15	7,29±0,03	3,95±0,13	28,33±0,58	2,0
C	27,97±0,15	7,27±0,08	4,19±0,48	28,67±0,57	1,1
D	28,10±0,36	7,25±0,06	4,48±0,13	31,00±0,00	2,0
E	27,70±0,10	7,35±0,06	4,89±0,41	29,00±0,00	6,0

Legendas: Localidades – (A) praia de Jacuecanga; (B) praia das Éguas; (C) praia da Monsuaba; (D) praia do Paraíso e (E) praia da Biscaia.

A praia do Paraíso registrou a maior temperatura média, assim como a maior variação entre as replicatas ($28,10 \pm 0,36$ °C), ao contrário da praia das Éguas ($26,83 \pm 0,15$ °C). As maiores médias registradas para o pH foram nas praias de Jacuecanga 7,37 e da Biscaia 7,35. As praias da Biscaia e do Paraíso apresentaram as maiores concentrações médias de oxigênio dissolvido registradas de 4,89 e 4,48 respectivamente. A praia das Éguas e a praia de Monsuaba registram as menores médias para salinidade ($28,33 \pm 0,58$ e $28,67 \pm 0,57$ mg L⁻¹). Por outro lado, a transparência da água registrou as maiores variações durante as amostragens de campo.

A similaridade dos valores encontrados dos parâmetros físico-químicos da água entre as localidades de coleta na Baía de Jacuecanga está relacionada à proximidade entre pontos, e principalmente ao fluxo das correntes marítimas que adentram a Baía de Ilha Grande com um todo, fluindo em direção leste e na direção contrária, sendo para fora da Baía de Sepetiba (BELO; DIAS; DIAS, 2002; CAVALCANTE, 2010). Ikeda e Stevenson (1982), em seu estudo sobre a Baía de Ilha Grande consideraram também a ocorrência de fraca circulação por maré sobreposta em um fluxo quase-estacionário, induzido pelos diferentes gradientes de densidade da água e com velocidades das correntes entre 19 a 22 cm/s⁻¹. Esta tendência já era prevista, já que a entrada das correntes marinhas na Baía de Jacuecanga se dá pelo canal central de navegação até as praias que antecedem a praia de Jacuecanga e pelas praias das Éguas, Monsuaba, Paraíso, Biscaia e outras, no sentido da saída da Baía de Jacuecanga.

Os intervalos médios de temperatura da água de fundo registrados pelo estudo encontraram-se relativamente acima da faixa de variação média registrada por Creed, Casares e Oliveira (2007) até mesmo para a água de superfície no verão (24,4 a 28,4 °C). Além disso, não é esperado que entre as localidades amostradas seja encontrado estratificação térmica da água durante o verão, devido à baixa profundidade das áreas. Por outro lado, do ponto de vista da legislação ambiental brasileira, não existem limites descritos para a temperatura da água classificada como salgada, embora limites para esta variável seja encontrado em termos de lançamento de efluentes no corpo receptor (CONAMA, 2011). A temperatura da água é um dos principais fatores de influência sobre outros parâmetros físicos da água (*e.g.*, densidade) e estratificação vertical de diversos



parâmetros químicos na coluna d'água (*e.g.*, dinâmica e concentração de gases relacionados a respiração e processos oxidativos; distribuição de elementos, entre outros) (ESTEVEZ, 2011).

Os valores médios de pH sugerem forte contribuição da entrada de água doce na baía como um todo, especialmente durante o período de maior vazão dos rios no verão (estação chuvosa) responsável pelo aporte acentuado da matéria orgânica (D'ANGELO, 2011). Vale ressaltar, que os valores médios registrados do pH encontraram-se previstos na faixa de variação para água salgada (*i.e.*, 6,5 a 8,5: CONAMA, 2005), bem como para maioria das praias na costa do Brasil.

Apesar das concentrações de oxigênio dissolvido serem de grande importância para a composição do índice de conformidade em termos de monitoramento da água qualidade das águas de baías e a relação com a contaminação por efluentes sanitários (INEA, 2015), as variações encontradas pelo estudo ainda são inconclusivas. De acordo com a Conama (2005), os valores de oxigênio dissolvido para águas salinas devem ser acima de 4 mgL^{-1} , contudo não discriminam o tipo de sistema e as diferenças frequentemente encontradas nos estratos verticais da coluna d'água.

As variações médias encontradas pelas concentrações de salinidade foram comparativamente inferiores aos valores registrados nas campanhas de verão e inverno para a água de fundo, mas encontram-se dentro do esperado para baías com forte aporte de água doce (SIGNORINI, 1980; CREED; CASARES; OLIVEIRA, 2007). Em parte, os resultados encontrados são ratificados também pela transparência da água durante o período de amostragem, uma vez que a baixa transparência indica alta concentração de particulados em suspensão (*i.e.*, elevada turbidez) advindas pelo aumento de vazão dos rios que deságuam diretamente na Baía de Jacuecanga, reduzindo a visibilidade da água. Durante a campanha de verão, Creed, Casares e Oliveira (2007) registraram para a transparência da água na praia da Biscaia o valor de 9,4 m.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do sistema praial é de suma importância, uma vez que conhecer a variação dos parâmetros físico-químicos pode indicar o comportamento do sistema de corrente costeira, como também as influências do entorno terrestre e o lançamento de poluentes (esgoto, resíduos, pesticidas).

Com base nas informações obtidas no estudo das cinco praias localizadas na Baía de Jacuecanga, pode-se perceber que, dentre os parâmetros analisados, a transparência é a que apresenta maior discrepância.

Ainda assim os resultados encontrados ainda são preliminares, dificultando extrapolações robustas em futuros cenários para a mesma localidade ou regiões vizinhas. No entanto, pelo histórico de intervenções na Baía de Jacuecanga aliado à ausência de políticas e ações governamentais de redução aos impactos da qualidade da água da baía, espera-se que ao final do estudo variação extrema nos parâmetros físico-químicos da água que possam inferir as pressões antrópicas de impacto local e direto sobre a baía.

Além disso, espera-se que os indicadores de qualidade da água no estudo possam ser incorporados em bases de dados de monitoramento das águas, como subsídios para pesquisas sobre ordenamento costeiro e planejamento estratégico para a Baía da Ilha Grande como um todo.

REFERÊNCIAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 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. 53 ed. Brasil: Diário Oficial da União, 2005. 27 p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes complementam e alteram a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. 92 ed. Brasil: Diário Oficial da 2011, 9p.

BELO, W. C.; DIAS, G. T. M.; DIAS, M. S. O fundo marinho da baía da Ilha Grande, RJ: o relevo submarino e a sedimentação no canal central. **Revista Brasileira de Geofísica**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 5-15, 01 abr. 2002.



CAVALCANTE, S. L. S. **Estudo da Influência da Dinâmica da Plataforma Continental nas Baías de Ilha Grande e Sepetiba Via Aninhamento de Modelo Numérico Costeiro a Modelo Numérico Oceânico.** 2010. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Oceânica, Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CLARK, J. R *et al.* Marine microplastic debris: a targeted plan for understanding and quantifying interactions with marine life. **Frontiers In Ecology And The Environment**, [S.L.], v. 14, n. 6, p. 317-324, ago. 2016.

CREED, J. C; CASARES, F.A; OLIVEIRA, A.E.S. Características ambientais: água. In: CREED, J. C; PIRES, D. O; FIGUEIREDO, M. A. O. *et al* (org). **Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande.** 2 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.109-132, 2007.

D'ANGELO, R. A. **Físico - Química da água e caracterização dos sedimentos de uma micro-bacia costeira de Mata Atlântica com múltiplos usos do solo, Jacuecanga, Angra dos Reis, RJ.** 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **2021.** Disponível em<
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/default.asp>> Acessado em: 05 jul. 2021.

IKEDA, Y.; STEVENSON, M. R.. Seasonal characteristics of hydrography, turbulence and dispersion near Ilha Grande (RJ), Brazil, based on R/V. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 11-32, 1982.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. **Diagnóstico do setor costeiro da baía da Ilha Grande:** subsídios à elaboração do zoneamento ecológico-econômico costeiro. Rio de Janeiro: SEA/INEA, 2015. 242 p.

SEMADS - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento SUSTENTÁVEL. **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental** – Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 73p.

SIGNORINI, S. R. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba: part i. a survey of the circulation based on experimental field data. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 41-55, 1980.