



Artigo de Revisão


e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v14n22020p184-208


Submetido em: 29 abr. 2020

Aceito em: 12 set. 2020

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Lívia Capecchi Valadão  <https://orcid.org/0000-0001-6488-8115>

Engenheira Ambiental pela Universidade Veiga de Almeida especializada em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: liviacapocchi@gmail.com

Rogério Neder Candella  <http://orcid.org/0000-0002-8833-8844>

Doutor em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007). Professor visitante do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro e pesquisador do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira. E-mail: rcandella@gmail.com

Murilo Minello  <https://orcid.org/0000-0002-3037-9221>

Mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002-2004). Professor de Ecologia em regime de dedicação exclusiva no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). E-mail: murilo.minello@ifrj.edu.br

Resumo

As lagoas costeiras desempenham um papel importante nos ecossistemas regionais. Este trabalho se propõe a levantar aspectos históricos das principais mudanças sofridas pela Lagoa de Saquarema (RJ). Uma das modificações mais relevantes foi a abertura de um canal permanente para manter a comunicação entre a lagoa e o mar. Para tanto, foi necessário construir um guia para estabilizar sua embocadura. Essa modificação trouxe grandes alterações na dinâmica do ecossistema. Além de detalhar o processo histórico da lagoa, o presente estudo avalia, ainda, as mudanças e os impactos da abertura artificial, comparando períodos anteriores à referida construção. Por fim, espera-se que este trabalho sirva como base para orientação de autoridades formais e reforce a necessidade de adequada gestão e monitoramento desse ecossistema.

Palavras-chave: Impacto ambiental. Lagoa costeira. Biodiversidade. Limnologia.

The sand bar breaching of Saquarema lagoon: historical evolution and environmental impacts

Abstract

Coastal lagoons play an important role in regional ecosystems. This work aims to raise historical aspects of the main changes suffered by the Saquarema lagoon (RJ). One of the most relevant changes was the opening of a permanent channel to maintain communication between the lagoon and the sea. For that, it was necessary to build a guide to stabilize its opening. This change brought about major changes in the dynamics of the ecosystem. In addition to detailing the historical process of the lagoon, the present study also evaluates the changes and impacts of the artificial opening, comparing periods prior to that construction. Finally, it is hoped that this work will serve as a basis for the guidance of formal authorities and reinforce the need for adequate management and monitoring of this ecosystem.

Keywords: Environmental impact. Coastal lagoon. Biodiversity. Limnology.



La apertura de la barra de la laguna de Saquarema: evolución histórica e impactos ambientales

Resumen

Las lagunas costeras juegan un papel importante en los ecosistemas regionales. Este trabajo tiene como objeto plantear aspectos históricos de los principales cambios sufridos por la laguna Saquarema (RJ). Uno de los cambios más relevantes fue la apertura de un canal permanente para mantener la comunicación entre la laguna y el mar. Para eso, fue necesario construir una guía para estabilizar su boca. Este cambio provocó cambios importantes en la dinámica del ecosistema. Además de detallar el proceso histórico de la laguna, el presente estudio también evalúa los cambios e impactos de la apertura artificial, comparando períodos anteriores a esa construcción. Finalmente, se espera que este trabajo sirva como base para la orientación de las autoridades formales y refuerce la necesidad de una gestión y monitoreo adecuados de este ecosistema.

Palabras clave: Impacto ambiental. Laguna costera. Biodiversidad. Limnología.



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

1 Introdução

A Zona Costeira Brasileira possui mais de 8.500 Km de extensão, abrangendo 17 estados e mais de 400 municípios (BRASIL, 2017). Esse local é composto por um conjunto de ecossistemas que inclui dunas, restingas, estuários, baías, lagoas e manguezais, estes considerados berçários naturais. A maioria da população mundial habita em regiões costeiras, as quais, conforme relata o Ministério do Meio Ambiente no Plano de Gerenciamento Costeiro, apresenta uma propensão contínua ao crescimento demográfico.

Sua alta complexidade e seu relevante potencial ambiental tornam essas regiões extremamente vulneráveis a impactos ambientais, merecendo, portanto, atenção especial do poder público quanto ao controle, à gestão e ao ordenamento do processo de ocupação.

De acordo com as premissas presentes na Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225, § 4º, a zona costeira é denominada como “patrimônio nacional e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais” (BRASIL, 1988). Portanto, cabe às entidades das esferas Federal, Estadual e Municipal o dever de conservar e proteger o meio ambiente.

Segundo Nicolodi e Zamboni (2008), vem sendo implementada, desde 1988, a gestão integrada entre as políticas incidentes na Zona Costeira e Marinha. Assim, para que se tenha uma efetiva gestão é necessária a ação conjunta entre os órgãos públicos. Com relação ao papel dos municípios, Loureiro Filho (2014) relata o dever de legislar e executar atividades de gerenciamento em articulação intergovernamental com os interesses locais, sendo responsáveis por suplementar a legislação federal e estadual, mas nunca as sobrepondo.

O Brasil dispõe de dispositivos legais como a Lei nº 7.661/1981, regulamentada pelo Decreto nº 5300/2004, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) e aplica seus instrumentos de gestão, tais como: Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (PAF); Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC); Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC); Sistema de Informação do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO); Sistema de Monitoramento Ambiental (SMA); Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA); Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC); e o Macrodiagnóstico da Zona Costeira (MDZC).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) rege a gestão de águas, e a Agência Nacional de Águas (ANA) refere-se ao método de tal gestão. Entretanto, a competência dos órgãos gestores dos recursos hídricos só considera as regiões com salinidade até 0,5 ups, somente abrangendo, portanto, as regiões de água doce. Por essa razão, as áreas estuarinas não se enquadram nas premissas normativas dos órgãos gestores dos recursos hídricos, gerando conflitos nas estratégias de gestão que competem à proteção e à sustentabilidade desses territórios.

A gestão de recursos hídricos utiliza como unidade territorial as bacias hidrográficas, mas não considera a influência marinha na zona costeira, no estuário. Tem-se aí o foco principal do problema aqui estudado, ou seja, instâncias administrativas separadas, porém sob a ótica física do sistema são elementos indissociáveis (bacia hidrográfica, estuário e zona costeira) (LOITZENBAUER; MENDES, 2011).

De acordo com o Decreto nº 5300/2004, a zona costeira é definida como faixa defrontante com o mar ou distante até cinquenta quilômetros da costa, que contemplem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental ou ecossistemas costeiros de alta relevância ambiental (BRASIL, 2004).



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Portanto, a gestão costeira e a gestão de recursos hídricos devem ser geridas em conjunto, de modo que as atividades de gerenciamento sejam fundamentalmente construídas dentre os diferentes setores do governo e, não obstante, a sociedade.

Nesse contexto, os estuários são ambientes submetidos a inúmeras intervenções antrópicas, compostos por um conjunto relevante de ecossistemas e responsáveis pela troca de grande parcela de matéria originada da decomposição intempérica¹ dos continentes para os oceanos (SCHETTINI, 2002).

Além disso, o conhecimento sobre os ambientes estuarinos ainda é escasso para que haja o entendimento da diversidade que os caracteriza. Faz-se fundamental entender todos os processos neles envolvidos para uma efetiva gestão e manejo sustentável visando ao equilíbrio do sistema (PIRES, 2011).

Esse sistema se forma a partir de processos litorâneos resultantes da combinação de forças naturais, como ondas, correntes e ventos, os quais, por sua vez, são responsáveis pela movimentação e pelo aporte de sedimentos marinhos², criando cordões arenosos, também chamados de barreiras, que isolam as lagoas do oceano (ALFREDINI, 2005).

De acordo com Braga *et al.* (2005), as lagoas costeiras ou estuários são corpos de água costeiros semifechados com franca conexão com o mar, onde ocorrem as misturas entre águas doces oriundas da drenagem de rios e água salgada dos oceanos. Em contrapartida, as lagoas costeiras, conforme Kjerfve (1994), são corpos de água rasos, geralmente isolados do oceano por uma barreira arenosa, a qual, devido à variação do ciclo da maré, ocasionalmente se rompe, possibilitando a livre troca de massas de água doce e salgada.

A Lagoa de Saquarema, localizada na Região dos Lagos no estado do Rio de Janeiro, vem sofrendo com as intervenções antrópicas em seus processos naturais. O canal que liga o complexo lagunar ao mar era aberto esporadicamente por processos naturais ou pela intervenção de pescadores e moradores locais. Com o intuito de estabilizá-lo, foram executadas obras de dragagem e construção de um guia-correntes, viabilizando a troca permanente entre a água doce da lagoa e a água salgada do mar e, conseqüentemente, as renovações biológicas, transporte de sedimentos e matéria orgânica.

Entretanto, no ano de 2014, o Ministério Público Federal, após detectar irregularidades no Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) de 2000, embargou a obra antes que fosse completada de acordo com o projeto. Com isso, a Lagoa de Saquarema sofreu conseqüências negativas dos impactos da obra e, atualmente, o sistema lagunar encontra-se parcialmente assoreado.

Desse modo, a qualidade ambiental do complexo lagunar de Saquarema está relacionada ao controle das variáveis ambientais. Os impactos e as alterações resultantes da obra e a situação atual em que se encontra a lagoa reforçam a necessidade de uma gestão adequada.

Utilizando pesquisa de campo e levantamento de dados históricos, este trabalho possibilitou o conhecimento do histórico de desobstrução da barra, desde os primeiros registros até as tentativas de abertura definitiva do canal.

¹ Refere-se às intensas variações das condições climáticas.

² Partículas insolúveis de rochas, solos, vulcões, corpos químicos e orgânicos.



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

2 Área de estudo

O município de Saquarema está situado no estado do Rio de Janeiro, na denominada Região dos Lagos, e possui área territorial de 353 km², subdividida entre três distritos: Saquarema, Bacaxá e Sampaio Correia. O clima da região é tropical úmido, com média de precipitação pluviométrica anual variando entre 800 mm e 1.051 mm, conforme dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (BRASIL, 2015), e temperatura média anual de 25°C.

Nos anos 60, grande parte da população do município tinha a agropesca como principal atividade econômica de subsistência, predominando a pesca artesanal, o cultivo de cítricos e cana de açúcar, bem como a produção de farinha de mandioca. A atividade agropecuária, porém, foi perdendo força e, a partir dessa década, os mercados imobiliários e veranista ganharam destaque. Atualmente, a pesca artesanal, o comércio e o turismo são atividades que caracterizam a economia do município. Saquarema também é conhecida como “capital brasileira do surfe”, pois lá ocorrem diversos campeonatos regionais e mundiais, atraindo turistas de todas as partes do mundo.

Sua população é de cerca de 74.000 habitantes segundo o último censo demográfico do IBGE (2010). Estima-se que, em épocas de feriados e veraneios, esse número possa aumentar significativamente se comparado à população permanente.

Com relação ao aumento populacional, verificam-se complicações com o despejo de efluentes líquidos, sendo o efluente *in natura* a principal fonte de poluição ambiental para os corpos hídricos. Embora o município possua, desde 1998, distribuição e tratamento de água (ETA), além de sistemas de coleta e tratamento de esgoto (ETE), realizados pela concessionária Águas de Juturnaíba, grande parte do esgoto do município é lançado no sistema lagunar sem nenhum tratamento (OLIVEIRA, 2013), causando um avanço no estado de degradação, como, por exemplo, a eutrofização.

A região hidrográfica de Saquarema possui aproximadamente 310 km², sendo composta por três grandes lagoas: Saquarema, Jaconé e Jacarepiá, além de nove rios principais: Tingui, Roncador, Seco, Madressilva, Fazendinha, Grande Jaconé, Jundiá, dos Padres e Bacaxá. Suas respectivas bacias situam-se, em grande parte, no município de Saquarema, sendo o Comitê de Bacias e Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), em parceria com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), os responsáveis pelo acompanhamento e monitoramento das premissas ambientais dos mananciais da região.

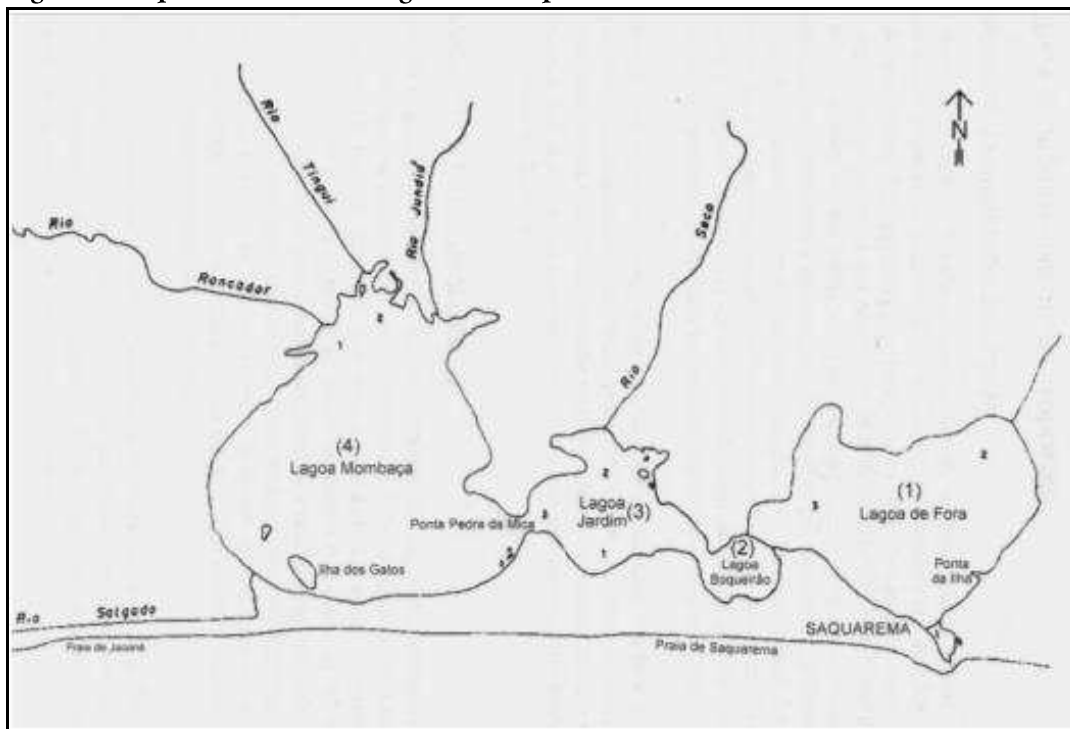
A Lagoa de Saquarema é o maior corpo hídrico do município, formada por quatro "sublagoas": Mombaça, Jardim, Boqueirão e lagoa de Fora, a qual recebe água doce dos rios Bacaxá e dos Padres. Na lagoa Jardim, desemboca o rio Seco, enquanto a maioria dos pequenos rios, sendo os principais Roncador, Tingui e Jundiá (Figura 1), lança suas águas na lagoa Mombaça. As lagoas são corpos d'água proporcionalmente rasos, tendo profundidade alternando entre 0,5 e 1,5 m (AZEVEDO, 2005).

No entanto, na década de 1970, conforme Herculano (2004), o próprio governo municipal degradava a Lagoa de Saquarema, aterrando com resíduos suas margens, a fim de criar solo para ocupação urbana, documento apresentado como anexo I na monografia de Valadão (2018).

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 1 . Esquema do Sistema Lagunar de Saquarema



Fonte: Projeto Hidráulico para Estabilização da Barra da Lagoa de Saquarema – RJ

2.1 O canal da barra

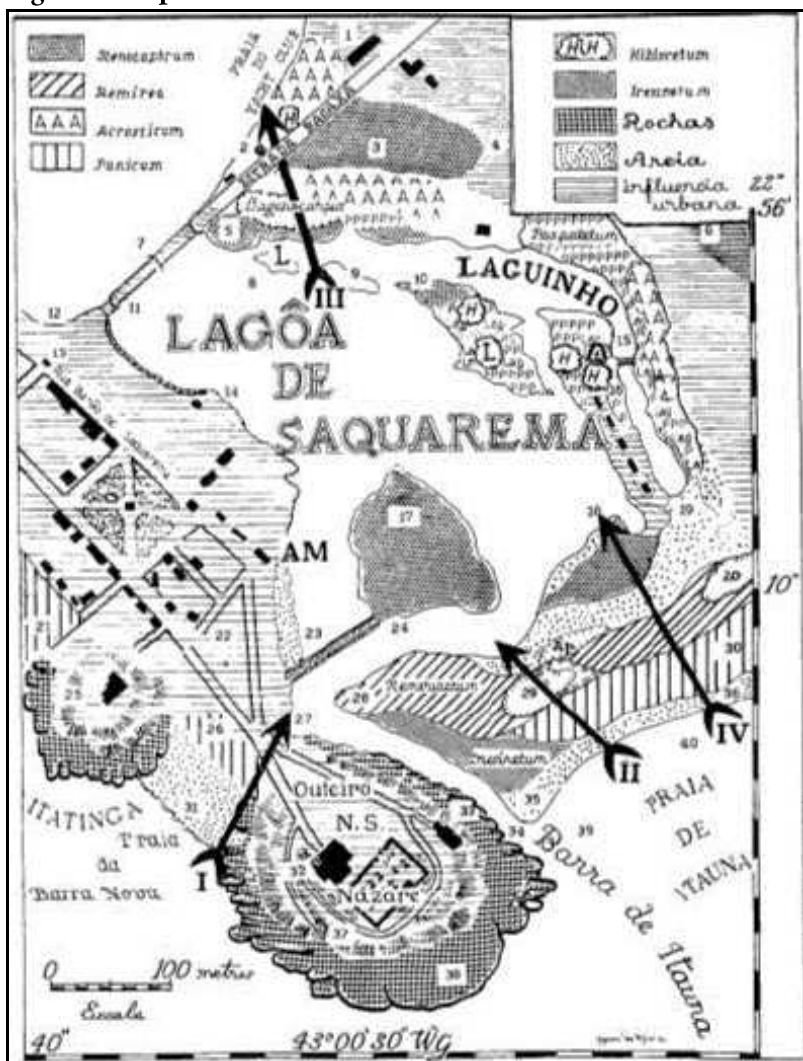
O formato da Lagoa de Saquarema é semelhante às características das demais lagoas da Região dos Lagos, fragmentando-se em três bacias principais que se alinham geograficamente entre os morros e a costa. A interação da lagoa com o mar era realizada através do cordão arenoso ao lado da Igreja de Saquarema, o qual eventualmente era aberto tanto pelas forças das marés, quanto pelos moradores e pescadores locais.

Segundo Knoppers, Carmouze e Moreira-Turcq (1999), a lagoa de Fora conectava-se permanentemente com o mar por meio de um canal mantido por pescadores locais até 1920, tornando-se, depois, algo raro, sendo preciso o emprego de máquinas para sua abertura. Oliveira e Krau (1955) relatam que outrora existia um canal entre a rocha Itatinga e a Igreja Nossa Senhora de Nazaré (Figura 2) que abria e fechava naturalmente em períodos relativamente curtos de ressaca e maré cheia, até que, aproximadamente em 1950, foi aterrado. O mesmo estudo afirma, ainda, que o canal possui uma propensão natural a obstruir-se novamente e transformar a laguna em uma lagoa, sem ligação com o mar.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Lívia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 2 . Mapa do Canal da Barra de 1955



Fonte: Oliveira e Krau (1955)

A Lagoa de Saquarema abria periodicamente sua barra junto ao Morro do Nazareth, nos locais conhecidos como “Barra Nova” e “Barra Velha”. O relatório do DNOS, escrito em 1934, cita que “na época das grandes chuvas, que tombam das serras que lhe ficam ao norte, transborda, alargando as margens”. A abertura era um processo natural que ocorria nos períodos de fortes chuvas, quando a elevação do nível da água aumentava a pressão sobre a faixa de areia que acabava cedendo (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO, 2009).

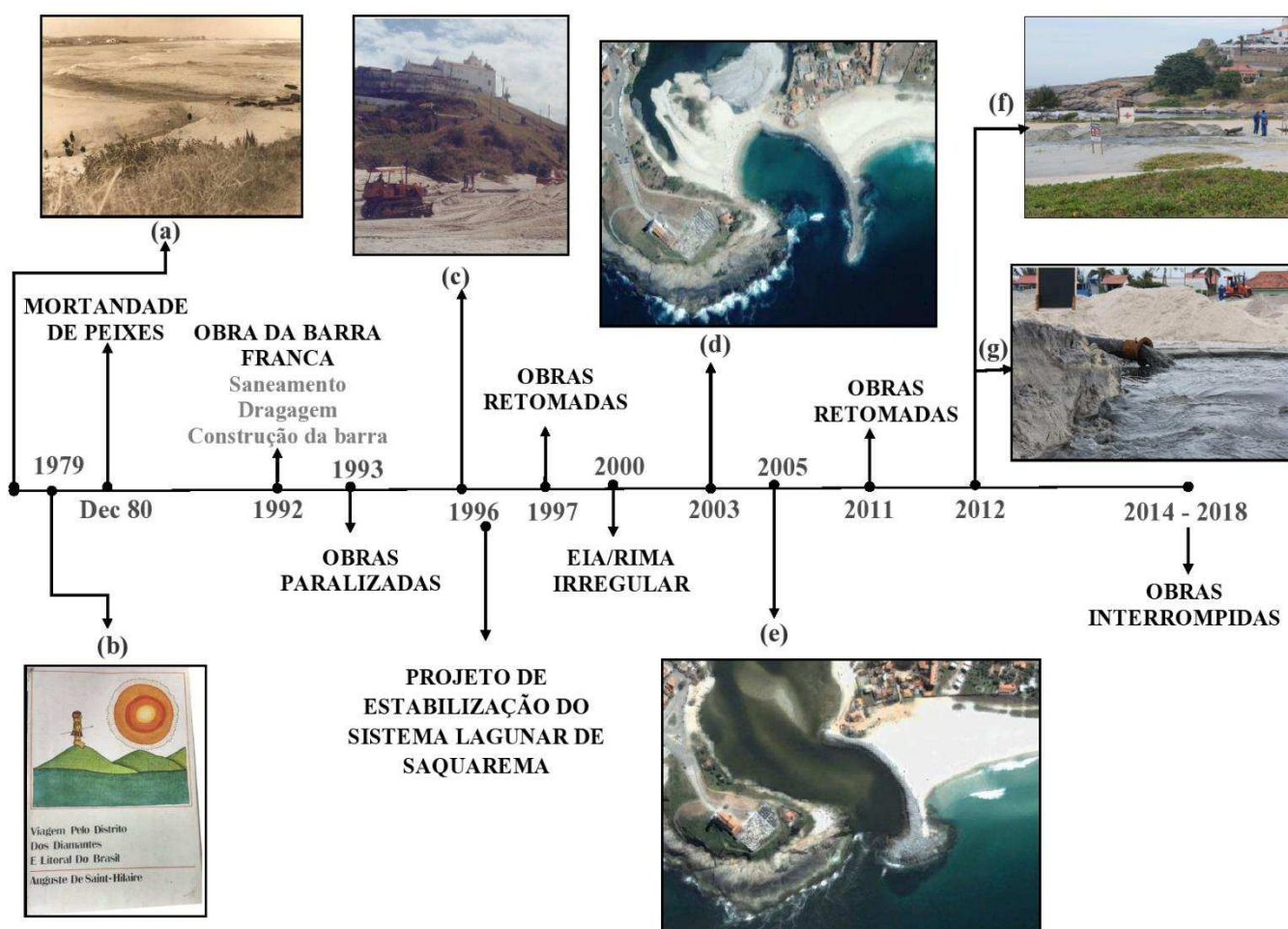
Conforme Azevedo (2005), nos anos 90, o cordão arenoso que obstruía o corpo d’água do mar abria e fechava de forma intermitente, proporcionando a troca de nutrientes e recuperação da região profunda. Entretanto, pouco depois, o canal obstruiu-se perenemente, degradando o sistema lagunar de Saquarema.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Lívia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

3 Histórica abertura da Lagoa de Saquarema

Figura 3. Linha do tempo sobre a abertura da Lagoa de Saquarema: (a) A abertura era feita manualmente ou por maquinário; (b) Capa do livro *Viagem pelo Distrito dos Diamantes e Litoral do Brasil*, escrito por Auguste de Saint-Hilaire; (c) Emprego de máquinas para a abertura da barra; (d) Imagem do guia-correntes em 2003; (e) Colapso do enrocamento em 2005; (f) Canteiro de obras e (g) Despejo dos resíduos dragados na praia de Itaúna



Fonte: Os autores

Antes da obra da Barra Franca, ocorrida em 1992, a Lagoa de Saquarema era uma lagoa de água doce (Figura 3). Eventualmente, tinha seu nível de água elevado em épocas de grandes chuvas, favorecendo a conexão com o mar. Como esse processo demandava um significativo tempo para ocorrer, moradores e pescadores uniam-se e, com a utilização de enxadas, panelas e outros utensílios, retiravam a areia manualmente, abrindo o canal e viabilizando a entrada da água do mar e dos peixes (Figura 4).

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Lívia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 4. A Abertura da Barra era feita manualmente ou por máquina



Fonte: Autor desconhecido

Em 1974, no livro *Viagem pelo Distrito dos Diamantes de Litoral do Brasil*, o expedicionário e cientista francês Auguste de Saint-Hilare relatou o processo de abertura do canal em sua passagem pelo litoral brasileiro em 1822:

Nesse lugar os habitantes de Saquarema rasgam de tempos em tempos um canal que estabelece comunicação entre o lago e o mar, trabalho que exige poucas forças, pois que o solo é constituído somente de areia. Os peixes entram no lago com as águas do mar, e estas, transportando mais areia, logo fecham o canal. Quando se tem pescado todo o peixe que havia entrado no lago, rasga-se novo canal e o lago de novo se enche. A parte da restinga onde se rasga o canal, ou melhor, se quiser a extremidade da restinga, tem o nome de Barra, porque é nesse lugar que se faz comunicação do lago com o mar. Dizem que outrora se podia entrar com embarcações do oceano no lago, mas que trabalhos mal orientados entupiram a entrada. Restabelecer essa comunicação, se não é impossível, seria dar vida a esta zona e enriquecê-la (SAINT-HILARE, 1974).

O fechamento do canal, lançamento de esgoto clandestino nas lagoas, além de outros fatores, como desmatamento, aterramento e resíduos dispostos irregularmente, agravaram os processos de degradação ambiental, como a mortandade de peixes e alagamentos em épocas de chuva (HERCULANO, 2004).

Conforme o Portal Saquarema (2009), na década de 80 registrou-se elevado índice de mortandade de peixes e alagamentos na lagoa, causando revolta dos moradores e pescadores da região, fato que levou a população para as ruas em manifestação popular. O Governo Estadual cedeu máquinas, facilitando a abertura do canal da Barra, mas logo o canal se fechou naturalmente, em razão do forte transporte litorâneo.

O ofício de número 177, expedido pela Prefeitura Municipal de Saquarema em 1983, abordava as problemáticas já existentes da época no conjunto de lagoas (VALADÃO, 2018). Além disso, o mesmo ofício ressaltava a necessidade da construção de uma barra que viabilizasse a comunicação permanente com o mar e a realização do desassoreamento das áreas próximas à Barra.

A obra de abertura da Barra Franca, iniciada em 1992, teve como proposta a realização de obras de saneamento, dragagem da lagoa com a remoção do resíduo e construção da barra, permitindo o fluxo contínuo de

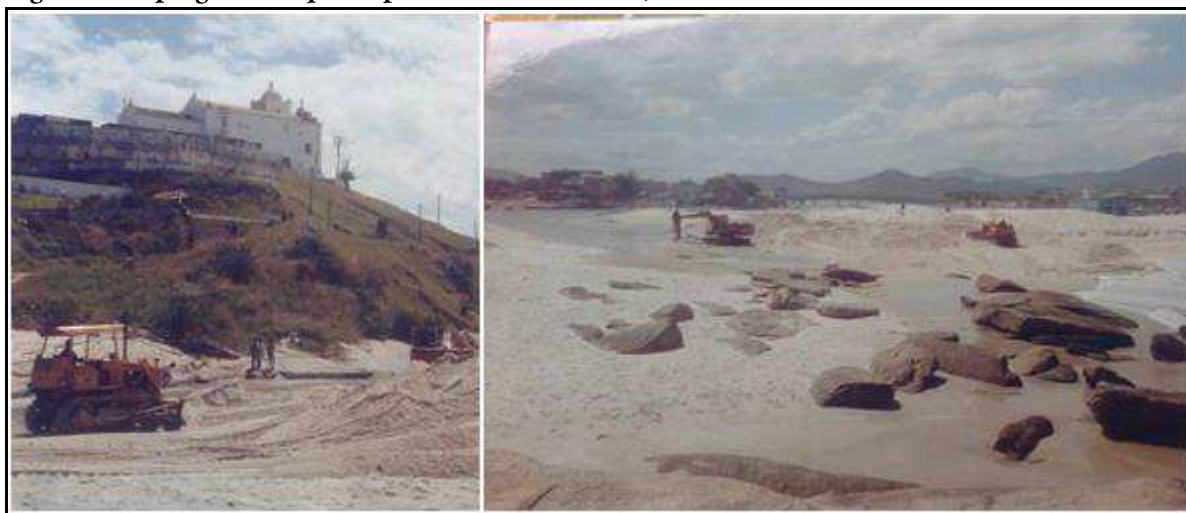
A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

água no canal. Ademais, esse empreendimento contemplou um enrocamento³, com a intenção de transformá-lo em uma marina para atracação de barcos de médio porte, fomentando o turismo da região. Em 1993, segundo as vias de comunicação da época, as atividades da obra foram paralisadas. Os processos naturais levaram a uma nova obstrução do canal, reiniciando o processo de degradação da lagoa pela falta de renovação hídrica.

Na mesma época, houve algumas tentativas de abertura, e iniciou-se o processo de dragagem do canal, pela primeira vez com utilização de maquinário (Figura 5). Porém, problemas com o despejo irregular do material dragado levaram a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) a interromper as obras.

Figura 5. Emprego de máquinas para abertura da barra, foto antes da obra da Barra Franca



Fonte: Autor desconhecido (1996)

Em 1996, a SERLA realizou o projeto de estabilização da barra do Sistema Lagunar de Saquarema. O projeto desenvolvido aponta a necessidade de ampliação a seção de passagem de água sob a ponte antiga de Saquarema, demolição da antiga ponte e remoção dos aterros que lhe servem de apoio, além da ampliação da área e remoção do aterro de ambos os lados, possibilitando o aumento da área do fluxo de água, incluindo a dragagem do canal da Barra (VALADÃO, 2018).

Além desses aspectos, o projeto inclui a construção do guia-correntes ou quebra mar, com duas funções essenciais: proporcionar estabilidade hidráulico-sedimentológica e atuar como molhe de proteção, dissipando a energia das ondas.

Dados obtidos no projeto indicam que o empreendimento possibilitaria a circulação do fluxo de maré entre lagoa e mar, bem como a diminuição dos riscos de doença com a melhora da qualidade da água, propiciando o desenvolvimento da rica fauna típica dos sistemas lagunares saudáveis. Essa circulação seria capaz de diminuir as taxas de sedimentação, carregando para o mar parcela dos sedimentos que antes seriam depositados na parte profunda da lagoa (WASSERMAN *et al.*, 2000).

³ Base de blocos de rocha natural ou artificial, assente no fundo das águas para sustentar uma construção e protegê-la contra o embate das águas.



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Após a realização e aprovação do projeto da SERLA, em 1997, foram retomadas as atividades das obras de dragagem e construção do molhe.

O Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), expedido em 2000 pela antiga SERLA, atual Instituto Estadual do Ambiente (INEA), e elaborado por uma equipe multidisciplinar, realizaram o diagnóstico ambiental e estimaram os impactos positivos e negativos da abertura permanente da barra.

Porém, o Ministério Público Federal (MPF), através do parecer expedido em 2001, relata as irregularidades existentes no EIA/RIMA de 2000, mencionadas no Quadro 1.

Quadro 1. Irregularidades existentes no EIA/RIMA de 2000

- a) Não definem com precisão as áreas de influências diretas e indiretas do empreendimento.
- b) Não apresenta um diagnóstico completo da situação ambiental presente.
- c) Não identificam, nem qualificam com clareza os impactos previstos, na matriz de impactos apresentadas.
- d) Não identificam os efeitos acumulativos dos impactos gerados pelo empreendimento e das atividades dele decorrentes, determinando uma nova condição local com incremento na atividade turística, comercial e imobiliária, ainda que seja prevista a realização de novos estudos ambientais para algumas dessas atividades.
- e) Não propõe medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos negativos sobre a praia de Itaúna e sobre as residências com risco de alagamento após a abertura da “Barra Franca”.
- f) Não incluem indicadores biológicos em sua Estratégia de Monitoramento.
- g) Não identificam os pontos onde serão feitas as coletas de amostras e/ou as medições de parâmetros ambientais.
- h) O sistema de informações Geográficas não revela aspectos ligados mais diretamente a fatores bióticos e socioeconômicos, como áreas de maior pressão de urbanização, áreas sujeitas a supressão ou substituição de habitats (além da cota de alagamento).
- i) Não mensuram o aporte de sedimentos oriundos das bacias de drenagem do sistema lagunar na avaliação dos processos de sedimentação.

Fonte: Informações do Ministério Público Federal (2001)

Mesmo perante as irregularidades apontadas pelo MPF, o projeto Barra Franca teve as atividades retomadas e realizadas de forma rápida. Porém a obra não foi executada como o planejado, sendo utilizadas pedras inadequadas, tanto em seu dimensionamento quanto na qualidade, dados o dimensionamento da pedra e a distância da pedreira (PORTAL SAQUAREMA, 2009). O processo consistia no lançamento de pedras menores, mas em grande quantidade, com o mar tendo a função de acomodá-las, fugindo ao projeto original.

O relatório emitido pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (BRASIL, 2014), expedido em 2014, apresenta obras de infraestrutura portuárias brasileiras, relatando as vulnerabilidades decorrentes da exposição à ocorrência de fenômenos costeiros naturais, ou fenômenos relacionados ao clima. Entre os 15 conjuntos de infraestruturas escolhidos para estudo, incluiu-se a embocadura de Saquarema. Segundo o mesmo

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

relatório, o aumento da severidade das ondas resultou no galgamento⁴ dos maciços e impactos na estrutura, bem como no assoreamento do canal da Barra entre 2003 e 2005 (Figura 7).

Figura 7. Colapso do enrocamento do guia-correntes de Saquarema, 2003 e 2005 respectivamente



Fonte: Google Earth

Entre inaugurações e paralisações; no ano de 2011, retomou-se a reconstrução do molhe. Nesse mesmo ano, o MPF/RJ embargou a construção do molhe da Barra Franca de Saquarema, mas, ainda assim, as obras continuaram.

O emprego das máquinas funcionou no processo de dragagem e aprofundamento do canal. Foram retiradas toneladas de areia misturadas com matéria orgânica oriundas de esgoto e drenagem, além de outros tipos de resíduos depositados na praia de Itaúna (Figura 8). A montagem do canteiro de obras em área de restinga, somada ao despejo do resíduo irregularmente, causou danos à biota local.

Figura 8. Despejo do resíduo dragado da Lagoa de Saquarema na praia de Itaúna



Fonte: Fotografia Nilton Gibão (2012).

O periculum in mora é igualmente evidente, haja vista que a não elaboração de Estudo de Impacto Ambiental atualizado, com as formalidades legalmente previstas, e suprimindo as omissões apontadas, visando antever os possíveis impactos ambientais causados pelo

⁴ Galgamento: fenômeno caracterizado pelo transporte de massa de água sobre a parte de cima da estrutura.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

empreendimento em questão poderá ensejar danos de difícil reparação para o meio ambiente daquela região, uma vez que dificilmente será restabelecido ao estado quo ante (BRASIL, 2014).

O fato de constituir uma obra de alto impacto ambiental e de ter suas atividades mantidas embasadas em estudos do EIA/RIMA defasados, do ano 2000, levou o Ministério Público Federal, pela Procuradoria da República de São Pedro da Aldeia, através da ação civil pública de 2014, a interromper a obra de construção do molhe da Barra Franca de Saquarema até que fossem sanadas as irregularidades.

A Figura 9 mostra a situação em que a obra de construção do guia-correntes ficou após sua paralisação expedida pelo Ministério Público Federal em 2014. Ainda em 2018, as obras continuavam interrompidas.

Figura 9. Situação em que se encontrava a Lagoa de Saquarema após as obras, em 2014 e 2015, respectivamente



Fonte: Google Earth

4 Alterações da Lagoa de Saquarema

4.1 Hidrodinâmica do Sistema Lagunar de Saquarema

O Sistema Lagunar de Saquarema é caracterizado como corpo de águas rasas e, conforme documentos de batimetria e mapas antigos mostram, teve suas profundidades médias alteradas, já que a parte central entre a lagoa de Fora e a do Boqueirão possuía aproximadamente um metro.

Valadão (2018) apresenta a carta batimétrica expedida pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) em 1991, que retrata a lagoa de Fora com aproximadamente dois metros de profundidade.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Devido à ação das ondas, grande parte do sedimento arenoso, que antes era depositado na embocadura do sistema lagunar, passou a ser depositado no interior da Laguna, alterando a profundidade média do sistema Lagunar de Saquarema. Ao analisar as imagens das Figuras 9 e 10, é visível o aumento do assoreamento na lagoa de Fora no decorrer dos anos após a obra.

Figura 10. Sedimentos depositados no interior da laguna



Fonte: Guia do Turismo Brasil, 2015⁵.

De acordo com Costa-Moreira (1989); em condições naturais, a abertura natural da lagoa não excedia 30 metros, sendo sua profundidade máxima de um metro. Em 2013, a abertura apresentava 80 metros de largura, com a profundidade variando entre um e dois metros (OLIVEIRA, 2013).

Segundo Oliveira (2013), a circulação de um sistema lagunar depende basicamente das ações das marés, ventos e vazões fluviais. Conforme a onda de maré se propaga para o interior do sistema, há um amortecimento em sua amplitude, em razão do estrangulamento das passagens entre as lagoas. Além disso, Assis (2007) relata que a onda de maré possui duração maior na vazante do que na enchente.

⁵ Disponíveis em: <<http://www.guiadoturismobrasil.com/up/img/1440557723.jpg>> Acesso em: 30 abr. 2018.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 11. Lagoa de Saquarema antes e após a construção do guia-correntes, 2000 e 2018 respectivamente



Fonte: Estudo de Impacto Ambiental (EIA, 2000) e Autores, respectivamente

Em virtude do desnível existente entre o sistema e o oceano, após o período de estofa⁶ de enchente há um aumento de nível na lagoa interior (Mombaça), no mesmo momento em que as demais lagoas e o Canal da Barra estão em período de vazante (OLIVEIRA, 2013).

Segundo Oliveira (2001), o desnível existente entre a preamar⁷ (PM) e a baixa-mar⁸ (BM), durante a maré de sizígia, é de aproximadamente 1,30 metros entre o mar e o sistema. Entretanto, em consequência das secções de estrangulamento, tal desnível é menor nas lagoas interiores. O mesmo autor explica que, nas marés de quadratura, período em que as correntes são moderadas, o desnível entre o mar e o sistema é relativamente menor, sendo de, aproximadamente, 0,40 metros.

⁶ O período de mudança de uma maré para outra é chamado de estofa de maré. Na variação de vazante para enchente ocorre à estofa de enchente, no caso inverso ocorre à estofa de vazante.

⁷ Denomina-se preamar quando a maré atinge seu nível máximo de enchente.

⁸ Denomina-se baixa-mar quando a maré atinge seu nível mínimo de vazante.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 12. Propagação das ondas na Lagoa de Saquarema



Fonte: Os autores (maio, 2016)

Após a franca circulação com o mar, a expectativa era de que as trocas de água fossem maiores devido aos fenômenos das marés, reduzindo o tempo de residência das águas e, possibilitando a melhora da qualidade da água por diluição (AZEVEDO, 2005).

Tabela 1. Tempo de residência da água do sistema lagunar de Saquarema com o guia-correntes

Lagoa de Fora	0 - 20 dias
Boqueirão	20 - 48 dias
Jardim	48 - 56 dias
Mombaça	56 - 58 dias

Fonte: Adaptado de Alves (2003)

4.2 Parâmetros hidroquímicos

Foram comparados levantamentos dos parâmetros hidroquímicos antes e após a fixação do canal da barra da Lagoa de Saquarema, a partir de dados de trabalhos anteriores à abertura da barra (COSTA-MOREIRA, 1989; WASSERMAN *et al.*, 2000) e das análises realizadas posteriormente à sua abertura (AZEVEDO, 2005; CILSJ, 2013). São interpretadas as alterações de alguns parâmetros, entre eles temperatura, salinidade e pH. As lagoas do Boqueirão e do Jardim são consideradas uma só, dadas suas características e proximidade. Observa-se que existem variações dos parâmetros hidroquímicos ao longo dos ciclos diários e sazonais, que não fazem parte do escopo deste trabalho, devido à descontinuidade dos dados disponíveis (Figura 13).

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 13. Localização das lagoas que compõem a Lagoa de Saquarema



Fonte: Google Earth (2015)

Os dados se basearam em amostras coletadas não exatamente nos mesmos pontos, para servir como base de comparação temporal e espacial. As coletas e as análises foram obtidas anteriormente à data em que foram publicadas; havendo o presente estudo, portanto, considerado a data em que os resultados foram obtidos como subsídio para o diagnóstico de evolução desses parâmetros hidrológicos. Os autores realizaram as análises nas seguintes datas:

- Costa-Moreira (1989) - janeiro a dezembro de 1987;
- Wasserman *et al.* (2000) - 01 e 05 de abril de 2000;
- Azevedo (2005) - julho de 2003 a junho de 2004 e;
- CILSJ (2013) - janeiro a dezembro de 2013⁹.

4.2.1 Temperatura

A temperatura é um dos parâmetros que influi diretamente em processos biológicos (produção e respiração), químicos e bioquímicos das águas naturais. Está correlacionada à concentração de oxigênio dissolvido, já que, por exemplo, a água fria contém mais oxigênio dissolvido do que a quente. No entanto, algumas substâncias são mais nocivas à vida aquática sob elevadas temperaturas. A temperatura intensifica os processos bioquímicos da água, acelerando a velocidade da decomposição (BRAGA *et al.*, 2005).

A alteração média da temperatura da água da Lagoa de Saquarema no decorrer do tempo apresentou valores semelhantes aos encontrados nos demais trabalhos (AZEVEDO, 2005; CILSJ, 2013; COSTA-MOREIRA, 1989;

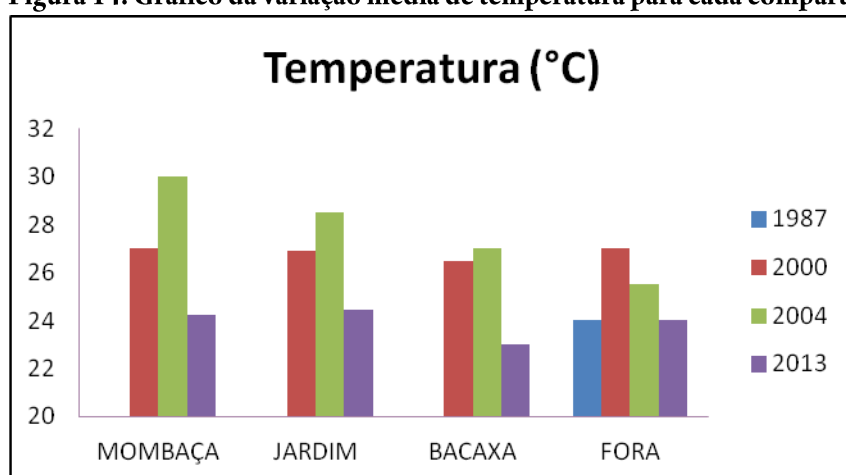
⁹ Não há dados atualizados, uma vez que o CILSJ não é mais o órgão responsável pela análise da água. Atualmente, o INEA atua como órgão encarregado do diagnóstico local, porém os dados não estão disponíveis para o público.

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

WASSERMAN *et al.*, 2000). A lagoa de Fora apontou baixa alternância devido à sua intensa interferência marítima, enquanto nas lagoas interiores (Boqueirão e Mombaça), as temperaturas são mais elevadas, dado o fato de estas recebem grande fluxo de águas de chuvas e de rios, associado ao tempo em que a água do mar vinda do canal leva para circular todo corpo hídrico (Figura 14). No geral, observa-se que ocorreu uma tendência de diminuição da temperatura após a abertura do canal, em razão da intrusão de águas marinhas, que são mais frias.

Figura 14. Gráfico da variação média de temperatura para cada compartimento



Fonte: Adaptado pelos autores a partir dos dados de Azevedo (2005); CILSJ (2013); Costa-Moreira (1989) e Wasserman *et al.* (2000)

4.2.2 Salinidade

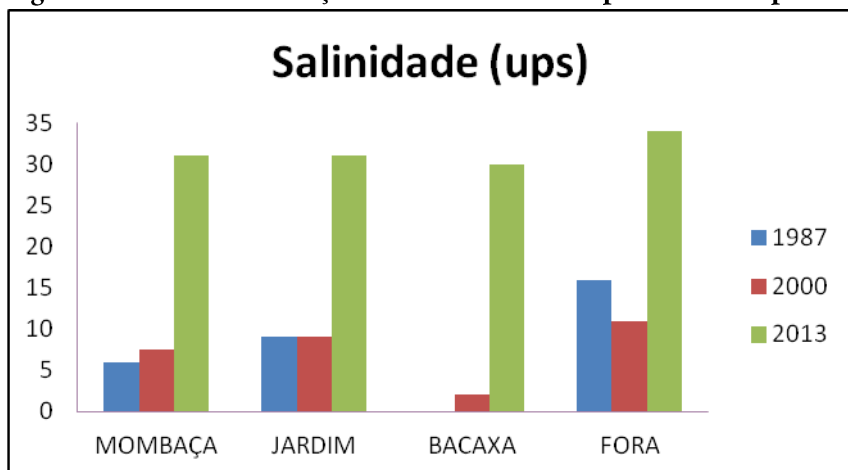
A Figura 15 mostra o aumento da salinidade em todo o sistema após o acesso definitivo com o mar. Conforme Costa-Moreira (1989), a intensa alteração de salinidade entre as lagoas está diretamente relacionada com a presença da água do mar, considerando que as lagoas interiores recebem grande fluxo de água doce proveniente dos rios afluentes. Mostra também que o rio Bacaxá lança suas águas na lagoa de Fora e, ainda, denota-se a elevação do índice de salinidade na região após a abertura da barra, visto que a laguna passou a sofrer maior atuação da maré.

Os rios exercem importantes influências hidrológicas na lagoa, pois grande parte dos aportes fluviais é drenada para o sistema lagunar. A abertura da barra da lagoa de Saquarema transformou as características de água doce do sistema para a situação atual, que, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/05, classifica-os como águas salinas (lagoa de Fora e lagoa Bacaxá) e salobras (Jardim e Mombaça).

A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Figura 15. Gráfico da variação média de salinidade para cada compartimento



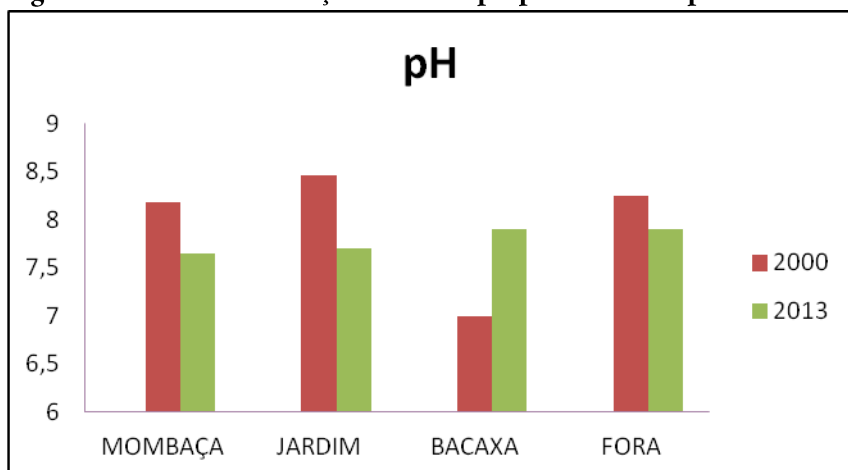
Fonte: Autor, dados de Costa-Moreira (1989), Wasserman *et al.* (2000), Azevedo (2005) e CILSJ (2013).

4.2.3 pH

O pH é um importante indicador hidroquímico e do metabolismo das águas naturais. Regiões que sofrem influência direta do despejo de efluentes ricos em nutrientes aumentam a quantidade de organismos no corpo hídrico havendo, conseqüentemente, um aumento significativo da taxa de respiração, responsável pelo aumento de CO₂, tornando-se ácido carbônico que reduz o pH.

Na Figura 16, pode-se comparar a média dos valores de 2000 e 2013 para cada compartimento. Observa-se que anteriormente à abertura da barra, o pH apresentou valores mais altos do que os atuais. Tal diferença é atribuída a uma maior disponibilidade de matéria orgânica, como ocorria com a lagoa fechada. Já os valores na região próxima ao rio Bacaxá são menores em virtude da influência das águas doces dos afluentes, que são contaminados por resíduos domésticos.

Figura 16. Gráfico da variação média de pH para cada compartimento



Fonte: Adaptado pelos autores a partir dos dados de Azevedo (2005), CILSJ (2013), Costa-Moreira (1989) e Wasserman *et al.* (2000)



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Conforme a análise dos relatórios mensais do CILSJ (2013), alguns compartimentos como Mombaça e Jardim, no período de novembro de 2013, apresentaram valores inferiores aos considerados ideais (entre 6,5 e 8,5) pela Resolução CONAMA n° 357/2005. Enquanto, no mesmo período, no ponto de amostragem próximo ao rio Bacaxá, os valores mantiveram-se dentro da faixa dos permitidos pelo CONAMA, anteriormente citado.

A resolução CONAMA n° 357/05 classifica os corpos d'água e estabelece diretrizes para o seu enquadramento. De acordo com a variação dos diversos parâmetros, espera-se que tal instrumento ajude na gestão dos recursos hídricos com a intenção de acompanhar e assegurar sua qualidade, compatível com os usos a que forem destinadas (SILVA; MARIANI; PÔMPEO, 2015). Seriam necessários outros levantamentos de dados para especificar adequadamente esses ambientes aquáticos de acordo com as classes estabelecidas pela resolução supracitada. Portanto, sugere-se um estudo mais aprofundado que investigue todas as variáveis apontadas pela resolução para que, assim, possa-se indicar o uso correto de cada lagoa para população.

5 Considerações finais

Mediante os dados levantados, pôde-se verificar que, após a abertura permanente da barra da Lagoa de Saquarema com o mar, a evolução das mudanças e impactos nessa região tornou-se notória.

Ao longo dos anos, houve processos de abertura e fechamento periódicos da ligação da lagoa com o mar. Nos momentos mais prolongados, quando o canal se manteve obstruído, foi constatada maior concentração de matéria orgânica e nutrientes oriundos dos efluentes domésticos escoados *in natura*, época em que a lagoa apresentou elevado nível de degradação ambiental, ou seja, hipereutrofizado (COSTA-MOREIRA, 1989).

Com a abertura do canal e a livre troca de água entre a lagoa e o oceano, houve significativa queda na concentração de poluentes na lagoa. O carreamento de nutrientes dissolvidos para o mar e a renovação da água proporcionou uma melhoria na qualidade hídrica, evitando que o ambiente sofra com os efeitos negativos da eutrofização, como mortandade de peixes e disseminação de doenças.

Atualmente, a lagoa de Fora apresenta um maior índice de poluição, que, no decorrer dos anos, vem aumentando na lagoa Jardim. Por isso, é importante que o canal da barra seja mantido aberto, já que uma rápida degradação ambiental do ecossistema em face da crescente poluição ocorreria, caso isso não fosse feito. Os sistemas de tratamento de esgotos do município devem ser aperfeiçoados, visando à remoção eficiente dos poluentes.

Os efeitos resultantes da abertura são visíveis, pois, além da descarga dos poluentes para o mar, houve variação da temperatura, diminuição do pH da laguna e aumento da salinidade, estabelecendo mudanças no metabolismo aquático e dando características marinhas ao ecossistema. Esse ambiente, contudo, sofrerá alterações até que se restabeleça um novo equilíbrio ecossistêmico.

Por outro lado, o elevado fluxo de água, principalmente nas marés de sizígia, intensificou o potencial de transporte sedimentar, ou seja, contribuiu para a deposição do material no interior da laguna, impactando principalmente a profundidade da lagoa de Fora, assoreando-a e comprometendo a navegabilidade o que reforça a necessidade de obras de dragagem, sendo esse outro fator impactante.

Em virtude da estrutura do guia-correntes e do transporte de sedimentos, o perfil da praia adjacente ao enrocamento sofreu modificações, incidindo nas ondas da praia de Itaúna.



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

Assim, além de analisar os impactos resultantes da obra de construção do guia-correntes, este trabalho também verificou a situação atual em que se encontra o sistema lagunar de Saquarema. É recomendável a continuação do monitoramento da qualidade da água em longo prazo, com a intenção de acompanhar a evolução do sistema com o passar do tempo, permitindo uma eficiente gestão do sistema.

Referências

ALFREDINI, P. **Obras e gestão de portos e costas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

ALVES, A. R. **Modelagem numérica como ferramenta de gestão ambiental**: aplicação ao sistema lagunar de Saquarema, RJ. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

ASSIS, H. M. B. **Influência da hidrodinâmica das ondas no zoneamento litorâneo e na faixa costeira emersa, entre Olinda e Porto de Galinhas, Pernambuco**. 2007. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2007.

AZEVEDO, F. B. B. **Modelagem da capacidade de suporte na Laguna de Saquarema, RJ, após a abertura de uma conexão permanente com o mar**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

BARRADAS, T. S.; VICENTE, M. C.; WASSERMAN, J. C. Degradação da Qualidade da Água da Laguna de Saquarema. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 26., 2017, Búzios, RJ. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2017.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 5300/2004, de 07 de dezembro de 2004**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro PNGC. Dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. **Análise das anomalias das temperaturas no ano de 2015**. Disponível em: http://bwww.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/. Acesso em: 15 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 7.661/1981, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília, DF, 1988.



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro>. Acesso em: 26 out. 2017.

BRASIL. Ministério Público Federal. **Ação Civil Pública Federal:** Anexo nº 1.30.009.000081/2011-34, São Pedro da Aldeia, RJ, 2014.

BRASIL. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. SAE PR. **Relatório de Gestão 2014.**

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO. 2009. Disponível em: <http://www.lagossaojoao.org.br/nc-artigo01.htm>. Acesso em: 4 abr. 2018.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO. **Relatórios 2013.** Disponível em: <http://www.lagossaojoao.org.br/n-relatorioqualiaguas.htm>. Acesso em: 10 maio 2018.

COSTA-MOREIRA, A. L. **Estados tróficos da Lagoa de Saquarema (RJ) num ciclo anual.** 1989. Dissertação (Mestrado em Geoquímica)- Universidade Federal Fluminense. Niterói, 1989.

DIAS, P. P. B. B. *et al.* Assessment of the Trophic State of Saquarema Lagoonal System, Rio de Janeiro (Brazil). **Journal of Sedimentary Environments**, v. 2, n. 1, p. 46-64, 2017.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FURLEY, T. H.; PERÔNIO, C. (ed.). **Guia técnico de monitoramento dos efeitos ambientais em corpos hídricos.** Vitória: Instituto Aplysia, 2015. p. 254.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Coordenação de População e Indicadores Sociais.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

GUIA DO TURISMO BRASIL. 2015. Disponível em: <http://www.guiadoturismobrasil.com/up/img/1440557723.jpg>. Acesso em: 30 abr. 2018.

HERCULANO, S. A. **Cidade sazonal:** veraneio, ambiente e desenvolvimento local: o caso de Saquarema (RJ). 2004. Dissertação (Mestrado em Antropologia e Ciência Política) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

KJERFVE, B. Coastal lagoons. *In:* KNOPPERS, B. A.; CARMOUZE, J. P.; KJERFVE, B. **Coastal lagoons process.** Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 1-8. (Elsevier oceanography series, v. 60).



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

KNOPPERS, B. A.; CARMOUZE, J. P.; KJERFVE, B. **Coastal lagoons processes**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p.1-8.

KNOPPERS, B. A.; CARMOUZE, J. P.; MOREIRA-TURCQ, P. F. Nutrient Dynamics, Metabolism and Eutrophication of Lagoons along the East Fluminense Coast, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems**, Niterói: UFF, FINEP, v. 6, p. 123-154, 1999.

LOITZENBAUER, E.; MENDES, C. A. B. A dinâmica da salinidade como uma ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos na zona costeira: uma aplicação à realidade brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, n. 2, v. 11, p. 233-245, 2011.

LOUREIRO FILHO, L. S. **A competência do município na zona costeira urbana**. 2014. Tese (Doutorado em Direito do Estado) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

NICOLODI, J. L.; ZAMBONI, A. Gestão Costeira. *In*: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. p. 213-241.

OLIVEIRA, K.; KRAU, L. Observações biogeográficas durante e abertura da barra de Saquarema. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 53, p. 435-449, 1955.

OLIVEIRA, M. L. P. **Análise da hidrodinâmica do Sistema Lagunar de Saquarema frente às projeções de aumento do nível médio do mar**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2013.

OLIVEIRA, V. N. **Impacto da estabilização do canal da barra na hidrodinâmica e na qualidade da água do Sistema Lagunar de Saquarema, RJ**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

PIRES, A. R. M. **Morfodinâmica da barra de maré efêmera da lagoa de Santo André**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geologia do Ambiente) - Universidade de Lisboa Faculdade de Ciências, Lisboa, 2011.

PORTAL SAQUAREMA. **Barra Franca**. 2009. Disponível em: <http://portalsaquarema.com/barrafranca.htm>. Acesso em: 5 abr. 2018.

RIO DE JANEIRO (Estado). Superintendência Estadual de Rios e Lagos. **Barra Franca de Saquarema em obras**. 2001. Disponível em: <http://www.serla.rj.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ROSMAN, P. C. C.; VALENTINI, E. **Curso de Engenharia Fluvial e Costeira, Área de Engenharia Costeira e Oceanográfica (AECO)**: Apostila EEH604. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE, 2010.



A abertura da barra da Lagoa de Saquarema: evolução histórica e impactos ambientais

Livia Capecchi Valadão, Rogério Neder Candella, Murilo Minello

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem pelo Distrito dos Diamantes e litoral do Brasil**. Tradução de Leonam de Azeredo Penna. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1974.

SCHETTINI, C. A. F. Caracterização física do estuário do rio Itajaí-açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 123-142, 2002.

SILVA, S. C. M.; MARIANI, C. F.; POMPÊO, M. Análise crítica da Resolução CONAMA nº 357 à luz da Diretiva Quadro da Água da União Europeia: Estudo de Caso Represa do Guarapiranga, São Paulo, Brasil. **Ecologia de Reservatórios e Interfaces**, n. 24, p. 367-375, mar. 2015.

VALADÃO, L. C. **Lagoa de Saquarema: evolução face à ação antrópica e proposta de monitoramento**. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *campus* Arraial do Cabo, 2018.

WASSERMAN, J.C. *et al.* **Estudo do Impacto Ambiental da Barra Franca na Lagoa de Saquarema, RJ**. Saquarema, RJ: UFF, 2000.



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.