

DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA LAGOA DE MARICÁ (RJ) COMO SUBSÍDIO AS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO LITORAL.

Andressa Santana Batista ¹
André Luiz Carvalho da Silva ²

RESUMO

O presente estudo objetivou contribuir para o entendimento dos impactos antrópicos na Lagoa de Maricá, como subsídio as formas de uso e ocupação do litoral. É neste sentido que se faz necessário identificar os principais problemas relacionados às formas de uso e ocupação desse litoral e os impactos no sistema lagunar, a partir da análise dos parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade) e nutrientes da água (nitrito, nitrato, amônia e fosfato) em diferentes pontos na Lagoa de Maricá, nas estações seca e chuvosa. A integração dos resultados permitiu identificar na laguna dois setores com características físico-químicas fora dos padrões estabelecido pelo CONAMA 357 (2005) para este tipo de ambiente. O setor noroeste da laguna, próximo à desembocadura do canal de São Bento, é o mais preocupante. Nessa área foram observadas concentrações mais elevadas para a maioria dos parâmetros analisados e as menores concentrações de oxigênio dissolvido. Este local está visivelmente degradado, com abundância de materiais sólidos na água, que apresenta cor escura e forte cheiro de decomposição. As maiores concentrações de nutrientes foram observadas, em geral, nesse mesmo setor da lagoa, o que provavelmente se deve a maior carga de nutrientes provenientes de esgoto lançado sem tratamento nessa área. A porção norte da Lagoa de Maricá, com destaque para a área próxima a desembocadura do Rio Mumbuca, também apresentou concentrações elevadas de nutrientes, quando comparado às demais áreas. Na margem norte é grande a concentração de casas e condomínios. As concentrações dos parâmetros e dos nutrientes analisados decrescem gradualmente em direção à parte sul e sudeste da Lagoa de Maricá, onde se encontram localizadas a APA de Maricá e a Comunidade de Pescadores de Zacarias, respectivamente, evidenciando a melhor qualidade da água neste setor.

Palavras-chave: Lagoas costeiras, Análise ambiental, Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

The present study aimed to contribute to the understanding of the anthropogenic impacts on the Maricá Lagoon, as a subsidy to the forms of use and occupation of the coast. It is in this sense that it is necessary to identify the main problems related to the forms of use and occupation of this coastline and the impacts on the lagoon system, based on the analysis of the physicochemical parameters (temperature, pH, dissolved oxygen and salinity) and water nutrients (nitrite, nitrate, ammonia and phosphate) at different points in the Maricá Lagoon, in the dry and rainy seasons. The integration of the results allowed the identification of two sectors in the lagoon with physicochemical characteristics outside the standards established by CONAMA 357 (2005) for this type of environment. The northwest sector of the lagoon, near the mouth of the São Bento channel, is the most worrisome. In this area, higher concentrations for most of the parameters analyzed and lower concentrations of dissolved oxygen were observed. This place is visibly degraded, with an abundance of solid materials in the water, which has a dark color and a strong smell of decay. The highest concentrations of nutrients were observed, in general, in this same sector of the lagoon, which is probably due to the

¹ Mestre em Geografia pelo programa de Pós-Graduação da FFP/UERJ, andressabatista.geo@gmail.com

² Prof. Dr. do programa de Pós-Graduação em Geografia da FFP/UERJ, andrelsilvageouerj@gmail.com

higher nutrient load from sewage discharged without treatment in this area. The northern portion of the Maricá Lagoon, especially the area near the mouth of the Mumbuca River, also showed high concentrations of nutrients, when compared to the other areas. On the north bank there is a large concentration of houses and condominiums. The concentrations of the parameters and nutrients analyzed gradually decrease towards the southern and southeastern part of the Maricá Lagoon, where the Maricá APA and the Zacarias Fishing Community are located, respectively, evidencing the best water quality in this sector.

Keywords: Coastal lagoons, Environmental analysis, Physicochemical parameters.

INTRODUÇÃO

O litoral de Maricá está localizado na região metropolitana do Rio de Janeiro, a 50 km da entrada da Baía de Guanabara (Figura 1). A geomorfologia desse litoral é representada por uma extensa planície costeira, com 46 quilômetros de extensão, formada por dois sistemas de barreiras arenosas (SILVA, 2011; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2014b), com praias de elevada dinâmica (SILVA et al., 2014c), e por um imponente complexo lagunar representado pelas lagoas de Maricá, Barra, Padre, Guarapina e Jacomé (SILVESTRE et al., 2017; DUTRA et al., 2022).

A Lagoa de Maricá, também conhecida como Lagoa de São José, possui cerca de 6,3 km de extensão e 4,5 km de largura na porção mais extensa (Figuras 1 e 2). Apresenta cerca de 18 km² de área e uma profundidade máxima em torno de 2 metros na região central, com uma morfologia de fundo suave e em forma de prato (SILVESTRE et al., 2017; SILVA et al., 2021; SILVESTRE et al., 2021). Ao sul da lagoa de Maricá, encontra-se localizada a Área de Proteção Ambiental de Maricá, motivo pelo qual este trecho do litoral ainda se mantém relativamente preservado; trata-se também de uma das restingas mais pesquisadas da costa brasileira. A vegetação de restinga, na planície costeira de Maricá, vem sendo devastada nas últimas décadas devido à expansão urbana que afeta os ecossistemas e altera profundamente a paisagem (SANTOS et al., 2017). A conexão com o oceano ocorre por meio de canais que conectam as lagoas e pelo canal de Ponta Negra, construído artificialmente na Lagoa de Guarapina no ano de 1951, através de um programa governamental de saneamento (SEMADS, 2001; SOUSA et al., 2013). Entre a Lagoa de Maricá e a praia de Itaipuaçu (a oeste) a conexão com o mar se dá por meio do Canal da Costa, que possui cerca de 16 km de extensão e é responsável pela drenagem desta parte da planície costeira (AMORANOGUEIRA et al., 2023). O município de Maricá possui um clima tropical, com temperatura média anual de 23.4 °C e pluviosidade média anual de 1034 mm. Em condições normais, chove mais no verão do que no inverno (CLIMATE-DATA, 2021).

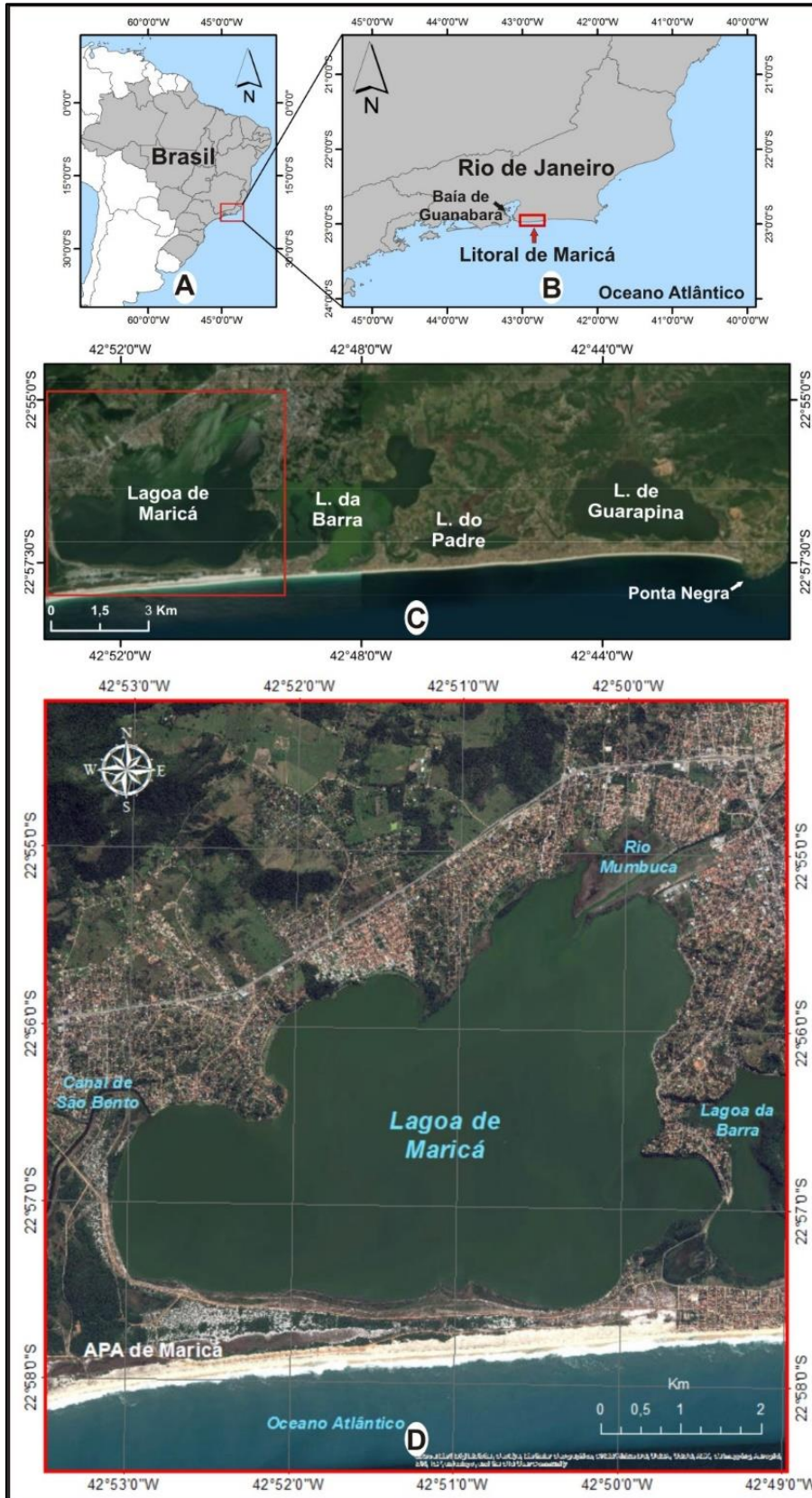


Figura 1 – (A e B) Localização da área de estudo no contexto nacional e estadual; (C) complexo lagunar do município de Maricá e (D) a lagoa objeto de estudos dessa pesquisa. Fonte: Banco de dados do ArcGIS (Silvestre, 2018).



Figura 2 - Localização de algumas lagoas ao longo do litoral fluminense. Fonte: Guichard (2009).

O litoral de Maricá sofre com a poluição do sistema lagunar que recebe uma grande quantidade de esgoto sem tratamento dos bairros localizados nas áreas próximas. O esgoto *in natura*, chega no sistema lagunar por meio dos rios e canais compromete a qualidade da água, causa mau cheiro e produz uma espuma facilmente observada nas margens das lagoas (MARICÁ, 2015). Essas condições têm causado a mortandade de peixes, mais frequente nos períodos prolongados de estiagem. Diversos eventos envolvendo a mortandade de peixes foram registrados nos últimos anos, conforme destacado por Souza (2015).

Além dos problemas referentes a poluição, há uma variedade de conflitos relacionados em grande parte aos interesses econômicos ligados aos setores imobiliário, hoteleiro e industrial. Esses interesses se contrapõem às necessidades de moradores locais, em especial da Comunidade de Pescadores Tradicionais de Zacarias, que há mais de dois séculos praticam a pesca artesanal na lagoa (LOUREIRO et al., 2010). A partir de 2013, a comunidade indígena Guarani Mbyá Tekoa Ka'aguy HovyPorã, conhecida como Aldeia Mata Verde Bonita foi inserida na APA de Maricá (CARRACO et al., 2023), o que de certa forma tem gerado novos conflitos na área. Em 2006, a APA de Maricá foi comprada por um grupo luso-

espanhol para a construção de um resort. Devido as suas implicações socioambientais, o projeto foi modificado, diminuindo consideravelmente o percentual de áreas inicialmente previstas para construções dentro da APA depois de inúmeros embates jurídicos (SOUZA, 2015).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram realizados dois trabalhos de campo, sendo um na estação seca e outro na chuvosa, para a caracterização dos parâmetros físico-químicos e coleta de amostras de água para análise de nutrientes sob condições diversas. O monitoramento da estação seca foi realizado no mês de outubro de 2016 e o da estação úmida ocorreu em abril de 2017. Foram selecionados um total de 25 pontos de monitoramento para a aquisição de dados e coleta de amostras de água na Lagoa de Maricá, com o objetivo de caracterizar de forma representativa os diferentes setores e possíveis fontes de poluição ao longo da lagoa (Figura 3. A aquisição dos parâmetros físico-químicos da água foi realizada com base na metodologia proposta por Trick et al. (2008). Os parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, e oxigênio dissolvido) foram medidos na superfície (30 cm) da água, com duas sondas multiparâmetros (YSI 556 MPS e U-50 *Multiparameter Water Quality Meter* – Horiba).

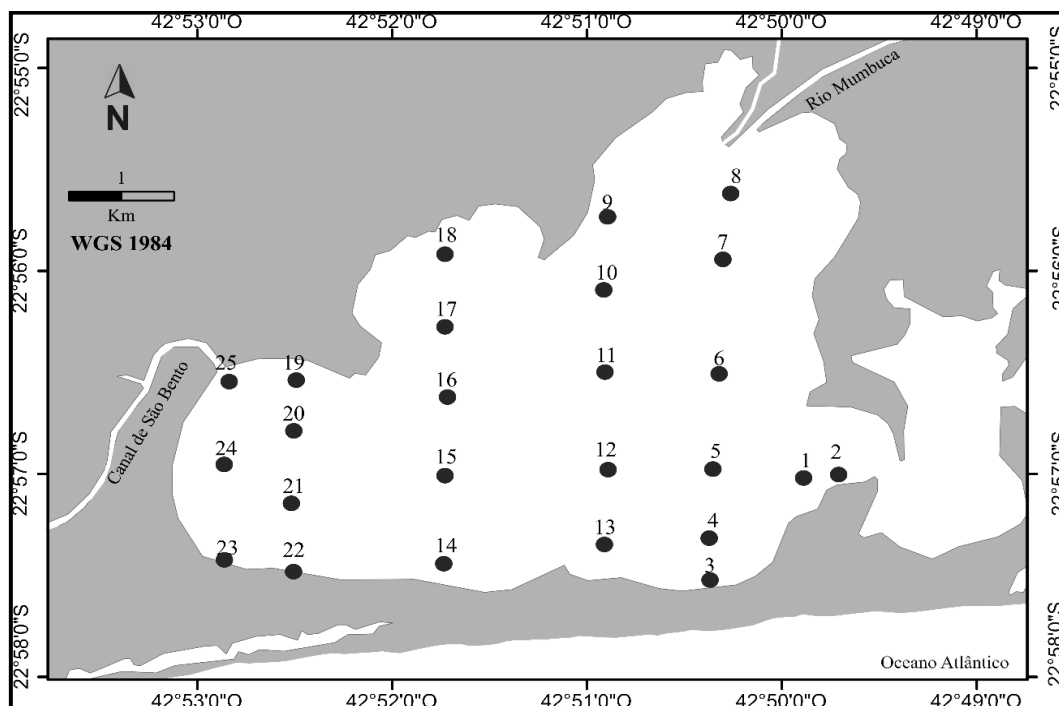


Figura 3- Locais selecionados para o monitoramento na Lagoa de Maricá. Fonte: A autora, 2016.



A coleta de água seguiu os critérios técnicos estabelecidos no Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Química de Água da EMBRAPA (PARON et al., 2011) e o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CESTESB e ANA (2011). A coleta foi feita com garrafa de polietileno submersa a uma profundidade entre 15 e 30 centímetros para a retirada de cerca de 1 litro de água. As amostras foram filtradas com a membrana filtrante Whatman GF/F, com 47 mm de diâmetro, armazenadas em frascos de polietileno e imediatamente congeladas.

As análises das concentrações de nutrientes (fosfato, nitrato, nitrito e amônia) foram realizadas pelo método de colorimetria, com análise por injeção em fluxo (FIA). As amostras foram processadas no laboratório Unidade Multiusuário de Análises Ambientais (UMAA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Os resultados das diversas análises e medições dos parâmetros físico-químicos da água foram organizados em planilhas no *Software Excel*. Posteriormente, foram determinados os valores médios e a identificação do comportamento dos parâmetros e suas implicações no entendimento da qualidade ambiental da água da Lagoa de Maricá. Todos os resultados foram geograficamente especializados e representados no *Software ArcGIS*, para a confecção de mapas georreferenciados e para a interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medições dos parâmetros físico-químicos e das análises das concentrações dos nutrientes presentes na água foram comparados aos valores de referência estabelecidos na Resolução CONAMA 357 (2005) para água salobra. A seleção das variáveis analisadas - temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, nitrito, nitrato, amônia e fosfato - foi estabelecida em função dos objetivos da pesquisa e no sentido de possibilitar uma verificação das condições ambientais da Lagoa de Maricá.

A temperatura média verificada na Lagoa de Maricá durante a estação seca foi de 22,71 °C, com a mínima de 21,1 e a máxima de 23,8 °C. Na estação úmida a temperatura média foi de 25,66 °C, ligeiramente superior a observada na estação seca; a mínima e a máxima temperatura medida correspondeu a 21,85 e 27,28 °C, respectivamente (Tabela 1). Os valores de pH verificados na Lagoa de Maricá durante a estação seca apresentaram uma média de 8,29, com variações entre a mínima de 7,6 e a máxima de 8,9. Na estação úmida a média do pH foi de 8,98, com variações expressivas entre a mínima de 4,37 e a máxima de

9,97 (Tabela 1). Os valores de oxigênio dissolvido (OD) verificados durante a estação seca correspondem a média de 5,39 mg/L, com variações entre a mínima de 4,7 e máxima de 5,9 mg/L. Na estação úmida, a média de OD correspondeu a 5,43 mg/L, com variações entre a mínima de 2,8 e a máxima de 9,5 mg/L (Tabela 1). A salinidade média na Lagoa de Maricá na estação seca foi de 12,02‰, sendo a mínima de 11,3 e a máxima de 12,4‰. Valores ligeiramente mais elevados foram encontrados na estação chuvosa, com média de 17,24, variando entre 15,95 e 19,12.

Tabela 1: Resultados dos nutrientes.

Parâmetro	Estação	Média	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	Estação seca	22.71	21.1	23.8
	Estação úmida	25.66	21.85	27.28
pH	Estação seca	8.29	7.6	8.9
	Estação úmida	8.98	4.37	9.97
OD (mg/l)'	Estação seca	5.39	4.7	5.9
	Estação úmida	5.43	2.8	9.5
Salinidade (‰)	Estação seca	12.03	11.3	12.4
	Estação úmida	17.25	15.95	19.12
Nitrato (µM/L)	Estação seca	8.08	2.70	19.79
	Estação úmida	0.54	0.21	2.50
Nitrito (µM/L)	Estação seca	4.68	1.71	8.17
	Estação úmida	0.31	0.21	0.68
Amônia (µM/L)	Estação seca	21.69	1.24	146.19
	Estação úmida	0.73	<0.33	1.14
Fosfato (µM/L)	Estação seca	9.15	5.56	16.15
	Estação úmida	29.99	16.41	32.95

Fonte: A autora, 2023.

As concentrações de nitrato variaram entre o mínimo de 2,70 e o máximo de 19,79 µM/L na estação seca, sendo a média de 8,08 µM/L. Na estação úmida, as concentrações de nitrato apresentaram variações entre 0,21 e 2,50 µM/L, sendo a média de 0,54 µM/L (Tabela 1). As concentrações de nitrito na Lagoa de Maricá na estação seca apresentaram variações entre 1,71 e 8,17 µM/L, sendo a média correspondente a 4,68 µM/L. A média de nitrito na estação úmida foi de 0,31 µM/L, com a mínima de 0,68 e a máxima de 8,17 µM/L (Tabela 1). A concentração média de amônia foi de 21,69 µM/L na estação seca, com variações expressivas entre o mínimo de 1,24 e a máxima de 146,19 µM/L. Na estação úmida a concentração média de amônia foi de 0,73 µM/L, com variações menos expressivas de < 0,33 (limite de detecção) e a máxima de 1,14 µM/L (Tabela 1). A concentração média de fosfato verificada na área de estudo correspondeu a 9,15 µM/L na estação seca, variando entre a



mínima de 5,56 e a máxima de 16,15 $\mu\text{M/L}$. A média de fosfato na estação úmida correspondeu a 29,99 $\mu\text{M/L}$, variando entre 16,41 e 32,85 $\mu\text{M/L}$ (Tabela 1).

Os resultados foram inicialmente comparados aos valores de referência estabelecidos pelo COMANA 365 (2005) nas duas estações, e que encontra peculiaridades quando comparados a outras lagoas costeiras e baías.

Os maiores valores de temperatura da água na superfície foram registrados perto da desembocadura do Canal de São Bento, tanto na estação seca quanto na estação úmida (Figura 4). Isto provavelmente decorre das péssimas condições da água neste local. O setor oeste da Lagoa de Maricá, incluindo a área próxima à desembocadura do Canal de São Bento apresenta, conforme Silvestre et al. (2017), concentrações elevadas de matéria orgânica. Este trecho da laguna está visivelmente degradado, com grande quantidade de materiais sólidos em suspensão e forte cheiro de esgoto. A temperatura está ligada com as condições morfológicas da lagoa, principalmente com a conectividade ou não com o mar, que interfere diretamente na taxa de renovação da água. As lagoas costeiras de Candeia no sul do Brasil, por exemplo, apresentam uma tendência geral de aquecimento naquelas mais isoladas e uma tendência de resfriamento em lagoas conectadas diretamente com o mar (ÁVILA et al., 2019). No sistema lagunar de Saquarema foi registrada uma diminuição da temperatura da água a após a abertura do canal, devido a intrusão de águas marinhas (VALADÃO et al., 2020). Variações de temperatura na Baía de Ilha Grande foram observadas em razão da intrusão de água fria atribuídas à ressurgência costeira do Atlântico Sul provenientes da região de Cabo Frio (KJERFVE et al., 2021). Na Baía de Guanabara, as mudanças de temperatura ocorrem devido ao aporte de água dos rios, principalmente por ocasião das chuvas mais intensas (SILVA et al., 2022).

O pH da Lagoa de Maricá se apresentou predominantemente básico nas duas estações (Figura 4). Entretanto, os maiores valores registrados foram encontrados na estação úmida. Isso se deve, possivelmente pela influência do intemperismo químico de detritos carbonáticos presentes nas margens e fundo da Lagoa de Maricá, que apresenta quantidade considerável de conchas, fragmentos de conchas e restos esqueléticos de peixes, conforme Silvestre et al. (2017). Os valores de pH são parecidos com o verificado no sistema lagunar de Saquarema (DIAS et al., 2017) e no sistema Lagunar de Maricá-Guarapina (LAUT et al., 2019). Próximo ao Canal de São Bento foi verificado um pH ácido (4,37) na estação úmida; essa condição de acidez local pode estar relacionada ao descarte inadequado de resíduos orgânicos. Esse padrão encontra-se no Sistema Lagunar de Saquarema, na qual as regiões mais degradadas apresentam o pH ácido (VALADÃO et al., 2020).

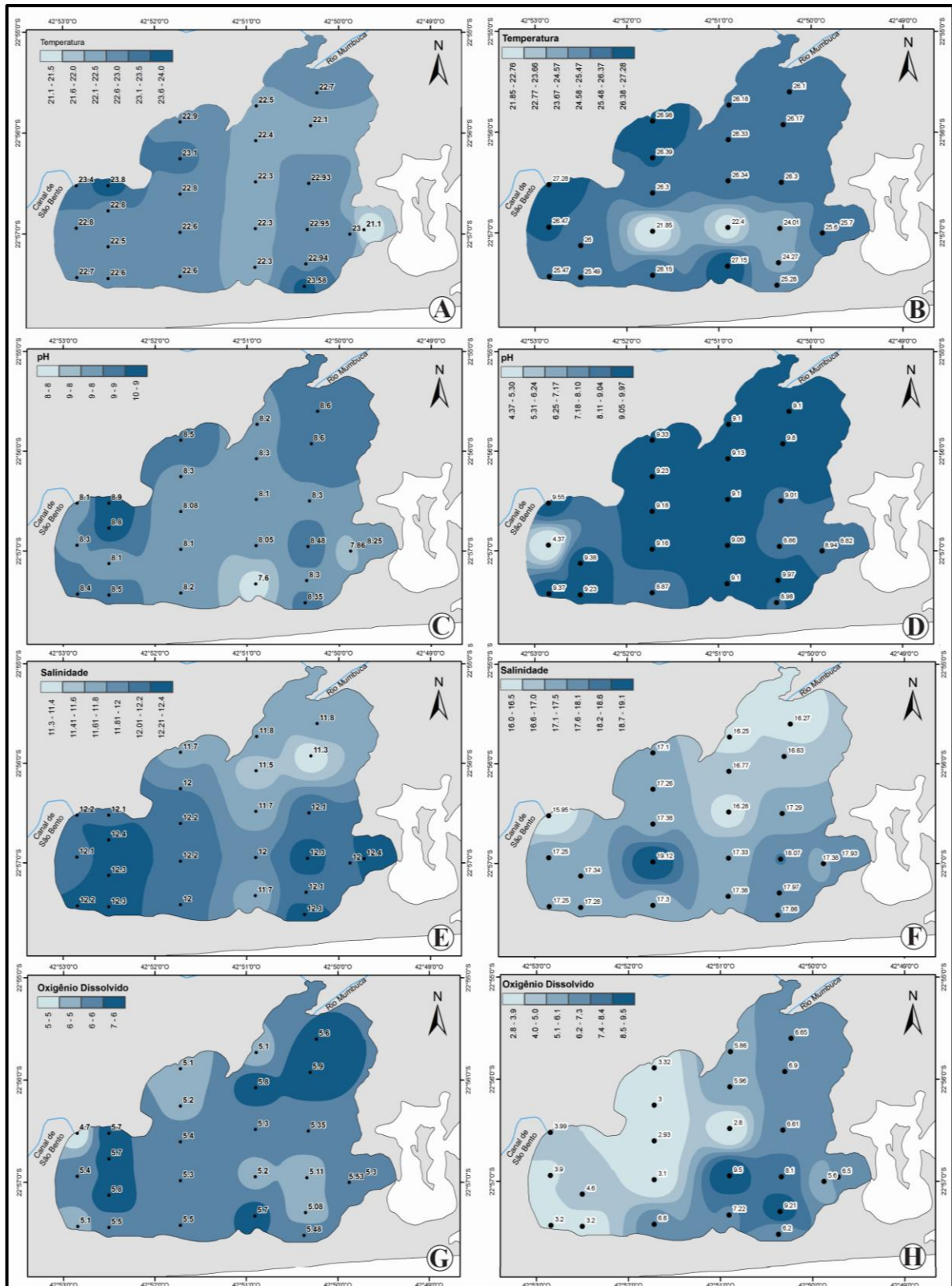


Figura 4 – Interpolação de dados – Parâmetros físico-químicos. Legenda: (a) Temperatura - Estação seca; (b) Temperatura - Estação úmida; (c) pH - Estação seca; (d) pH - Estação úmida; (e) Salinidade - Estação seca; (f) Salinidade - Estação úmida; (g) Oxigênio Dissolvido - Estação seca; (h) Oxigênio Dissolvido - Estação úmida. Fonte: A autora, 2018.

A salinidade da Lagoa de Maricá, em ambas as estações, demonstrou um padrão característico de água salobra. As menores concentrações de salinidade foram registradas nas proximidades do Rio Mumbuca, devido o aporte de água doce nessa área (Figura 4). Segundo o relatório descritivo do Projeto Baías do Brasil da COPPE-UFRJ (2019), a região próxima ao desemboque do Rio Mumbuca é o ponto mais significativo de aporte de água doce na Lagoa de Maricá. Em um comparativo de salinidade, vemos na Lagoa de Itaipu uma alta variabilidade nas concentrações de salinidade relacionada à influência de entrada de água doce pelos rios, a entrada de água do mar através do canal de Itaipu e forte evaporação (LAUT et al., 2016); caso similar ocorre na Baía de Guanabara, quando há quedas na salinidade relacionadas ao aporte de água doce dos rios e eventos de fortes chuvas (SILVA et al., 2022). Os teores de salinidade foram mais elevados na estação úmida, possivelmente pelo aumento da temperatura da água ocasionando maior evaporação. Nas proximidades do canal que liga às lagoas de Maricá e Barra, assim como na porção sul próxima à APA de Maricá, os valores de salinidade foram mais altos, provavelmente devido à ocorrência de eventos de transposição de ondas durante às ressacas e pela influência da intrusão salina em subsuperfície nas áreas próximas à barreira holocênica (SILVA, 2011; SILVESTRE et al., 2015; SILVA et al., 2021; SILVESTRE et al., 2021). A cunha de água salgada foi identificada com base em dados de georadar, a partir da profundidade de 9 metros, na área da barreira holocênica, estendendo-se até a área entre o reverso dessa barreira e a planície lagunar (SILVA, 2011; SILVA et al., 2011).

A maioria dos valores de oxigênio dissolvido na estação seca apresentaram-se ligeiramente superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA 357 (2005), exceto no ponto de monitoramento próximo ao Canal de São Bento, que apresentou valor inferior ao recomendado, evidenciando uma baixa taxa de oxigenação neste local (Figura 4). Na estação úmida todos os valores foram inferiores a 5 mg/L, com os menores valores registrados no setor oeste e noroeste da laguna, próximos à desembocadura do Canal de São Bento, provavelmente pela carga orgânica lançada no corpo hídrico proveniente dos efluentes sanitários e pela elevação da temperatura na estação, que propicia uma maior decomposição de matéria orgânica presente no ambiente. Esse fator pode estar associado a oxidação da matéria orgânica autóctone e alóctone. Os dados de monitoramento do Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) dos anos de 2012/2022, indicam valores de oxigênio dissolvido inferiores a 5 mg/L para na maioria dos monitoramentos realizados próximo a desembocadura



do Rio Mumbuca e perto do Canal do Aeroporto de Maricá, corroborando também com os dados de Santos et al. (2021).

Em relação aos nutrientes nitrogenados, a distribuição espacial demonstra maiores concentrações no setor oeste e norte da Lagoa de Maricá; as menores concentrações foram verificadas na porção sul da laguna, evidenciando uma ligeira diminuição gradual de norte a sul, mais marcante na estação seca (Figura 5). Esse padrão de distribuição pode estar diretamente relacionado com a maior concentração das fontes de nutrientes, como o nitrito e o nitrato, na porção norte da Lagoa de Maricá. Esse mesmo padrão de distribuição de nutrientes nitrogenados corrobora com os dados apresentados por Santos et al. (2021), no qual indica que as fontes desses nutrientes vêm do Canal do Aeroporto de Maricá, Canal do Buriche e Rio Mombuca. A concentração de amônia na estação seca foi expressiva perto da desembocadura do Canal de São Bento e do Rio Mumbuca (Figura 5), indicando uma poluição orgânica por esgotos. Em relação a estação úmida, houve uma queda brusca nos teores de nitrito, nitrato e amônia, com concomitante aumento expressivo de fosfato (Figura 5). Entretanto, os resultados de nitrato, nitrito e amônia na estação seca e úmida apresentaram-se todos acima dos padrões estabelecidos pelo CONAMA 357 (2005).

O fosfato apresentou-se alto em toda a Lagoa de Maricá na estação seca (Figura 5), com as maiores concentrações verificadas na porção sul da laguna e perto da desembocadura do Rio Mumbuca, provavelmente pela decomposição de matéria orgânica (autóctone e alóctone). O fosfato obteve valores maiores na estação úmida, isto provavelmente ocorre quando os ventos atuam colocando em suspensão a matéria orgânica dos sedimentos (NIXON, 1982), e pelo crescimento intenso de macrófitas aquáticas acarretando a liberação do fósforo (BENTO et al., 2008). Os resultados de fosfato nas estações seca e úmida ficaram acima do limite estabelecido pelo CONAMA 357 (2005). Conforme os trabalhos de Toledo et al. (2021) e Santos et al. (2021), os valores obtidos de fósforo na última década na Lagoa de Maricá estão acima dos permitidos pelo CONAMA 357 (2005). Também foram encontrados altos teores de Fósforo nas águas subterrâneas da bacia hidrográfica de Maricá (PLUBIO et al., 2023).

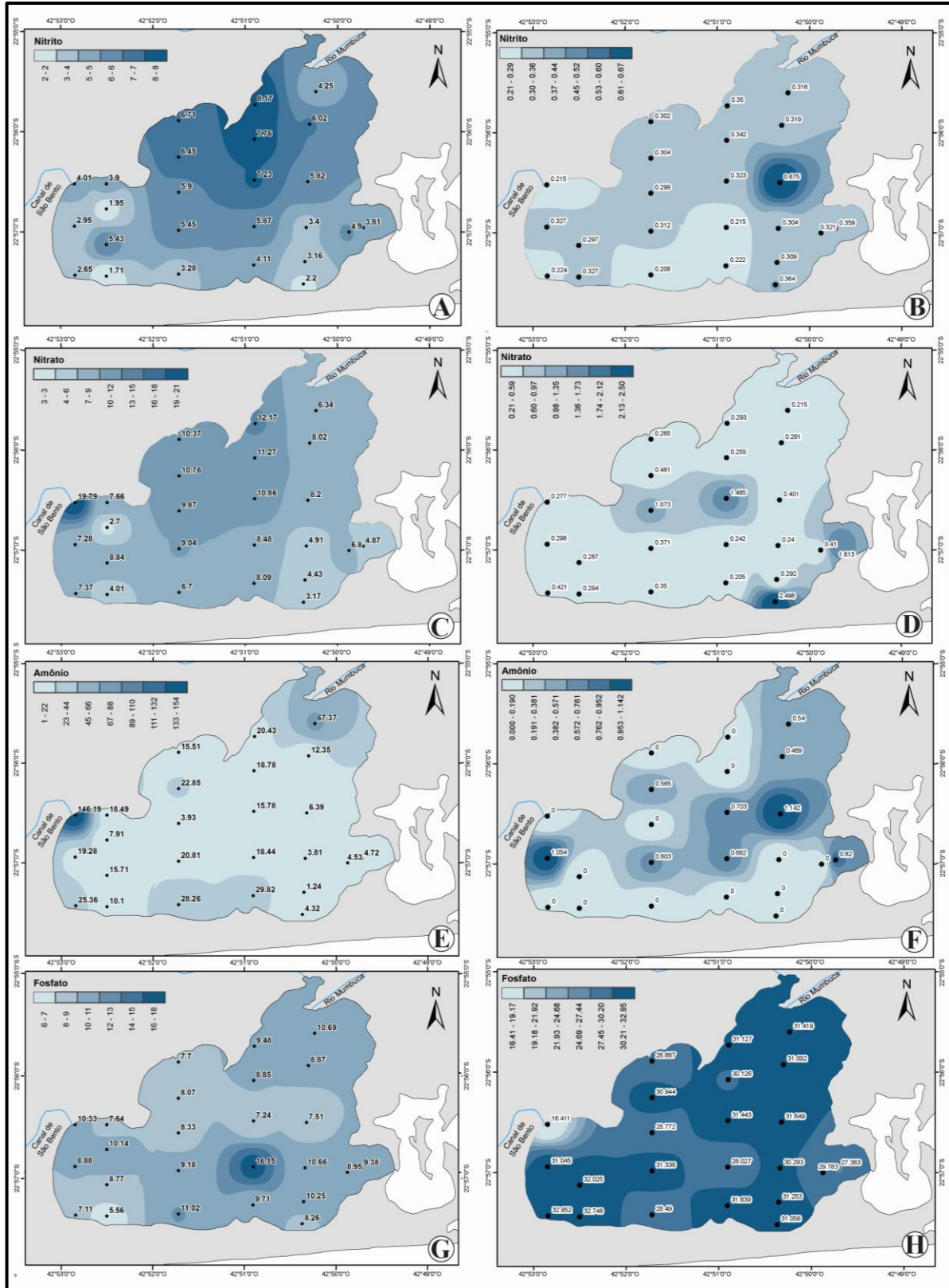


Figura 5 - Interpolação de dados –Nutrientes. Legenda: (i) Nitrito - Estação seca; (j) Nitrito - Estação úmida; (k) Nitrato - Estação seca; (l) Nitrato - Estação úmida; (m) Amônia - Estação seca; (n) Amônia - Estação úmida; (o) Fosfato - Estação seca; (p) Fosfato - Estação úmida.

Fonte: A autora, 2018.

Esses resultados são influenciados por uma condição de saneamento básico local precária (TOLEDO et al., 2021), associado com a baixa renovação de água (PROJETO BAÍAS DO BRASIL, 2019). Segundo Silva e Molisani (2019), comparando as lagoas do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, a Lagoa de Imboassica e a Lagoa de Feia, fica evidente que os maiores valores de fósforo total estão presentes na Lagoa de Maricá. Os autores alertam para uma tendência de piora do estado trófico devido a carga de esgoto lançada na laguna e a falta de comunicação com mar (SILVA e MOLISANI, 2019). Além de todas as intervenções antrópicas, a Lagoa de Maricá tende a evoluir para um estágio cada vez maior de eutrofização, influenciado pelas características geomorfológicas da laguna, somadas ao acúmulo de matéria orgânica principalmente nas áreas com sedimentos mais finos (LAUT et al., 2019; LAUT et al., 2021).

Os resultados aqui apresentados, assim como as importantes contribuições dadas por outros autores sobre o tema, são de grande importância para o entendimento da dinâmica dos ambientes lagunares que apresentam características peculiares e modificações ocasionadas pela eutrofização natural e antrópica, permitindo assim a obtenção de conhecimentos voltados para um gerenciamento ambiental eficaz e que considere a relevância sociocultural deste magnífico trecho da costa fluminense.

CONCLUSÃO

Os processos responsáveis pela degradação da Lagoa de Maricá são influenciados diretamente pela: (1) baixa taxa de renovação da massa d'água; (2) o elevado potencial de retenção de matéria orgânica e inorgânica; (3) pela pouca profundidade, que não ultrapassa 2 metros em condições normais. As atividades antrópicas, com destaque para o lançamento de esgotos domésticos no entorno da Lagoa de Maricá, introduziram grande quantidade de nutrientes neste sistema aquático. Os rios e canais que desaguam neste ambiente, apesar de poucos, contribuem para a degradação da laguna devido à grande quantidade de esgoto que transportam.

Os valores de temperatura foram maiores próximo ao Canal de São Bento nas duas estações. O pH apresentou-se alcalino em toda a Lagoa de Maricá nas duas estações, exceto em um ponto de monitoramento na estação úmida com valor ácido próximo ao Canal São Bento. O oxigênio dissolvido na desembocadura do Canal São Bento foi o único ponto abaixo do estabelecido pelo COMANA (2005) observado na estação seca; na estação úmida, toda a porção oeste apresentou-se com baixos valores de oxigênio dissolvido, provavelmente devido



a decomposição de matéria orgânica e descarte de resíduos orgânicos. A salinidade teve um aumento na massa d'água na estação úmida.

De maneira geral, a distribuição espacial dos nutrientes na estação seca demonstra que as maiores concentrações foram verificadas no setor oeste e norte da Lagoa de Maricá, junto a desembocaduras do Canal de São Bento e do Rio Mumbuca; as menores concentrações foram verificadas na porção sul da lagoa, evidenciando uma diminuição gradual na concentração de nutrientes de norte para sul. Em relação aos resultados na estação úmida, houve quedas bruscas nos teores de nitrogênio e o aumento expressivo de fosfato. Esse comportamento é evidente durante a estação úmida, devido ao aumento da temperatura, quando grandes quantidades de matéria orgânica estão sendo remineralizadas no fundo.

A ocupação e a influência humana nos arredores da Lagoa de Maricá e em sua bacia hidrográfica intensificam o processo de degradação ambiental. O uso crescente deste ambiente para atividades turísticas, casas de veraneios e outras construções sem qualquer planejamento nas margens, coloca em risco o ecossistema costeiro. O fato de parte da laguna estar inserida em uma Área de Proteção Ambiental, com restrição de uso e ocupação, tem colaborado diretamente para a manutenção de suas características naturais ao longo dos anos, mesmo com o intenso crescimento urbano observado nas últimas décadas na região de Maricá.

É recomendável a continuidade do monitoramento da qualidade da água da Lagoa de Maricá e o desenvolvimento de estudos que permitam uma melhor compreensão acerca da hidrodinâmica e outros parâmetros químicos, físicos e biológicos de maneira integrada, para entender os diversos processos em curso nas águas da laguna.

BIBLIOGRAFIA

AMORA-NOGUEIRA, L., SMOAK J.M., ABUCHACRA, R.C., CARVALHO, C. et al. Linking centennial scale anthropogenic changes and sedimentary records as lessons for urban coastal management. **Science of The Total Environment**, 2023, Dec 1;902:165620. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165620.

AVILA, I. G., NASCIMENTO, G. D. S., RUHOFF, A. L., CHALEGRE, C. L.B., MARQUES, D. M. L. M., TAVARES, M. H., MENEGON, I., & FRAGOSO JUNIOR, C. R. (2019). Estudo preliminar da dinâmica da temperatura de lagoas rasas costeiras subtropicais em cadeia. In Proceedings of the XXIII SBRH. Porto Alegre: ABRH, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: junho de 2021.

BENTO, L.; MAROTTA, H.; ENRICH-PRAST, A. O papel das Macrófitas Aquáticas Emersas no Ciclo do Fósforo em Lagos Rasos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.11, n.4, p.582-589, 2007.

CARRACO C.S, GARCIA, G.F., PLIVEIRA, J.E., TEIXEIRA, B.O, VEIGA, I.A., PIMENTEL, D. Análise do projeto de resort na APA de Maricá (RJ): Impactos ambientais presentes no RIMA. **Revista Eletrônica Uso Público em Unidades de Conservação**. Niterói, RJ. Vol. 11, nº 16. 2023. DOI: <https://doi.org/10.47977/2318-2148.2023.v11n16p71>

CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

DIAS, P.P.B.B., MARTINS, M.V.A., CLEMENTE, I.M.M.M., CARELLI, T.G., SILVA, F.S., FONTANA, L.F., LORINI, M.L., PANIGAI, G., PINHEIRO, R.H., MENDONÇA-FILHO, J.G., LAUT, L.L.M., Assessment of the Trophic State of Saquarema Lagoonal System, Rio de Janeiro (Brazil). **Journal of Sedimentary Environments**, 2 (1): 49-64, 2017.

DUTRA, V. C. S., SILVA, A. L. C., PINHEIRO, A. B., VASCONCELOS, S. C. de, & OLIVEIRA FILHO, S. R. de. Caracterização morfológica e sedimentar do sistema praia-barreira arenosa e os efeitos das ondas de tempestade no litoral de Jaconé-Saquarema (RJ), Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 23(2), 1435-1455. 2022.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Monitoramento sistemático rios do Estado do Rio de Janeiro RH V - Baía de Guanabara - Bacia do Sistema Lagunar de Maricá - IQANSF Médio Período Consolidado 2012/2022. Rio de Janeiro: INEA-DIGAT/GEAG, 2017.

KJERFVE, B.; DIAS, G.T.M.; FILIPPO A.; GERALDES, M. C. Oceanographic and environmental characteristics of a coupled coastal bay system: Baía de Ilha Grande-Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil. **Regional Studies in Marine Science** nº 41, 2021.

LAUT, L., ALVES MARTINS, M.V., BELART, P., LORINI, M.L., CLEMENTE, I., NOGUEIRA, L., JULIACE, A., FONTANA, L.F. Organic compounds as proxies of the sedimentary environmental quality of the Maricá-Guarapina Lagoon System (SE, Brazil). **Journal of Sedimentary Environments**, 4 (2): 159-173, 2019.

LAUT, L.L.M., MARTINS, M.V.A., FONTANA, L.F., SILVA, F.S., MENDONÇA-FILHO, J.G., CLEMENTE, I.M.M.M., FRONTALINI, F., RAPOSO, D., BELART, P., BALLALAI, J. Ecological status evaluation of a Brazilian Coastal lagoon based on the biochemical composition of organic matter. **Journal of Sedimentary Environments**, 1(3): 304-323. 2016.

LAUT, L.; CLEMENTE, I.; LOUZADA, W.; The influence of organic matter compounds on foraminiferal and ostracode assemblages: a case study from the Maricá-Guarapina Lagoon System (Rio de Janeiro, Brazil). **Micropaleontology**, vol. 67, no. 5, 2021.

MARICÁ. **Plano Municipal de Saneamento Básico, Maricá/RJ.** Maricá, 2015. Disponível em: <<https://www.marica.rj.gov.br/plano-municipal-de-saneamento-basico/>>. Acesso em: 10 set. 2023.

NIXON, S. W. Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. **Oceanologica Acta**, special edition, p. 357-371, 1982.

PARON, L.M.; MUNIZ, D.H.F; PEREIRA, C.M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Colombo-PR, EMBRAPA floresta, 2011.

PUBLIO, M.C.M.; DELGADO, J.F.; PIERRI, B.S.; et al. Assessment of Groundwater Contamination in the Southeastern Coast of Brazil: A Potential Threat to Human Health in Marica Municipality. *Eng* 2023, 4, 2640-2655. DOI: <https://doi.org/10.3390/eng4040151>

SANTOS, C. P.; COE, H. H. G.; RAMOS, Y. B. M.; SOUSA, L. O. F.; SILVA, A. L. C.; FREIRE, D. G.; SILVESTRE, C. P. Caracterização das comunidades vegetais na restinga de Maricá, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Revista Tamoios**, v. 13, n. 1, p. 121-135, 2017.

SANTOS, L.C.M.; AGOSTINI, R. F. E; RIBEIRO, P.E. A. M., CARVALHO, T.S.; ROSÁRIO, L.N; Análise crítica dos dados de monitoramento da qualidade da água no Sistema Lagunar Maricá-Guarapina. XII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA, 2021. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMADS. *Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental.* Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

SILVA, A. L. C. **Arquitetura sedimentar e evolução geológica da planície costeira central de maricá (RJ) ao longo do Quaternário.** 2011. p. 185. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

SILVA, A. L. C., SILVA, M. A. M., SOUZA, R. S., PINTO, M. L. V. **The role of beachrocks on the evolution of the Holocene barrier systems in Rio de Janeiro, southeastern Brazil.** In: Green, A.N. and Cooper, J.A.G. (eds.), Proceedings 13th International Coastal Symposium (Durban, South Africa), Journal of Coastal Research, Special Issue No. 70, pp. 170-175, 2014a.

SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M.; GAMBOA, L. A. P.; RODRIGUES, A. R. **Sedimentary architecture and depositional evolution of the Quaternary coastal plain of Maricá,** Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 44, n. 2, p. 191-206, 2014b.

SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M.; GRALATO, J. C. A.; SILVESTRE C. P. Caracterização geomorfológica e sedimentar da planície costeira de Maricá (Rio de Janeiro). **Revista Brasileira de Geomorfologia.** Vol. 15 (2), p. 231- 249, 2014c.

SILVA, A.L.C.; SILVA, M.A.M; L. GAMBÔA; RODRIGUES, A. R. **Mapeamento do Aquífero Costeiro De Maricá (Rio De Janeiro) integrando dados de GPR e sondagem geológica.** 12º Simpósio de Geologia do Sudeste, Nova Friburgo, Volume: 1. P. 155, 2011.



SILVA, A.L.C.; SILVESTRE, C.P.; SILVA, M.A.M.; BAPTISTA NETO, J.A.; VASCONCELOS, S.C.; MADUREIRA, E.A.L.; CORRÊA, L.F. Geomorphology and sedimentary facies of the Maricá Lagoon (State of Rio de Janeiro, Brazil). In: **Springer Earth System Sciences**. 1ed.: Springer International Publishing, v.1, p. 285-301, 2021.

SILVA, E.S.; OLIVEIRA, D.D.; FERNANDEZ, M.A.S; LINS, G.A. Correlação entre salinidade, temperatura e pH na área de influência do Porto da Cidade do Rio de Janeiro (Brasil) entre 2016 a 2018. *Revista SUSTINERE*, Rio de Janeiro, v.10, n.1, p.218-237, jan-jun, 2022.

SILVA, L. B. C. e MOLISANI, M. M. **Revisão histórica sobre o estado trófico de lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro**. Campos dos Goytacazes, RJ: Essentia, 2019. 105 p.

SILVESTRE, C.P., SILVA, A.L.C., SILVA, M.A.M., RODRIGUES, A.R. 2015. Investigation of the internal structure and Evolution of the Holocene barrier of Maricá (Rio de Janeiro, Brazil). *Revista Brasileira de Geofísica*, 33(3), 461-475.

SILVESTRE, C.P.; SILVA, A.L.C.; SILVA, M.A.M.; BAPTISTA NETO, J.A.; and VASCONCELOS, S.C. Geomorfologia, sedimentação e processos atuantes na Lagoa de Maricá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 18, nº 2. P. 237-256, 2017.

SILVESTRE, C. P.; SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M.; BAPTISTA NETO, J. A.; PAROLIN M.; MACARIO K. C. D.; SOUZA R. C. C. L.; FERNANDEZ, G. B.; AMARAL, D. F. **Sedimentary facies and Holocene depositional evolution of the Maricá Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences*, 111, 1-15. 2021.

SOUSA.L.G.R, MIRANDA, A.C., MEDEIROS, H. B. O Sistema Lagunar de Maricá: Um estudo de impacto ambiental. *X Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 9, n. 2, p. 153-165, 2013.

SOUZA E. M S. Um resort na restinga de Maricá/RJ: modernização do território e destruição da pesca artesanal em uma área de proteção ambiental. *Revista Online Espaço e Economia*, nº6, 2015. Disponível: <http://espacoeconomia.revues.org/1713>; DOI: 10.4000/espacoeconomia.1713. Acesso em: 06/04/17.

TOLEDO, L. M.; WALL, F. C. M.; SALOMÃO, A. L.de S. et al. Panorama do sistema lagunar de Maricá-RJ: Indicadores de saneamento vs. qualidade de água. *Revista Internacional de Ciências*, v. 11, n. 1, p.6-24, 2021.

TRICK, J.K. STUART, M., REEDER, S. **Contaminated Groundwater Sampling and Quality Control of Water Analyses** In: VIVO, B., BELKIN, H.E., LIMA, A. *Environmental Geochemistry—Site Characterization, Data Analysis, and Case Histories*. Amsterdam, Elsevier, 2008.

VALADÃO, L.C; CANDELLA, R; MINELLO, M. A abertura de barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais. *Boletim do observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense*. Vol. 14, no. 2 (jul./ dez. 2020) - Campos dos Goytacazes (RJ) : Essentia Editora, 2020.