



Catia Antonia da Silva
Sergio Gardenghi Suiama
(ORGS.)

BAÍA DE SEPETIBA

Riscos à natureza e aos coletivos humanos
na metrópole do Rio de Janeiro

LETRCAPITAL

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

Catia Antonia da Silva
Sergio Gardenghi Suiama
ORGANIZADORES

BAÍA DE SEPETIBA
Riscos à Natureza e aos Coletivos Humanos
na Metrópole do Rio de Janeiro
Desafios para a Avaliação Socioambiental

LETR@PITAL

Copyright © Catia Antonia da Silva e Sergio Gardenghi Suiama, (orgs.), 2018

*Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19/02/1998.
Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem
os meios empregados, sem a autorização prévia e expressa do autor.*

EDITOR João Baptista Pinto

PROJETO GRÁFICO E CAPA Rian Narcizo Mariano

REVISÃO Dos Autores

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

B136

Baía de Sepetiba : riscos à natureza e aos coletivos humanos na metrópole do Rio de Janeiro : desafios para a avaliação socioambiental / organização Catia Antonia da Silva , Sergio Gardenghi Suiama. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Letra Capital, 2018.
228 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 9788577855674

1. Poluição. 2. Responsabilidade ambiental - Rio de Janeiro (Estado). 3. Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais - Rio de Janeiro (Estado). 4. Rio de Janeiro (Estado) - Condições econômicas. I. Silva, Catia Antonia da. II. Suiama, Sergio Gardenghi

18-47599

CDD: 363.70098153

CDU: 504.42(815.41)

Antonio Rocha Freire Milhomens - Bibliotecário - CRB-7/5917

Este livro com projeto gráfico colorido
encontra-se na versão E-Book no Google Play.

LETRA CAPITAL EDITORA
Telefax: (21) 3553-2236/2215-3781
vendas@letracapital.com.br

Apresentação

Este livro nasce do I Seminário de Avaliação Socioambiental Global da Baía de Sepetiba, realizado na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, em junho de 2016. Dos trabalhos apresentados pelos professores e pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), nas mesas redondas, recebemos nove artigos para compor a publicação. Em todos os artigos os autores e coautores aprofundaram suas análises sobre a problemática socioambiental da Baía de Sepetiba. De acordo com essas análises, a problemática é de difícil investigação e de difícil solução. Trata-se de uma região ecossistêmica com diversos e intensos usos e agentes na produção social do espaço. O território historicamente produzido pela sociedade que interfere na natureza local de tal forma que se torna fundamental um detalhamento de pesquisa para que de fato sustente ações de gestão mais efetivas e eficientes, socialmente e ambientalmente. Entretanto, os artigos presentes nesta edição contribuem para a compreensão do estado da arte da Baía de Sepetiba, quer seja na sua dimensão do processo de formação da natureza, quer seja no processo de produção social e econômica do espaço urbano-metropolitano.

O primeiro e o segundo artigos tratam do processo de estruturação ambiental da baía. Um processo geológico que levou milhares de anos para a configuração atual, levou em conta interferências de diferentes períodos: mais chuvosos, mais secos, mais quentes e glaciais. A Restinga de Marambaia é o braço arenoso que separa a baía do Oceano Atlântico. Os dois artigos ajudam a compreender as correntes e marés construídas no tempo geológico. O terceiro e quarto artigos tratam do processo de ocupação humana, baseado na urbanização e na industrialização e explicam o processo de mutação, transformando a baía em uma área de expansão da metrópole fluminense, com plantas industriais e produção da periferia residencial, mas sem planejamento e gestão; investimentos são fracos em infraestrutura e equipamentos coletivos. O resultado dessa expansão com frouxo planejamento territorial tem sido destruição ambiental e degradação da vida social, incluindo nesse

contexto as populações tradicionais como os pescadores artesanais. O quinto artigo analisa as bacias hidrográficas, dentre elas a do Rio Guandu, ligada ao Rio Paraíba do Sul e elabora importante reflexão sobre a necessidade de entender a problemática ambiental costeira, considerando em conta a totalidade da bacia porque os processos de poluição e de degradação vêm ocorrendo também ao longo das margens dos rios. Essa constatação contribui para a reflexão de que qualquer solução e o monitoramento necessitam de reconhecimento de toda área de drenagem dos mananciais ao mar.

O sexto artigo analisa o impacto dessa mutação urbano-industrial nos manguezais, ambientes frágeis frente ao acelerado processo de urbanização. Demonstra detalhadamente as formas de vulnerabilidades. O sétimo artigo vai analisar o impacto das algas marinhas nocivas quer seja na fauna, quer seja na pesca e explica como elas se expandem na Baía de Sepetiba. Relata ainda as experiências de pesquisa de campo junto aos pescadores. O oitavo artigo trata de apresentação de resultados referentes ao quadro de poluição nos sedimentos de fundo no lado oeste da Baía de Sepetiba, na área histórica de maior incidência de indústrias e vestígios de poluição. No entanto, o estudo demonstra a migração de elementos químicos, como o chumbo, segundo indicadores de poluição, para outras áreas distantes, o que pode ter sido devido ao transporte de sedimentos por causa das dragagens realizadas. O nono artigo analisa o quadro da pesca artesanal na Baía de Sepetiba. Apresenta principais formas de captura, petrechos e tipos de embarcação. Apresenta ainda os pesqueiros com permissão dos pescadores que acharam importante explicar que a pesca é ancestral na região e que estudos etnográficos e cartográficos devem ser aprofundados para melhor fornecer a visibilidade e assim garantir o direito aos sujeitos pescadores e pescadoras na região.

A avaliação socioambiental global é um desafio, e este livro é apenas iniciativa que merece aprofundamento, incluindo ainda a fauna e flora, os indicadores de poluição (química industrial, por esgoto sanitário, atmosférica e física) e de sedimentação dos rios e no fundo da baía (região leste). A avaliação inclui também a compreensão dos impactos da economia urbana nas economias locais populares.

De acordo com Guido P. Galafassi em seu livro *Naturaleza, Sociedad y Alienacion*, (Montevideu: Nordan, 2005), a natureza

primeira cada vez mais se aproxima da natureza segunda, ou seja da interação homem-meio, sociedade-natureza, meio técnico-científico- espaço geográfico em que compreender essa mutação (segunda natureza), com o método holístico e dialógico, se torna fundamental porque a dinâmica do mundo natural-humanidade é uma só. A ação humana tem impacto no ambiente de várias formas e de várias intensidades. Muitas vezes, métodos de monitoramento são abstratos e elaborados fora da realidade da baía, e negam a complexidade de usos e de atores. Esses métodos tornam-se frágeis e pouco eficientes porque não advêm de estudos de longa duração sobre as dinâmicas socioambientais. Se a ação humana é voraz e está em movimento, a ação da natureza também está em movimento. Ainda que aparentemente mais lenta. Se o futuro das baías é virar lagoas, com o fechamento das restingas, o futuro da Baía de Sepetiba vem se acelerando de forma fantástica e já aponta para o acirramento de crise e das desigualdades socioespaciais, principalmente para aqueles que vivem diretamente dos recursos da natureza, como é o caso da pesca artesanal. Para eles a natureza não é metáfora, é forma de vida e o território é abrigo e desafio ao mesmo tempo.

Esperamos que este livro possa contribuir aos estudos sobre a Baía de Sepetiba e, desse modo, auxiliar na construção de políticas públicas de gestão e de monitoramento na região que contribuam para o exercício da justiça socioambiental.

Boa leitura,

Catia Antonia da Silva e Sergio G. Suiama

(organizadores)

Comissão Científica Editorial

André Luiz Carvalho da Silva (UERJ)

Andrelino Campos (UERJ)

Elaine Ferreira Torres (UERJ)

Catherine Prost (UFBA)

Frédéric Monié (UFRJ)

Anita Loureiro de Oliveira (UFRRJ)

Valérie Lavaud-Letilleul (Université de Montpellier 3 - França)

Raimundo Alberto Mulhaisse (Universidade Pedagógica - Moçambique)

Hector Poggiesse (FLACSO - Argentina)

Sumário

Contexto geológico da Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil	9
<i>Maria Antonieta da Conceição Rodrigues, Silvia Dias Pereira, Hermínio Ismael de Araújo-Júnior Olegário Nelson Azevedo Pereira</i>	
Evolução da planície de maré de Guaratiba, região nordeste da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro (Brasil) nos últimos 2400 anos	25
<i>Anita Fernandes Souza Pinto, Maria Virgínia Alves Martins, Maria Clara Machado da Fonseca, Alberto Garcia de Figueiredo Jr. Helio Heringer Villena, Marcelo dos Santos Salomão, Egberto Pereira Maria Antonieta da Conceição Rodrigues e Lazaro L. M. Laut</i>	
Ocupação da Baía de Sepetiba: usos corporativos do território.....	67
<i>Luis de Souza Junior, Rodrigo Corrêa Euzebio e Felipe de Andrade Rainha</i>	
Expansão urbano-industrial e logística na Baía de Sepetiba e conflitos territoriais com a pesca artesanal: história recente da produção social da periferia metropolitana	83
<i>Catia Antonia da Silva</i>	
Resposta e vulnerabilidade dos manguezais da Baía de Sepetiba à mudança climática	107
<i>Mário Luiz Gomes Soares e Filipe de Oliveira Chaves</i>	
Gestão com sustentabilidade ambiental para a bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba.....	127
<i>Adacto Benedicto Ottoni</i>	
Riscos de Florações de algas nocivas (FANs) e os atuais impactos socioambientais: o caso da Baía de Sepetiba ..	149
<i>Gleyci Aparecida Moser e Patrícia Domingos</i>	

A utilização da composição isotópica de Pb na avaliação de impactos antropogênicos em sedimentos superficiais de fundo do setor oeste da Baía de Sepetiba (SE do Brasil).....	175
<i>Shéron Joyce D. Morales, Mauro C. Geraldés, Josefa. V. Guerra e Mariana. T. Gutierrez.....</i>	
Pesca artesanal na Baía de Sepetiba:	
desafios da visibilidade	207
<i>Cátia Antonia da Silva</i>	
Sobre os autores.....	224

Contexto geológico da Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil

Maria Antonieta da Conceição Rodrigues,

Silvia Dias Pereira,

Hermínio Ismael de Araújo-Júnior

Olegário Nelson Azevedo Pereira

INTRODUÇÃO

A Baía de Sepetiba, no litoral do Rio de Janeiro, Brasil, é um exemplo de baía formada por ilha barreira (Restinga da Marambaia) que a protege da ação das ondas oceânicas e confere um ambiente de sedimentação de baixa energia. As condições de relevo submarino, circulação marinha e deposição de sedimentos resultam da história geológica dessa área, que está intimamente ligada às variações do nível do mar e à Neotectônica durante o Quaternário. A complexidade da evolução geológica dessa baía e a grande variedade de processos sedimentares atuantes antes e durante o Holoceno culminaram no fechamento da Restinga de Marambaia após sucessivos eventos eustáticos. Por fim, as atividades antropogênicas recentes têm desempenhado um papel na modificação dos aspectos sedimentológicos e ecológicos desse importante ecossistema.

A Baía de Sepetiba, uma das três grandes baías litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, localiza-se no litoral sudeste brasileiro, margeando a bacia sedimentar de Santos, entre as coordenadas 22°53'S a 23°04'S e 43°34'O a 44°02'W (Figura 1). Seu limite sul é marcado pela presença de um longo e estreito cordão arenoso, a Restinga da Marambaia, enquanto que sua porção oeste, portal de comunicação entre a baía e o oceano, distingue-se pela presença de numerosas ilhas, lajes e afloramentos rochosos.

Apresenta formato elipsoidal, com 40 quilômetros de comprimento e 16 km de largura (BORGES, 1990), e área total de espelho d'água de aproximadamente 305 km². A largura é variável, sendo mais ampla em sua extremidade oeste e mais estreita em sua extremidade leste. A comunicação com o Oceano Atlântico se dá, princi-

palmente, pela embocadura oeste, que consiste em sua entrada principal, localizada entre o continente e a Ilha da Marambaia e, secundariamente, a leste, pelo estreito Canal de Guaratiba. A principal feição que se observa na área é o longo cordão arenoso da Restinga de Marambaia, que em alguns pontos atinge poucas dezenas de metros, fazendo a separação entre a baía e o oceano aberto.

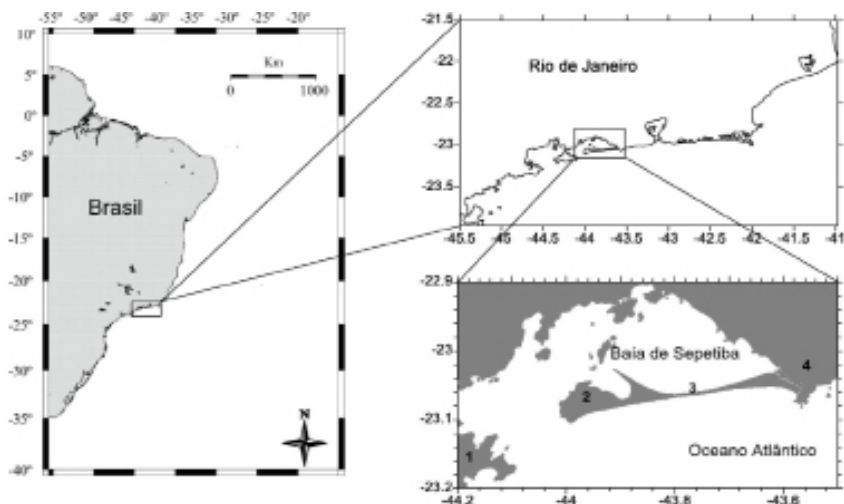


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. 1 – Ilha Grande; 2 – Morro da Marambaia; 3 – Restinga da Marambaia; 4 – Barra de Guaratiba (retirado de Gutierrez, 2012).

Conforme a descrição de Pereira (1998), a rede fluvial que escoar para a baía é limitada pela Pedra de Guaratiba, pelas serras Prata do Cabuçú, Madureira, Gericinó, Tinguá, São Pedro, Santana, Catumbi, Araras, Caçador, Leandro, Itaguaçu e Lajes, terminando na Ponta de Mangaratiba. As desembocaduras fluviais concentram-se na face norte/nordeste, onde desembocam os principais rios da região, entre eles o Rio Guandu.

Este capítulo apresenta uma síntese dos principais aspectos ambientais e geológicos da Baía de Sepetiba, enfatizando sua origem, bem como sua evolução sedimentar ao longo do Cenozoico, subsidiando o conhecimento a respeito de diversos aspectos geológicos, geomorfológicos e ambientais sobre a baía.

CLIMA E VEGETAÇÃO

O clima na região, influenciado por sua localização, morfologia e vegetação, caracteriza-se como um microclima típico de região litorânea tropical, influenciada por sua latitude e longitude, proximidade do mar, topografia, natureza da cobertura vegetal e ação da circulação local ou secundária (brisas marítimas e terrestres) (COELHO, 1999). Os ventos apresentam direção predominante de NE/SW ou de ENE/SSW com fluxo e refluxo determinado pela topografia e pela proximidade da área com o mar, o que gera no local uma circulação tipo brisa marítima/terrestre (ETEP-ECOLOGUS/SEMA-RJ, 1998).

A classificação climática feita por Koppen, em 1990, auxilia na distinção e delimitação de algumas características climatológicas da área em estudo. Nas partes mais montanhosas o inverno é mais seco e o verão é mais quente e chuvoso, e nesse caso a precipitação pluviométrica é superior às zonas de baixada. Já nos compartimentos mais rebaixados o clima é tropical, quente e úmido quando há presença de cobertura vegetal. Logo podemos considerar que o clima da região da Baía de Sepetiba é subtropical brando, pertencendo ao grupo A da classificação de Koppen. A precipitação média anual da baía está entre 1.000 e 2.230 milímetros, e o período de maior precipitação pluviométrica ocorre no verão, e a mínima no inverno (SEMADS, 2001).

A vegetação nativa se encontra em estágio de degradação, com algumas áreas apresentando boa regeneração e poucas áreas de mata preservada. Nas zonas mais baixas o desmatamento é mais progressivo do que nas montanhas e sopés que circundam a baía. Os tipos de vegetação encontrados na planície costeira de Itaguaí são: manguezais, manguezais degradados, campo/pastagem, áreas inundadas e inundáveis (SEMADS, 2001).

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

O Rifte da Guanabara, definido por Almeida (1976), e hoje chamado de Gráben da Guanabara, engloba toda a área de relevo deprimido que se estende desde a Baía de Sepetiba (oeste) até a localidade da Baía de São João (leste) – Figura 2. Essa área é bordejada

ao norte pela Serra do Mar, que chega a alcançar 2.200 metros de altitude, e pelos maciços litorâneos ao sul, com altitudes máximas de 1.000 m. No interior do gráben as altitudes raramente ultrapassam os 100 m, com exceção de maciços alcalinos que podem chegar a quase 1.000 m (FERRARI, 1990).

A implantação do Gráben da Guanabara deu-se no Paleoceno (FERRARI, 2001) sob um regime de esforço direcional tendo sido controlado por um binário sinistral E-W. Sua evolução ao longo do Eoceno-Oligoceno foi controlada por um regime de esforços extensionais com eixo de direção NW-SE. As paleotensões determinadas por Ferrari (2001) na porção oeste do Gráben da Guanabara – a partir de detalhado estudo de diques, falhas, microfalhas, juntas e fraturas – indicam que esses esforços ocorreram no Campaniano (final do Cretáceo); a contemporaneidade com a intensa atividade hidrotermal ocorreu provavelmente do Maastrichtiano (final do Cretáceo) ao Paleoceno.

Na porção central do gráben foi também realizada por Ferrari (2001) uma análise com base nos mesmos componentes estruturais que demonstram soerguimento associado à intrusão dos maiores corpos alcalinos, seguida de subsidência que acompanhou o resfriamento dos mesmos. Na área oriental, diques de diabásio do Cretáceo correlatos ao magmatismo da Serra Geral, bem como diques paleógenos, respondem aos esforços regionais que possivelmente inferem à área, nos tempos subsequentes, as mais diversas morfologias, possibilitando a inserção de limitados pacotes sedimentares.

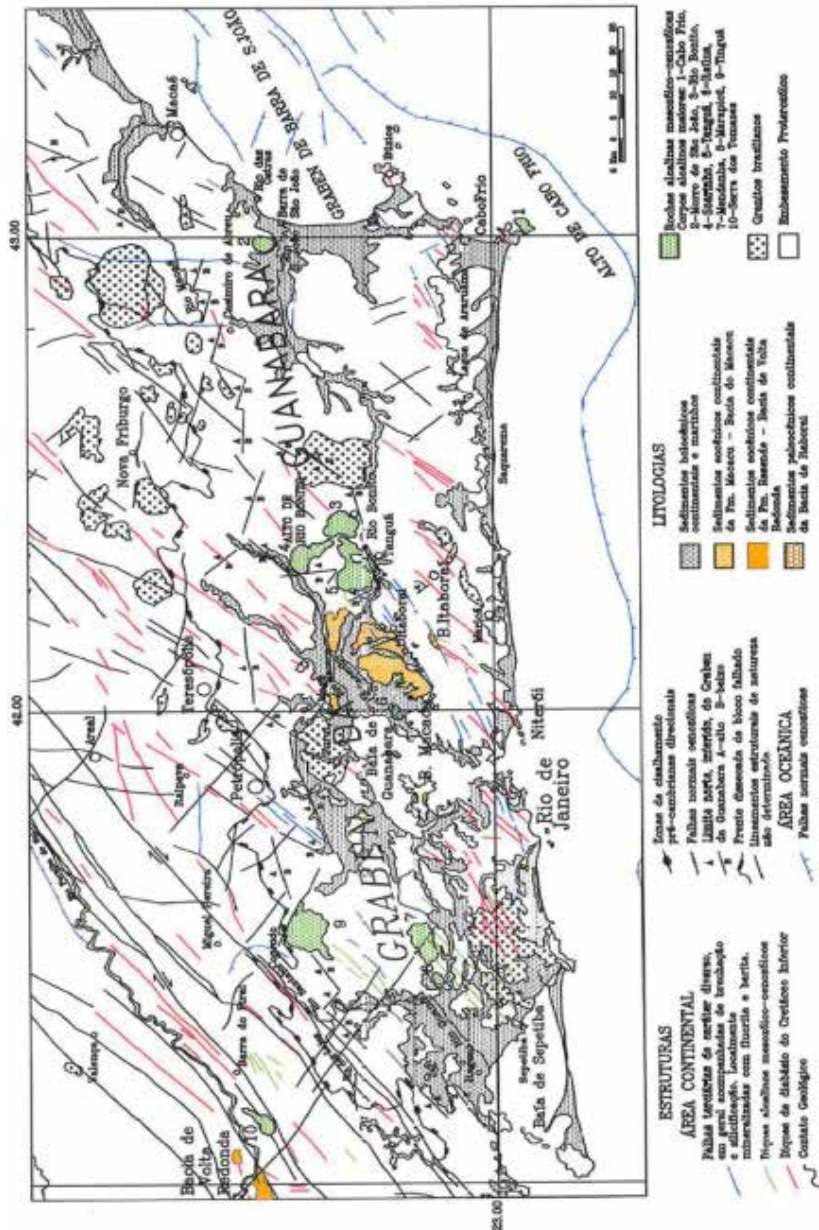


Figura 2 – Mapa Geológico do Gráben da Guanabara (retirado de Ferrari, 2001).

O desenvolvimento tectônico desde o Cretáceo, ao longo da faixa designada como Gráben da Guanabara, permitiu o estabelecimento das inúmeras bacias interiores aí localizadas como as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Itaboraí, todas com preenchimento limitado ao Paleógeno, com possíveis capeamentos quaternários.

SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA BAÍA DE SEPETIBA

A evolução geológica de um ambiente marinho costeiro está intimamente ligada às variações do nível do mar observadas durante o Quaternário, principalmente no Holoceno, encontrando-se marcadas no registro sedimentar da baía e planície costeira adjacente, quer seja na sequência estratigráfica, na biota (atual e pretérita), ou ainda em registros arqueológicos.

A grande variedade de processos sedimentares atuantes antes e durante o Holoceno e o fechamento da Restinga da Marambaia após sucessivos eventos eustáticos transformaram esse segmento costeiro, inicialmente de alta energia, em um sítio de deposição de baixa energia. Os mecanismos de transporte de sedimentos realizados pelas variações do nível do mar favoreceram o registro de litofácies geradas por ondas e marés, em uma extensão de aproximadamente 8 km, tornando essa bacia peculiar em relação às outras situadas no mesmo contexto.

Os eventos eustáticos possibilitaram o retrabalhamento dos sedimentos continentais e biodetríticos da plataforma continental, depositados como cordões arenosos por efeito de ondas e correntes associadas a um ambiente de energia relativamente alta. Roncarati & Carelli (2012) apresentaram um modelo evolutivo da formação da Baía de Sepetiba, com sua história relacionada ao fechamento da Restinga da Marambaia a partir dos processos anteriormente mencionados. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam o modelo evolutivo proposto por esses autores.

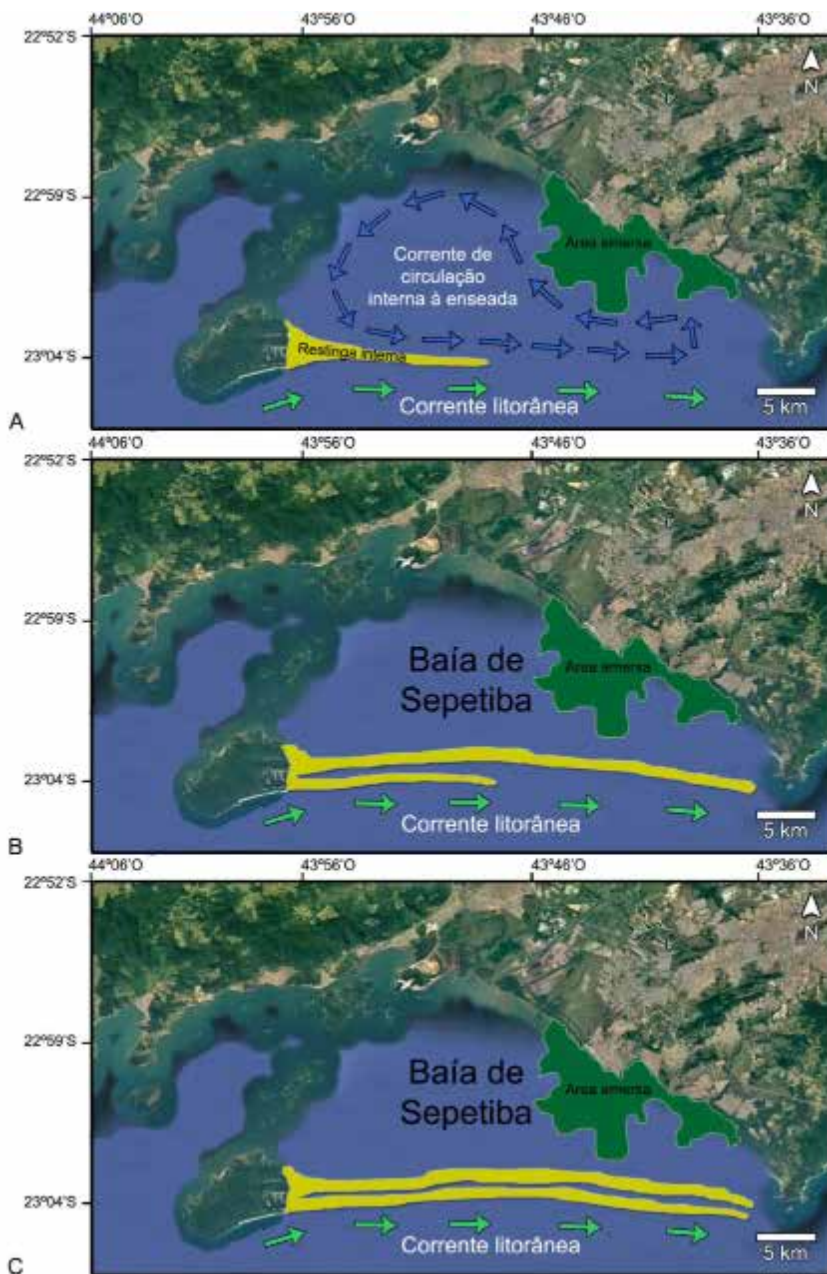


Figura 3 – Evolução da Baía de Sepetiba ao longo do Holoceno proposta por Roncarati & Carelli (2012). A – Estágio 1; B – Estágio 2; C – Estágio 3 (modificado de Roncarati & Carelli, 2012). Fonte do mapa: Google Earth.

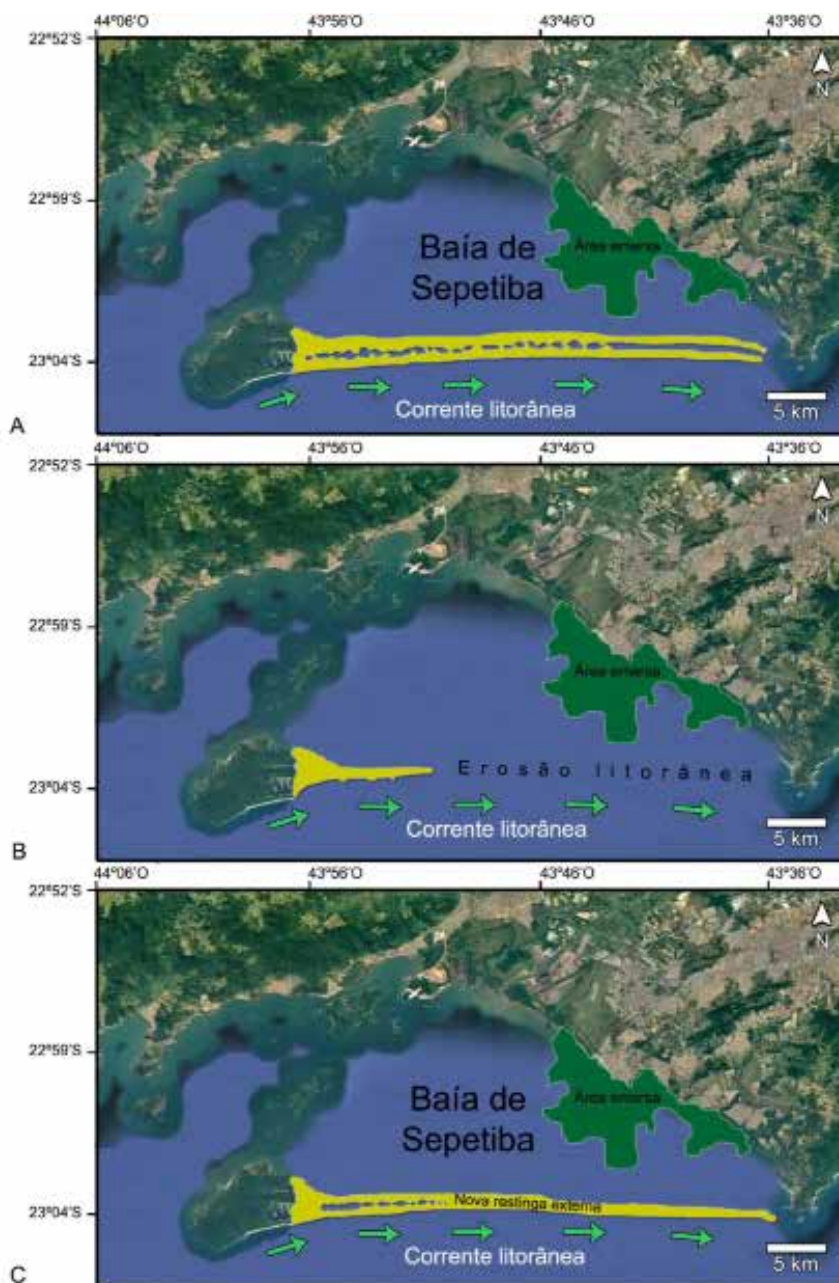


Figura 4 – Evolução da Baía de Sepetiba ao longo do Holoceno proposta por Roncarati & Carelli (2012). A – Estágio 4; B – Estágio 5; C – Estágio 6 (modificado de Roncarati & Carelli, 2012). Fonte do mapa: Google Earth.

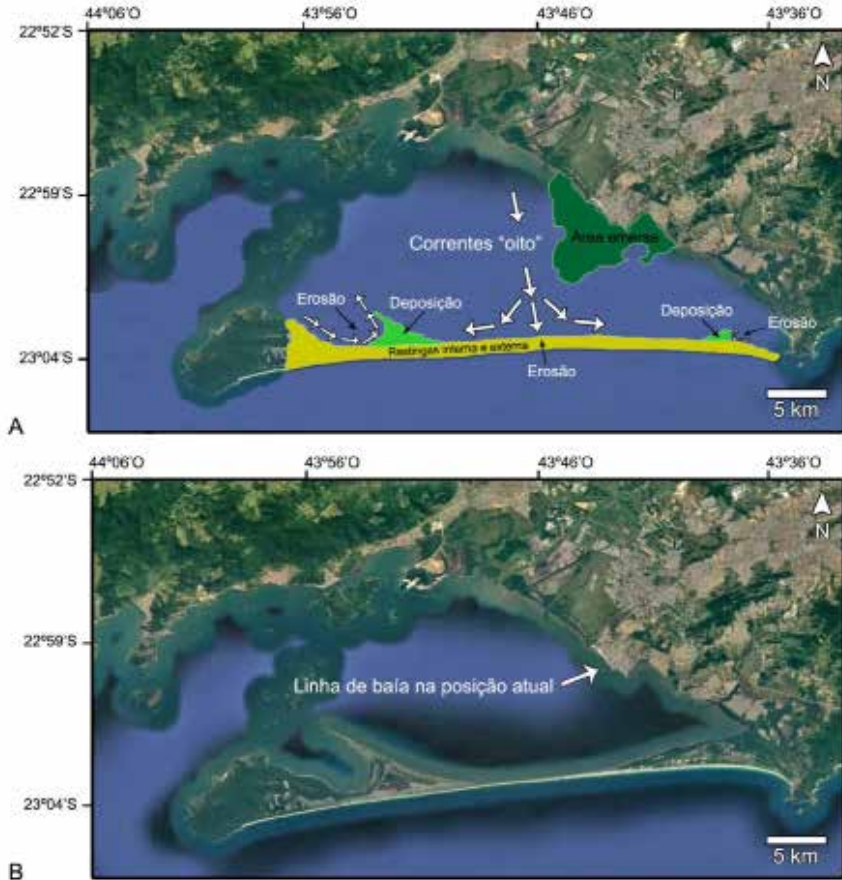


Figura 5 – Evolução da Baía de Sepetiba ao longo do Holoceno proposta por Roncarati & Carelli (2012). A – Estágio 7; B – Baía de Sepetiba atualmente (modificado de Roncarati & Carelli, 2012). Fonte do mapa: Google Earth.

Apresenta as menores profundidades e declividades no seu setor leste, ou seja, no fundo da baía (BORGES, 1990), com aumento para oeste, onde as profundidades atingem entre 8 e 10 m no canal central (BORGES, 1990; STEVENSSON et al., 1998). A Figura 6 apresenta o mapa batimétrico baseado nos dados das folhas de bordo do acervo do Centro de Hidrografia da Marinha (VILLENNA, 2003).

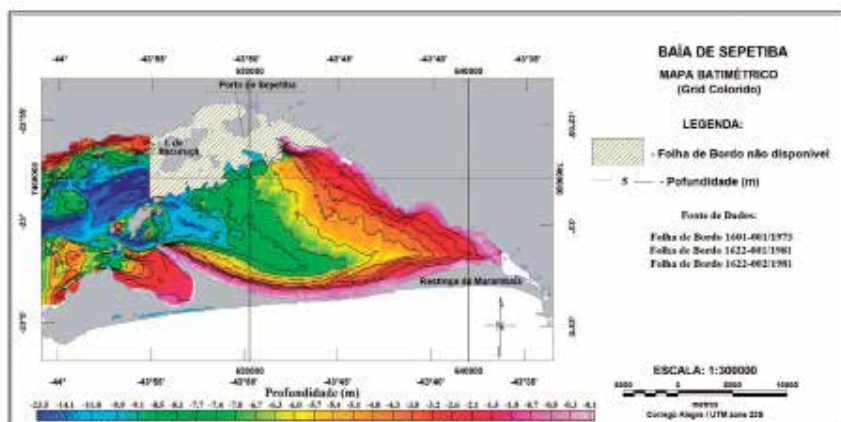


Figura 6 – Relevo de fundo da Baía de Sepetiba (retirado de Villena, 2003).

Os sedimentos de fundo da Baía de Sepetiba são oriundos de fonte externa através da rede de drenagem fluvial que deságua na parte norte/nordeste da baía (SUGUIO et al., 1979), destacando-se o Rio Guandu, enquanto que a matéria orgânica resultante da produtividade do manguezal, os carbonatos gerados pela biota local, bem como a areia resultante da erosão da restinga, são considerados como oriundos de fonte interna (BRÖNNIMANN et al., 1981).

Pereira et al. (2003, 2004) definiram a distribuição textural dos sedimentos superficiais na baía (Figura 7). A distribuição apresenta sedimentos arenosos na entrada da baía e canal central, onde as profundidades são maiores e as correntes mais intensas. Outra área de sedimentos arenosos pode ser observada na parte SE, estando relacionada às dunas da restinga e aos ventos de tempestade (quadrante S). Os depósitos transicionais (areia com lama e lama com areia) localizam-se na posição intermediária entre a entrada e o fundo da baía. Os depósitos de lama com areia entre o continente e a Ilha de Itacuruçá estão relacionados ao aporte fluvial de areia e menor intensidade da corrente oceânica de fundo. Os sedimentos lamosos depositam-se nas áreas mais abrigadas e rasas do centro para o fundo da baía, Sua presença na área S-SW deve-se à circulação local, que, segundo Borges (1998), entra pelo canal central, contorna a baía passando pela desembocadura dos rios, e retorna pelo sul margeando a Ponta da Pombeba.

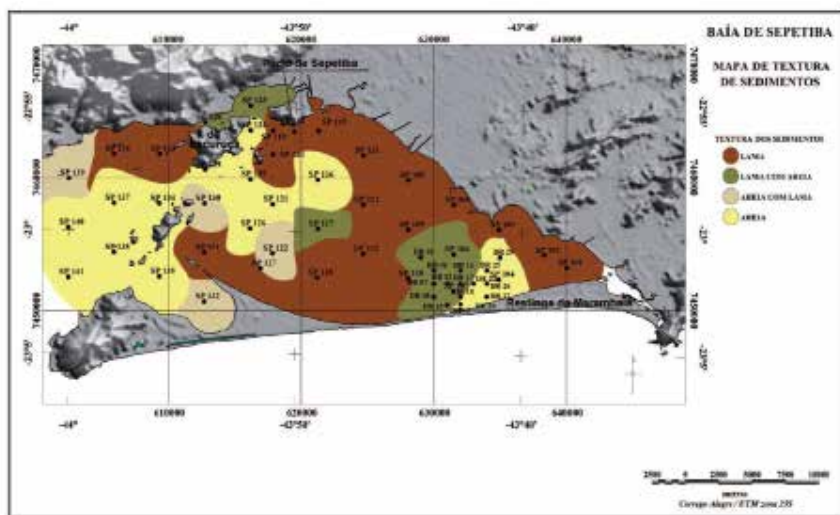


Figura 7 – Mapa de distribuição textural dos sedimentos superficiais da Baía de Sepetiba (retirado de Pereira et al., 2004).

ETEP-ECOLOGUS/SEMA-RJ (1998) admite três fontes para os sedimentos que entram a partir do oceano: canais de Barra de Guaratiba (pouca expressão), região entre a Ilha Grande e o Morro da Marambaia; e Baía da Ilha Grande (penetram pelos canais de entrada da baía).

No interior da Baía de Sepetiba as correntes predominantes relacionam-se ao fenômeno de maré e, em certos locais, apresentam velocidades elevadas, podendo chegar a valores acima de 1,5 nós no canal principal, entre as ilhas de Jaguanum e Itacuruçá (DHN, 1986). Os picos de velocidades máximas ocorrem próximo à metade do período de enchente ou vazante. FEEMA/GTZ (1998) acrescenta, além desses fatores, o aporte de água doce através da bacia hidrográfica.

Brönnimann et al. (1981) descrevem uma circulação superficial, gerada por ventos, que se dispõe em forma de células de circulação. A corrente penetra pela entrada principal e segue costeando o litoral norte da baía, até a altura da desembocadura dos principais rios. Nesse ponto, que coincide com o estreitamento da restinga, formam-se duas correntes: a primeira segue costeando o litoral nordeste da baía e a outra cruza a baía em direção à restinga, contra a qual se choca e bifurca-se, gerando uma corrente que segue, junto ao litoral sul da baía, para leste e outra que segue para oeste (Figura 8).

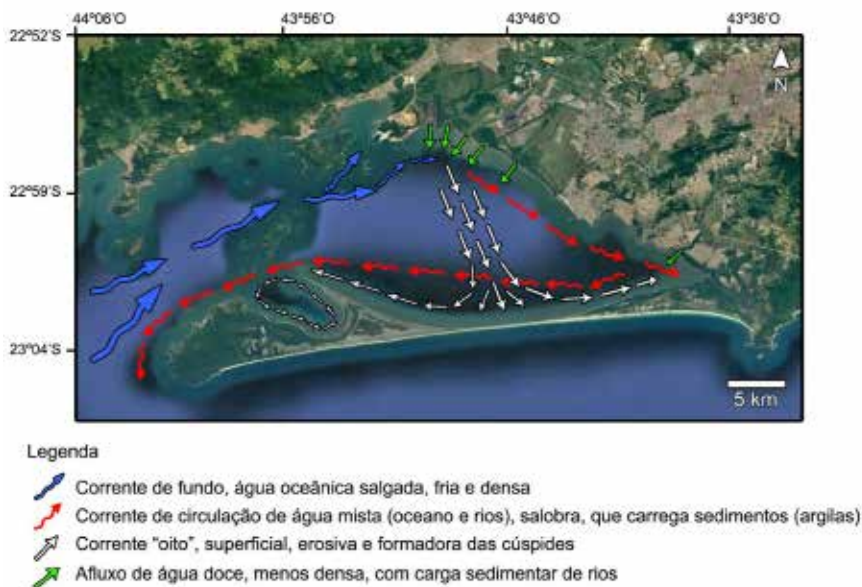


Figura 8 – Dinâmica das correntes de circulação interna na Baía de Sepetiba (modificado de Pereira, 1998). Fonte do mapa: Google Earth.

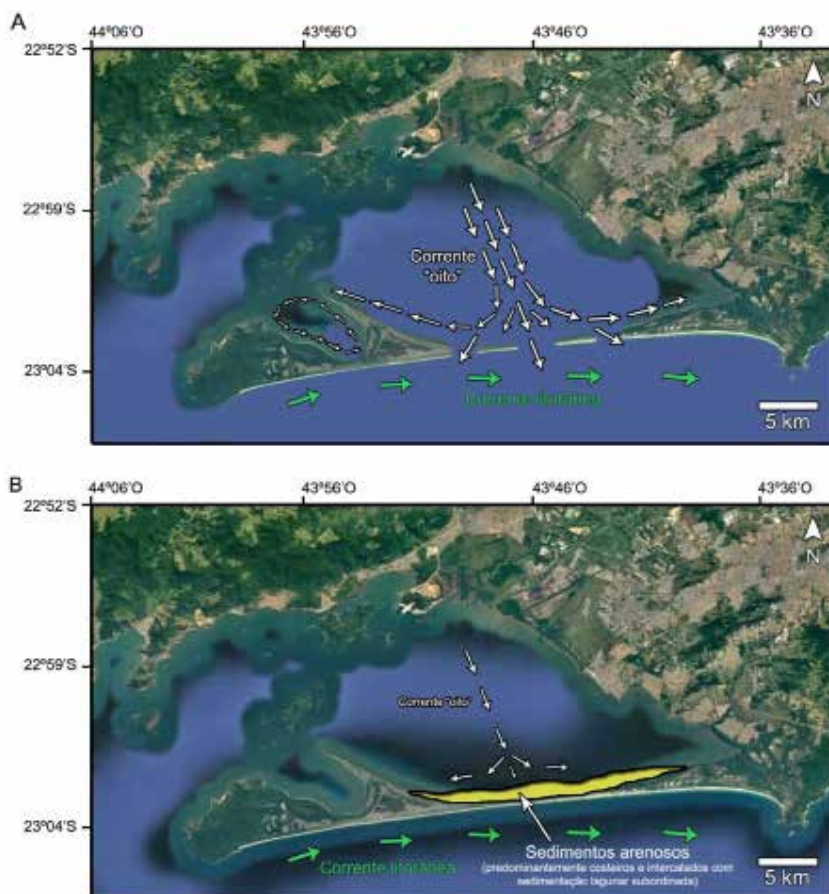
CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Baía de Sepetiba e seus subambientes são o resultado de intensas atividades geológicas costeiras ao longo do Cenozoico, especialmente durante o Quaternário. As variações na dinâmica sedimentar ao longo do tempo podem até ser percebidas historicamente, a exemplo do que se verifica a partir de comparações entre a morfologia costeira atual e a visualizada em mapas de 1767 (Figura 9), mesmo considerando a precariedade da cartografia da época. Sua configuração geográfica e inserção geológica permitiram a instalação de um importante ecossistema costeiro do Estado do Rio de Janeiro. Nesse contexto, a presença do cordão de ilhas que favorece a retenção de sedimentos, levando à formação da Restinga da Marambaia, que desempenha importante papel para a compreensão da dinâmica sedimentar e de fenômenos ecológicos ao longo do tempo. Ainda em termos geológicos, uma componente neotectônica colabora com a dinâmica sedimentar quaternária. Por fim, vale ressaltar que, mais recentemente, as atividades antropogênicas também passaram a atuar de forma incisiva na modificação desses processos.



Figura 9 – Carta topográfica da Capitania do Rio de Janeiro de 1767. Notar a ausência dos esporões de deposição na face interior da Restinga da Marambaia, a desconexão da Ilha da Madeira do continente e o espessamento da restinga (retirado de Carelli, 2008).

Considerando a dinâmica dos processos naturais e antropogênicos atuantes presentemente dentro e fora da Baía de Sepetiba, duas situações podem ser previstas para a configuração geográfica futura dessa região. Uma delas leva em consideração a maior influência das correntes “oito” em detrimento das correntes litorâneas. Nessa situação, a erosão causada pelas correntes internas à baía poderá levar ao rompimento do cordão arenoso, provocando a abertura parcial ou completa da baía (Figura 10A). Na outra, a maior contribuição das correntes litorâneas na manutenção e ampliação do cordão arenoso acarretará no espessamento do mesmo (Figura 10B), conduzindo à diminuição do espaço interno da baía ou até mesmo sua colmatação parcial ou total, dando origem a uma área de baixada, à semelhança do que ocorreu com a Baixada de Jacarepaguá durante o Holoceno. Diante da ausência de dados relacionados à medição das correntes, não é possível apontar a hipótese mais plausível.



Figuras 10 – Contextos geográficos futuros para a Baía de Sepetiba levando em consideração apenas a variação nos processos sedimentares atuantes. A – Rompimento da Restinga da Marambaia; B – Ampliação do cordão arenoso da Restinga da Marambaia. Fonte do mapa: Google Earth.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48 (suplemento): 15-26, 1976.
- BORGES, H. V. *Dinâmica sedimentar da Restinga da Marambaia e Baía de Sepetiba*, Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Dissertação de mestrado, 110pp. 1990.
- BORGES, H. V. *Holocene Geological Evolution of Sepetiba Bay and Marambaia Barrier Island, Brazil*. Tese de doutorado. Marine Sciences Research Center, State University of New York in Stone Brook. 145pp. 1998.

- BRÖNNIMANN, P.; MOURA, J. A. & DIAS BRITO, D. *Ecologia dos Foraminíferos e microorganismos associados da área de Guaratiba/Sepetiba: modelo ambiental e sua aplicação na pesquisa de hidrocarbonetos*. Relatório 3.549, PETROBRAS. 81pp. 1981.
- CARELLI, S. G. *Evolução geológica neógena da Planície Costeira de Itaguaí*. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 191pp. 2008.
- COELHO, L. G. *Seis mil anos de variações climáticas e do nível do mar na região da Baía de Sepetiba, RJ – um registro palinológico*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 127pp. 1999.
- DHN – *Roteiro da Costa Sul*. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). 317pp. 1986.
- ETEP-ECOLOGUS/SEMA-RJ. Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba. Relatório R-5, TOMO I, Volume I: “*Caracterização e Diagnóstico dos Componentes Físicos da Bacia de Baía de Sepetiba – setembro de 1998*”. SEMA-RJ. Mídia Digital (CD). 1998.
- FEEMA/GTZ. *Avaliação da qualidade da água da Bacia da Baía de Sepetiba – outubro de 1995/julho de 1998*. Mídia Digital (CD). 1998.
- FERRARI, A. L. A geologia do “Rift” da Guanabara na sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento Pré-Cambriano. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, SBG, Natal, *Anais...*, 6: 2858-2872. 1990.
- FERRARI, A. L. *Evolução Tectônica do Graben da Guanabara*. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, USP, 412p. 2001.
- GUTIERREZ, M. T. *Variabilidade espacial e temporal da distribuição do material particulado em suspensão nas proximidades do canal de navegação da Baía de Sepetiba (RJ)*. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2012.
- PEREIRA, S. D. *Influência da variação relativa do nível do mar no Manguezal de Guaratiba – Baía de Sepetiba – RJ*. Tese de doutorado. Centro de Geologia Costeira e Oceânica. UFRGS. 133p. 1998.
- PEREIRA, S. D.; VILLENA, H. H.; BARROS, L. C.; LOPES, M. B.; PANAZIO, W. & WANDECK, C. Baía de Sepetiba: caracterização sedimentar. Arquivo Digital (CD) do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. 2003.
- PEREIRA, S. D. Capítulo 4: Item 4.2 Sedimentos de Fundo. In: Caracterização oceanográfica da costa do Estado do Rio de Janeiro: Trecho I – Baía de Sepetiba. *Relatório de Pesquisa à FAPERJ*. Departamento de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p. 31-40. 2004.
- RONCARATI, H. & CARELLI, S. G. Considerações sobre o estado da arte dos processos geológicos cenozoicos atuantes na Baía de Sepetiba. In: RODRIGUES, M. A. C.; PEREIRA, S. D. & SANTOS, S. B. (Eds.), *Baía de Sepetiba: Estado da Arte*. Rio de Janeiro, Corbã, p. 13-36. 2012.
- 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.

STEVENSSON, M. R.; DIAS-BRITO, D.; STECH, J. L. & KAMPEL, M. How do Cold Water Biota Arrive in a Tropical Bay near Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, nº 18. Pp 1.595-1.612. 1998.

SUGUIO, K.; VIEIRA, E. M.; BARCELLOS, J. H. & SILVA, M. S. Interpretação ecológica dos Foraminíferos de sedimentos modernos da Baía de Sepetiba e adjacências, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geociências*, nº 9 (4) p. 233-247, 1979.

VILLENA, H. H. Baía de Sepetiba: considerações geológicas e oceanográficas com base em dados batimétricos e sedimentológicos. *Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*, Mídia Digital (CD). 4pp. 2003.

Evolução da planície de maré de Guaratiba, região nordeste da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro (Brasil) nos últimos 2400 anos

Anita Fernandes Souza Pinto
Maria Virgínia Alves Martins,
Maria Clara Machado da Fonseca
Alberto Garcia de Figueiredo Jr.
Helio Heringer Villena
Marcelo dos Santos Salomão
Egberto Pereira
Maria Antonieta da Conceição Rodrigues
Lazaro L. M. Laut

INTRODUÇÃO

Neste estudo são apresentados os resultados obtidos no testemunho T1 (480 cm) coletado no Manguezal de Guaratiba (latitude 23°00'S; longitude 43°37'W), localizado na margem nordeste da Baía de Sepetiba, sul do Estado do Rio de Janeiro. Este trabalho tem como objetivo estudar a evolução da planície de maré de Guaratiba, região nordeste da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, nos últimos 2.400 anos calibrados (cal.) antes do presente (AP). Os resultados obtidos com o testemunho T1 baseados em dados texturais, geoquímicos (carbono orgânico total, teor de carbonatos e enxofre total), isótopos estáveis e microfaunais (assembleias de foraminíferos bentônicos) sugerem que o paleoambiente da região nordeste da Baía de Sepetiba mudou significativamente durante os últimos 2.400 anos cal. AP. A região foi submetida à ação de ondas costeiras e processos de sedimentação de face de praia no período entre $\approx$ 2.400-1.400 anos cal. AP; essa fase deu lugar a um ambiente marinho raso semelhante ao encontrado atualmente em áreas internas e protegidas da Baía de Sepetiba, entre $\approx$ 1.400-350 anos cal. AP. A partir daí, a margem nordeste da Baía de Sepetiba evoluiu para o atual ambiente de mangue.

O Período Quaternário é o mais recente da era cenozoica e seu

início é estabelecido em 2,58 Ma. Ele é dividido nas épocas Pleistoceno e Holoceno, também chamado de Recente (GIBBARD et al., 2009 a, b).

O Pleistoceno foi marcado por eventos onde grandes áreas continentais foram ocupadas por geleiras, pela extinção de espécies de grande porte (a megafauna pleistocênica), principalmente de mamíferos, e a irradiação do *Homo sapiens* (HEAD & GIBBARD, 2005). Entre as chamadas glaciações do Pleistoceno, a última grande glaciação – Glaciação Würm (nos Alpes) ou Winsconsin (na América do Norte) – ocorreu no período entre 115.000-12.000 anos AP (SUGUIO, 2003).

O Holoceno teve início há ca. de 11.000 anos cal. AP quando o clima se tornou mais ameno, depois de uma anomalia de resfriamento que marca o final do Pleistoceno-Holoceno, o Drias Recente. De acordo com Walker et al. (2008, 2009), características como mudanças no sistema climático, transgressões marinhas de grande magnitude, migrações de micro e macrofauna, e evolução e ocupação definitiva do Homem na Terra fazem do Holoceno uma das épocas mais estudadas nas Geociências.

As alterações climáticas e ambientais ocorridas na Terra durante o Quaternário deixaram marcas expressivas nos registros geológicos, e podem ser descritas e analisadas através de diferentes tipos de indicadores. Segundo Suguio (2003, 2005), os indicadores paleoambientais do Quaternário são geológicos, geoquímicos e biológicos (paleontológicos/micropaleontológicos). Esses indicadores, quando usados em conjunto, fornecem uma visão paleoecológica e paleoclimática mais acurada.

Os indicadores geológicos são representados por feições geomorfológicas e sedimentares que podem evidenciar por exemplo variações do nível do mar. Dentre esses indicadores destacam-se os isótopos estáveis de carbono e oxigênio, representados por valores de $d^{13}C$ e $d^{18}O$ respectivamente, e que revelam, entre outras informações, paleoprodutividade, paleossalinidade e paleotemperatura da água do mar, e propriedades químicas das massas d'água pretéritas (KROOPNICK, 1985; LEA & BOYLE, 1989; HEIZE, 1994; CORNFIELD, 1995; LANGER, 1999; LEA, 1999; WEFER et al., 1999; WOLFF et al., 1999; DULEBA et al., 2003; GORNITZ, 2009). Esses marcadores são obtidos a partir de carapaças de microrga-

nismos como foraminíferos que se preservam no sedimento, e que em razão do seu comportamento ecológico são também capazes de fornecer informações sobre ambientes pretéritos.

A análise isotópica em carapaças de foraminíferos tem exercido também um papel de destaque na determinação de estágios isotópicos marinhos, que marcam ciclos glaciais-interglaciais. Autores como Emiliani (1955) foram pioneiros em utilizar estes microrganismos nessa abordagem paleoclimática, aplicando o princípio de Urey (1947), segundo o qual os carbonatos apresentam diferentes razões entre ^{18}O e ^{16}O , conforme a temperatura de precipitação.

No Brasil, estudos sobre o Quaternário ganharam proeminência a partir da década de 1970, com o Projeto Reconhecimento da Margem Continental Brasileira (REMAC), (VICALVI, 1977a). Um dos objetivos desse projeto foi investigar as variações do nível relativo do mar (SUGUIO, 2005). Posteriormente, trabalhos de reconhecimento de estruturas geomorfológicas e mudanças do registro sedimentar dessas variações vêm sendo incrementados com dados de vestígios biológicos e paleontológicos – tocas de vermetídeos, microfauna de ostracodes e foraminíferos, entre outros (ex. ARAÚJO & MACHADO, 2008 a, b). Estudos com dados isotópicos em carapaças de microrganismos têm sido aplicados com o intuito de compreender em uma escala mais detalhada as mudanças ambientais ocorridas no Quaternário brasileiro (BARBOSA, 2010; COSTA et al., 2006; e PETRÓ et al., 2016).

Têm sido efetuados no Brasil diversos estudos sobre oscilações do nível do mar durante o Quaternário, investigando as feições resultantes no registro sedimentar, geomorfológico e micropaleontológico nas regiões costeiras. Exemplos desses trabalhos são os de Petri & Suguio (1971, 1973), Kowsmann et al. (1974), Vicalvi (1977 a, b), Vicalvi et al. (1977, 1978), Suguio & Petri (1973), Suguio et al. (1985), Villwock et al. (1986), Angulo & Lessa (1997), Carreño, et al. (1997, 1999), Duleba et al. (1999), Angulo et al. (2002, 2008), Mahiques et al. (2002, 2010, 2011), Suguio (2003), Barbosa et al. (2005), Suguio et al. (2005) e Semensatto-Jr et al. (2009).

HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO HOLOCÊNICA DA BAÍA DE SEPETIBA

Na Baía de Sepetiba, sudoeste do litoral do Estado do Rio de Janeiro, têm sido realizados alguns trabalhos de reconstrução paleoambiental para compreensão da evolução desse sistema. Em tais investigações procurou-se identificar eventos transgressivos e regressivos atuantes na evolução da costa durante o Quaternário, mas sobretudo no Holoceno. Entre esses estudos destacam-se os de cunho sedimentológico, estratigráfico e micropaleontológico, como os de Lamego (1945), Roncarati & Barrocas (1978), Laut et al. (2009, 2012), Roncarati & Carelli (2012) e Borges & Nittrouer (2016 a, b).

Através de análises geomorfológicas e de dados de correntes litorâneas atuantes na região, Lamego (1945) sugeriu que a estruturação da baía como um corpo d'água semi-confinado estaria relacionada à formação de esporões arenosos sob a forte ação dessas correntes. Os sedimentos arenosos trazidos pelos rios Guandu e Itaguaí eram impedidos de circularem para a enseada pelo cordão formado pelas ilhas de Itacuruçá, Jaguanum e Madeira. Assim, formava-se um tombolo arenoso, que começou a crescer de oeste para leste pela atuação conjunta de correntes litorâneas e internas à enseada, com a formação de uma restinga (Figura 1).

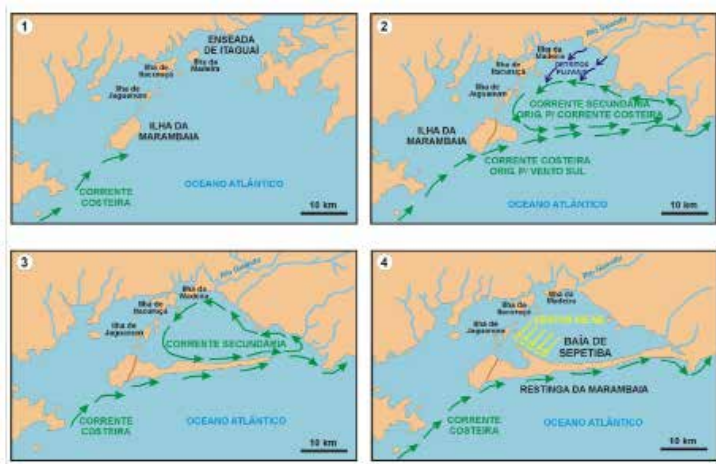


Figura 1 - Modelo evolutivo para a Baía de Sepetiba e Restinga da Marambaia. Legenda: 1. Baía de Sepetiba antes da formação da Restinga da Marambaia; 2. Início da formação da Restinga da Marambaia; 3. Desenvolvimento da Restinga; 4. Fase atual. Modificado de Lamego (1945).

O modelo elaborado por Lamego (1945) foi aperfeiçoado por Roncarati & Barrocas (1978) com dados sedimentológicos e por Roncarati & Carelli (2012) com dados aerofotogramétricos. Segundo esses autores, a região da Baía de Sepetiba estaria sob condições de sedimentação continental durante a última glaciação do Pleistoceno (entre 115.000-12.000 anos AP). Com a mudança climática iniciada no final deste período e degelo das calotas glaciais, o volume das águas dos mares começou a aumentar, dando início a uma transgressão há cerca de 17.500 anos AP (SUGUIO, 2003). Durante esse período os sedimentos continentais teriam sido retrabalhados, formando-se assim uma camada arenosa de areias litorâneas transgressivas, que acabaram por constituir as areias do fundo da enseada.

Segundo Roncarati & Barrocas (1978), a Baía de Sepetiba esteve sob a influência de sedimentação continental até o auge da Transgressão Santista, ocorrida entre 5.000 e 4.000 anos AP. Roncarati & Carelli (2012), através de datações em material biológico e dados de campo (sedimentológicos e geofísicos), conseguiram datar um sistema fluvio-deltaico (que já havia sido reconhecido por Roncarati & Barrocas, em 1978) em cerca de 6.000 anos AP. Esse evento transgressivo, que resultou no aumento do nível do mar, levou também a um retrabalhamento das areias que constituíam o fundo da baía. Assim, sobre essa areia retrabalhada (fluvial), que seria “matéria-prima” para os cordões arenosos que formariam a restinga, estaria a base de uma sequência de sedimentos marinhos.

No auge da Transgressão Santista – 5.100 anos AP, segundo Suguio & Tessler (1984) e Suguio et al. (1985) – formou-se uma larga enseada na área da atual Baía de Sepetiba, onde o nível máximo das águas teria atingido de 4 a 6 metros acima do nível atual. A formação da enseada e seu confinamento por cordões arenosos está de acordo com o modelo de sistemas de ilhas barreira/lagunas relacionado ao máximo da Transgressão Santista descrito por Dominguez et al. (1981).

Dentro da enseada, correntes litorâneas de direção W-E que passavam pela sua ampla abertura transportavam sedimentos fluviais depositados ao norte da baía pelos rios que ali desaguavam. Nessa região, os sedimentos fluviais trazidos por essas correntes começaram a formar um cordão arenoso, que evoluiu para uma

restinga interna. Essa restinga, acompanhando os movimentos das correntes internas da enseada, começou a migrar em direção ao continente (W-E).

Com o final da transgressão e o consequente rebaixamento do nível do mar, a restinga interna foi abandonada. No entanto, a ação das correntes internas da baía, que carreavam sedimentos fluviais em direção ao leste do Pico da Marambaia, acabaram por formar uma nova restinga, mais externa. Da mesma forma, essa restinga começou a migrar em direção W-E, confinando cada vez mais a enseada. À medida que ocorria o seu fechamento, correntes circulares internas em forma de “oito” mobilizavam as areias da face norte da restinga (erosão), carreando sedimentos arenosos que se acumulariam no fundo (Figura 2). Assim, a formação (fecho) da Restinga da Marambaia e o assoreamento da Baía de Sepetiba teriam sido praticamente simultâneos.

No topo da sequência dos sedimentos fluviais, foi reconhecida uma superfície de inundação, que marcaria nitidamente a mudança para um ambiente com características mais marinhas. Trabalhos como os de Friederichs et al. (2013) e Borges & Nittrouer (2016 a, b) identificaram essa feição através de interpretação sismoestratigráfica. Somente Borges & Nittrouer (2016 a, b) obtiveram datações da superfície de inundação, em fragmentos de madeira em um testemunho coletado na planície de maré de Guaratiba, que resultaram em 6.890 ± 40 anos cal. AP, idade ligeiramente mais antiga que o sistema deltaico identificado por Roncarati & Barrocas (1978).

Roncarati & Carelli (2012) propuseram uma atualização do modelo de evolução geomorfológica preconizada por Lamago (1945) e Roncarati & Barrocas (1978), através de dados sedimentológicos, geocronológicos e paleontológicos. Os referidos autores sugerem quatro estágios para a evolução da Baía de Sepetiba, fortemente relacionados com a formação da Restinga da Marambaia:

1. Há cerca de 6.800 anos, o mar estaria de 4 a 5 m acima do nível atual, o que foi corroborado por datação em um cordão de praia na planície de Itaguaí, com a mesma cota altimétrica. Segundo Roncarati & Barrocas (1978), e Roncarati & Carelli (2012), ainda nesse estágio, um sistema flúvio-deltaico, com idade aproximada de 6.000 anos AP começava a se formar.
2. No sistema fluvial citado, foi formado um segundo cordão arenoso (por volta de 4.660 anos AP), devido a uma pequena

- descida no nível do mar (SUGUIO & TESSLER, 1984; SUGUIO et al., 1985). A restinga começava a ser construída.
3. Há 3.400 anos AP um terceiro cordão arenoso começou a ser construído (SUGUIO & TESSLER, 1982; SUGUIO et al., 2005) no sistema fluvial formado há cerca de 6.000 anos AP. Ainda que a barra arenosa formada pela migração dos cordões descritos estivesse migrando de leste para oeste (ação de correntes internas e externas), a restinga da Marambaia não estava completamente fechada.
 4. A restinga fechou-se completamente depois de 3.400 anos AP, estabelecendo contato com o continente e confinando parcialmente a baía; a linha de costa assumia a posição atual –como sugerem Roncarati e Carelli (2012). Datações por radiocarbono realizadas em conchas de moluscos e dados paleoecológicos de foraminíferos bentônicos no Manguezal de Guaratiba indicam que a baía começou a se tornar um ambiente lagunar confinado pela restinga depois de 3.500 anos AP (LAUT et al., 2009; PEREIRA & SANTOS, 2012).

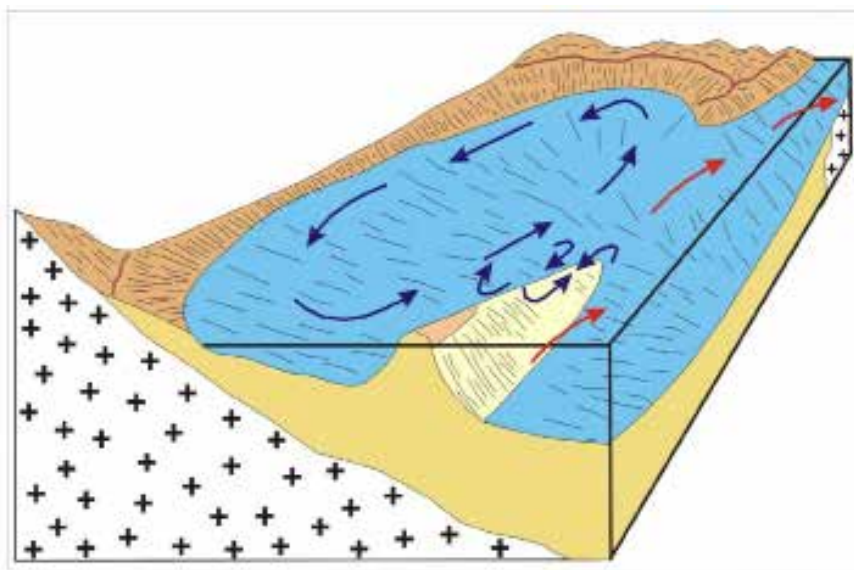


Figura 2 - Modelo esquemático da evolução da Baía de Sepetiba e da Restinga da Marambaia. Nota: Destaque para a ação das correntes circulares internas da baía (em azul) e a migração do corpo arenoso que resultaria na Restinga da Marambaia, no sentido W-E (em vermelho). Modificado de Roncarati & Barrocas (1978).

OBJETIVO DO ESTUDO

Este trabalho visa efetuar a cronologia de eventos paleoambientais relacionados com a evolução da planície de maré de Guaratiba, região nordeste da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. São divulgados dados texturais, geoquímicos (carbono orgânico total, teor de carbonatos e enxofre total), isótopos estáveis e microfaunais (assembléias de foraminíferos bentônicos), de um testemunho coletado no Manguezal de Guaratiba, obtidos e estudados por Pinto et al. (2016). O estudo permitiu traçar um cenário paleoambiental dessa região interna da Baía de Sepetiba.

METODOLOGIA

Este trabalho baseou-se no estudo do testemunho T1 coletado no Manguezal de Guaratiba, correspondendo à zona de planície de maré inferior da região NE da Baía de Sepetiba (Figura 3).

O testemunho T1 (com 480 cm de comprimento) foi coletado na planície de maré do Manguezal de Guaratiba (latitude 23°00'S; longitude 43°37'W), em maio de 2012, sob condições de maré baixa. Essa etapa ocorreu em colaboração com o Laboratório de Geologia Marinha da Universidade Federal Fluminense (LAGEMAR-UFF).

Para a realização da sondagem foi utilizado um Trado Russo, que é um amostrador manual que permite a coleta de seções sucessivas de 50 cm (Figura 4). Com essa metodologia foi possível a aquisição de um testemunho de 490 cm, dividido em nove seções de 50 cm. Entretanto, considerando que entre cada seção houve perda de sedimento correspondente ao comprimento da ponteira do amostrador, a coluna recuperada totalizou 480 cm.

No Laboratório de Micropaleontologia da Faculdade de Geologia da UERJ, as seções componentes do testemunho T1 foram desembrulhadas do filme plástico, fotografadas e descritas macroscopicamente de acordo com a metodologia de Figueiredo Jr. (1990), considerando características como: granulometria, cor, estruturas sedimentares, presença de fragmentos biogênicos (raízes de plantas e conchas de moluscos). Após ser descrito macroscopicamente, o testemunho T1 foi subamostrado em intervalos de 5 cm para que fossem realizados os procedimentos para as análises granulométricas, geoquímicas e micropaleontológicas.

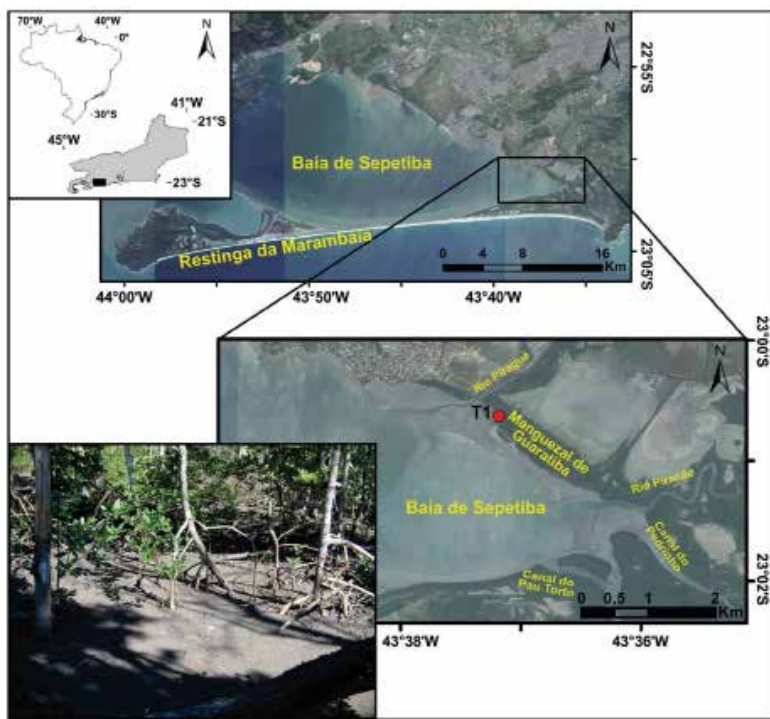


Figura 3 - Localização do testemunho T1, na área de estudo. Modificado de Pinto et al. (2016).



Figura 4 - A: coleta manual dos sedimentos do testemunho T1 com o Trado Russo no Manguezal de Guaratiba; B: seção recém-recolhida, ainda no amostrador.

A primeira etapa laboratorial consistiu em secar as amostras de sedimento total destinadas à granulometria, para a determinação do peso seco inicial. Os conteúdos de matéria orgânica e carbonato foram eliminados respetivamente, com 5 ml de peróxido de hidrogénio (H_2O_2) a 10% e 5 ml de ácido clorídrico (HCl) a 30%. Livres de matéria orgânica e carbonatos, a fração mais grossa dos sedimentos ($>1000\ \mu m$) foi separada por peneiramento. A fração sedimentar $<1000\ \mu m$ foi levada a um microgranulômetro a *laser* modelo MasterSizer2000, que se baseia na utilização da resposta da difração de raios *laser* na determinação do tamanho das partículas.

Os dados de granulometria foram tratados estatisticamente no programa Gradistat v8 com base em Excel (BLOTT & PYE, 2001), que calcula os parâmetros estatísticos, de acordo com Folk & Ward (1957) como: média granulométrica, seleção, curtose e assimetria.

Datação por Carbono 14

Conchas de moluscos recuperadas em três níveis do testemunho T1 foram datadas pelo método do radiocarbono (^{14}C), por espectrometria de massa com aceleradores (AMS na sigla em inglês), no Laboratório Beta Analytic Inc. (Flórida, EUA). O método fornece idades convencionais, que foram depois calibradas em anos AP (anos cal. AP) e anos Domine (anos cal. AD).

O efeito de reservatório, que atua sobre os carbonatos marinhos, foi corrigido pelo programa de calibração Marine IntCal13 – calibração 2-sigma. O programa é aplicado sobre as datas de radiocarbono determinadas (TALMA & VOGEL, 1993; REIMER et al., 2013). Valores de $\delta^{13}C$ foram também obtidos no material usado para datação e utilizados na calibração das idades de C^{14} . O modelo de idade e a estimativa da taxa de acumulação de sedimentos para o testemunho estudado foram estabelecidos através da interpolação das datações obtidas.

Dados geoquímicos

O procedimento para a determinação das porcentagens de carbonato de cálcio ($CaCO_3$), carbono orgânico total (COT) e enxofre total (S) foi realizado no Laboratório de Estratigrafia Química e Geoquímica Orgânica (LGQM), da UERJ.

A primeira etapa consistiu na pulverização dos sedimentos em um almofariz de ágata e passagem das amostras em peneira de 80 *mesh*, sendo a fração mais fina utilizada e acondicionada em frascos com as respectivas profundidades. Então, foi realizado o ataque ácido com HCl a 50% durante aproximadamente 12 horas, com o objetivo de eliminar os carbonatos. Após a acidificação, as amostras foram lavadas cinco vezes, sendo a primeira lavagem feita com água destilada a 100°C e as outras lavagens em temperatura ambiente, eliminando-se assim os cloretos formados pelo HCl. Por fim, as amostras foram secas em banho de luz a 80°C e pesadas novamente. As pesagens realizadas antes e depois da acidificação forneceram a quantidade de carbonatos eliminados da amostra, em porcentagem de massa. A quantidade de sedimento que não foi eliminada nesse processo é chamada de resíduo insolúvel (R.I.) e com base nesses valores foram calculadas as porcentagens de (CaCO₃).

As amostras, já livres de CaCO₃, foram levadas ao equipamento LECO SC-444 e submetidas a uma temperatura de 1.350°C até a sua combustão total. Durante a combustão, o CO₂ que se desprende foi carregado até à célula de infravermelho e detectado, assim como o enxofre sob a forma de SO₂. Com a calibração baseada em amostras-padrões introduzidas antes e depois das análises, as quantidades de CO₂ e SO₂ detectadas forneceram diretamente as porcentagens em peso de COT e S, em função do peso inicial da amostra antes da acidificação.

Isótopos de carbono e oxigênio (d¹³C e d¹⁸O)

As razões isotópicas δ¹³C e δ¹⁸O foram determinadas em carapaças da espécie de foraminífero bentônico *Ammonia tepida*, cuja constância e preservação numa seção intermediária do testemunho T1 foram consideradas adequadas. Os procedimentos dessa etapa foram realizados no Laboratório de Geoquímica Orgânica e Estratigrafia Química da Faculdade de Geologia da UERJ (LGQM-UERJ).

As testas foram primeiramente lavadas em ultrassom com água destilada, a fim de eliminar impurezas. Cada amostra foi colocada para reagir com ácido ortofosfórico a 100%, em temperatura de 25°C, durante 12 horas. O gás carbônico eliminado durante a reação foi extraído em uma coluna de alto vácuo usando purificação criogênica de acordo com método proposto por Craig (1957), e direcio-

nado ao equipamento “Kiel IV Carbonate Devise” e o analisador “Delta V Plus – Isotope Ratio MS” (Thermo Scientific), que forneceram as razões isotópicas.

Os resultados foram comparados a um padrão de CO₂ gasoso obtido das carapaças de belemnites (molusco fóssil *Belemnites americana* da Formação Peedee, no estado da Carolina do Norte, EUA) – Pee Dee Belemnite (PDB). Assim, os dados de carbono e oxigênio são mostrados pelo parâmetro δ definido por: $\delta (\text{‰}) = (R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}} / R_{\text{padrão}}) \times 1000$. Neste parâmetro, os valores de R correspondem a C¹³/C¹² (d¹³C) e O¹⁸/O¹⁶ (d¹⁸O). A acurácia da análise é de 0,066 ‰.

Foraminíferos

Neste trabalho optou-se por basear a análise microfaunística considerando a densidade de foraminíferos num volume constante de sedimento (10 ml) recolhido ao longo do testemunho analisado. O sedimento total inicial foi lavado com água destilada em peneira com abertura de 63 µm. A matriz de dados microfaunísticos foi construída com base na contagem do número de indivíduos de cada espécie por amostra no volume de 10 ml. Foi também determinada a riqueza específica de espécies em cada amostra.

A identificação das espécies foi baseada em trabalhos de vários autores como Cushman & Brönnimann (1948), Loeblich & Tappan (1964, 1988), Tinoco (1965), Yassini & Jones (1995), Debenay et al. (1998), Semensatto-Jr. & Dias-Brito (2004), Murray (2006) e Laut et al. (2012). Os nomes das espécies foram atualizados de acordo com o catálogo online WorMS (www.marinespecies.org), consultado entre janeiro e dezembro de 2016.

Tratamento estatístico: análises multivariadas

As análises multivariadas foram realizadas com o programa Statistica 12.0 (StatSoft). Somente as espécies mais abundantes e frequentes foram consideradas na análise estatística, que teve como objetivo relacionar dados bióticos e abióticos.

Antes de serem tratados, os dados foram transformados logaritmicamente [$\log(x+1)$], a fim de se aproximarem da norma-

lização. Foi usada a Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis – PCA) para identificar os principais fatores que controlam a distribuição das espécies ao longo do testemunho. A visualização dessas relações é feita através de diagramas e da plotagem dos valores dos *scores* dos fatores da PCA em gráficos e tabelas.

RESULTADOS

Modelo de idades

A Tabela 1 apresenta os resultados das datações por radiocarbono em conchas de moluscos recolhidas nos níveis 250 cm, 285 cm e 340 cm do testemunho T1. O método forneceu valores de $\delta^{13}\text{C}$, usados também na calibração das idades. A Figura 5 mostra o modelo de idades para o testemunho T1, obtido através de interpolação linear dos resultados das datações calibradas (2 Sigma) antes do presente (AP). Com base nesse modelo foi estimada uma idade de ≈ 2.400 anos cal. AP para a base do testemunho.

Tabela 1 – Idades de radiocarbono medidas, convencionais, calibradas Antes do Presente (cal AP) e calibradas *Ano Domine* (AD), valores de $\delta^{13}\text{C}$ e taxa média de acumulação estimada para os intervalos analisados. Modificado de Pinto et al. (2016)

Profundidade (cm)	Idade Medida de Radiocarbono (AP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Idade Convencional de Radiocarbono (anos cal AP)	Idade Calibrada (anos cal AP)	Idade Calibrada Ano Domine (anos cal AD)	Idade Calculada (anos cal AP)	Taxa Média de Acumulação (cm/ano)
250	400 ± 30	0,1 ‰	810 ± 30	550 a 425	1400 a 1525	488±63	0.51
285	540 ± 30	0,8 ‰	940 ± 30	660 a 505	1290 a 1445	583±78	0.10
340	1310 ± 30	0,9 ‰	1710 ± 30	1400 a 1240	550 a 710	1320±80	0.13

Através das datações obtidas, foi possível estimar a taxa média de acumulação, em cm/ano, em várias seções do testemunho. As taxas médias de acumulação mais baixas (0,10 cm/ano) observaram-se no período entre 583±78 anos cal. AP e 488±63 anos cal. AP e atingiram o valor máximo de 0,51 cm/ano entre 488±63 anos cal. AP e a atualidade.

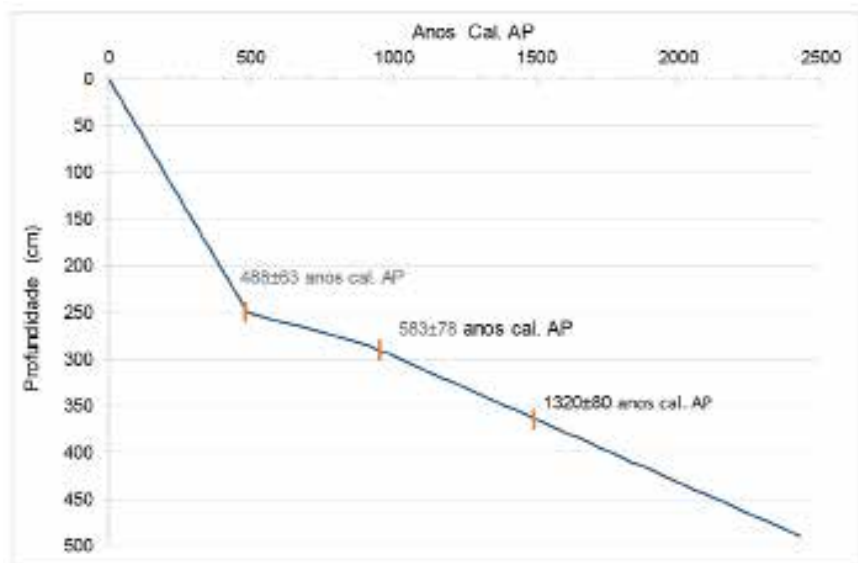


Figura 5 - Modelo de idades para o testemunho T1, obtido por interpolação linear dos dados de radiocarbono (idades calibradas antes do presente) ao longo do testemunho. Modificado de Pinto et al. (2016).

Textura dos sedimentos

A Figura 6 exibe o perfil sedimentológico do testemunho T1, composto essencialmente de areia fina. Há ciclos de grano-decrescência ascendente. A base do testemunho é composta de areia grossa, sendo o topo composto por sedimento fino (sobretudo entre 450-360 cm; 360-230 cm; 140-100 cm e 90-20 cm). O testemunho T1 apresenta bioclastos (fragmentos de moluscos e valvas inteiras) em sua seção mediana (350-240 cm). Fragmentos de vegetais oxidados foram também identificados a partir de 160 cm até o topo do testemunho.

Os dados da granulometria dos sedimentos do testemunho T1 estão representados pelas porcentagens das frações de areias: grossa (1.000-500 μm), média (500-250 μm), fina (250-125 μm) e muito fina (125-63 μm); silte: muito grosso (63-31 μm), grosso (31-16 μm), médio (16-8 μm), fino (8-4 μm) e muito fino (4-2 μm); e argila (<2 μm).

Os sedimentos do testemunho T1 são compostos basicamente por areia (>63 μm ; 94-24%, média = 69 %). As porcentagens das frações finas (<63 μm) variam entre 69-6% (média = 30%). A

fração fina mais abundante é silte grosso ($63\text{-}31\text{ }\mu\text{m}$), oscilando entre 29% e 1% (média= 15%). A argila ($<2\text{ }\mu\text{m}$) é a fração fina menos abundante, com um valor máximo de 7% nas amostras. Os sedimentos são compostos em geral por duas modas, sendo a média de valor da moda 1 de $\approx 380\text{ }\mu\text{m}$ e da moda 2 de $\approx 243\text{ }\mu\text{m}$. Nas secções de granulometria mais grossa ou mais fina, os sedimentos são unimodais.

Na Figura 7, são apresentados gráficos em função da profundidade dos valores de seleção (σ), assimetria (ϕ) e curtose (K) juntamente com as porcentagens de areia grossa + areia média (%) e fração fina do sedimento ($<63\text{ }\mu\text{m}$, %).

O tamanho médio do grão (TMG) varia de $31\text{ }\mu\text{m}$ a $598\text{ }\mu\text{m}$ (média de $185\text{ }\mu\text{m}$), o que comprova a descrição textural indicativa de que o testemunho é constituído por areia fina. O tamanho dos grãos aumenta ciclicamente, como por exemplo entre 450-400 cm, 370-340 cm, 255-240 cm, 175-115 cm e 90-60 cm. Essas seções do testemunho com sedimentos mais grossos são caracterizados principalmente pelo aumento do total de frações areia grossa+ areia média (100-250 μm).

Os valores da seleção dos grãos do sedimento (s ; desvio padrão) variam entre 2,04 em 440 cm e 5,94 em 480 cm, com média de 3,46; as amostras apresentam, em geral, sedimentos pobremente selecionados. A assimetria (ϕ) apresenta valores entre -0,67 e 0,16 (média= - 0,18). Os sedimentos variam, na sua maioria, de simétricos a uma simetria muito negativa, tornando-se muito mais negativos nas seções do testemunho com sedimentos mais grosseiros: entre 440-425 cm (-0,48 a -0,37), 370-340 cm (-0,61 a -0,54) e 85 cm (-0,64). Os valores mais positivos de assimetria foram identificados nos níveis de 315 cm (0,12), 275 cm (0,13), 195 cm (0,15) e 65 cm (0,13), todos compostos predominantemente por areia muito fina. Os valores de curtose (k) oscilam ao longo do testemunho em torno de um valor médio de 1,01, com predominância de sedimentos mesocúrticos.

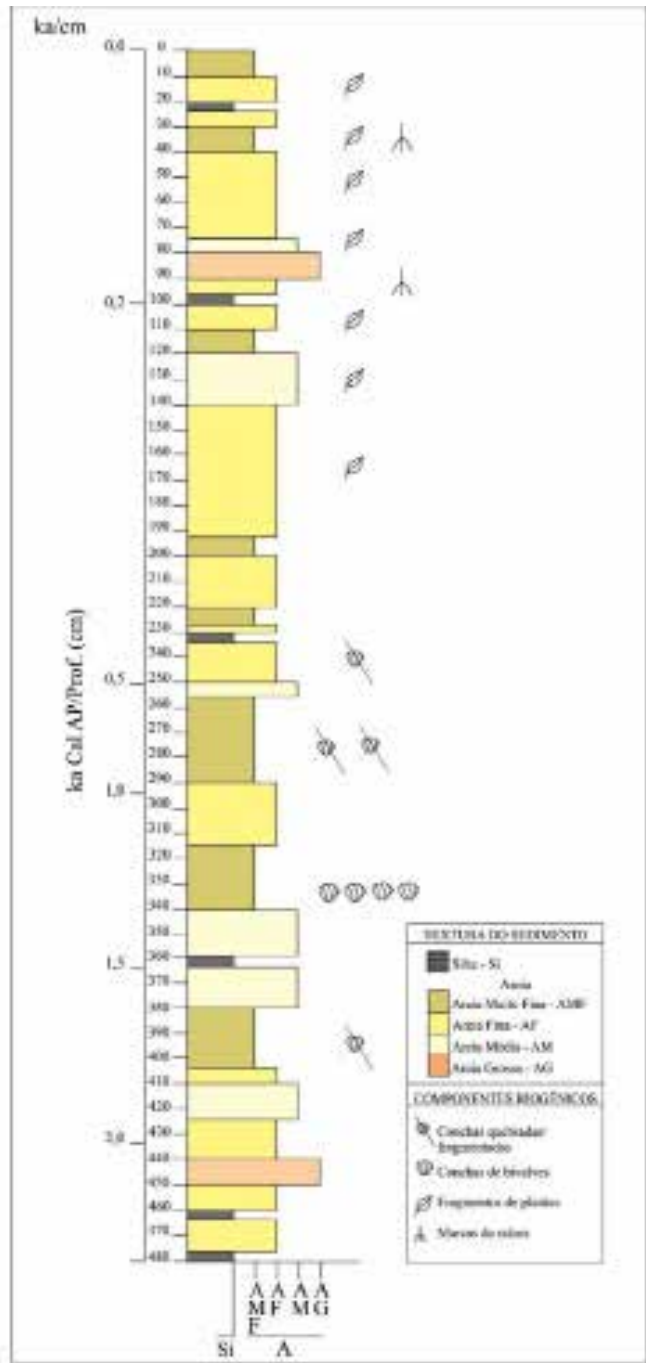


Figura 6 - Descrição textural do testemunho T1. Modificado de Pinto et al. (2016).
Legenda: Ka - mil anos.

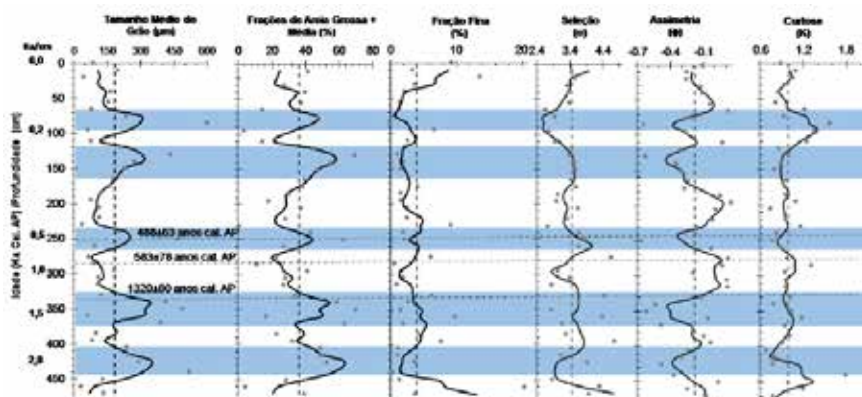


Figura 7– Gráficos em função da profundidade dos valores de Tamanho Médio dos Grãos (TMG; μm), frações de areia média + grossa (%) e fração fina (%), assim como seleção (σ), assimetria (ϕ) e curtose (K) dos sedimentos em função da profundidade do testemunho T1. Os valores de cada variável são representados por pontos, a média dos valores, por linhas pretas pontilhadas, e a média móvel, por linhas pretas sólidas. Uma escala de idades estimadas em anos cal. AP, assim como idades de radiocarbono dos níveis datados são representados também na figura. As faixas azuis marcam as seções onde se registra aumento da granulometria do sedimento. Modificado de Pinto et al. (2016).

Geoquímica

Na Figura 8 foram incluídos gráficos, em função da profundidade, do tamanho médio do grão (TMG, μm), COT (%), CaCO_3 (%) e S (%). Os teores de COT variam entre 0,62%, em 305 cm de profundidade, e 7,03%, no topo do testemunho (nível de 0 cm). Valores de COT abaixo da média (1,85%) foram registrados na seção entre 480-130 cm, ou seja na parte inferior do testemunho. A partir de 250 cm, há uma tendência de aumento do COT ($R^2 = 0,66$; Figura 8).

Os valores de CaCO_3 variaram entre 10% e 23% (média=16%). Foi observada uma tendência de aumento dos valores dessa variável em direção ao topo ($R^2 = 0,63$). Os teores de S oscilaram entre 0,12% e 1,13% (média= 0,63%). Em geral, valores mais baixos de S foram registrados nas seções entre 350-120 cm e 40-0 cm. Entre 350 cm e 120 cm há concentrações relativamente baixas de COT. Os valores mais elevados de COT foram registrados entre 40 e 0 cm.

Dados de isótopos estáveis foram obtidos na seção entre 340-185 cm, devido à quantidade suficiente de foraminíferos calcá-

rios encontrados nessa faixa do testemunho. Nessa seção, os valores de $\delta^{18}\text{O}_{A.tepida}$ oscilaram entre -4.769 ‰ e -1.201 ‰, e os de $\delta^{13}\text{C}_{A.tepida}$, entre -4.598 e -1.851 ‰ (Tabela 2).

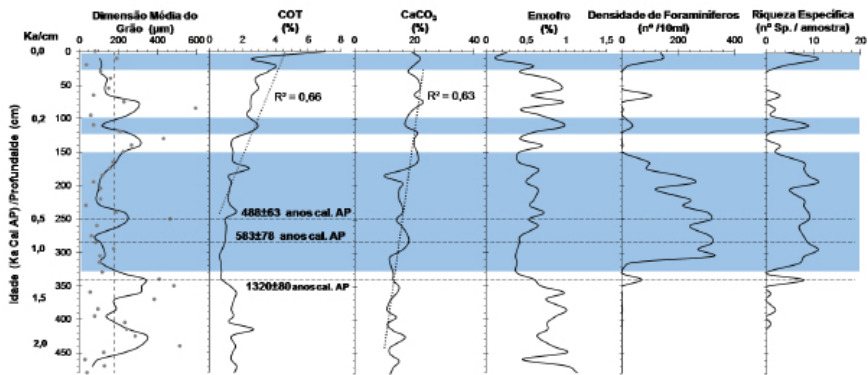


Figura 8 - Gráficos em função da profundidade dos valores do tamanho médio dos grãos (TMG; μm), COT (%), CaCO_3 (%) e S (%) e parâmetros bióticos – densidade de foraminíferos (testas/10 cm^3) e riqueza específica (n° de espécies/amostra). Os dados são representados por pontos, a média dos valores, por linhas pretas pontilhadas, e a média móvel, por linhas pretas sólidas. Estão representados também na figura: uma escala de idades estimadas em anos cal. AP e as idades de radiocarbono dos níveis datados. As faixas azuis marcam as principais seções com maior abundância de foraminíferos. Modificado de Pinto et al. (2016).

Tabela 2 – Valores de $\delta^{18}\text{O}_{A.tepida}$ (‰) e $\delta^{13}\text{C}_{A.tepida}$ (‰) na seção 340-185 cm do testemunho T1. Modificado de Pinto et al. (2016).

Profundidade (cm)	$\delta^{18}\text{O}_{A.tepida}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{A.tepida}$ (‰)
185	-1.201	-1.851
195	-1.397	-2.237
205	-1.434	-2.487
220	-1.470	-2.675
230	-1.528	-2.490
240	-1.532	-1.583
250	-1.625	-2.395
260	-1.808	-2.753
275	-1.869	-2.610
285	-2.184	-3.096
295	-2.438	-2.492
305	-2.879	-3.574
315	-4.409	-4.437
340	-4.769	-4.598

A Figura 9 apresenta os valores em função da profundidade de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$. A plotagem desses valores mostra que eles apresentam mudanças cíclicas, sendo observados aumentos simultâneos nos valores de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$.

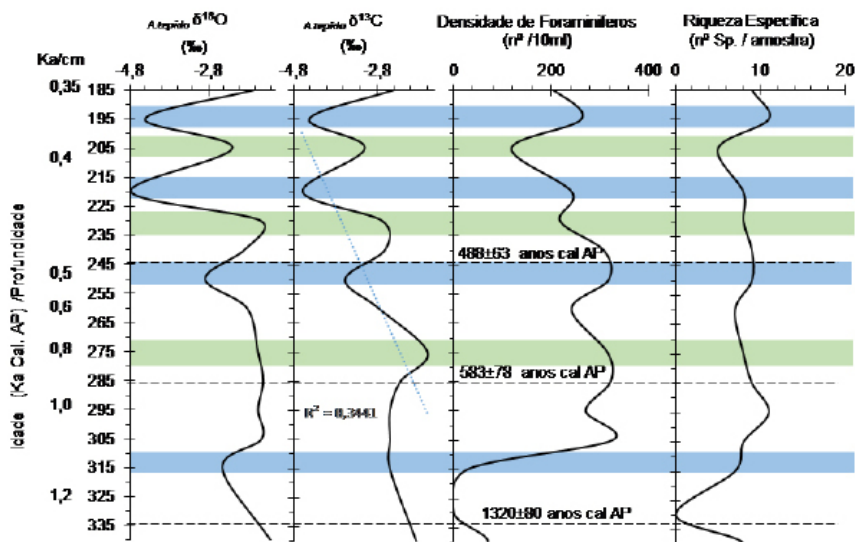


Figura 9 – Valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$, densidade de foraminíferos (número de testas/10 ml de sedimento) e riqueza específica (número de espécies por amostra) na seção 340-185 cm do testemunho T1. Estão representados também na figura: uma escala de idades estimadas em anos cal. AP e as idades de radiocarbono dos níveis datados. As faixas azuis assinalam as principais seções onde os valores de $\delta^{18}\text{O}$ decresceram. As faixas verdes assinalam seções onde se observam picos de $\delta^{13}\text{C}$. Modificado de Pinto et al. (2016).

Foraminíferos bentônicos

Foi identificado um total de 31 espécies de foraminíferos bentônicos: 15 calcárias e 16 aglutinantes (Tabela 3). A densidade de foraminíferos ao longo do testemunho T1 variou de 0 a 325 espécimes/10 ml (Figura 10). Os foraminíferos foram raros ou ausentes entre 480-350 cm, em 130 cm, entre 95-75 cm e entre 55-30 cm. A densidade mais alta foi observada entre 340-165 cm, em 110 cm, em 65 cm e nos primeiros 20 cm do testemunho.

Na seção 340-165 cm, as assembleias são compostas na sua maioria por espécies calcárias. No entanto, nos níveis de 110 cm, 65 cm e nos primeiros 20 cm do testemunho, as assembleias incluem quase que exclusivamente espécies aglutinantes. Entre 195 cm e 175

cm, as assembleias contêm foraminíferos calcários e aglutinantes.

As espécies mais abundantes e comuns ao longo do testemunho T1 são, por exemplo, *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Arenoparrella mexicana*, *Criboelphidium excavatum*, *Criboelphidium poeyanum*, *Elphidium gunteri*, *Entzia macrescens*, *Haynesina germanica* e *Trochammina inflata*.

**Tabela 3 – Lista de espécies identificadas no testemunho T1
(baseado em Pinto et al., 2016).**

<i>Ammoastuta inepta</i> (Cushman & McCulloch, 1939)
<i>Ammotium cassis</i> (Parker, 1870)
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny, 1839)
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)
<i>Ammonia rolshauseni</i> (Cushman & Bermúdez, 1946)
<i>Arenoparrella mexicana</i> (Kornfeld, 1931)
<i>Blymasphaera brasiliensis</i> (Brönnimann, 1988)
<i>Bolivina striatula</i> (Cushman, 1922)
<i>Bolivinelina translucens</i> (Phleger & Parker, 1951)
<i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny, 1839)
<i>Criboelphidium poeyanum</i> (d'Orbigny, 1826)
<i>Criboelphidium vadeszens</i> (Cushman & Brönniman, 1948)
<i>Elphidium discoidale</i> (d'Orbigny, 1839)
<i>Criboelphidium excavatum</i> (Terquem, 1875)
<i>Elphidium gunteri</i> (Cole, 1931)
<i>Haplophragmoides manilaensis</i> (Andersen, 1952)
<i>Haplophragmoides wilberti</i> (Andersen, 1953)
<i>Haynesina germanica</i> (Ehrenberg, 1840)
<i>Entzia polystoma</i> (Bartenstein & Brand, 1938)
<i>Miliammina fusca</i> (Brady, 1870)
<i>Paratrochammina clossi</i> (Brönnimann, 1979)
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> d'Orbigny, 1839
<i>Siphotrochammina lobata</i> (Saunders, 1957)
<i>Tiphotrocha comprimata</i> (Cushman & Brönnimann, 1948)
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)
<i>Entzia macrescens</i> (Brady, 1870)
<i>Trochamminita salsa</i> (Cushman & Brönnimann, 1948)
<i>Warrenita palustris</i> (Warren, 1957)

A riqueza específica (RE) variou entre 0 e 11 espécies por amostra, atingindo os maiores valores nas seções com as densidades de foraminíferos mais elevadas. A densidade de foraminíferos e a RE atingiram os maiores valores na seção 315-260 cm, onde foram

identificados os valores mais elevados de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ de *A. tepida*. Registra-se uma redução nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ de *A. tepida* na seção 275-195 cm, seguida por uma redução geral da densidade de foraminíferos e da RE. Essa tendência é menos clara para os valores de $\delta^{18}\text{O}$ de *A. tepida*.

Ammonia parkinsoniana, *A. tepida*, *Criboelphidium/Elphidium spp.* e *H. germanica* são as espécies mais abundantes na seção 340-165 cm. Além disso, as espécies *Bolivina striatula* e *Buliminella elegantissima* têm ocorrências significativas entre 350 e 175 cm. Por outro lado, nos 150 cm mais ao topo do testemunho, onde as assembleias são compostas apenas por espécies aglutinantes, a espécie mais abundante é *A. mexicana*. Outras espécies foram também observadas, como *E. macrescens*, *Haplophragmoides manilaensis*, *Haplophragmoides wilberti*, *Miliammina fusca* e *T. inflata*.

Resultados estatísticos

Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA, na sigla em inglês) baseados nas variáveis mais significativas (abundância das espécies e parâmetros abióticos) em todos os níveis estudados do testemunho T1 estão representados na Figura 11. Os dois primeiros fatores extraídos do PCA – Fator 1 e Fator 2 – juntos explicam 58% da variabilidade dos dados (Tabela 4). O gráfico do Fator 1 contra o Fator 2 permite distinguir quatro grupos principais de variáveis, como mostra a Figura 11A. Os grupos referidos são constituídos pelas seguintes variáveis: I – COT e S; II – riqueza específica, densidade de foraminíferos, areia muito fina (63-125 μm), *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *B. elegantissima*, *B. striatula*, *C. excavatum*, *C. poeyanum*, *C. vadescens*, *E. discidale*, *E. gunteri* e *H. germanica* e; III – COT, CaCO_3 , *A. mexicana*, *E. macrescens* e *T. inflata* e; IV – S.

Considerando todos os níveis analisados, o COT é a única variável com correlação positiva significativa ($p > 0.50$) com o Fator 1, que explica 40% da variabilidade dos dados (Tabela 4). Esse fator tem correlações negativas significativas com muitas variáveis como riqueza específica, densidade de foraminíferos, *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *B. striatula*, *C. excavatum*, *C. poeyanum*, *C. vadescens*, *E. discidale*, *E. gunteri*, *Elphidium sp.* e *H. germanica*. O Fator 2, que explica 18% da variabilidade dos dados, tem correlação positiva significativa ($p > 0.50$) com o COT, *E. macrescens*, *T. inflata* e *A. mexicana* (Tabela 4).

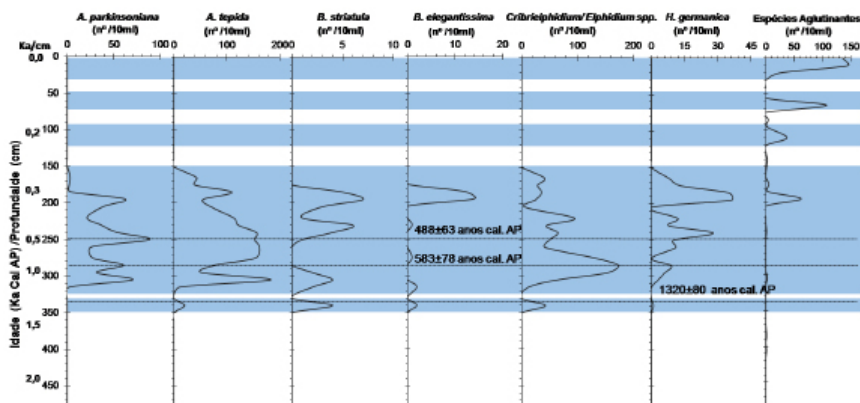


Figura 10 – Valores de abundância absoluta (nº/10 ml) dos principais *taxa* e grupos de espécies de foraminíferos bentônicos do testemunho T1. Estão representados também na figura: uma escala de idades estimadas em anos cal. AP e as idades de radiocarbono dos níveis datados. Estão assinaladas a azul seções onde se registra a presença de foraminíferos. Modificado de Pinto et al. (2016).

As relações entre as variáveis analisadas nos níveis do testemunho T1 com dados isotópicos, seção 340-185 cm, são expressas em grupos estabelecidos pelo PCA da Figura 11B. Na interpolação dos Fatores 1 e 2, que explicam 51% da variabilidade dos dados (Tabela 5), destaca-se o grupo II, relacionado a sedimentos mais finos, em oposição ao grupo I, composto por frações de areias médias e grossas. O grupo II é composto ainda pelas seguintes variáveis: $\delta^{18}\text{O}_{A. tepida}$, $\delta^{13}\text{C}_{A. tepida}$, COT, riqueza específica, densidade de foraminíferos, CaCO_3 , *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *H. germanica*, *C. poeyanum* e *C. vadescens*. O grupo III engloba *B. striatula*, *B. elegantissima*, *A. mexicana*, *E. macrescens*, *T. inflata* e COT.

A Figura 12 inclui gráficos em função da profundidade dos *scores* dos Fatores 1 e 2 ao longo do testemunho T1, do PCA da Figura 11. Esses gráficos são comparados com a densidade de foraminíferos, abundância de espécies aglutinantes (como *E. macrescens*, *T. inflata* e *A. mexicana*) e valores da razão C/S. Os valores dos *scores* do Fator 1 diminuem significativamente em torno de 340 cm e na seção 330-165 cm, em coincidência com a queda na diversidade dos foraminíferos. O *Score* do Fator 2 aumenta principalmente em 195 cm, 110 cm, 65 cm e nos primeiros 20 cm do testemunho. O aumento dos valores do *Score* do Fator 2 corresponde ao incremento das espécies de foraminíferos aglutinantes. Os valores da razão C/S

aumentam discretamente entre 175-30 cm e apresentam um destacável aumento de 20 cm até ao topo do testemunho.

Tabela 4 – Correlações associadas aos Fatores 1 e 2, que explicam 58% da variabilidade dos dados, em análise de PCA. As correlações significativas ($p > 0.50$) estão destacadas em negrito. Modificado de Pinto et al. (2016).

Variáveis/ Fatores	Factor 1	Factor 2
Tamanho médio do grão (μm)	0.18	-0.25
Areia muito fina (%)	-0.35	0.21
Carbono orgânico total (%)	0.50	0.58
Enxofre total (%)	0.40	-0.43
Carbonato de cálcio (%)	0.13	0.41
Riqueza específica (nº espécies /amostra)	-0.84	0.37
Densidade de foraminíferos (nº espécimes/10 ml)	-0.89	0.35
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (%)	-0.91	-0.06
<i>Ammonia tepida</i> (%)	-0.96	-0.10
<i>Arenoparrella mexicana</i> (%)	0.06	0.90
<i>Bolivina striatula</i> (%)	-0.70	0.08
<i>Buliminella elegantissima</i> (%)	-0.43	0.30
<i>Criboelphidium poeyanum</i> (%)	-0.90	-0.23
<i>Criboelphidium vadeszens</i> (%)	-0.57	0.13
<i>Elphidium discoidale</i> (%)	-0.51	-0.22
<i>Criboelphidium excavatum</i> (%)	-0.92	-0.22
<i>Elphidium gunteri</i> (%)	-0.76	-0.23
<i>Elphidium</i> sp. (%)	-0.62	-0.10
<i>Haynesina germanica</i> (%)	-0.83	0.06
<i>Trochammina inflata</i> (%)	-0.02	0.88
<i>Entzia macrescens</i> (%)	-0.10	0.86
Variabilidade explicada	0.40	0.18

Esses resultados evidenciam que valores isotópicos mais positivos estão relacionados com o aumento de COT, com a densidade dos foraminíferos, devido à presença de muitas espécies calcárias, nomeadamente *B. striatula*, *B. elegantissima* e de espécies aglutinantes, como *E. macrescens*, *T. inflata* e *A. mexicana*, e à riqueza específica.

Tabela 5 – Correlações associadas aos Fatores 1 e 2, que explicam juntos 51% da variabilidade dos dados, em análise de PCA. As correlações significativas ($p > 0.50$) estão destacadas em negrito. Modificado de Pinto et al. (2016)

Variáveis/ Fatores	Factor 1	Factor 2
$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	-0,93	0,00
$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	-0,87	0,05
Fração total de areia (%)	0,51	0,17
Fração total de finos (%)	-0,65	-0,11
Fração de argila (%)	-0,23	-0,16
Fração de areia grossa+ média (%)	0,41	0,31
Carbono orgânico total (%)	-0,70	0,30
Enxofre total (%)	-0,30	0,16
Carbonato de cálcio (%)	-0,38	-0,35
Riqueza específica (nº espécies /sample)	-0,35	0,13
Densidade de foraminíferos (nº espécimes/10 ml)	-0,80	-0,33
<i>Ammonia parkinsoniana</i> (%)	-0,69	-0,25
<i>Ammonia tepida</i> (%)	-0,74	-0,38
<i>Arenoparrella mexicana</i> (%)	-0,35	0,71
<i>Bolivina striatula</i> (%)	0,07	0,75
<i>Buliminella elegantissima</i> (%)	-0,01	0,84
<i>Criboelphidium poeyanum</i> (%)	-0,38	-0,83
<i>Criboelphidium vadescens</i> (%)	-0,45	-0,03
<i>Elphidium discaudale</i> (%)	0,09	-0,39
<i>Criboelphidium excavatum</i> (%)	0,14	-0,84
<i>Elphidium gunteri</i> (%)	0,05	-0,73
<i>Haynesina germanica</i> (%)	-0,72	0,25
<i>Trochammina inflata</i> (%)	-0,35	0,76
<i>Entzia macrescens</i> (%)	-0,39	0,83
Variabilidade explicada	0,26	0,25

DISCUSSÃO

Dados sedimentológicos

Os sedimentos do testemunho T1 são compostos essencialmente por quartzo. A seção mediana do testemunho (entre 340-150 cm) mostra também abundantes partículas biogênicas (conchas de moluscos e testas de foraminíferos); fragmentos de plantas são observados nos primeiros 150 cm.

O testemunho T1 é composto basicamente por sedimentos pobremente selecionados, representados por sedimentos finos e

areia muito fina. Foram registrados níveis mais grossos (areia média a grossa) nos intervalos entre 450-400 cm, 370-340 cm, 255-240 cm, 175-115 cm e 90-60 cm.

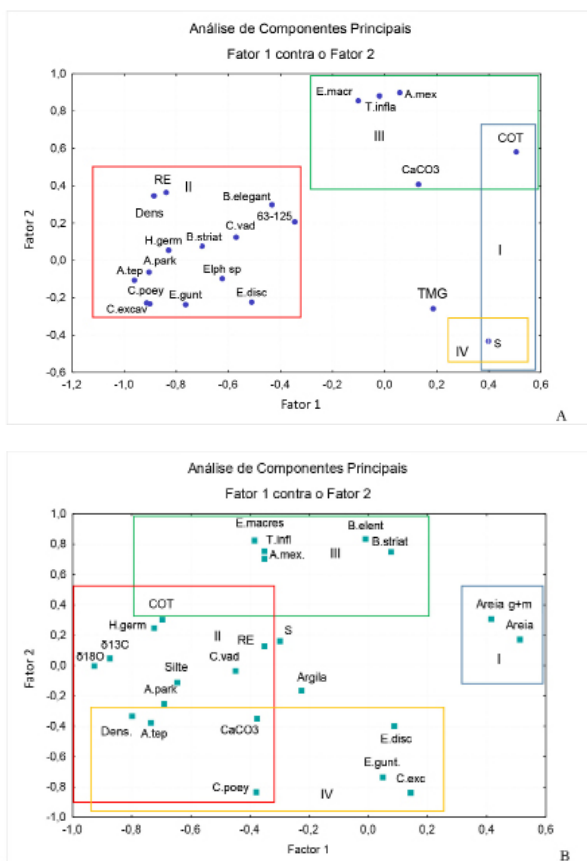


Figura 11 - Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA, na sigla em inglês) baseados nas variáveis mais significativas (abundância das espécies e parâmetros abióticos). A - em todos os níveis estudados do testemunho T1; B - nos níveis do testemunho T1 com dados isotópicos, seção 340-185 cm. Legenda: TMG - tamanho médio do grão (μm); Areia g+m - areia grossa+média; 63-125 - areia muito fina (%); COT- carbono orgânico total (%); S- enxofre total (%); CaCO₃ - carbonato de cálcio (%); RE - riqueza específica (nº espécies/amostra); Dens. - densidade de foraminíferos (nº/10 ml) e das seguintes espécies: A.park - *Ammonia parkinsoniana*; A.tep - *Ammonia tepida*; A.mex - *Arenoparrella mexicana*; B.striat - *Bolivina striatula*; B.elegant - *Buliminella elegantissima*; C.poe - *Criboelphidium poeyanum*; C.vad - *Criboelphidium vadesens*; E.disc - *Elphidium discoidale*; C.excav - *Criboelphidium excavatum*; E.gunt - *Elphidium gunteri*; Elph. sp. - *Elphidium* sp.; H.germ - *Haynesina germanica*; T.infla - *Trochammina inflata*; E.macr - *Entzia macrescens*. Modificado de Pinto et al. (2016).

As referidas características granulométricas revelam que o hidrodinamismo relacionado com o transporte e a deposição dos sedimentos oscilou de moderado a relativamente elevado durante os últimos 2.400 anos cal. AP, na área de estudo. Condições de hidrodinamismo mais forte podem ter ocorrido há ≈ 2000 anos cal. AP, ≈ 1500 anos cal. AP, ≈ 500 anos cal. AP, ≈ 250 anos cal. AP e ≈ 100 anos cal. AP.

No entanto, na seção entre 340-165 cm, os sedimentos tendem a ser mais finos e a apresentar valores menores de seleção e mais positivos de assimetria, e valores intermediários de curtose. Esses resultados sugerem que os sedimentos depositados entre 1.300-300 anos cal. AP tendem a ser mais bem selecionados, com assimetria mais positiva e mais platicúrticos, com exceção do material depositado há cerca de 500 anos cal. AP. Tais características texturais indicam uma longa prevalência de condições hidrodinâmicas relativamente fracas. Estas teriam sido interrompidas por ciclos de alto hidrodinamismo como o que se registrou há cerca de 500 anos cal. AP.

As porcentagens de COT e S nos sedimentos depositados entre 1.300-300 anos cal. AP (entre 340-165 cm, a seção mediana do testemunho) são relativamente baixas (quando comparadas com a que se verifica no topo do testemunho), e nas seções correspondentes a esse período há conchas de moluscos bem preservadas e densidades relativamente elevadas de testas de foraminíferos bentônicos calcários.

Nos primeiros 50 cm do topo do testemunho e que correspondem aos últimos 100 anos cal. AP, os sedimentos finos tendem a predominar. Nesse período, os valores de seleção e curtose tendem a aumentar, e a assimetria, a diminuir. Tais características revelam que os sedimentos se tornaram cada vez menos selecionados, com assimetria mais negativa e mais leptocúrticos, o que pode estar relacionado a condições de menor hidrodinamismo, intercaladas com fases de maior energia.

Os teores de S tendem a aumentar nas seções onde os valores de COT são relativamente elevados. Entretanto, o S apresenta as mais baixas concentrações na seção mais superior do testemunho, onde foram registradas as maiores concentrações de COT. Esses resultados indicam que os valores de S devem estar relacionados essencialmente a processos diagenéticos provenientes da degradação de matéria orgânica e formação biogênica de pirita (FeS_2),

em ambientes anóxicos (SAUNDERS et al. 1997; KOHN et al. 1998). A redução nas concentrações de S nos 40 cm mais superficiais do testemunho T1 pode estar relacionada a condições menos favoráveis à formação e à preservação de pirita, a despeito do alto conteúdo de COT (MARTINS et al., 2015a).

As características texturais observadas no testemunho T1 estão de acordo com o cenário ambiental do Manguezal de Guaratiba. De acordo com Pereira et al. (2007), esse manguezal corresponde a uma zona de intermarés de baixa energia.

Composição das assembleias de foraminíferos bentônicos

As assembleias de foraminíferos bentônicos ao longo do testemunho T1 mostram riqueza específica relativamente baixa, incluindo na sua maioria espécies como *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *A. mexicana*, *C. excavatum*, *C. poeyanum*, *E. gunteri*, *H. germanica*, *T. inflata* e *E. macrescens*. Essas espécies são comuns tanto no Manguezal de Guaratiba quanto na Baía de Sepetiba, como observado por Zaninetti et al. (1976, 1977), Brönnimann et al. (1981 a, b), Laut et al. (2006, 2009, 2012, 2014) e Laut e Rodrigues (2011); são frequentes também em outros sistemas transicionais ao redor do mundo (MURRAY, 1991; 2006; COCCIONI et al., 2009; FRONTALINI et al., 2009, 2010; FRONTALINI & COCCIONI, 2011; MARTINS et al., 2010, 2011, 2013, 2014, 2015b, c, d, 2016; CAMACHO et al., 2015; CLEMENTE et al., 2015; LAUT et al. 2016).

O tamanho e a composição das assembleias mostram mudanças significativas ao longo do testemunho. Essas variações são parcialmente relacionadas ao tamanho dos grãos e à composição do sedimento, como indicado pelos resultados do PCA mostrados na Figura 12 e nas correlações associadas aos Fatores 1 e 2 do PCA (Tabela 4).

A composição do grupo II do PCA (Figura 11A) mostra que a riqueza específica, assim como a densidade de foraminíferos e a abundância de *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *B. striatula*, *B. elegantissima*, *C. excavatum*, *C. poeyanum*, *C. vadescens*, *E. discidale*, *E. gunteri* e *H. germanica* são essencialmente relacionadas ao aumento da fração de areia muito fina (63-125 µm). Inversamente, as espécies *E. macrescens*, *T. inflata* e *A. mexicana* estão mais relacionadas ao enriquecimento de COT e CaCO₃. Essas variáveis alcançaram os valores mais elevados no topo do testemunho T1, onde as espécies calcá-

rias são ausentes, dando lugar à fauna aglutinante. Esses resultados sugerem que o tamanho e a estrutura das assembleias de foraminíferos foram influenciados pelo hidrodinamismo e pela evolução das condições ambientais.

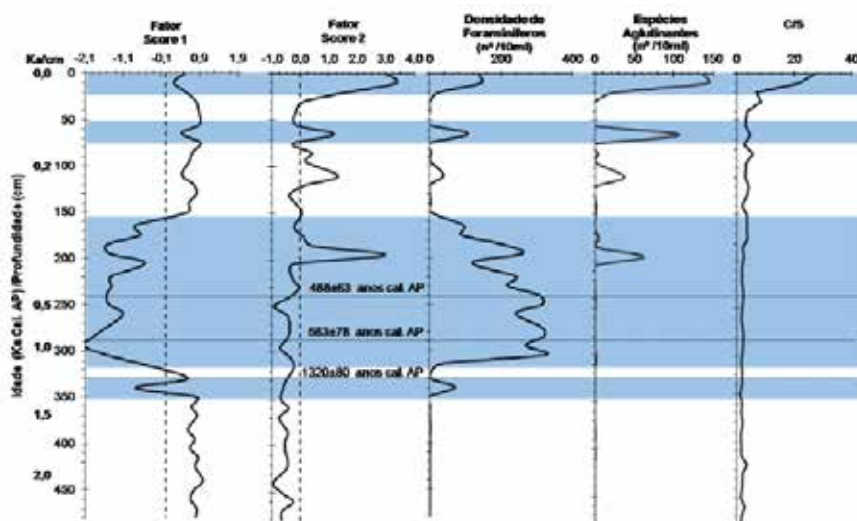


Figura 12 – Gráficos dos *scores* dos Fatores 1 e 2 ao longo do testemunho T1 (representados pela linha preta sólida e a média dos valores de cada fator assinalada pela linha preta pontilhada). Os gráficos são comparados com a densidade dos foraminíferos (nº/10 ml), abundância de espécies aglutinantes (nº/10 ml) e os valores da razão C/S. Estão também representadas: a escala de idades estimadas em anos cal. AP, assim como as idades de radiocarbono dos níveis datados. As bandas azuis representam períodos de imersão da área de estudo e as camadas verdes representam períodos de desenvolvimento e estabelecimento do manguezal atual. Modificado de Pinto et al. (2016). Legenda: Ka – mil anos; cal – calibrada; AP – antes do presente.

O Fator 1 do PCA (Figura 11A) tem uma correlação positiva significativa com COT e correlação negativa com a riqueza específica, densidade de foraminíferos, *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *B. striatula*, *C. excavatum*, *C. poeyanum*, *C. vadescens*, *E. discidale*, *E. gunteri*, *Elphidium sp.* e *H. germanica*. Essa correlação negativa indica que o aumento significativo de COT deu lugar a condições desfavoráveis para esse tipo de fauna com testas carbonatadas.

Depois de ≈ 350 anos cal. AP verifica-se um aumento acentuado dos teores de carbonatos, em coincidência com o incremento dos valores de COT. Esses resultados indicam que os carbonatos desses

sedimentos não estão relacionados ao influxo de sedimentos que desembocam na área de estudo, mas podem ter sido depositados em séries evaporíticas (e.g. WARREN, 1989, 1999; ROUCHY et al., 2001).

Essa possibilidade está de acordo com as características presentes no Manguezal de Guaratiba, um ecossistema transicional hipersalino (PEREIRA et al., 2007), que parece ser favorável à precipitação de carbonatos e onde a produtividade biológica é elevada, contribuindo para os teores elevados de COT no sedimento.

Na seção mediana do testemunho (340-165 cm) os sedimentos são finos, e apresentam valores de COT relativamente baixos. Essa seção é caracterizada por uma fauna mais diversificada e abundante de foraminíferos, dominada por espécies calcárias. Em tais condições, a fauna de foraminíferos responde positivamente ao discreto aumento de matéria orgânica. Essa resposta é indicada pela riqueza específica e densidade de foraminíferos, e pela abundância de *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *H. germanica*, *C. poeyanum* e *C. vades-cens* (Figura 11B; Grupo II). Esse aspeto é também sugerido pelo aumento de espécies como *B. striatula*, *B. elegantissima*, *A. mexicana*, *E. macrescens* e *T. inflata* (Figura 11B; Grupo III), notadamente conhecidas pela sua afinidade a altos teores de matéria orgânica na região (LAUT et al., 2006, 2009, 2011, 2012; LAUT & RODRIGUES, 2011) e em outros sistemas costeiros (e.g. COCCIONI et al., 2009; FRONTALINI et al., 2009, 2010; FRONTALINI & COCCIONI, 2011; MARTINS et al., 2010, 2011, 2013, 2015 b, c, d; CLEMENTE et al., 2015).

Em alguns níveis do testemunho T1, as assembleias de foraminíferos são pequenas e compostas por espécies calcárias e aglutinantes, como se observa entre 195-175 cm. Nessa secção, espécies como *B. striatula*, *B. elegantissima* coexistem com *A. mexicana*. O aumento dessas espécies pode estar relacionado ao aumento do COT no período entre $\approx$ 380-350 anos cal AP. Assim, as secções do testemunho onde ocorrem essas características sedimentológicas e microfaunísticas podem representar paleoeventos de aumento no suprimento de matéria orgânica em ambientes bentônicos e de depleção de oxigênio em águas rasas. As referidas espécies possuem comportamento oportunista quando o suprimento de matéria orgânica aumenta e são tolerantes a condições de baixa oxigenação (BRÖNNIMANN et al., 1981 a, b; SEN GUPTA &

MACHAIN-CASTILLO, 1993; MOODLEY et al., 1997, 1998; LAUT et al., 2009). A referida assembleia é também considerada de transição, entre assembleias essencialmente calcárias desenvolvidas no período entre ≈ 1300 -380 anos cal AP (340-195 cm), e uma microfauna exclusivamente aglutinante, que colonizou a área nos últimos ≈ 300 anos cal AP (150-0 cm). Essa assembleia inclui espécies como *A. mexicana*, *E. macrescens*, *H. manilaensis*, *H. wilberti*, *M. fusca* e *T. inflata*. A presença exclusiva de espécies aglutinantes e a ausência de espécies calcárias nesses níveis são indicativas de uma fauna típica de manguezal, associada a altos teores de matéria orgânica, expressivas e erráticas oscilações de parâmetros ambientais e altos valores de salinidade (LAUT et al., 2006, 2011, 2012; LAUT & RODRIGUES, 2011; MURRAY & ALVE, 2011; CAMACHO et al., 2015).

De acordo com a compilação de Murray (2006), essas espécies aglutinantes são típicas de pântanos salinos e manguezais. Tais características na microfauna de foraminíferos foram também observadas por outros autores (e.g. ZANINETTI et al., 1979; BRÖNNIMANN et al., 1981 b; SCOT et al., 1990). Na seção mais superficial do testemunho, os sedimentos são mais finos e mostram altos valores de COT. Essas feições indicam um aumento no grau de confinamento da região, que pode também ter evitado o desenvolvimento de espécies de foraminíferos bentônicos mais sensíveis a condições de baixa oxigenação e aumento excessivo de salinidade.

Mudanças ambientais nos últimos 2.400 anos cal AP

Características texturais e composicionais dos sedimentos, abundância e riqueza específica e a composição das assembleias do testemunho T1 indicam mudanças paleoambientais significativas ao longo dos últimos 2.400 anos na área ocupada atualmente pelo Manguezal de Guaratiba.

As testas de foraminíferos bentônicos são ausentes ou raras nos sedimentos depositados, por exemplo, entre ≈ 2400 -1400 anos cal. AP (480-350 cm), há cerca de ≈ 250 anos cal. AP (130 cm), entre ≈ 200 -150 anos cal. AP (95-75 cm) e entre ≈ 100 -50 anos cal. AP (55-30 cm).

Os sedimentos depositados no período entre ≈ 2400 -1400 anos cal. AP (480-350 cm) são caracterizados por partículas grandes, teores relativamente baixos de carbonatos, valores medianos de

COT e ausência ou raras testas de foraminíferos e de conchas de moluscos. Essas características estão de acordo com a prevalência de condições hidrodinâmicas mais fortes na área de estudo, que impediram o estabelecimento de populações de moluscos e de foraminíferos bentônicos.

Considerando os estudos de Roncarati & Barrocas (1978) e Roncarati & Carelli (2012), a Baía de Sepetiba deveria estar protegida pela Restinga da Marambaia a partir de 3.440 anos AP. As características texturais e composicionais dos sedimentos depositados entre ≈ 2400 -1900 anos cal. AP (480-415 cm) indicam que os mesmos podem pertencer a um banco de areia. Esse banco de areia deveria estar localizado na interface entre uma zona de quebra de ondas e a face de praia, com períodos de exposição subaérea e seca prolongada.

Os sedimentos depositados entre ≈ 1400 -300 anos cal. AP (350-150 cm) destacam-se pela redução no tamanho dos grãos, valores relativamente baixos de COT e carbonatos, e as mais altas densidades e diversidades de foraminíferos, assim como quantidades relativamente abundantes de bioclatos, e fragmentos de conchas de moluscos. Nesse período, as assembleias de foraminíferos são compostas na sua maioria por espécies calcárias como *A. parkinsoniana*, *A. tepida*, *C. excavatum*, *C. poeyanum*, *E. gunteri* e *H. germanica*. Essas espécies são comuns em ambientes costeiros de transição em diversas regiões do mundo (MURRAY, 1991; 2006) e são muito comuns em ambientes marinhos rasos da Baía de Sepetiba (ZANNETTI et al., 1977; BRÖNNIMANN et al., 1981 a, b; LAUT et al., 2009, 2012). Tais assembleias indicam que a área de estudo passou por um período de imersão entre ≈ 1400 e 300 anos cal. AP, o que pode ser apoiado também pelos valores da razão C/S (Figura 12), que são similares às encontradas em sedimentos marinhos (MORSE & EMEIS, 1990).

Entretanto, os resultados de $_{A.tepida} \delta^{18}O$ e $_{A.tepida} \delta^{13}C$ mostram algumas oscilações durante o período ≈ 1400 -300 anos cal. AP (350-150 cm). O aumento dos valores de $_{A.tepida} \delta^{18}O$ deve estar relacionado à influência de águas marinhas mais frias. Esses eventos são também correlacionados positivamente com valores de $_{A.tepida} \delta^{13}C$, ligados provavelmente a uma contribuição relativamente alta de carbono orgânico proveniente de produtividade biológica marinha.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos no testemunho T1 são similares aos registrados em espécimes vivos de *A. parkinsoniana* na Laguna de Bizerte (MARTINS et al., 2016). Nessa laguna a matéria orgânica que chega às comunidades bentônicas parece estar mais relacionada à produtividade biológica autóctone do que com contribuição continental de matéria orgânica (MARTINS et al., 2016).

Desse modo, os resultados de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ indicam a ocorrência de influência marinha no período entre ≈ 1400 -300 anos cal. AP (350-150 cm), na área de estudo. Durante esse período poderá ter havido episódios de maior incursão de águas marinhas frias na área de estudo.

A plotagem em profundidade dos *scores* dos Fatores 1 e 2, da densidade dos foraminíferos, da abundância das espécies aglutinantes e dos valores da razão C/S (Figura 12) ao longo do testemunho T1, assim como a descrição de outros parâmetros bióticos e abióticos, auxiliam a proposta das possíveis condições que prevaleceram na área de estudo nos últimos 2.400 anos cal. AP. Os resultados do Fator *score* 1 sugerem que a área de estudo esteve sob a ação de ondas e de processos subaéreos praias entre ≈ 2400 -1400 anos cal. AP. Posteriormente, entre 1400-300 anos cal. AP, a região esteve sob condições de submersão. As assembleias de foraminíferos nesse período apresentam altos valores de abundância e são similares às encontradas em ambientes marinhos rasos e protegidos da Baía de Sepetiba. A submersão terá sido maior entre ≈ 850 -380 anos cal. AP e evoluiu durante os últimos ≈ 350 anos cal. AP para as atuais características da região do Manguezal de Guaratiba.

Esse ambiente de manguezal parece ter sido mantido nos últimos ≈ 100 anos cal. AP. As razões para essa imersão na região ainda não são bem compreendidas. No entanto, sugere-se que ela esteja relacionada a pequenas oscilações do nível do mar induzidas por oscilações climáticas (no limite entre Período Quente Medieval e a Pequena Idade do Gelo) e pela evolução da Restinga da Marambaia. Na Baía de Sepetiba, o evento regressivo mais significativo desde o máximo transgressivo do Holoceno (registrado em torno de 5.100 anos AP), ocorreu em torno de 2.400 anos cal. AP, de acordo com Pereira & Santos (2012), que se basearam em dados sedimentológicos e biológicos (conchas de moluscos). Uma possível ruptura da Restinga da Marambaia também pode ser sugerida para

o contexto de submersão da área de estudo no período entre 1.400-300 anos cal. AP. De acordo com Roncarati & Barrocas (1978) e Roncarati & Carelli (2012), a barra arenosa se rompeu muitas vezes no passado, o que teria levado a fases de maior entrada de águas marinhas no sistema.

CONCLUSÃO

A densidade de espécies e a composição das assembleias de foraminíferos bentônicos, bem como as variáveis abióticas analisadas ao longo do testemunho T1, indicam que o ambiente deposicional da planície de maré de Guaratiba, região Nordeste da Baía de Sepetiba, mudou significativamente nos últimos 2.400 anos cal. AP.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que: i) no período entre $\approx$ 2400-1400 anos cal. AP, a área de estudo deveria ter sido submetida a ondas costeiras seguidas de exposição subaérea e segura prolongada; ii) entre $\approx$ 1400-300 anos cal. AP, a planície de maré de Guaratiba foi submetida a processos marinhos, isto é, tornou-se um ambiente de transição semelhante ao encontrado hoje em dia no fundo da Baía de Sepetiba; iii) esse ambiente evoluiu nos últimos $\approx$ 350 anos cal. AP para o atual mangue.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é uma contribuição de um projeto da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo para Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, processo nº APQ1 E26 / 111.398 / 2014). O primeiro autor agradece a bolsa de mestrado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a bolsa de doutorado, à CAPES.

REFERÊNCIAS

- ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; ASSINE, M. L.; PESSENDA, L. C. R.; DISARÓ, S. T. Chronostratigraphy and radiocarbon age inversion in the Holocene regressive barrier of Paraná, southern Brazil. *Marine Geology*, v. 252, p.111-119, 2008.
- ANGULO, R. J.; PESSENDA, L. C. R.; SOUZA, M. C. O significado das datações ao ^{14}C na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras

quaternárias do litoral paranaense. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 32, n. 1, p. 95-106, 2002.

ANGULO, R. J.; LESSA, G. C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curve from Paranaguá and Cananeia regions. *Marine Geology*, v. 140, p. 141-166, 1997.

ARAÚJO, T. M. F.; MACHADO, A. J. Foraminíferos da subsuperfície do talude continental superior do norte da Bahia, Brasil. *Revista de Geologia*, v. 21, n. 1, p. 49-77, 2008 a.

_____. Eventos bioestratigráficos, paleoclimáticos e paleobatimétricos do talude continental superior da Bahia evidenciados através do estudo da fauna de foraminíferos. *Gravel*, v. 6, n. 1, p. 27-45, 2008b.

BARBOSA, V. P. Foraminíferos bentônicos como indicadores bioestratigráficos no Quaternário Superior da Bacia de Campos. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 13, n. 2, p. 129-142, 2010.

BARBOSA, C. F.; SCOTT, D. B.; SEOANE, J. C. S.; TURCQ, B. J. Foraminiferal zonation as base lines for quaternary sea-level fluctuations in south-southeast Brazilian mangroves and marshes. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n. 1, p. 22-43, 2005.

BLOTT, S. J.; PYE, K. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, p. 1.237-1.248, 2001. DOI: 10.1002/esp.261.

BORGES, H. V.; NITTROUER, C. A. Coastal Sedimentation in a Tropical Barrier-Island System During the Past Century in Sepetiba Bay, Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 39, n. 2, p. 5-14, 2016 a. DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2016_2_05_14.

_____. Sediment accumulation in Sepetiba Bay (Brazil) during the Holocene: a reflex of the human influence. *Journal of Sedimentary Environments*, v. 1, n. 1, p. 96-112, 2016b. DOI:10.12957/jse.2016.21868.

BRÖNNIMANN, P.; MOURA, J. A.; DIAS-BRITO, D. Estudos ecológicos na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil: Foraminíferos. In: *Anais do Congresso Latino-Americano de Paleontologia*, Porto Alegre/RS, p. 862-875, 1981a.

_____. Foraminíferos da fácies mangue da planície de maré de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. In: *Anais do Congresso Latino-Americano de Paleontologia*, Porto Alegre/RS, p. 878-891, 1981b.

CAMACHO, S. G.; MOURA, D. M. J.; CONNOR, S.; SCOTT, D. B.; BOSKI, T. Taxonomy, ecology and biogeographical trends of dominant benthic foraminifera species from an Atlantic- Mediterranean estuary (the Guadiana, southeast Portugal). *Palaeontologia Electronica* 18.1.17A, 1-27, 2015.

CARREÑO, A. L.; COIMBRA, J. C.; DO CARMO, D. A. Late Cenozoic sea level changes evidenced by ostracodes in the Pelotas basin, southernmost Brazil. *Marine Micropaleontology*, v.37, p.117-129, 1999.

CARREÑO, A. L.; COIMBRA, J. C.; SANGUINETTI, Y. T. Biostratigraphy of the late Neogene and Quaternary Ostracodes from Pelotas Basin, Southern Brazil. *Gaia*, v. 14, p. 33-43, 1997.

CLEMENTE, I. M. M. M.; SILVA, F. S.; LAUT, L. L. M.; FRONTALINI, F.; COSTA, V. C.; RODRIGUES, M. A. C.; PEREIRA, E.; BERGAMASCHI, S.; MENDONÇA FILHO, J. G.; MARTINS, M. V. A. Bottom Sector Environments in Guanabara Bay (Rio de Janeiro, Brazil). *Journal of Coastal Research*, v. 31, n. 5, p. 1.190-1.204, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00104.1>

COCCIONI, R.; FRONTALINI, F.; MARSILI, A.; MANA, D. Benthic foraminifera and heavy metal distribution: a case-study from the heavily polluted lagoon of Venice (Italy). *Marine Pollution Bulletin*, v. 59, p. 257-267, 2009.

CORNFIELD, R. M. An introduction to the techniques, limitations and lamarks of carbonate oxygen isotope paleothermometry. In: BOSENCE, D. W.; ALLISON, P. A. *Marine Paleoenviromental Analysis from Fossils*. Geological Society Special Publication, v. 83, p. 27-42, 1995.

COSTA, K. B.; TOLEDO, F. A. L.; PIVEL, M. A. G.; MOURA, C. A. V.; CHEMALE JR., F. Evaluation of two genera of benthic foraminifera for down-core paleotemperature studies in the Western South Atlantic. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 54, n. 1, p. 75-84, 2006.

CRAIG, H. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochimica Cosmochimica Acta*, v. 12, p. 181-186, 1957.

CUSHMAN, J. A.; BRÖNNIMANN, P. Additional New Species of Arenaceous Foraminifera from the Shallow Waters of Trinidad. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, Contr. 24, p. 37-42, 1948.

DEBENAY, J. P.; EICHLER, B. B.; DULEBA, W.; BONETTI, C.; EICHLER-COELHO, P. Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons. *Marine Micropaleontology*, v.35, p. 67-98, 1998.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco/SE-AL, Jequitinhonha/BA, Doce/ES e Paraíba do Sul/RJ. *Revista Brasileira Geociências*, v. 11, p. 225-237, 1981.

DULEBA, W.; PETRI, S.; COIMBRA, J. C. S. Foraminíferos, tectamebas e ostracodes sub-recentes e fósseis do Quaternário do Brasil. *Revista do Instituto de Geociências – USP*. (Publicação Especial), 25p, 2003.

DULEBA, W.; DEBENAY, J. P.; EICHLER, B. B. Holocene environmental and water circulation changes: foraminifer morphogroups evidence in Flamengo Bay (SP, Brazil). *Journal of Coastal Research*, v. 15, p. 554-571, 1999.

EMILIANI, C. Pleistocene temperatures. *Journal of Geology*, v. 63, p. 538-578, 1955.

FIGUEIREDO JR., A. G. Normas de controle de qualidade para processamento de testemunhos inconsolidados. Rio de Janeiro: Petrobras, 1990. 27 p. *Projeto Sedimentos de Talude*. Contrato PETROBRAS/ UFF. n. 3-570-794-0-90.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, n. 27, p. 3-26, 1957.

FRIEDERICH, Y. L.; REIS, A. T.; SILVA, C. G.; TOULEMONDE, B.; MAIA, R. M. C.; GUERRA, Josefa Varela. Arquitetura sísmica do sistema flúvio-estuarino

da Baía de Sepetiba preservado na estratigrafia rasa da plataforma adjacente, Rio de Janeiro, Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 43, n. 1, p. 124-138, 2013.

FRONTALINI, F.; COCCIONI, R. Benthic foraminifera as bioindicators of pollution: a review of Italian research over the last three decades. *Revue de Micropaleontology*, v. 54, p. 115-127, 2011.

FRONTALINI, F.; COCCIONI, R.; BUCCI C. Benthic foraminiferal assemblages and heavy metal contents from the lagoons of Orbetello and Lesina. *Environmental Modelling Assessment*, v. 170, p. 245-260, 2010.

FRONTALINI, F.; BUOSI, C.; DA PELO, S.; COCCIONI, R.; CHERCHI, A.; BUCCI, C. Benthic foraminifera as bio-indicators of heavy metal pollution in the heavily contaminated Santa Gilla lagoon (Cagliari, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, p. 858-877, 2009.

GIBBARD, P. L.; HEAD, M. J. IUGS. Ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Quaternaire*, v. 20, p. 411-412, 2009a.

GIBBARD, P. L.; HEAD, M. J. The definition of the Quaternary System/Era and the Pleistocene Series/Epoch. *Quaternaire*, v. 20, p. 125-133, 2009b.

GORNITZ, V. (Ed.). *Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environments*. USA: Springer, 1.047 p., 2009.

HEAD, M. J.; GIBBARD, P. L. Early-Middle Pleistocene transitions: an overview and recommendation for the defining boundary. In: HEAD, M. J.; GIBBARD, P. L. (Ed.) *Early-Middle Pleistocene Transitions: the Land-Ocean Evidence*. Geological Society, London, Special Publications, 2005, v. 247, p. 1-18.

HEIZE, C. Carbon Cycling in the Glacial Ocean: Constraints on the Ocean's Role in Global Change. In: ZAHN et al (Ed). Springer Verlag, 1994. p. 15-37.

KOHN, M. J.; RICIPUTI, L. R.; STAKES, D.; ORANGE, D. L. Sulfur isotope variability in biogenic pyrite: reflections of heterogeneous bacterial colonization? *American Mineralogist*, v. 83, p.1.454-1.468, 1998.

KOWSMANN, O. R.; COSTA, M. P. A. Paleolinhas de costa na plataforma continental das regiões Sul e Norte brasileiras. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 4, p. 215-222, 1974.

KROOPNICK, P. M. The distribution of ^{13}C of CO_2 in the world oceans. *Deep Sea Research*, Pergamon Press, v. 32, n. 1, p. 57-84, 1985.

LAMEGO, A. R. *Ciclo evolutivo das lagoas fluminenses*. Rio de Janeiro: DNPM/DGM (Boletim 118), 48 pp, 1945.

LANGER, M. Origin of foraminifera: conflicting molecular and paleontological data? *Marine Micropaleontology*, v. 38, p. 1-5, 1999.

LAUT, L. L. M.; MARTINS, M. V. A.; SILVA, F. S.; CRAPEZ, M. A. C.; FONTANA, L. F.; CARVALHAL-GOMES, S. B. V.; SOUZA, R. C. C. L. Foraminifera, thecamoebians, and bacterial activity in polluted intertropical and subtropical Brazilian estuarine systems. *Journal of Coastal Research*, v. 32, p. 56-69, 2016. DOI:10.2112/JCOASTRES-D-14-00042.1

LAUT, L. L. M.; CABRAL, I. A.; RODRIGUES, M. A. C.; SILVA, F. S.; MARTINS,

- M. V. A.; BOSKI, T.; GOMES, A. I.; DIAS, J. M. A.; FONTANA, L. F.; LAUT, V. M.; MENDONÇA-FILHO, J. G. Compartimentos ambientais do Estuário do Rio Arade, Sul de Portugal, com base na distribuição e ecologia de foraminíferos. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 38, n. 2, p. 115-126, 2014.
- LAUT, L. L. M.; SILVA, F. S.; MARTINS, V.; RODRIGUES, M. A. C.; MENDONÇA, J. O.; CLEMENTE, I. M. M. M.; LAUT, V. M.; MENTZIGEN, L. G. Foraminíferos do Complexo Sepetiba/Guaratiba. In: RODRIGUES, M. A. C.; PEREIRA, S. D.; SANTOS, S. B. (Eds.). *Baía de Sepetiba: Estado da Arte*. Rio de Janeiro: Corbã, p. 115-150, 2012.
- LAUT, L. M.; RODRIGUES, M. A. C. Foraminíferos do Manguezal de Guaratiba, Rio de Janeiro: revisão taxonômica e aplicação de análises multivariadas. In: CARVALHO, I. et al. (Ed), *Paleontologia: Cenários da Vida*. Rio de Janeiro: Interciência, v. 3, p. 231-240, 2011.
- LAUT, L. L. M.; RODRIGUES, M. A. C.; CLEMENTE, I. M. M. M.; MENTZIGEN, L. G.; PINHEIRO, M. P. Paleoecologia de foraminíferos bentônicos do Quaternário da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – Brasil. In: BOSKI, T.; MOURA, D.; GOMES, A. (Eds.), VII Reunião do Quaternário Ibérico, O futuro do ambiente da Península Ibérica: as lições do passado geológico recente. Universidade do Algarve, Faro/Portugal, 2009, p. 1001-1005.
- LAUT, L. L. M.; KOUTSOUKOS, E. M. A.; RODRIGUES, M. A. C. Review of mangrove foraminifera from Guaratiba tidal plain, Rio de Janeiro, SE Brazil collected in the early 70's. *Anuário do Instituto de Geociências*. UFRJ, v. 29, p. 427-428, 2006.
- LEA, D. Trace elements in foraminiferal calcite. In: SEN GUPTA, B. K. *Modern Foraminifera*. Amsterdam: Kluwer Academic Publisher, p. 259-277, 1999.
- LEA, D.; BOYLE, E. A. Barium content of benthic foraminifera controlled by bottom water composition. *Nature*. v. 338, p. 751-753, 1989.
- LOEBLICH, A. R. Jr.; TAPAN, H. *Foraminiferal Genera and Their Classification*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1988.
- LOEBLICH, A. R. Jr.; TAPAN, H. Sacordina, chiefly "Thecamoebians" and foraminifera. In: MOORE, R. C. *Treatise on Invertebrate Paleontology: Part C, Protista 2*. Geological Society of America and University of Kansas Press, 900 p, 1964.
- MAHIQUES, M. M.; SOUSA, S. H. M.; BURONE, L.; NAGAI, R. H.; SILVEIRA, I. C. A.; FIGUEIRA, R. C. L.; SOUTELINO, R. G.; PONSONI, L.; KLEIN, D. A. Radiocarbon geochronology of the sediments of the São Paulo Bight (southern Brazilian upper margin). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, n. 3, p. 817-834, 2011.
- MAHIQUES, M. M.; SOUSA, S. H. M.; FURTADO, V. V.; TESSLER, M. G.; TOLEDO, F. A. L.; BURONE, L.; FIGUEIRA, R. C. L.; KLEIN, D. A.; MARTINS, C. C.; ALVES, D. P. V. The Southern Brazilian shelf: general characteristics, Quaternary evolution and sediment distribution. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58 (special issue PGGM), p. 25-34, 2010.
- MAHIQUES, M. M.; SILVEIRA, I. C. A.; SOUSA, S. H. M.; RODRIGUES, M. Post-LGM sedimentation on the outer shelf-upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. *Marine Geology*, v. 181, p. 387-400, 2002.

MARTINS, M. V. A.; HELALI, M. A.; ZAABOUB, N.; OMRANE, I. B.-B.; FRONTALINI, F.; REIS, D.; PORTELA, H.; CLEMENTE, I. M. M. M.; NOGUEIRA, L.; PEREIRA, E.; MIRANDA, P.; EL BOUR, M.; ALEYA, L. Organic matter quantity and quality, metals availability and foraminifera assemblages as environmental proxy applied to the Bizerte Lagoon (Tunisia). *Marine Pollution Bulletin* 105, 161–179, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.02.032>.

MARTINS, M. V. A.; MANE, M. A.; FRONTALINI, F.; SANTOS, J. F.; SILVA, F. S.; TERROSO, D.; MIRANDA, P.; FIGUEIRA, R.; LAUT, L. L. M.; BERNARDES, C.; FILHO, J. G. M.; COCCIONI, R.; ROCHA, F. Early diagenesis and adsorption by clay minerals important factors driving metal pollution in sediments. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 22, p. 10.019-10.033, 2015a. DOI: 10.1007/s11356-015-4185-4.

MARTINS, V. A.; SILVA, F.; LAZARO, L. M. L.; FRONTALINI, F.; CLEMENTE, I. M.; MIRANDA, P.; FIGUEIRA, R.; SOUSA, S. H. M.; DIAS, J. M. A. Response of benthic foraminifera to organic matter quantity and quality and bioavailable concentrations of metals in Aveiro Lagoon (Portugal). *PLoS ONE* 10, 2: e 0118077, 2015b. DOI:10.1371/journal.pone.0118077.

MARTINS, V. A.; LAUT, L. L. M.; SILVA, F. S.; MIRANDA, P.; MENDONÇA-FILHO, J. G.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, S.; SOUSA, S. S.; RODRIGUES, M. A. C.; RODRIGUES, A. R.; YAMASHITA, C.; FARIA, E. O.; OLIVEIRA R. R.; NAGAI, R. H. Associações de foraminíferos em resposta a variações ambientais da Laguna de Aveiro – Portugal. *Anuário de Geociências – UFRJ*, v. 38, p. 56-69, 2015c. DOI.org/10.11137/2015_2_56_69.

MARTINS, M. V. A.; ZAABOUB, N.; ALEYA, L.; FRONTALINI, F.; PEREIRA, E.; MIRANDA, P.; MANE, M.; ROCHA, F.; LAUT, L.; EL BOUR, M. Environmental quality assessment of Bizerte Lagoon (Tunisia) using living foraminifera assemblages and a multiproxy approach. *PLoS ONE*, 2015d. DOI:10.1371/journal.pone.0137250.

MARTINS, M. V. A.; FRONTALINI, F.; RODRIGUES, M. A. C.; DIAS, J. A.; LAUT, L. L. M.; SILVA, F. S.; CLEMENTE, I. M. M. M.; RENO, R.; MORENO, J.; SOUSA, S.; ZAABOUB, N.; EL BOUR, M.; ROCHA, F. Foraminiferal biotopes and their distribution control in Ria de Aveiro (Portugal): a multiproxy approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 186, p. 8.875-8.897, 2014. DOI: 10.1007/s10661-014-4052-7.

MARTINS, M. V. A.; FRONTALINI, F.; TRAMONTE, K. M.; FIGUEIRA, R. C. L.; MIRANDA, P.; SEQUEIRA, C.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, S.; DIAS, J. A.; YAMASHITA, C.; LAUT, L. M.; SILVA, F. S.; RODRIGUES, M. A. C.; BERNARDES, C.; NAGAI, R.; SOUSA, S. M.; MAHIQUES, M.; RUBIO, B.; BERNABEU, A.; REY, D.; ROCHA, F. Assessment of the health quality of Ria de Aveiro (Portugal): heavy metals and benthic foraminifera. *Marine Pollution Bulletin*, v. 70, p. 18-33, 2013. DOI.org/10.1016/j.marpolbul.2013.02.003.

MARTINS, V.; YAMASHITA, C.; SOUSA, S. H. M.; MARTINS, P.; LAUT, L. L. M.; FIGUEIRA, R. C. L.; MAHIQUES, M. M.; FERREIRA DA SILVA, E.; DIAS, J. M. A.; ROCHA, F. The response of benthic foraminifera to pollution and environmental stress in Ria de Aveiro (N Portugal). *Journal of Iberian Geology*, v. 37, p. 231-246, 2011. DOI: 10.5209/rev_JIGE.2011.v37.n2.10.

- MARTINS, V.; FERREIRA DA SILVA, E.; SEQUEIRA, C.; ROCHA, F.; DUARTE, A.C. Evaluation of the ecological effects of heavy metals on the assemblages of benthic foraminifera of the canals of Aveiro (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 87, p. 293–304, 2010. DOI:10.1016/j.ecss.2010.01.011.
- MOODLEY, L.; VAN DER ZWAAN, G. J.; HERMAN, P. M. J.; KEMPERS, L.; VAN BREUGEL, P. Differential response of benthic meiofauna to long-term anoxia with special reference to Foraminifera (Protista: Sarcodina). *Marine Ecology Progress Series*, v. 158, p. 151-163, 1997.
- MOODLEY, L.; ZWAAN, G. L.; RUTTEN, G. M. W.; BOOM, R. C. E.; KEMPERS, A. J. Subsurface activity of benthic foraminifera in relation to pore water oxygen content: laboratory experiments. *Marine Microplaleontology*, v.34, p.91-106, 1998.
- MORSE, I. W.; EMEIS, K. C.; Controls on C/S ratios in hemipelagic upwelling sediments. *American Journal of Science*, v. 290, p. 117-1.135, 1990.
- MURRAY, J. W.; ALVE, E. The distribution of agglutinated foraminifera in NW European seas: Baseline data for the interpretation of fossil assemblages. *Palaeontologia Electronica* 14.2.14A, 41 p, 2011.
- MURRAY, J. W. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, 426 p, 2006.
- MURRAY, J. W. *Ecology and Paleocology of Benthic Foraminifera*. Longman Scientific & Technical, Bath/England, 397 p. 1991.
- PEREIRA, S. D.; SANTOS, S. B.; Restos de moluscos na Baía de Sepetiba como indicadores de alterações pretérias da linha de costa no Holoceno. In: RODRIGUES, M. A. C.; PEREIRA, S. D.; SANTOS, S. B. (Eds.). Baía de Sepetiba estado da Arte, Corbã, Rio de Janeiro, 2012. p. 105-111.
- PEREIRA, S. D.; CHAVES, H. A. F.; SANTOS, S. B. Evidence of sea level change at Guaratiba Mangrove, Sepetiba Bay, Brazil. *Proceedings of the 9th International Coastal Symposium*, Gold Coast/Australia, p. 1.097-1.100, 2007.
- PETRI, S.; SUGUIO, K. Stratigraphy of the Iguape – Cananea lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil. Part II - Heavy minerals studies, microorganisms inventories and stratigraphical interpretations. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo*. v. 4, p. 71-85, 1973.
- _____. Some aspects of the Neo-Cenozoic sedimentation in the Cananea-Iguape lagoonal region, São Paulo, Brazil. *Estudos Sedimentológicos*, v. 1, p. 25-33, 1971.
- PETRÓ, S. M.; PIVEL, M. A. G.; COIMBRA, J. C.; MIZUSAKI, A. M. P. Pale-oceanographic changes through the last 130 ka in the Western South Atlantic based on planktonic foraminifera. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 19, n. 1, p. 3-14, 2016.
- PINTO, A. F. S.; MARTINS, M. V. A.; RODRIGUES, M. A. C.; NOGUEIRA, L.; LAUT, L. L. M.; PEREIRA, E. Late Holocene evolution of the Northeast intertidal region of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro (Brazil). *Journal of Sedimentary Environments*, 1(1), 113-144, 2016. doi: 10.12957/jse.2016.21924.
- REIMER, P. J.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J. W.; BLACKWELL, P. G.; RAMSEY, C. R.; BUCK, C.; CHENG, H.; EDWARDS, R. L.; FRIEDRICH, M.; GROOTES, P. M.; GUILDERTSON, T. P.; HAFLIDASON, H.; HAJDAS, I.;

HATTÉ, C.; HEATON, T. J.; HOFFMANN, D. L.; HOGG, A. G.; HUGHEN, K. A.; KAISER, K. F.; KROMER, B.; MANNING, S. W.; NIU, M.; REIMER, R. W.; RICHARDS, D. A.; SCOTT, E. M.; SOUTHON, J. R.; STAFF, R. A.; TURNEY, C. S. M.; VAN DER PLICHT, J. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55, p. 1.869-1.887, 2013.

RONCARATI, H.; CARELLI, S. G. Considerações sobre o estado da arte dos processos geológicos cenozóicos atuantes na Baía de Sepetiba. In: RODRIGUES, M. A. C.; PEREIRA, S. D.; SANTOS, S. B. (Eds.). *Baía de Sepetiba: Estado da Arte*. Rio de Janeiro: Corbã, p. 13-36, 2012.

RONCARATI, H.; BARROCAS, S. L. S. Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da Baía de Sepetiba. *Relatório Interno CENPES/PETROBRAS*, Rio de Janeiro: Petrobras, 1978.

ROUCHY, J. M.; TABERNER, C.; PERYT, T. M. Sedimentary and diagenetic transitions between carbonates and evaporites. *Sedimentary Geology*, v. 140, p. 1-8, 2001.

SAUNDERS, J. A.; PRITCHETT, M. A.; COOK, R. B. Geochemistry of biogenic pyrite and ferromanganese coatings from a small watershed: a bacterial connection? *Geomicrobiology Journal*, 14, p. 203-217, 1997.

SCOTT, D. B.; SCHNACK, E. J.; FERRERO, L.; ESPINOSA, M.; BARBOSA, C. F. Recent Marsh Foraminifera from the East Coast of South America: Comparison to the Northern Hemisphere. In: HEMLEBEN et al. (eds.), *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleooceanography, and Taxonomy of agglutinated foraminifera*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, Proceedings of NATO ASI/Series C, p. 717-738, 1990.

SEMENSATTO-JR., D. L.; FUNO, R. H. F.; DIAS-BRITO, D.; COELHO-JR, C. Foraminiferal ecological zonation along a Brazilian mangrove transect: diversity, morphotypes and the influence of subaerial exposure time. *Revue de Micropaléontologie*, v. 52, p.67-74, 2009.

SEMENSATTO-JR., D. L.; DIAS-BRITO, D. Análise ambiental de uma área parálica no delta do Rio São Francisco, Sergipe-Brasil, com base na sinecologia de foraminíferos e tecamebas (Protista). *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 7, p. 53-66, 2004.

SEN GUPTA, B. K.; MACHAIN-CASTIUO, M. L. Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. *Marine Micropaleontology*, v. 20, p. 183-201, 1993.

SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; CARVALHO, A. M.; CORRÊA, I. C.; TOMAZELLI, L. J.; WILLWOCK, J. A.; VITAL, H. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: SOUZA C. R. G.; SUGUIO K.; OLIVEIRA, M.A.S.; OLIVEIRA, P. E. (Ed.). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2005, p. 114-129.

SUGUIO, K. Introdução. In: SOUZA C. R. G.; SUGUIO K.; OLIVEIRA, M. A. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2005, p. 21-27.

SUGUIO, K. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. *Revista do Instituto de Geociências – USP (Série Didática)*, 40p, 2003.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.;

- FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: Universidade Federal Fluminense (Ed.). Restingas: origem, estrutura e processos, Niterói: UFF, p. 15-25, 1984.
- SUGUIO, K.; PETRI, K. Stratigraphy of the Iguape-Cananea lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo, Brazil. Part I: Field observations and grain size analysis. *Boletim do Instituto de Geociências Universidade de São Paulo*. v. 4, p. 1-20, 1973.
- TALMA, A. S.; VOGEL, J. C. A simplified approach to calibrate C¹⁴ dates. *Radio-carbon*, v. 35, p. 317-322, 1993.
- TINOCO, I. de M. Contribuição à Sedimentologia e Microfauna da Baía de Sepetiba (Estado do Rio de Janeiro). Instituto Oceanográfico, Universidade Federal de Pernambuco, v. 7/8, p. 123-135, 1965.
- UREY, H. C. The thermodynamic properties of isotopic substances. *Journal of Chemical Society*, n. 69, p. 562-581, 1947.
- VICALVI, M. A.; COSTA, M. P. A.; KOWSMANN, R. O. Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna holocênica na plataforma continental leste brasileira. *Boletim Técnico PETROBRAS*. v. 21, p. 279-286, 1978.
- VICALVI, M. A. Sedimentos quaternários da plataforma continental e talude do sul do Brasil: estratigrafia e curvas paleoclimáticas. PROJETO REMAC 2 - Evolução Sedimentar Holocênica da Plataforma Continental e do Talude do Sul do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES, DINTEP, p. 27-76, 1977a.
- VICALVI, M. A. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário superior do talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 1, p. 132-165, 1997b.
- VICALVI, M. A.; KOTZIAN, S. B.; FORTIESTEVEs, I. R. Ocorrência da microfauna estuarina no Quaternário da plataforma continental de São Paulo. PROJETO REMAC 2 - Evolução Sedimentar Holocênica da Plataforma Continental e do Talude do Sul do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP: 77-96, 1977.
- VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, J. L.; LOSS, E. L.; DEHNHARDT, C. A.; HORN FILHO, N. O.; BACHI, F. A.; DEHNHARDT, B. A. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, v. 4, p. 79-87, 1986.
- WALKER, M.; JOHNSEN, S.; RASMUSSEN, S. O.; POP, T.; STEFFENSEN, J.-P.; GIBBARD, P.; HOEK, W.; LOWE, J.; ANDREWS, J.; BJÖRCK, S.; CWYNAR, L. C.; HUGHEN, K.; KERSHAW, P.; KROMER, B.; LITT, T.; LOWE, D. J.; NAKAGAWA, T.; NEWNHAM, R.; SCHWANDER, J. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science*, v. 24, p. 3-17, 2009.
- WALKER, M.; JOHNSEN, S.; RASMUSSEN, S. O.; STEFFENSEN, J. P.; POP, T.; GIBBARD, P.; HOEK, W.; LOWE, J.; BJÖRCK, S.; CWYNAR, L.; HUGHEN,

K.; KERSHAW, P.; KROMER, B.; LITT, T.; LOWE, D. J.; NAKAGAWA, T.; NEWNHAM, R.; SCHWANDER, J. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period) in the NGRIP ice core. *Episodes*, v. 31, p. 264-267, 2008.

WARREN, J. K. *Evaporites. Their Evolution and Economics*. Oxford: Blackwell, 438 p, 1999.

_____. *Evaporite Sedimentology*. Prentice Hall Advanced Reference Series, Physical and Life Sciences. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 285p. 1989.

WEFER, G.; BERGER, W. H.; BIJMA, J.; FISCHER, G. Clues to Ocean History: A Brief Overview of Proxies. In: FISCHER, G.; WEFER, G. (Ed.). *Use of Proxies Paleooceanography: examples from the South Atlantic*. Heidelberg: Berlin Springer-Verlag, 1999; p. 1-68.

WOLFF, T.; MULITZA, S.; RÜHLEMANN, C.; WEFER, G. Response of the tropical Atlantic thermocline to late Quaternary trade wind changes. *Paleoceanography*. v. 14, p. 374-383, 1999.

WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. Disponível em <<http://www.marinespecies.org>> at VLIZ, 2017. Acesso entre jan.206-dez.2016. DOI:10.14284/170.

YASSINI, I.; JONES, B.G. *Recent foraminifera and ostracoda from estuarine and shelf environments on the southeastern coast of Australia*. University of Wollongong Press. 484 p. 1995.

ZANINETTI, L.; BRÖNNIMANN, P.; DIAS-BRITO, D.; ARAI, M.; CASALETTI, P.; KOUTSOUKOS, E. A.; SILVEIRA, S. Distribution écologique des foraminifères dans la mangrove d'Açupe, état de la Bahia, Brésil. *Notes du Laboratoire de Paleontologie de l'Universite de Geneve*, v. 4, n. 1, p. 1-17, 1979.

ZANINETTI, L.; BRÖNNIMANN, P.; BEURLEN, G.; MOURA, J. A. La Mangrove de Guaratiba et la Baie de Sepetiba, État de Rio de Janeiro, Brésil: Foraminifères et écologie. *Archives des Science*, v. 30, p.161-178, 1977.

_____. La Mangrove de Guaratiba et la Baie de Sepetiba, État de Rio de Janeiro, Brésil: Foraminifères et écologie. Note préliminaire. *Archives des Science*, v. 11, p. 39-44, 1976.

Ocupação da Baía de Sepetiba: usos corporativos do território

Luis de Souza Junior
Rodrigo Corrêa Euzebio
Felippe de Andrade Rainha

INTRODUÇÃO

Diante do imperativo da competitividade e fluidez do atual período, novas bases materiais são construídas em consonância com a criação de normas no território que objetivam a construção de duas bases distintas, porém complementares: a unicidade das técnicas e a convergência dos momentos de produção hegemônica, de acordo com os parâmetros internacionais. Contudo, como nos ensina o geógrafo Milton Santos (2006), todo e qualquer período histórico se afirma com um elenco correspondente de técnicas que o caracterizam, conferindo uma dialética entre ações novas e uma velha situação, em um presente inconcluso querendo realizar-se como presente perfeito (p. 71).

A ocupação da Baía de Sepetiba vem de longo tempo e se atualiza no presente. A partir das diferentes variáveis-chave que comandavam e comandam as ações e objetos, cada período enseja uma situação geográfica. Compreendem-se “os usos corporativos do território”, os vínculos entre o poder público, representado pelo Estado, e as empresas, que alocam seus recursos em lugares indispensáveis à reprodução ampliada do capital. Pretende-se no presente trabalho compreender como ocorreu a ocupação da Baía de Sepetiba, sob o prisma dos agentes hegemônicos, a saber: o Estado e as empresas. Para tanto, para fins ilustrativos, optou-se por fazer breve análise sobre os períodos anteriores ao atual, sempre tendo a produção hegemônica como variável-chave de periodização.

Na primeira parte, denominada “Usos pretéritos: breve histórico da ocupação da Baía de Sepetiba”, realizou-se uma breve retrospectiva da ocupação da Baía de Sepetiba, ressaltando os usos agrícolas e portuários para escoamento de insumos minerais,

tendo a Fazenda de Santa Cruz como principal vetor de ocupação. Na segunda parte, denominada “O Distrito Industrial de Santa Cruz”, ressaltamos o esforço do poder público na construção de áreas, até então agrícolas, na zona oeste do Rio de Janeiro, para alocar as empresas em consonância com as mudanças do polo dinâmico da economia brasileira, doravante pautada no modelo urbano industrial.

MODERNIZAÇÃO E AÇÃO ESTRATÉGICA: ELEMENTOS PARA COMPREENDER OS USOS CORPORATIVOS DO TERRITÓRIO

O processo de modernização discutido neste trabalho tem como finalidade a elevação dos níveis de produtividade, condição essencial para a acumulação de riquezas na sociedade capitalista, finalidade que está escondida nos discursos empresariais e do Estado na construção do imaginário social acerca do desenvolvimento. Portanto, o conceito de modernização aqui apresentado parte da vinculação entre as transformações modernizantes e a lógica mercantil, sendo esta o motor do atual processo de desenvolvimento em curso na Ilha da Madeira, que se dá com a associação entre o Estado e as grandes corporações.

Esse processo é impulsionado pela ação dos atores hegemônicos, ou “homens rápidos” (SANTOS, 2008), e traz consigo uma apropriação do território que reduz homens e elementos naturais em força de trabalho e recursos naturais. É um tipo de apropriação caracterizado pela dominação dos corpos e das mentes, que expõe a racionalidade das ações hegemônicas, na qual prevalece a velha máxima de que “os fins justificam os meios”.

A finalidade da modernização é sempre o aumento do lucro, que é também o aumento da produtividade, portanto o processo modernizante faz parte de uma totalidade onde a dimensão econômica comanda as ações. Esse é um dado que se esconde do senso comum através do discurso do progresso, do desenvolvimento. Através do discurso do desenvolvimento fabrica-se o imaginário social necessário para que se aceite todo tipo de intervenção no território, ainda que essas intervenções provoquem danos imensuráveis ao meio físico e social, como será mostrado mais à frente.

Portanto, a modernização se sustenta em dois conjuntos de ações, que se interagem complementando-se, denominadas de “tecnosfera” e “psicosfera” (SANTOS, 2006).

A afirmação do modelo econômico como sendo também um modelo político, tem a ciência como elemento fundamental, que, conforme aponta Santos (2012), abre o caminho não só para a criação de novas técnicas, mas também para a criação de argumentos que respaldem a ideia de desenvolvimento propagada pelas grandes corporações em parceria com o Estado. Esse autor explica que:

Ao descobrir a possibilidade de novas técnicas, a ciência apenas alcança ser história quando serve de base a uma ação econômica planejada, isto é, à política econômica, a qual fornece as fórmulas adequadas à obtenção do maior lucro, à competição entre firmas e à vitória de algumas, orientando os consumos, justificando o comportamento indutor seletivo do Estado e das organizações internacionais, escrevendo, em suma, o manual de procedimentos indispensáveis a que, através do progresso técnico, o processo de subordinação de firmas menores às maiores, de países pobres a países ricos e, de um modo mais geral, do trabalho ao capital, se aprofunde e se amplie (SANTOS, 2012, p. 79).

Não é intenção aqui, através dessa citação, levantar um debate sobre os rumos da ciência ou sobre os objetivos a que determinados trabalhos científicos se prestam, mas de pensar em como os avanços científicos são apropriados pela política econômica. No período atual, denominado por Santos (2006) de “meio técnico-científico-informacional”, a ciência é a base para os avanços da tecnologia e os meios de informação permitem maior fluidez das técnicas e dos conhecimentos científicos em escala global. No Brasil, com a inovação tecnológica sendo uma meta desejada pelo Estado e grandes empresas, diversas ações são empreendidas nesse sentido – facilitação ao crédito, criação de institutos de pesquisa (geologia, química, física e mais recentemente nas áreas de nanotecnologia e biotecnologia), construção de parques tecnológicos, empresas incubadoras etc. – proporcionando avanços tecnológicos.

Não se pode perder de vista que não são investimentos na ciência, mas na ciência casada com a técnica. A técnica só é interessante à grande produção capitalista quando capaz de aumentar o lucro, e

sua eficiência para esse fim é ampliada cada vez mais a partir de sua combinação com a ciência. É nesse sentido que a ciência é incorporada pela ação econômica e passa a compor, de forma decisiva, a apropriação do território pelos atores hegemônicos.

A ação econômica revela ainda uma forte associação entre o Estado e o mercado, as políticas públicas e a lógica mercantil. Galafassi (2005) explica que a relação entre Estado e mercado, embora o segundo deseje ser livre do primeiro, levou a um processo de expansão da produção capitalista como nunca vista antes. As intervenções estatais aumentam a capacidade produtiva das grandes empresas, quer seja em ações indiretas como criação de infraestrutura, quer seja em ações diretas como financiamentos, concessões (ambientais ou de terras), isenções etc. Ocorre que a modernização, pautada na lógica mercantil, provoca transformações violentas na sociedade e nas relações desta com a natureza, de modo que sem as intervenções estatais não seria possível a sua realização, tendo em vista que: “De esta forma, para que la ilusión de un mercado autorregulado cuajara en forma de discurso ideológico, dicho mercado tenía que colonizar previamente todas las esferas de la vida social; tenía que dessocializar la economía y mercantilizar la sociedad” (GALAFASSI, 2005, pág. 81).

Silva (2011) explica que os projetos de modernização impostos pelos atores dominantes estão inseridos em escalas de espaço e de tempo diferentes da escala vivida nos lugares e no cotidiano. Problematicar essa diferença de escalas, explica a autora, permite refletir que as mudanças provocadas pela modernização partem de decisões tomadas de outros lugares e fazem parte de projetos de futuro estranhos para as pessoas que vivem o cotidiano dos lugares (SILVA, 2011). Fica claro que existe contradição entre a modernização imposta pelos atores dominantes e o modo de vida dos sujeitos dos lugares quando se observa que:

Aqueles que comandam as modernizações sabem quais os projetos, como fazê-los, como arquitetá-los e ideologizá-los; aqueles que vivem seu cotidiano no lugar, atravessando a cidade, vivendo a experiência da metrópole; somente identificarão a modernização, os projetos, no campo das transformações da materialidade espacial ou nas mudanças coercivas sociais (novas normatizações). Apesar do grande avanço da mídia (cobertura

espacial e instantaneidade da informação), a maioria dos projetos e intenções não é dita no social, e sim praticada como leis, ações, novos objetos e materialidades (SILVA, 2011, p. 163).

Assim, a ação econômica deve ser entendida também como “ação estratégica” (RIBEIRO, 2011), pois sua realização no território se dá a partir de uma complexa relação que envolve os atores hegemônicos, incluindo aí o Estado, conforme já explicado. A ideia de ação estratégica ajuda a compreender como que o processo de modernização ocorre no território a partir de um conjunto de ações políticas que possibilitem respostas passivas à modernização, principalmente dos setores mais populares da sociedade, já que:

Os processos de convencimento, que acompanham essas políticas, apoiam-se em reduções do espaço ao território e na redução da ação considerada eficaz à ação estratégica. Em vez da ação que preserva a espontaneidade e que procura compreender o Outro em suas circunstâncias, adotam-se intervenções que buscam a rendição do Outro, envolto ideologicamente nas propriedades consideradas mais relevantes de determinado território (RIBEIRO, 2011, p. 28).

De fato as ações modernizantes são acompanhadas de intervenções do Estado, que muitas vezes transmitem alguma segurança a percepção social – melhorias nos transportes, investimentos em pavimentação e saneamento básico, entre outros incrementos espaciais desejados pela sociedade. Mas o olhar crítico não pode se deixar enganar pelos aparentes objetivos de melhoria dessas intervenções, pois elas fazem parte de um conjunto ideológico que busca a manutenção da ordem dominante, a qual, historicamente, nunca foi aliada das classes populares. Essas intervenções têm como objetivo estabelecer as condições, ideológicas e técnicas, para a realização dos projetos modernos.

Partindo do entendimento de que as ações modernizantes objetivam o aumento do acúmulo de capital, e que seus resultados só beneficiam àqueles que as conduzem, interpretam-se as intervenções do Estado como aliadas das forças hegemônicas, em detrimento dos outros usos do território. Em vez de atender à pluralidade de projetos e desejos da vida social, busca-se homogeneizá-los

apagando as diferenças, criando um pretenso pensamento único. Concordando com Santos (2008), que diz que o poder das empresas não é apenas econômico, mas também político é correto dizer que justamente essas intervenções revelam a força dos empreendedores modernos.

USOS PRETÉRITOS: BREVE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA BAÍA DE SEPETIBA

A ocupação da Baía de Sepetiba remonta a períodos antiquíssimos, quando a região era ocupada pelos povos originários, como atesta a presença dos sambaquis, e nos períodos posteriores com a chegada dos europeus e africanos. Não pretendemos aprofundar o farto debate sobre a evolução histórica da Baía de Sepetiba e, em particular, das cidades que a margeiam. Contudo, para fins analíticos, destacaremos nas linhas a seguir alguns elementos-chave de momentos anteriores ao atual período que evidenciem parte da vida de relações que se perderam ou heranças sociais que permanecem vivas no cotidiano desses lugares.

Fridman (2011) relata que as origens da produção econômica efetiva da Baía de Sepetiba coincidem com a implantação da Fazenda Santa Cruz pela companhia jesuítica. A fazenda teve origem em três grandes parcelamentos de terra, a saber: a primeira, de 8 léguas pertencentes desde 1567 a Cristovão Monteiro, ouvidor-mór do Rio de Janeiro, cuja viúva doou aos padres, em 1589, a metade da propriedade localizada entre a Ilha de Itacurussá e Guaratiba; a outra metade foi obtida, em 1654, através de permuta por terrenos em Bertioga, na capitania de São Vicente. Quanto às demais parcelas, os religiosos adquiriram, em 1616, as terras doadas a Manoel Velloso de Espinha, com 500 braças de testada por 1.500 de sertão; posteriormente 6 léguas de uma sesmaria nas cabeceiras do Guandu dos herdeiros de Manoel Correia e mais outras de Francisco Frazão de Souza. Com a finalidade de manter o porto de Sepetiba em funcionamento os jesuítas arrendaram a terra da proximidade. Em 1729, achavam-se instalados no litoral 26 arrendatários.

Quanto à produção econômica, a fazenda de Santa Cruz dedicava-se a pecuária, agricultura e produtos manufaturados. Os

bens eram escoados pelo rio Guandu, Itá e São Francisco até a Baía de Sepetiba. Uma outra parte era descarregada em uma derivação do rio Guandu, onde eram escoadas caixas de açúcar provenientes dos engenhos Novos, de Fora, do Morgado, Ilha da Bica e da Pedra. Uma derivação do Rio Guandu foi aberta pelos jesuítas para a realização do transporte de mercadorias das freguesias de Marapicu, Jacutinga e Campo Grande. Segundo Fridman:

Pode-se afirmar que Santa Cruz constituía-se em um grande centro agrário-fabril, autônomo, cujo excedente era escoado por caminhos (estradas, valas, canais e rios navegáveis) tanto em direção ao mar para chegar à Corte, quanto para os outros engenhos das redondezas. Estes canais, obras hidráulicas consideradas bastante importantes para a época, além de vias de comunicação eram utilizados também para conter as inundações. Os vários campos assim formados – Roma, Maranhão, Prainha, Santo Agostinho, São Miguel, São Paulo, São Luís, São José, São Marcos, Campo Bonito, do Papagaio ou Paraguai depois Jaqueirão, Saquassu, Leme, Frutuoso e Jacaré – serviam para plantações ou como pasto (FRIDMAN, 2011, p. 112).

No período da mineração, os metais preciosos escoavam pelo caminho dos Guaianases até o porto de Itaguaí, seguindo o caminho velho. Com a criação do caminho novo que ligava as regiões mineiras diretamente ao porto do Rio de Janeiro, uma nova estrada foi aberta para a ligação do Rio de Janeiro a São Paulo. Importante destacar o papel dos índios na abertura das estradas da região (Figura 1).



Figura 1- Antiga ponte dos jesuítas. Fonte: *Revista Semana*, 1933.

Com a expulsão dos jesuítas, a fazenda passa a ser incorporada aos bens da Coroa, sendo denominada de Fazenda Real de Santa Cruz, sob o governo do vice-rei. Com a Independência, e posteriormente a Proclamação da República, a fazenda passa a se denominar, respectivamente, Fazenda Imperial de Santa Cruz e Fazenda Nacional de Santa Cruz (Figura 2), doravante servindo de instalação para as tropas do Exército.



Figura 2: Planta da Fazenda Imperial de Santa Cruz. Fonte: *Revista Semana*, 1933.

Em linhas gerais, em consonância com a inserção do Brasil na divisão internacional do trabalho, argumenta-se que as variáveis-chave que comandavam o território no período supracitado remetem a uma economia fundamentalmente agrário-exportadora. Entretanto, com as inflexões do capitalismo nos primeiros decênios do século XX, o princípio norteador da economia e do território passa a ser orientado para o abastecimento interno e para a indústria de transformação, tendo como mote o modelo urbano-industrial. Nas linhas a seguir, pretende-se traçar um breve panorama sobre o distrito industrial de Santa Cruz e seus rebatimentos na ocupação do território.

DISTRITO INDUSTRIAL DE SANTA CRUZ

Segundo Damas (2008) os distritos industriais nascem com diferentes objetivos em diferentes lugares. Contudo, as iniciativas de países e governos em implantar os distritos industriais partem da necessidade de concentração, distribuição dos diferentes usos do território. Em suma, os distritos são áreas que apresentam grande aglomeração de indústrias no espaço e onde tal atividade representa um papel fundamental nas relações sociais do lugar.

No Brasil, o acelerado crescimento urbano ocorrido na segunda metade do século XX (PIQUET, 2007), aliado à dificuldade de construção de postos de emprego no setor formal, trouxe enormes consequências na produção social do espaço, por exemplo, a expansão das periferias e favelas nas grandes cidades. Com efeito, os enormes contingentes populacionais que afluíram para as grandes cidades foram necessários para a expansão do novo polo dinâmico da economia, doravante pautado no modelo urbano-industrial.

No período de 1930 a 1950, o Rio de Janeiro aumentou sua população de 1.300.000 habitantes para 1.400.000 no início do período, para 2.500.000 para o fim do mesmo (DAMAS, 2008). Os fatores que alavancaram o crescimento populacional foram a construção da estrada Rio-Bahia e o crescimento industrial. De início, as indústrias do Rio de Janeiro se concentraram nas áreas centrais, nos subúrbios da Leopoldina, ao longo da Estrada de Ferro de Rio do Ouro. A expansão da indústria para as regiões mais afastadas do centro exigiram esforço do estado no sentido de promover melhoramentos em diversos sítios. Concomitante a isso, a construção da Avenida Brasil e da Via Dutra acelerou o aumento dos edifícios fabris e, nas proximidades das estradas, as áreas ocupadas pelos operários das fábricas.

Os distritos industriais na cidade Rio de Janeiro surgem, a partir da década de 1960, como desejo de atrair as unidades fabris instaladas na zona norte e na região central. Outrossim, ao deixar o *status* político-administrativo de capital do país, a cidade do Rio de Janeiro, até então Estado da Guanabara, passou por um profundo processo de estagnação econômica, onde o crescimento econômico-industrial vinha perdendo importância no cenário nacional. É nesse contexto que ocorre a busca por novas áreas da cidade para alocação das indústrias, na tentativa de interromper a transferência

de indústrias para outros estados, fazendo com que o governo estadual invista na zona oeste, sobretudo nos bairros de Jacarepaguá e Santa Cruz.

A partir de 1967, o governo do estado decidiu implantar o Distrito Industrial de Santa Cruz, a partir dos estudos de viabilidade, com relação à infraestrutura e mão de obra. Tal processo ficou a cargo da Companhia de Progresso Industrial da Guanabara (COPEG), através do Departamento de Zonas Industriais (DEZIN). Contudo, o distrito industrial só começou a funcionar em 1973, de maneira precária, pois as obras de infraestrutura não terminaram a tempo devido a uma série de complicações causadas pela fusão do Estado da Guanabara com o Estado do Rio de Janeiro. Inicialmente o distrito poderia alocar indústria de qualquer tamanho, mas graças às características de sua localização, ficou reservado para as indústrias de grande porte.

Cabe destacar que o distrito de Santa Cruz necessitou de um largo investimento em infraestrutura, haja vista que os usos anteriores desse bairro eram agrícolas. Segundo Damas (2008), foram pavimentados 17.586 metros de rodovia, redes distribuidoras de água potável, sistema de iluminação, sistema de energia elétrica e sistema de telecomunicação.

O Distrito Industrial de Santa Cruz está localizado no extremo oeste do Rio de Janeiro, nas margens da Avenida Brasil, na divisa com o município de Itaguaí. De acordo com DAMAS (2008), o distrito possui uma área total de 7.374.433 m², dos quais 4.181.567 m² são dedicados à implantação de indústrias (Figura 3).

A partir de 1970 as indústrias instaladas se dedicavam principalmente aos setores de química, metalurgia e à mecânica. Das 15 empresas instaladas, apenas sete estavam em operação. Atualmente, 16 empresas estão instaladas no distrito, dos quais seis estão instaladas desde 1977 (Quadro 1).

Os fatores locacionais de infraestrutura e transporte do distrito de Santa Cruz impulsionaram a criação de outro distrito que extrapolou os limites do município. O polo de Sepetiba, no município de Itaguaí, coincide com a criação dos distritos industriais do município do Rio de Janeiro.

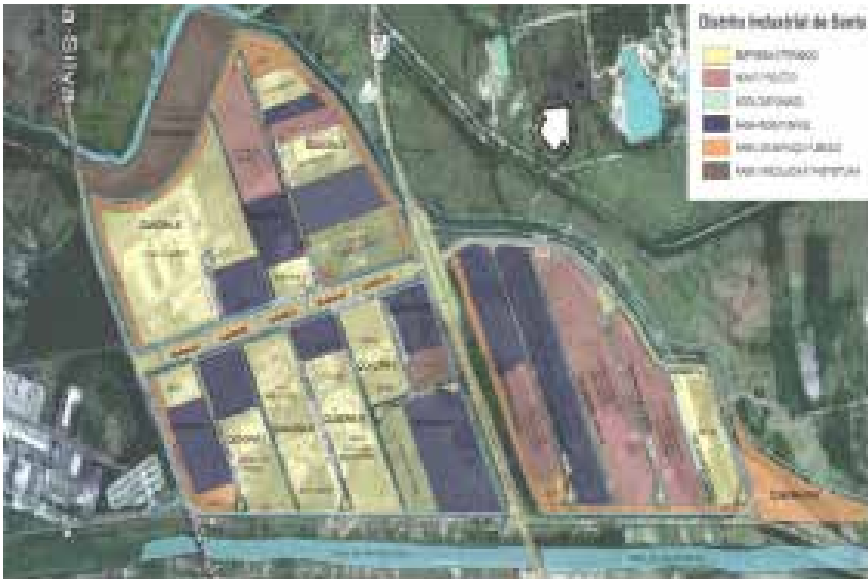


Figura 3: Localização das empresas dentro do Distrito Industrial de Santa Cruz.
Fonte: CODIN, 2016.

**Quadro 1: empresas instaladas atualmente
no Distrito Industrial de Santa Cruz**

Empresas e empreendimentos: Distrito Industrial de Santa Cruz	
Empresas	Sector no qual se insere
Rexam	produção de latas e garrafas de alumínio;
GYPSUM Drywall	produção de chapas de plástico e metálicas, massas e colas para construção civil;
Morganite	produção de peças industriais a base de carvão;
Sicpa	oferece assessoria e fornece segurança a bancos centrais, impressores (de cédulas) e indústrias de alta segurança;
Fábrica Carioca de Catalisadores	produz e entrega soluções em catalisadores e aditivos para a indústria de refino de petróleo;
SESI Santa Cruz	escola técnica em eletrotécnica;
Expresso Guarani	logística e manuseio de contêineres;
Liarte Metal química	produção de resinas acrílicas, adesivos, poliuretanos, tratamento de águas e resinas para couro;
Misel Engenharia	oferta serviços na área de montagem, manutenção e fiscalização de obras industriais e de construção civil;
Transcor Indústria de Png e Cor	produção de tintas (construção civil e industrial), plásticos, impressão, borrachas e couros;
Ângelo Antonio Marcon (shipping)	transporte, armazenagem e logística em embarcações;
GERDAU Cosigua	indústria siderúrgica, atua na produção de peças metálicas para a indústria automobilística, construção civil, outras indústrias e agropecuária;
WF Serviços de Montagens industriais	oferta serviços de montagem e inspeção industrial;
TKCSA	indústria siderúrgica, atua na produção de peças metálicas voltadas à exportação;
Linde Gases ASU Rio de Janeiro	distribuição de gás industrial;
FURNAS	companhia elétrica (subestação);
Superbraço Serviços Marítimos	logística em embarcações;
Transfuturo transportes Ltda.	logística rodoviária;
AGIFLEX Metalurgia Ltda.	oferta serviços de usinagem e recuperação de peças e equipamentos, redutores e montagem, caldeiraria (funilaria), metalização, stellite e solda, além de artefatos de arame;

Fonte: CODIN, 2016

APROPRIAÇÃO DA BAÍA DE SEPETIBA PELO CIRCUITO PRODUTIVO DO MINÉRIO DE FERRO

Com o aumento da demanda por minério de ferro de países da Ásia, como China e Japão, além de outros países europeus como Alemanha e França, o Brasil tem empreendido grandes investimentos para aumentar a sua produção mineral e em infraestrutura de logística, visando às exportações. Os dados do Instituto Brasileiro de Mineração (2012) nos apontam um aumento significativo dos investimentos neste setor, com perspectivas de aumento nos próximos anos.

O fato de o Brasil possuir algumas das maiores reservas de minério de ferro do mundo, sobretudo nos estados de Minas Gerais e Pará, faz com que o país seja alvo de investimentos de diversas empresas interessadas em explorar estes recursos para obterem vultosos lucros no mercado global. Dessa forma, o país já ocupa a posição de segundo maior produtor de minério de ferro do mundo, ficando atrás apenas da Austrália.

Gráfico 1: Aumento dos investimentos no setor mineral



Fonte: Instituto Brasileiro de Mineração, 2012.

Nesse sentido, fica muito claro o caráter moderno-colonial (GONÇALVES, 2006) do desenvolvimento brasileiro, que preserva como principal característica a exploração das pessoas e do meio físico. A forma como esse desenvolvimento se realiza revela ainda a existência de um sistema-mundo, onde a exploração da natureza

– o que inclui as pessoas – de países como o Brasil é um componente fundamental. A exploração das reservas minerais do país, mesmo com toda espécie de problemas socioambientais que essa tarefa impõe, é indispensável para o funcionamento de um mundo moderno.

É na esteira desse desenvolvimento que a baía de Sepetiba – rios, manguezais, mar, pescadores, marisqueiras, caíçaras, quilombolas, trabalhadores de diversas atividades de logística e indústrias – se insere no circuito produtivo do minério de ferro. As estruturas logísticas (especialmente ferroviária e portuária) são utilizadas como justificativa na construção do discurso modernizador, para reclamar maiores investimentos públicos em obras como a duplicação do canal de acesso marítimo ao porto de Itaguaí e a construção do Arco Rodoviário Metropolitano (Figura 5).



Figura 5: mapa da Baía de Sepetiba no contexto metropolitano do RJ. Fonte: NUTEMC, FFP, UERJ 2017.

Essas transformações na Baía de Sepetiba provocadas pelo que estamos chamando aqui de usos corporativos do território não se realizam isoladamente. A construção do Arco Rodoviário Metropolitano, a ampliação do canal de navegação do porto de Itaguaí, a

modernização da malha ferroviária, são alguns dos investimentos em logística promovidos pelo governo federal (período entre 2003 e 2015), em parcerias com os governos do Estado do Rio de Janeiro e de municípios e com o setor privado, para flexibilizar a circulação do capital nessa região.

Dentre os setores privilegiados por esses investimentos, estamos chamando a atenção aqui para as empresas vinculadas ao circuito produtivo do minério de ferro (extração, beneficiamento e logística).



Figura 6: mapeamento das empresas vinculadas ao setor mineral na Baía de Sepetiba

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho ora proposto buscou analisar os usos do território sob o prisma dos agentes hegemônicos do território. Com isso, buscou-se evidenciar os períodos históricos e suas respectivas variáveis-chave na ocupação da Baía de Sepetiba.

Longe de exaurir a imensa temática sobre a história da ocupação da Baía de Sepetiba, o artigo intentou em ilustrar cada período a partir do olhar dos agentes hegemônicos. Com efeito, a partir da produção hegemônica de cada período, apresentou-se uma torrente

de eventos que ora demonstravam as permanências, ora demonstraram as transformações do espaço geográfico em consonância com a economia política do território em âmbito nacional.

Observou-se que a imbricação e diálogo entre o poder público e as grandes empresas, em larga medida, compôs o desenho do território na Baía de Sepetiba, transformando/impactando o meio e logrando novos usos e práticas do território. Contudo, sublinha-se que para a compreensão da história dos lugares, torna-se lapidar a análise e identificação dos agentes não hegemônicos, ou seja, dos grupos sociais que, apesar de não possuir a força para induzir às transformações mais sensíveis, são responsáveis pela produção social do espaço.

REFERÊNCIAS

- DAMAS, E. *Distritos industriais da cidade do Rio de Janeiro: gênese e desenvolvimento no bojo do espaço industrial carioca*. Niterói, 2008. 143 f.
- ERM – Environmental Resources Management: LLX Sudeste Operações Portuárias Ltda. *Relatório de aperfeiçoamento técnico dos parâmetros operacionais para ampliação do Porto Sudeste para movimentação de granéis sólidos para 100 Mtpa*. Janeiro, 2012.
- EUZEBIO, R. C. & PAZ, M. O. C. Modernização da Ilha da Madeira: efeitos da ação estratégica na vida dos pescadores artesanais. In: SILVA, Catia Antonia da. (Org.). *Pesca artesanal e produção do espaço: desafios para a reflexão geográfica*. Rio de Janeiro: Consequência, 2014.
- FRIDMAN, F. De chão religioso à terra privada. O caso da fazenda de Santa Cruz. In: ACSELRAD, Henri. *Planejamento e território: ensaios sobre a desigualdade*. Rio de Janeiro: Ed. Lamparina, 2011.
- GALAFASSI, G. P. *Naturaleza Sociedad y Alienacion*. Montevideu: Nordan, 2005.
- HAZTEC. Soluções integradas em sustentabilidade. *Relatório de impacto ambiental para as obras de implantação do terminal portuário, retroárea e píer no Porto de Itaguaí/RJ* – Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais (USIMINAS), dezembro, 2010.
- Instituto Brasileiro de Mineração (IBM). *Levantamento Estatístico dos Investimentos em Mineração* – 2012. Disponível no site: <http://www.ibram.org.br/> (Último acesso: em 02/11/2012).
- OLIVEIRA, F. *A economia brasileira: crítica da razão dualista*. Petrópolis: Ed. Vozes, 1987
- PIQUET, R. *Indústria e território no Brasil contemporâneo*. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2007.
- RIBEIRO, A. C. T. Territórios da sociedade: por uma cartografia da ação. In: SILVA, Catia Antonia da. (Org.) *Território e ação social: sentidos da apropriação urbana*. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

RIBEIRO, A. C. T. & SILVA, C. A. da. Impulsos globais e espaço urbano: sobre o novo economicismo. In: *El Rostro Urbano de América Latina*. Buenos Aires: CLACSO, 2004.

SANTOS, M. *A natureza do espaço*. São Paulo: EDUSP, 2006.

_____. *Técnica, Espaço, Tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional*. 5ª. edição. São Paulo: Editora da Universidade do Estado de São Paulo, 2008.

_____. *O espaço da cidadania e outras reflexões*. Organizado por Elisiane da Silva; Gervásio Rodrigo Neves; Liana Bach Martins. Coleção “O pensamento político brasileiro”, v. 3. Porto Alegre/RS: Fundação Ulysses Guimarães, 2011.

SILVA, C. A. da. Economia política do território: desafios para pensar a metrópole. In: SILVA, C. A. da. (Org.) *Território e ação social: sentidos da apropriação urbana*. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

ZBOROWSKI, M. B. *Conflitos ambientais na Baía de Sepetiba: o caso dos pescadores atingidos pelo processo de implantação do complexo industrial da Companhia Siderúrgica do Atlântico (ThyssenKrupp CSA)*. Rio de Janeiro, 2008.

Expansão urbano-industrial e logística na Baía de Sepetiba e conflitos territoriais com a pesca artesanal: história recente da produção social da periferia metropolitana¹

Catia Antonia da Silva

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem a finalidade de fazer breve análise de processos e ações da modernização urbano-industrial e logística na Baía de Sepetiba e tecer considerações sobre impactos dessa modernização na vida coletiva dos pescadores artesanais das localidades de Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba. A proposta nasce dos estudos e das atividades extensionistas realizadas na região da Baía de Sepetiba. Essa baía, que passa por sucessivos processos de expansão urbana e industrial, vem, a partir de 2006, intensificando os usos do território continental, insular e marinho. O complexo industrial-logístico tem alterado a paisagem, o cotidiano e imposto nas novas fronteiras do lugar à lógica da economia globalizada.

De acordo com Santos (1996), o espaço cada vez mais é comandado por duas lógicas: a verticalidade e as horizontalidades. A verticalidade constrói-se de forma hierárquica onde usos e agentes se impõem no território e alteram cotidiano e lugar da vida coletiva. A horizontalidade é a dinâmica do cotidiano alterado onde forças de dominação, vinculadas aos atores locais com os atores globais impõem formas de desigualdades e de subordinação muitas vezes resistidas pelos atores submetidos e expropriados. No contexto da metrópole do Rio de Janeiro, a região oeste da cidade somada aos municípios de Itaguaí e Mangaratiba, processos de modernização orientados por lógicas econômicas e políticas, fez juntar interesses

¹ Resultado de pesquisa do projeto “Modernização, território e cartografia da ação social: análise da cadeia produtiva, das condições de trabalho e das formas de luta dos trabalhadores da pesca artesanal no Rio de Janeiro”. Agradecimento: CNPq e FAPERJ.

empresariais e de governo numa região que já teve outros processos modernizadores. Por exemplo, em 1979, a implementação do Distrito Industrial de Santa Cruz. Nesse mesmo período foi criado o Porto de Itaguaí e das primeiras indústrias, tais como a Ingá Mercantil e as estradas de ferro para levar o carvão de minério das minas do interior de Minas Gerais até o Porto de Itaguaí. Ambos empreendimentos bem sucedidos fazem dessa porção da metrópole área integrada à região de exportação e importação, ligando diretamente os estados de Minas Gerais e São Paulo, integrando-se desse modo o país, por meio da região Sudeste do Brasil à lógica global de produção e circulação de minérios e outros primários e de bens de capital. Nessa região, além dessa imposição a uma vocação econômica, é lugar de abrigo de conjuntos habitacionais criados para receber população oriunda da remoção de favelas das áreas nobres do Rio de Janeiro. Outra opção de moradia dos pobres advém, nas décadas de 1970 a 1990, da instalação de loteamentos para baixa renda, principalmente na zona oeste do Rio de Janeiro.

A expansão populacional é um dos vetores de urbanização da região. No entanto, o modelo de modernização é excludente (PIQUET, 1990, 1991, RIBEIRO, 2013) porque não é acompanhado de melhorias em equipamentos coletivos e culturais, como falta infraestrutura de saneamento básico, ou seja, não é acompanhado de distribuição igualitária da riqueza. Da mesma forma que a ampliação de indústrias e complexos logísticos não é seguida de monitoramento e fiscalização dos objetos industriais por parte do Estado, significando uma modernização baseada no abandono da sociedade e da natureza local, o que tem como consequência a implementação de um quadro de poluição marinha, fluvial e atmosférica, que tem piorado a vida coletiva e o espaço vivido na região (RODRIGUES, PEREIRA, SANTOS, 2012).

Desse modo, o presente artigo busca apresentar a problemática da urbanização na Baía de Sepetiba e seus impactos na vida coletiva, especificamente com ênfase aos pescadores artesanais da região. O artigo divide-se em três partes: a primeira apresenta o processo e a estrutura industrial e lógica recente, com ênfase na análise do Porto de Itaguaí e Thyssenkrupp CSA (TKCSA); a segunda parte analisa a expansão urbano-residencial e seu impactos populacionais; e a terceira parte reconhece as áreas de pesca situadas nos espaços de expansão logístico-industrial e nos espaços residenciais.

COMPREENDENDO A PRODUÇÃO SOCIOESPACIAL DA BAÍA DE SEPETIBA: URBANIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE

Partimos de alguns pressupostos para a reflexão geográfica e análise dos pescadores e sua atividade na Baía de Sepetiba. A primeira dela é a contribuição da Geografia na história do tempo presente desse espaço geográfico conhecido como zona oeste do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba (áreas continental, insular e aquática fluvial e marinha); e a segunda refere-se a vida e trajetos dos pescadores artesanais, constituindo um mundo existencial muito dependente da natureza. Para a reflexão geográfica, o espaço geográfico como totalidade em mutação, conforme anuncia Santos (1996). Esse espaço é produção material (artefatos, objetos, redes técnicas, configuração populacional e econômica) e imaterial (valores, ideias, desejos, intencionalidades e ações). Para a produção material (objetos técnicos e objetos naturais), Santos (1996) denominou de tecnosfera, e para a dimensão imaterial (ideias, projetos e ações sociais) denominou de psicosfera. A importância desses conceitos-chave que contribuem na reflexão acerca da construção social da metrópole do Rio de Janeiro. No caso de sua relação com a Baía de Sepetiba, é notável compreender que, do ponto de vista geográfico, a dimensão continental e insular e a área aquática tem cerca de 500 km² e está englobada na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu e Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e sub-bacia do Rio Pirai, contribuinte à Baía de Sepetiba. A área geográfica dessas bacias é bem maior que nossa área de estudo, porque engloba outros municípios fluminenses, tais como do noroeste fluminense. Os rios que cortam Santa Cruz (Rio de Janeiro) e Itaguaí tiveram seus cursos d'água desviados, para fins de reforço da vazão do Rio Guandu, sendo assim responsáveis por parte do abastecimento de água potável da cidade do Rio de Janeiro no litoral sul do Rio de Janeiro, ocupando uma área de 2.400 km² (1997).

Esses rios de planície construídos em meandros, durante as obras de implementação do Distrito Industrial de Santa Cruz e do Porto de Itaguaí, foram retelinizados, modificando a geometria de seus cursos. Assim como, para abastecer toda essa região, o Rio Guandu passou a receber águas do Rio Paraíba do Sul, por meio de transposição.

Desse modo, a nossa área de estudo restringe-se aos municípios de Itaguaí, Mangaratiba e a porção oeste do Rio de Janeiro, que faz parte da área da Baía de Sepetiba e representa um espaço periférico de expansão urbano-metropolitana, desde os anos 1970, possuindo atualmente cerca de 3 milhões de habitantes e dezenas de indústrias e plantas logísticas – porto seco e terminais portuários (MONIÉ, 2016, 2015). Essa área permite lembrar a reflexão de Storper & Venables (2005) sobre o “burburinho”, ou seja, da centralização e concentração da industrialização, ou seja, ao mesmo tempo que se aponta para a descentralização e desconcentração industrial na escala da globalização, novos processos de centralização urbano-industrial acontecem na escala regional do país, por aproveitar a estrutura historicamente produzida.

Desse modo, a zona oeste do Rio de Janeiro, de ocupação antiga, teve incremento populacional e de indústrias a partir dos anos 1970, com a implementação de conjuntos habitacionais em Santa Cruz, e com a política nacional de descentralização industrial foram instalados os distritos industriais de Santa Cruz e Campo Grande. Na proximidade do Distrito Industrial de Santa Cruz, (hoje com dezenas de empresas; podemos destacar a casa da Moeda, Tkcsa, Gerdau, dentre outros). No que se refere ao Porto de Itaguaí, que fica muito próximo ao Distrito Industrial de Santa Cruz, é administrado por Docas e foi implementado no período 1979/1980. Atualmente, Docas aluga espaços para empresas de logística: as principais são Vale, Tecon, Siderurgia de Volta Redonda. As principais atividades do Porto são a exportação de minérios e exportação e importação de produtos semimanufaturados por meio de contêineres. Nas proximidades do Porto de Docas e do Distrito Industrial de Santa Cruz, na ilha da Madeira (Itaguaí), encontra-se a construção do Estaleiro da Marinha do Brasil (PROBSUL) e, já em funcionamento desde 2014, o Superporto Sudeste (Figura 1).

São famosos os conflitos territoriais das empresas com a população local, destacando a Companhia Mercantil e Industrial Ingá (anos 1980), TKCSA, a partir de 2006, Porto Sudeste (2010), dentre outros (SILVA, 2013).



Figura 1– Área de concentração do complexo industrial logístico – Ilha da madeira – Itaguaí e Distrito Industrial de Santa Cruz. Fonte: Nutemc, 2014.

Conforme pode-se ver na Figura 1, a proximidade do Distrito Industrial de Santa Cruz e Itaguaí permite a configuração e a simbiose estrutural cuja justificativa nos anos 1970 – período da Ditadura Militar – era de expansão para as áreas de “vazios demográficos”, de acordo com as teorias dos polos de desenvolvimento e centro e periferia (SILVA, 2017). No entanto, nessa região já existiam a atividade da pesca e da agricultura. O projeto de desenvolvimento escolhe essa área para a junção da localização da população mais pobre e as plantas fabris e portuárias poluidoras. Vale destacar a empresa Companhia Mercantil e Industrial Ingá, que foi desativada em 1998, mas deixou seu passivo na área e trouxe altos graus de poluição à região (CETEM, 2017; BREDARIOL, 2002).

Desse modo, vale a pena destacar os usos da Baía de Sepetiba pelo complexo industrial-logístico. A partir dos anos 2010, conforme aponta a Figura 2, o Porto de Itaguaí integra-se à expansão logística dos portos privados – Porto Sudeste e TKCSA e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROBSUL): estaleiro da marinha que ainda encontra-se em construção.



Figura 2 - Áreas de investimentos portuários logísticos, articulando o porto de Itaguaí e demais empreendimentos. Fonte: Docas, 2016.

O Porto de Sepetiba tem papel histórico de integração da Baía de Sepetiba à lógica regional nacional que inclui São Paulo e Minas Gerais pela ferrovia Japeri-Brisamar na exportação e importação de minérios de ferro e carvão, e mais recentemente de produtos das indústrias de base e de bens de capital.



Figura 4 – Região de influência do Porto de Itaguaí e principais via de acesso e de escoamento pelo continente. Fonte: Docas, 2016.

A área ocupada pelo Porto de Itaguaí no litoral abrange a área dos terminais e as áreas do canal e de fundeio de navios (Figuras 5 e 6) além de possuir três terminais: CPBS -Vale, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Sepetiba Tecon S/A, dentre outras. Os navios de exportação-importação de minérios e outros produtos têm aumentado de tamanho, assim como o fluxo de navios tem ampliado. Vale destacar que um dos principais terminais de contêiner do país é de responsabilidade da Sepetiba Tecon; inaugurado em 1998, o terminal tem instalações, serviços e capacidade superiores à média dos terminais nacionais, buscando ser um “porto ideal” para a concentração e distribuição de cargas no Atlântico Sul; esse terminal está em expansão e encontra-se em fase de licenciamento ambiental.



Figura 5 – Principais Terminais do Porto de Itaguaí. Fonte: Docas, 2017.



Figura 6 – Terminal CPBS do Porto de Itaguaí. Fonte: Trabalho de campo NUTEMC, 2017.

Apesar do processo ampliado de tecnificação, os riscos de poeira de minério dos portos existentes, públicos e privados, são eminentes na região, o que vem causando poluição (solo, ar e água) na Ilha da Madeira e adjacências. Ainda existem moradores na Vila do Engenho e Mariquita, lugares mais afetados com poluição e com a remoção de famílias e derrubadas de casas, ruas e escola para fazerem parte da planta lógica do Porto Sudeste e do PROBSUL, a partir de 2011.

Conforme já apontado neste trabalho, o complexo portuário abrange continente e áreas marinhas. As áreas marinhas, além dos terminais, incluem o canal de acesso e as áreas de fundeio de navios. Sobre o canal de acesso, vale analisar a proposta de expansão do canal e os usos pelos portos públicos e privados. A proposta de intensificação dos usos e dos navios tem implementado o projeto de expansão do canal (duplicação do canal) e de aumento da profundidade para permitir o tráfego de navios com maior calado (Figuras 7 e 8).

Acesso Marítimo

Características Atuais

- ✓ O canal de acesso, tem aproximadamente 40 km de extensão;
- ✓ Largura de 200m;
- ✓ Calado máximo de 17,60 m;
- ✓ 06 fundeadouros com 14 pontos de fundeio.

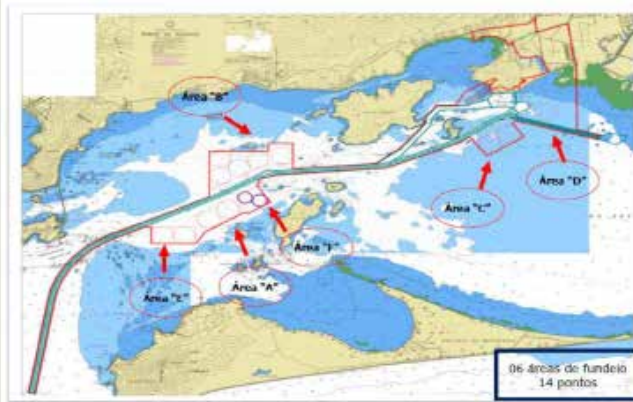
Expectativas de crescimento

- ✓ Aumento do Porte dos Navios;
- ✓ Significativo aumento no quantitativo de navios e manobras;
- ✓ Novos projetos e expansão dos atuais terminais em andamento;
- ✓ Adequação da infraestrutura aquaviária.

Acesso Marítimo – Canais



Áreas de Fundeio



Figuras 7 e 8 - Características dos canais de navios e proposta de ampliação. Fonte: Docas, 2016.

A justificativa para a expansão portuária por meio de ampliação das bases marítimas tem como referência o projeto de ampliação das atracações de navio no complexo portuário, conforme demonstram a Tabela 1 e as Figuras 7 e 8. A justificativa refere-se à necessidade de dragagens das áreas de canais e de fundeio porque os navios do Porto Sudeste e Porto da TKCSA utilizam as mesmas áreas do Porto de Itaguaí, além de que há a expectativa de aumento do número e do tamanho dos navios.

Tabela 1 – Atracções no Complexo Portuário da Baía de Sepetiba.

Atracções no complexo portuário da Baía de Sepetiba							
Terminais	2012	2013	2014	2015*	2016*	2017*	2018*
Sepetiba Tecon	472	562	403	427	453	480	509
CSN Tecar	228	250	261	277	293	311	330
CPBS Vale	142	150	155	164	174	185	196
TKCSA	106	105	131	139	147	156	165
TIG Vale	213	297	190	201	213	226	240
Porto Sudeste ¹	0	0	0	5	350	368	386
Gerdau ¹	0	0	0	0	0	0	25
Passageiros	43	45	45	48	51	54	57
Total	1.204	1.409	1.185	1.261	1.681	1.779	1.907

* Projeções Sistema FIRJAN - considerando crescimento médio anual de 5%, conforme comportamento médio do Complexo Portuário da Baía de Sepetiba nos últimos cinco, segundo dados da ANTAq;

1: Projeções Sistema FIRJAN – considerando estimativas de armadores e das empresas

Fonte: Elaboração Sistema FIRJAN a partir do Sistema de Informações Gerenciais, ANTAq

Fonte: DOCAS, trabalho de campo – entrevista, 2015.

Os impactos para a pesca artesanal implicam no fato de que a cada objeto novo, a cada nova área de fundeio e de canal, tornam-se áreas proibidas à pesca e navegação de pequenas embarcações.

Outro fato impactante à pesca são as derrocagens e dragagens que impactam diretamente o ambiente marinho, assim como as obras vêm reduzindo as áreas de mangues. Além de expor a natureza a poeiras de minérios e de cimento das obras, que são intensas na região.

Analisar a Thyssenkrupp CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA) é importante também para o entendimento dos impactos na pesca na região. Implementada em 2006, essa planta industrial siderúrgica no Distrito Industrial de Santa Cruz utiliza

os rios da região, destacando o Rio da Guarda e o Canal de São Fernando (Figuras 1 e 9). Os pescadores também utilizam os rios como caminhos entre suas casas e os pesqueiros.



Figura 9 - Panorama distrito industrial de Santa Cruz. Canal de São Fernando. Área da planta indústria da TKCSA. Fonte: fotografia panorâmica – acervo Nutem 2017.

EXPANSÃO URBANA E DOS DOMICÍLIOS RESIDENCIAIS

Nessa região da Baía de Sepetiba, nos distritos industriais de Santa Cruz, Palmares e Campo Grande, as empresas situadas em Itaguaí e Guaratiba (Rio de Janeiro), inclui-se hoje mais de 50 empresas de grande porte atuando como indústria ou logística, numa região em que é frágil o sistema de esgotamento sanitário (cerca de 50% do esgoto é encanado, mas somente cerca de 5% é tratado) e é débil o serviço de saúde; os maiores hospitais da região de Sepetiba ficam na cidade do Rio de Janeiro: Rocha Faria e Pedro II, que vivem em crise de superlotação e falta de médicos e de custeio. Os hospitais de Itaguaí e Mangaratiba não têm recursos e especialidades, contribuindo assim para a superlotação dos hospitais citados. Além disso, o monitoramento ambiental – quer seja pela esfera estadual, quer seja

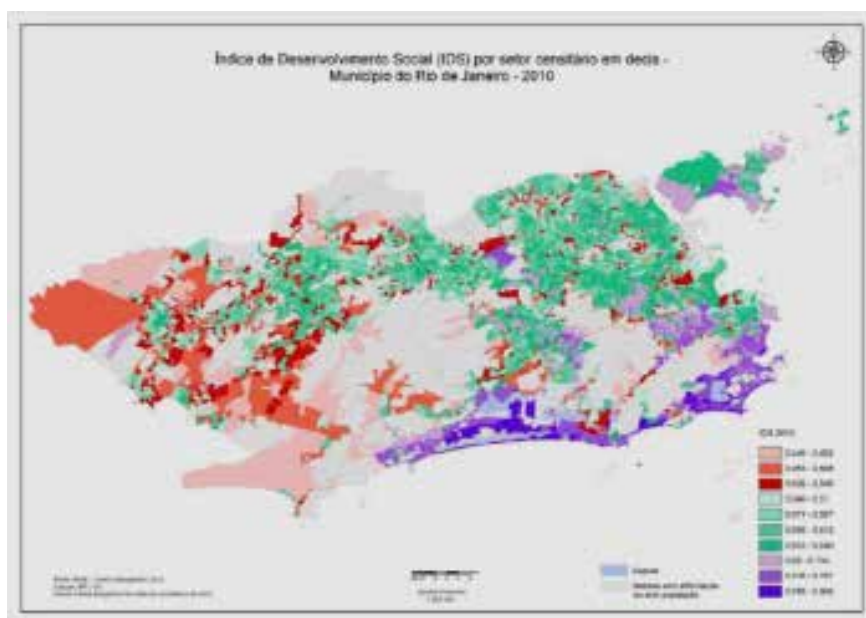
pelas esferas municipais e federal - é muito frágil porque os órgãos ambientais deixam nas mãos das empresas tais responsabilidades. Os indicadores de poluição apontam para um crescimento nos últimos dois anos de poluição atmosférica e poluição das águas. Desse modo, é complexo o processo de urbanização dessa região, dada a carência de gestão territorial e ambiental na região.

No que se refere aos aspectos populacionais, é uma área de expansão demográfica e econômica tanto no aspecto industrial, como no de serviços e comércio.

Vale destacar que a zona oeste da cidade do Rio de Janeiro é a região de menor Índice de Desenvolvimento Humano do município, segundo o IBGE, 2010 é marcada por significativas desigualdades sociais e realidades contrastantes. Historicamente marcada pela periferização - implementação de conjuntos habitacionais, com população oriunda de remoção de favelas situadas no Centro e zona sul do Rio de Janeiro, anos 1970, 1980 e mais recentemente com a ~~s~~ os jogos olímpicos de 2016, o governo municipal do prefeito Eduardo Paes retomou com as remoções de famílias em áreas de favelas na cidade do Rio de Janeiro, para destruir imóveis e inserir a área nos projetos de expansão dos empreendimentos olímpicos. Boa parte dessa população removida foi para o bairro de Santa Cruz, na periferia da cidade do Rio de Janeiro. Além disso, diversos e sucessivos governos municipais têm realizado políticas habitacionais recentes que dão origem a novos bairros nas áreas de Santa Cruz e Campo Grande.

A partir dos anos 2010, com problemas de aumento de conflitos em favelas da Zona Norte da cidade e com investimento do capital imobiliário, a Zona Oeste experimenta um novo vetor: o deslocamento residencial da classe média e a implementação de condomínios fechados, tornando complexa a organização interna da zona oeste.

A população da zona oeste representa 41,36% (2.614.728 habitantes) do total do município do Rio de Janeiro (6.320.446 habitantes). Os indicadores culturais da região reforçam a perspectiva da desigualdade: a Barra da Tijuca conta com uma concentração considerável de salas de cinema (32%), embora apresente índices baixos com relação à oferta de museus (2%), bibliotecas (3%), centros culturais (5%) e teatros (3%). Por sua vez, Jacarepaguá e Cidade de Deus são regiões caracterizadas pela escassez de museus (3%), bibliotecas (8%), centros culturais (6%) e teatros (5%), além de possuir a menor concentração de salas de cinema da cidade (4%).



Figuras 11. Área geográfica e IDH na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro - IPPRIO, 2014.

O município de Itaguaí possui 120.855 habitantes e Mangaratiba, com 41.557 habitantes, estimados em 2016, segundo o IBGE. E assim como a porção direcionada e/ou banhada pela Baía de Sepetiba (Campo Grande, Santa Cruz e Bangu), esses dois municípios

são carentes de equipamentos de saúde, cultura e de monitoramento ambiental administrador de poluição.



Figura 12 - Área urbana no bairro Pedra de Guaratiba e Rio Piraquê. Fonte: Fotografia panorâmica – acervo Nutem 2017.

Observa-se na Figura 12, a densa área residencial do bairro da Pedra de Guaratiba na zona oeste do Rio de Janeiro, e o rio liberando águas negras na Baía de Sepetiba. Trata-se de um exemplo de rio retilinizado numa região de planície litorânea onde o esgoto não é tratado. A expansão dos domicílios não acompanha a expansão e melhoria das infraestruturas, sobretudo do sistema de esgoto sanitário.

O processo de retilinização dos rios tem como consequência os sedimentos chegarem com mais intensidade na baía, colmatando o litoral. Também o aumento de casos de enchente vêm ocorrendo com mais frequência na região.

PESCA ARTESANAL E SUAS TERRITORIALIDADES EM RISCO

O conceito de risco nasce no campo da Geologia e refere-se aos desastres ambientais. No entanto, podemos utilizá-lo emprestado já que a problemática da natureza, tema tão debatido inclusive no contexto da Baía de Sepetiba, esquece que o homem é natureza também. Falar de homem é bastante simplificador quando não é possível ver a natureza complexa das classes sociais e dos grupos existentes na Baía de Sepetiba. Ao analisar o fenômeno social pesca artesanal, identificamos trabalhadores pobres, que têm características peculiares, diferentes de outros trabalhadores urbanos ou rurais. O que configura e delimita esse grupo social são: (a) a característica de uso intensivo de mão de obra e pouca tecnologia; (b) produção em pequena escala; (c) em geral a embarcação trabalha dentro da baía (embarcações de até 8 metros no formato de *caícos* não saem ao mar aberto por risco de acidentes em contato com o oceano); (d) a percepção de redução dos estoques pesqueiros a cada vez que a poluição das águas ocorre; (e) extraem ou coletam de forma sazonal.

No quadro de construção da poluição, nos anos 1980, quando eram abundantes os peixes, era comum ver grande mortandade de peixes, na época da chegada de empresas tais como Ingá e Casa da Moeda, e na região as mudanças da coloração e cheiro das águas.

Do ponto de vista social, o risco torna-se eminente porque os pescadores não aparecem nos estudos da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ) – relatórios de 2011 a 2015. Não aparecem também nos relatórios de licença ambiental, nem nas estatísticas dos órgãos ambientais.

Não há interesse de se fazer estatísticas sobre esses trabalhadores, como se eles fossem invisíveis – por trabalharem muito cedo, de madrugada ou a noite, a população urbana, incluindo o poder público e empresas, os negligenciam. Ou justificando a expansão logístico-industrial para espaços de “vazios demográficos”. No entanto, a partir de 2006, no âmbito da instalação da TKCSA, os pescadores, ONGS e outras lideranças fizeram valer as vozes dos pescadores, demonstrando que, onde se diz paisagem natural ou vazios demográficos, vivem pessoas, existe história social do território (SILVA, 2017, SILVA 2013).

Com a instalação do Porto Sudeste, a luta pela mitigação aumentou junto aos órgãos de Estado e empresas. Os pescadores e suas lideranças passaram a reivindicar direitos. A TKCSA e Porto Sudeste fizeram ajustes de conduta para garantir melhorias a algumas associações e colônias. Mas a tarefa de mitigar é complexa e envolve também a melhoria do espaço impactado e da totalidade dos pescadores. No entanto, os órgãos ambientais não garantem de fato a responsabilidade socioambiental e os danos ambientais têm aumentado na região com redução de mangues e aumento do índice de poluição.

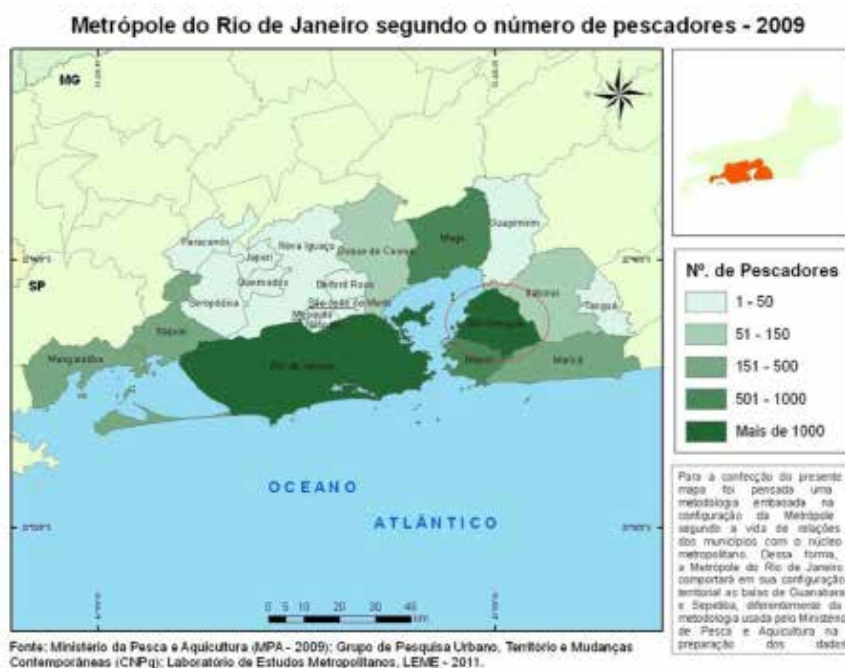


Figura 13 – Mapa do número de pescadores artesanais na metrópole do Rio de Janeiro – 2009. Fonte: elaborado com dados do Ministério da Pesca – NUTEMC-UERJ, 2011.

Conforme observa-se na Figuras 13, 14, 15, 16, 17, são milhares de pescadores na Baía de Sepetiba, tendo áreas de embarque e desembarque principalmente no Rio de Janeiro e Itaguaí. Estima-se que atualmente haja 3.000 pescadores(as) e marisqueiros(as) na região.



Figura 14 – Localidades de pescadores artesanais em meio aos empreendimentos na Baía de Sepetiba – Fonte: NUTEMC-UERJ, 2011.



Figura 15 – Embarcações de pescadores artesanais em meio ao empreendimento Porto Sudeste na Baía de Sepetiba – Fonte: NUTEMC-UERJ, 2011.



Figura 16 – Localidades de pescadores artesanais em meio aos empreendimentos Porto Sudeste e Porto de Itaguaí na Baía de Sepetiba – Fonte: NUTEMC-UERJ, 2011.



Figura 17 – Localidades de pescadores artesanais na Pedra de Guaratiba, Rio de Janeiro, na Baía de Sepetiba – Fonte: NUTEMC-UERJ, 2011.

Existem outros elementos de risco à pesca artesanal. Dentre eles vale destacar a sobrepesca causada pela pesca industrial, que deveria atuar fora das baías. Os quadros a seguir resumem as principais ações de risco para a pesca artesanal na região:

Quadro 1. Principais conflitos territoriais

Ações	Impactos
Construção das obras e do funcionamento	Risco de fortes barulhos, diminuição na qualidade do ar, maior incidência de doenças respiratórias, alterações nas condições de vida e trabalho. Afeta tanto moradores como pescadores, direta ou indiretamente.
Dragagem	Suspensão de materiais sólidos que estão depositados no fundo da Baía de Sepetiba.
Degradação dos manguezais	Redução de um ecossistema fundamental para a reprodução do pescado; redução de uma das principais formas de proteção do litoral contra a erosão e ressacas.
Zonas de exclusão de pesca	Áreas onde os pescadores são proibidos de exercer sua prática, seja por questões ambientais, seja por área de tráfego de navios (que é o caso que será analisado neste trabalho).
Expansão do capital imobiliário e hoteleiro	Aumento do valor do solo, migração de novos moradores, conflito de vizinhança, principalmente classe média e média alta.
Turismo	Aumento do número de embarcações e de pesca amadora.
Urbanização e falta de infraestrutura	Poluição por falta de saneamento básico.
Pesca industrial	Redução dos estoques pesqueiros por causa de sobrepesca.

Fonte: Entrevistas (pesquisa de campo) e análises de fontes secundárias. NUTEMC/FFP/UERJ, 2016.



Figura 18. Peixe descartado na Ilha de Marambaia por embarcação de pesca industrial, 2016.

Fonte: pescador artesanal da baía de Sepetiba.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou apresentar os principais impactos da modernização urbano-industrial e logística da Baía de Sepetiba na vida coletiva da pesca. Intencionou ainda apresentar a dimensão espacial dessa modernização que tem alterado a paisagem costeira da baía de Sepetiba e a vida coletiva. A urbanização excludente, marcada por uma modernização incompleta, demonstra a incapacidade e falta de interesse do Estado em resolver os problemas da região. Pelo contrário, nesses últimos 30 anos, a intensificação da expansão urbano-metropolitana é marcada pela negligência do Estado no investimento de infraestrutura, de bens coletivos de saúde e de monitoramento ambiental (SILVA, 2012). A falta do gerenciamento costeiro na região marca bem a intenção do Estado de não enfrentar os problemas criados por ele nesse modelo de capitalismo pautado pela “guerra dos lugares”. Afinal o que vai ser o futuro dos pescadores e pescadoras, coletores de mariscos e caranguejos nessa “zona de sacrifício”?

O futuro padece de expectativas e de ética humanista ou da ética das verdades (BADIOU, 1995). Pelo contrário, observa-se na aceleração do tempo da empresa, o Estado abrindo mão dos relatórios de impactos ambientais, que são frágeis porque não abordam a realidade social dos lugares. A TKCSA está em funcionamento com base no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), o que demonstra a fragilidade do Estado brasileiro em fazer cumprir sua função social. Na verdade, para o Rio de Janeiro, o que temos observado é um estado acéfalo, ou seja, incapaz de assumir seu papel na governança territorial. Frágil na sua estrutura interna, incapaz de projetar um futuro em si e para si. São as grandes corporações que projetam o futuro do Estado do Rio de Janeiro, seguindo o modelo das orientações e acordos nacionais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA RIO DE NOTÍCIAS. Começa descontaminação da Ingá Mercantil em Itaguaí. In: Blog *Informativo Rio*, 05 jun. 2009. Disponível em: <http://informativorio.blogspot.com/2009/06/comeca-descontaminacao-dainga.html>. Acesso em: 27 mar. 2010.

ALECRIM, M. US\$ 600 milhões para o Rio. *O Dia on line*, São Paulo, 26 fev.

2010. Disponível em: http://odia.terra.com.br/portal/economia/html/2010/2/us_600_milhoes_para_o_ri_o_66203.html. Acesso em 30 mar. 2010.

BADIOU, A. *Ética – um ensaio sobre a consciência do mal*. Rio de Janeiro, Relume-Dumará, 1995.

BRASIL MINERAL. Brasil. Passivo ambiental. Ingá continua sem comprador. In: *Mineral OnLine*, n. 348, 16 abr. 2008. Disponível em: <http://www.brasilmineral.com.br/BM/default.asp?COD=3521&busca=&numero=348>. Acesso em: 13 out. 2011.

BREDARIOL, C. S. *O aprendizado da negociação em conflitos ambientais*. A Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), 2002. Disponível em: http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT17/gt17_celso_bredariol.pdf. Acesso em: 29 mar.2010.

CETEM. Companhia Mercantil e Industrial Ingá deixa passivo ambiental à Baía de Sepetiba (RJ). Disponível: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=25>, consultado em outubro de 2017.

GONÇALVES, C. Recuperação ambiental de área contaminada pela Ingá Mercantil envolverá mais de R\$ 92 milhões. Agência Brasil, 23 abr. 2011. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-04-26/recuperacaoambiental-de-area-contaminada-pela-inga-mercantil-envolvera-mais-de-r-92-milhoes>. Acesso em 10 nov. 2011.

LINDOLFO, N. dos S. Percepção da população local frente ao impacto ambiental causado pela Companhia Ingá, CETEM, 2011. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XIX_jic_2011/XIX_JIC2011_na_thalia_santos_lindolfo.pdf. Acesso em: 14 out. 2011.

MAPA DA INJUSTIÇA AMBIENTAL E SAÚDE NO BRASIL. Pescadores artesanais, quilombolas e outros moradores do entorno da Baía de Sepetiba: sem peixes, expostos a contaminações e ameaçados por milícias ligadas a empreendimentos em construção, 03 dez. 2009, Disponível em: <http://www.conflitoambiental.iciet.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=109>. Acesso em: 13 out. 2011.

MONIÉ, F. Portos e cidades portuárias diante dos novos paradigmas da circulação de mercadorias. *Espaço Aberto* (UFRJ), v. 4, p. 5-10, 2016.

MONIÉ, F. As cidades portuárias diante do imperativo de fluidez. Território, circulação e reestruturação das hinterlândias dos portos. In: Arroyo Mônica e Cruz; Rita de Cássia Ariza. (Org.). *Território e Circulação: A dinâmica contraditória da globalização*. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2015, v.2 , p. 103-128.

MONIÉ, F.; SILVA, G. (Org.). *A mobilização produtiva dos territórios*. Instituições e logística do desenvolvimento local. 1. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2003, v. 1, 142p.

MONIÉ, F.; COCCO, G.; SILVA, G.; BORGES, S.; CAVALCANTI, C. *A cidade estratégica*. Nova retórica e velhas práticas no planejamento do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: DP&A, 2001, v. 1, 140p.

MARINHA DO BRASIL. Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROBSUL) Disponível: https://www.marinha.mil.br/prosub/sites/www.marinha.mil.br/prosub/files/revista_prosub.pdf. Acesso junho de 2017

PINTO, Luciana Madeira de Oliveira. Implicações da contaminação por metais pesados no meio ambiente da Baía de Sepetiba e entorno: o caso da Cia Mercantil

Ingá, 2005. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão), Universidade Federal Fluminense, Niterói. Disponível em: <http://en.scientificcommons.org/16435753>
Acesso em: 26 mar. 2010.

PIQUET, R. Grandes projetos e tendências na ocupação do território: a modernização excludente. *Espaço e Debates*, São Paulo, ano 10, n. 31, p. 82-9, quadrimestral. 1990.

PIQUET, R. Modernização a qualquer preço. In: Encontro Nacional da ANPUR, 4, 1991, Salvador. *Anais...* Salvador: ANPUR, 1991. p. 589-597.

PORTAL ECODEBATE. RJ inicia a descontaminação do terreno da Companhia Ingá Mercantil, um dos maiores passivos ambientais do estado, 05 jun. 2009. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2009/06/05/rj-inicia-adescontaminacao-do-terreno-da-companhia-inga-mercantil-um-dos-maiorespassivos-ambientais-do-estado/> Acesso em: 27 mar. 2010.

RIBEIRO, A. C. T.; SILVA, C. A. da. Impulsos globais e espaço urbano: sobre o novo economicismo. In: Ana C. T. Ribeiro (Org.). *El rostro urbano de América Latina*. Buenos Aires: CLACSO, 2004, p. 203-234.

RIBEIRO, A. C. T. et al. Por uma cartografia da ação: pequeno ensaio de método. *Cadernos IPPUR*, ano XV, n. 2, p. 124-140, 2002.

RIBEIRO, A. C. T. Outros territórios, outros mapas. In: RIBEIRO, Ana Clara Torres. *Por uma sociologia do presente: ação, técnica e espaço*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013, v. 5, p. 329.

RIBEIRO, A. P. Procedimento de fracionamento comparado a modelo de atenuação para a avaliação de mobilidade de metais pesados em sedimentos da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2006.

RODRIGUES, M. A.; PEREIRA S. D.; SANTOS, S. B. (Orgs.). *Baía de Sepetiba: estado da arte*. Rio de Janeiro: Corbã & FAPERJ, 2012.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: HUCITEC, 1996, 308p.

SEMADS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro, 2001, 79p. Disponível em: http://issuu.com/paulobidegain/docs/5rrios_bhbsepetiba. Acesso em: 13 out. 2011.

SILVA, C. A. Modernização, conflitos territoriais e sujeitos sociais de culturas tradicionais: considerações da Geografia na leitura da produção da totalidade do espaço brasileiro no século XXI. In: SUERTEGARAY, Dirce et al. (Orgs.). *Geografia e conjuntura brasileira*. Rio de Janeiro: Consequência, 2017, p. 247-274.

SILVA, C. A. Modernização industrial, urbanização: novas tendências da metrópole do Rio de Janeiro. *Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos – Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças – espaço de socialização de coletivos*. Porto Alegre, 2010, 13p.

SILVA, C. A. História social da pesca e da modernização espacial do Rio de Janeiro: a árdua tarefa de periodizar os eventos. In: *Revista Tamoios*, São Gonçalo/RJ, ano 11, n. 1, p. 2-19, jan./jun. 2015.

SILVA, P. C. *Processo de resistência à instalação da Companhia Siderúrgica do Atlântico no período de 2005-2013*. 2013, 126f. Dissertação (mestrado), Rio de Janeiro, UERJ, 2013.

SOUZA SANTOS, B. *Pensar El Estado y La sociedad: desafios actuales*. La Paz, 2008.

STORPER, M.; VENABLES, A. J. O burburinho: a força econômica da cidade. In: Diniz, C. C.; Lemos, M. B. (Eds.). *Economia e território*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, p. 21-56.

VALOR ONLINE. Usiminas conclui acordo para exportar minério pelo Porto Sudeste. In: *O Globo*, 14 fev. 2011. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/economia/mat/2011/02/14/usiminas-conclui-acordopara-exportar-minerio-pelo-porto-sudeste-923795493.asp>. Acesso em: 14 out. 2011.

Resposta e vulnerabilidade dos manguezais da Baía de Sepetiba à mudança climática

Mário Luiz Gomes Soares

Filipe de Oliveira Chaves

INTRODUÇÃO

A Baía de Sepetiba abriga um importante conjunto de manguezais conservados do Estado do Rio de Janeiro. Seu complexo florestal está localizado em uma das principais fronteiras de expansão da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O histórico de atividades nocivas à baía acarretou na poluição e na conversão de grandes áreas desse ecossistema: muitas se transformaram em estradas, indústrias, residências ou simples aterros. Para entender os reflexos desses e de outros processos sobre os manguezais às margens da Baía de Sepetiba, o Núcleo de Estudos em Manguezais da UERJ (NEMA/UERJ) vem conduzindo, ao longo dos últimos 20 anos, diferentes pesquisas para coleta de dados e análises sobre o comportamento e a vulnerabilidade desse ecossistema frente a diferentes tensores, com destaque para a sinergia entre expansão urbana e alterações climáticas e elevação do nível médio relativo do mar. As informações apresentadas neste estudo resumem os principais resultados obtidos em diversas pesquisas conduzidas pelo NEMA/UERJ. Dentre todos os tensores e vetores de pressão aos quais os manguezais da Baía de Sepetiba estão suscetíveis, aqueles associados à mudança climática trazem consequências preocupantes em relação à manutenção desses ecossistemas em longo prazo. Importantes variações do nível médio relativo do mar (NMRM) são esperadas para os próximos anos. O comportamento dos manguezais frente a essas alterações vai depender não apenas das taxas de elevação do NMRM, mas da gestão de toda a paisagem da Baía de Sepetida, que pode afetar a resiliência e vulnerabilidade desse ecossistema. Associada à elevação do NMRM, podem ocorrer alterações no regime de chuvas e, conseqüentemente, na disponibi-

lidade hídrica, que podem conduzir a diferentes comportamentos: expansão das florestas de mangue em períodos de excesso de chuvas ou retração do manguezal em períodos secos. A gestão inadequada das unidades de conservação, bem como de toda a zona costeira da região, pode levar ao aumento da vulnerabilidade dos manguezais frente às alterações previstas. Caso as diretrizes governamentais desconsiderem efeitos sinérgicos de suas decisões sobre a vulnerabilidade dessas florestas, poderemos observar nos próximos anos o desaparecimento desse ecossistema em algumas regiões da baía.

Baías proporcionam um ambiente protegido e tranquilo para a ocorrência e desenvolvimento de manguezais (WALSH, 1974). No Rio de Janeiro, as baías de Guanabara, Ilha Grande e Sepetiba ainda abrigam importantes remanescentes de manguezais (SOARES, 2005).

Na baía de Sepetiba, em sua porção leste, encontramos um complexo heterogêneo de florestas de mangue presentes ao longo da paisagem costeira. Nessa região, essas florestas exibem uma associação peculiar com as planícies hipersalinas, sendo essa uma condição pouco comum para a região Sudeste do Brasil. A importância estrutural, funcional e dinâmica das florestas de mangue com as planícies hipersalinas é descrita por diversos autores como sendo bastante relevante quando analisada sob a ótica da sucessão do sistema, sua manutenção frente à elevação do nível médio do mar e o equilíbrio biogeoquímico do manguezal (BIGARELLA, 1947; MACIEL, 1991; NASCIMENTO, 1999; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999; PELLEGRINI, 2000; PORTUGAL, 2002; SOARES et al., 2005; SOARES, 2009; ALMEIDA, 2010; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012; ESTEVAM, 2013; ESTRADA et al., 2013; ALMEIDA et al., 2014; MOREIRA, 2015).

Ainda nessa porção da baía de Sepetiba destaca-se uma paisagem costeira composta por diversos outros ambientes como, por exemplo, os rios, os brejos, o espelho d'água, as pequenas ilhas da Baía de Sepetiba e o oceano, além de outras formações que compõem o mosaico ambiental regional.

Outros elementos importantes são as intervenções humanas, que provocam diferentes intensidades de contaminação e degradação. O histórico de impactos negativos na Baía de Sepetiba remonta ao período colonial (séculos XVI/XVII), com jesuítas que drenavam as áreas alagadas, indo até os dias atuais com empreendi-

mentos de ampliação da malha viária e expansão urbana, industrial e portuária na região. Hoje, o cenário da Baía de Sepetiba se apresenta bastante complexo em relação a essas perturbações, sendo bastante frequentes os desmatamentos na bacia de drenagem, os aterros irregulares, a conversão de áreas de ecossistemas e despejos irregulares de esgoto nos corpos hídricos. Além dos passivos ambientais do parque industrial e da região portuária presente em suas margens. A isso tudo se acrescenta a ausência de um planejamento equilibrado e sustentável para o futuro da região.

Nesse contexto, as áreas de manguezais, além dos impactos já citados, convivem com o corte irregular de madeira, o despejo e acúmulo de resíduos sólidos e as ocupações irregulares. Chama a atenção também a conversão de áreas de manguezais e planícies hipersalinas para usos diversos, o que representa a perda, muitas vezes irreparável, desses espaços e o comprometimento da qualidade dos *habitats* da Baía de Sepetiba.

As consequências dessas ações estão ligadas diretamente ao bem estar humano, fornecido pelos manguezais. Possibilitando, segundo o Milenium Assesment (2005), a prestação de serviços ecossistêmicos, tais como os de *provisão* (ex. alimentos, água), de *regulação*, que afetam o clima, inundações, qualidade de água, dentre outros, e os *culturais* (ex. espirituais; estéticos; recreacionais), que afetam a saúde, a segurança, as boas relações sociais e uma vida boa para a população.

As Unidades de Conservação presentes na região – como a Reserva Biológica Estadual de Guaratiba (RBG) e a Área de Proteção Ambiental da Praia das Brisas – constituem a linha de frente nessa guerra contra a deterioração da qualidade ambiental dessa região, muitas vezes impedindo o avanço de construções irregulares e permitindo a manutenção de importantes serviços ecossistêmicos associados aos remanescentes de manguezais da região.

Nas últimas duas décadas o Núcleo de Estudo em Manguezais da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (NEMA/UERJ) tem estudado os manguezais da Baía de Sepetiba e monitorado, de forma mais aprofundada, o comportamento dos manguezais na região de Guaratiba – Reserva Biológica Estadual de Guaratiba (RBG) –, estudando, dentre outros aspectos, os vetores e controladores da dinâmica dessas florestas. Ali encontrou respostas importantes para entender a relação do comportamento dos manguezais com

tensores naturais e antrópicos, que podem ajudar a compreender seu funcionamento e manutenção ao longo do tempo.

De posse dessas informações, esse grupo de pesquisa fez importantes exercícios considerando o comportamento desse ecossistema sob diferentes cenários ligados a uma das mais importantes alterações em nosso planeta – a mudança climática e os diferentes aspectos a ela associados, com destaque para as mudanças e variabilidades climáticas e a elevação do nível médio relativo do mar.

O conhecimento acumulado acerca do comportamento dos manguezais na Baía de Sepetiba nos permite inferir neste artigo alguns dos potenciais impactos da mudança climática sobre os manguezais. Essa análise se justifica pela necessidade de tornar o conhecimento científico adquirido, disponível, de forma objetiva e sintetizada, para os gestores e interlocutores que atuam na conservação da Baía de Sepetiba.

BREVE DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS ÁREAS DE MANGUE DA BAÍA DE SEPETIBA

A paisagem natural de Guaratiba (Figura 1) é representada por uma bacia hidrográfica limitada pelo Maciço da Pedra Branca e pelo oceano (CHAVES et al., 2010). Essa figura exhibe a íntima relação entre os sistemas de montanhas (Mata Atlântica), a planície costeira (rios, brejos, restingas, planícies hipersalinas e manguezais), a Baía de Sepetiba (estuário, canais de maré, manguezais em ilhas e bancos lamosos), a Restinga de Marambaia (manguezais, restingas, dunas, brejos e praias) e o Oceano Atlântico. Esses ambientes e suas conexões, através dos fluxos de águas superficiais e subterrâneas, sustentam um grande número de *habitats*, formas de vida e desempenham um papel importante na dinâmica da Baía de Sepetiba.

Soares et al. (2011) descrevem as principais áreas de manguezal da Baía de Sepetiba, e segundo esses autores, merecem destaque as seguintes regiões (Figura 2):

Baía de Sepetiba leste: florestas bem conservadas e uma paisagem com sistemas integrados como representado na Figura 1. Grande parte dos manguezais dessa região está inserida na Reserva Biológica Estadual de Guaratiba (RBG). Apresenta baixa ocupação e pressão por ocupação urbana, localizada principalmente ao longo

da estrada de Barra de Guaratiba e nas estradas que dividem os manguezais, brejos e planícies hipersalinas desde a Grota Funda à Pedra de Guaratiba, alterando o fluxo de água doce em direção aos sistemas intertidais. Toda essa região da Baixada de Guaratiba pode se tornar bastante vulnerável, por tratar-se da próxima “fronteira” para a expansão urbana da Cidade do Rio de Janeiro.

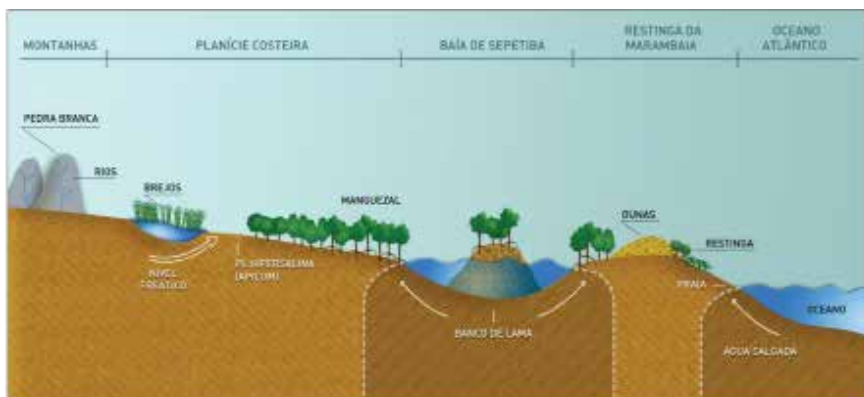


Figura 1 - Paisagem costeira de Guaratiba, com os principais elementos naturais (Chaves et al., 2010).

Restinga da Marambaia: com florestas semelhantes às anteriores, podendo apresentar alto desenvolvimento estrutural (PORTUGAL, 2002) quando comparadas às demais florestas da região. Porção interna ocupada pelo Campo de Provas da Marambaia, sob administração do Exército brasileiro.

Margem direita do Rio Piraquê até Pedra de Guaratiba: litoral no qual identificam-se poucos remanescentes de manguezais devido à forte pressão antrópica nos últimos anos (ALMEIDA, 2007). Como são áreas costeiras expostas a condições semelhantes às aquelas observadas no interior da RBG, as florestas de mangue tenderiam a ser mais desenvolvidas. Todavia, a supressão da cobertura vegetal reduziu esse espaço para as proximidades da desembocadura do Rio Piraquê, além de ocupar as planícies hipersalinas de forma irregular, como ocorrido no loteamento Vila Mar de Guaratiba.

Área de Proteção Ambiental (APA) das Brisas: manguezal típico da porção leste da Baía de Sepetiba. Localizada a oeste de Pedra de Guaratiba, com florestas de mangue associadas a planícies hipersalinas e com forte pressão de ocupação do seu entorno.

Planície a oeste de Sepetiba: manguezais também associados a planícies hipersalinas. Território pouco ocupado no seu entorno (parcialmente localizado em área da Base Aérea de Santa Cruz). Todavia, o principal vetor de pressão é o planejamento, pelo qual a área, tipicamente rural, tornou-se uma área destinada ao desenvolvimento industrial na região, com destaque para a instalação da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) em área adjacente a florestas de mangue.



Figura 2 - Importantes áreas de manguezal na Baía de Sepetiba.

Ilha da Madeira (município de Itaguaí): florestas bem desenvolvidas, limitadas por estradas e estrada de ferro, estão também sob influência direta dos rejeitos portuários e da Companhia Ingá, com elevada toxicidade. De maneira semelhante à região de Sepetiba passou, recentemente por expansão e recebeu diversos empreendimentos, incluindo a ligação com o Arco Metropolitano do Rio de Janeiro.

Coroa Grande até Itacuruçá: entre os rios Itimirim e Itinguçu (Coroa Grande) os manguezais estão bastante alterados pela crescente ocupação urbana. Em Itacuruçá as florestas de mangue encontram-se em melhor estado de conservação e associadas a

pequenas planícies hipersalinas, limitadas, em sua porção continental, pela Rodovia Rio-Santos (BR-101). As principais ameaças estão relacionadas a diversos empreendimentos que buscam se instalar na região e às atividades do Porto de Itaguaí. Na Ilha de Itacuruçá, na face voltada para o continente, existe uma pequena área de manguezal conservado que atualmente está sofrendo pressão pela ocupação irregular no seu entorno.

RESPOSTAS DOS MANGUEZAIS À ELEVAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO RELATIVO DO MAR E À VARIABILIDADE CLIMÁTICA

Os resultados publicados por Soares (2009), relativos ao monitoramento de florestas de mangue na planície costeira de Guaratiba, possibilitaram a análise das respostas dos manguezais às variações do nível médio relativo do mar (NMRM) ocorridas no passado, considerando também aspectos relacionados à morfodinâmica dos sistemas e às exigências fisiológicas das espécies de mangue. Com base nesses dados e na literatura especializada, esse autor propôs um modelo conceitual de análise da resposta dos manguezais à elevação do nível médio do mar. Segundo esse modelo (Figura 3), o comportamento dos manguezais dependerá de fatores primários locais, tais como: (i) topografia; (ii) fonte de sedimento; (iii) taxa de aporte de sedimento; (iv) hidrologia e área da bacia de drenagem; (v) amplitude de marés; (vi) dinâmica costeira; (vii) taxa de elevação do terreno; (viii) taxa de elevação do nível médio do mar. Esses fatores determinarão, basicamente, o balanço entre elevação do nível médio do mar e sua compensação através de processos de deposição de sedimentos, bem como a existência de áreas planas para uma possível acomodação/retração dos manguezais, caso haja uma elevação do NMRM. Esse processo de acomodação/retração dependerá ainda da competição com comunidades não halófitas existentes na planície costeira e da compatibilidade da taxa de elevação do NMRM com o ciclo de vida das espécies de mangue. Como resultado, podemos identificar três possíveis comportamentos das florestas de mangue: (a) erosão; (b) retração; e (c) resistência, os quais determinarão três tipos de resposta dos manguezais: (a) manutenção; (b) exclusão; (c) ocorrência em refúgios.

Os cenários apresentados por Soares (2009) são de extrema relevância quando consideramos as projeções do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2012) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMCI, 2014), segundo as quais o NMRM pode aumentar a taxas que variam de 11,0 cm/100 anos (HARARI & CAMARGO, 1995) a 40,0 cm/100 anos (HARARI et al., 2004). Nesse contexto, no Rio de Janeiro, os manguezais localizados na Reserva Biológica Estadual de Guaratiba (Baía de Sepetiba) são alvo de um programa de monitoramento permanente mantido pelo NEMA/UERJ desde 1996, que permite a construção de uma singular série temporal de dados e a identificação de processos da dinâmica do ecossistema na paisagem.

Os estudos desenvolvidos na RBG (PELLEGRINI, 2000; PORTUGAL 2002; SOARES et al., 2005; SOARES, 2008; ALMEIDA, 2010; ESTEVAM, 2013; ESTRADA et al., 2013; ALMEIDA et al., 2014) identificaram o avanço das florestas de mangue sobre as planícies hipersalinas na Baía de Sepetiba, confirmando a migração dos manguezais em direção ao continente como resposta à elevação do NMRM, conforme proposto no modelo conceitual de Soares (2009). Segundo os dados levantados, a estrutura da floresta de mangue representa uma resposta ao processo de sucessão ecológica no qual a fase pioneira é representada pela colonização recente das planícies hipersalinas por espécies de mangue, e a fase mais antiga é representada pelas florestas maduras às margens dos canais (florestas de franja). O monitoramento permanente dessas florestas permitiu ainda observar que a floresta de mangue avançou cerca de 100 metros em direção ao continente nos últimos 15 anos. Os estudos conduzidos pelo NEMA/UERJ permitiram ainda identificar e caracterizar a efetiva colonização dessas planícies através de um avanço em pulsos, que estão associados não só à elevação do NMRM mas também aos ciclos climáticos. O primeiro comportamento apresenta como consequência um contínuo avanço sobre a planície hipersalina e o segundo diz respeito a processos intercalados de expansão e retração do manguezal nessa planície.

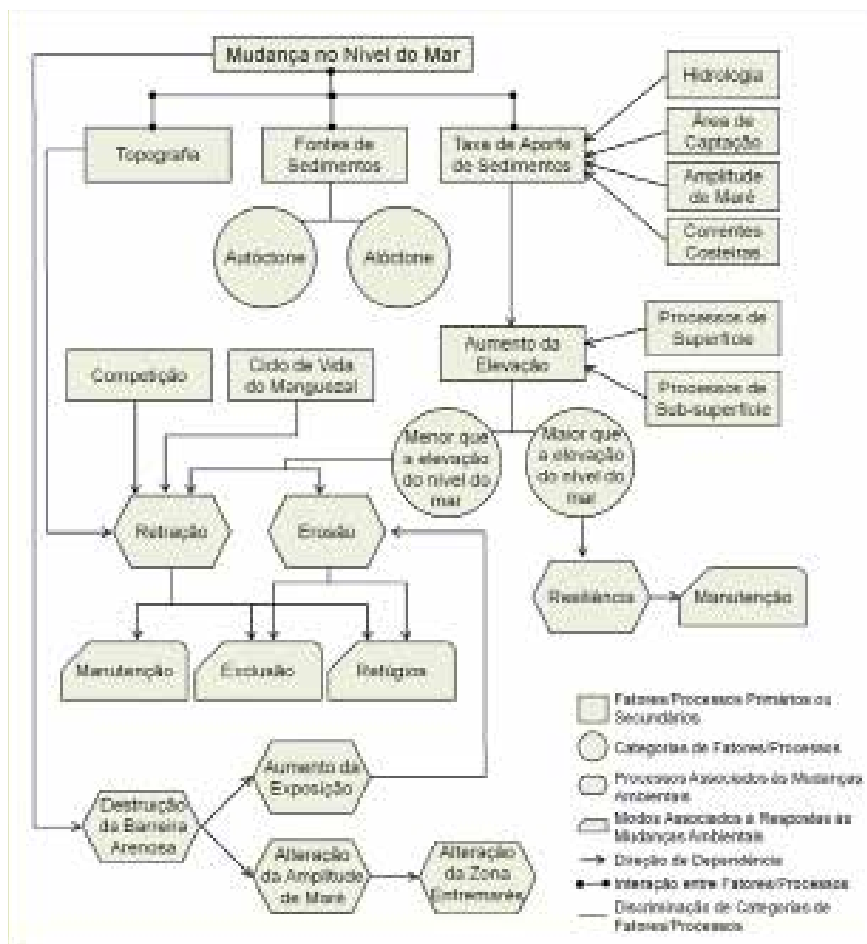


Figura 3 - Modelo de resposta dos manguezais às variações do Nível Médio Relativo do Mar (segundo SOARES, 2009).

Almeida (2010), por meio de análise temporal de imagens de satélites de Guaratiba, desenvolveu um modelo de comportamento baseado na observação da expansão e retração dos manguezais (Figura 4). Segundo essa autora, o processo de colonização das planícies hipersalinas é comum a toda região de Guaratiba, em concordância com o processo de migração das florestas de mangue, conforme anteriormente mencionado. Todavia, esse estudo

confirma o postulado por Soares et al. (2005) que, apesar de haver uma expansão dos manguezais em direção à planície hipersalina, a mesma não ocorre de forma contínua, mas sob a forma de pulsos. Segundo o modelo proposto (Figura 4), o processo de expansão das florestas de mangue é mais acentuado em períodos de anos mais úmidos (maior disponibilidade hídrica) e menos acentuado em períodos de anos mais secos (menor disponibilidade hídrica).

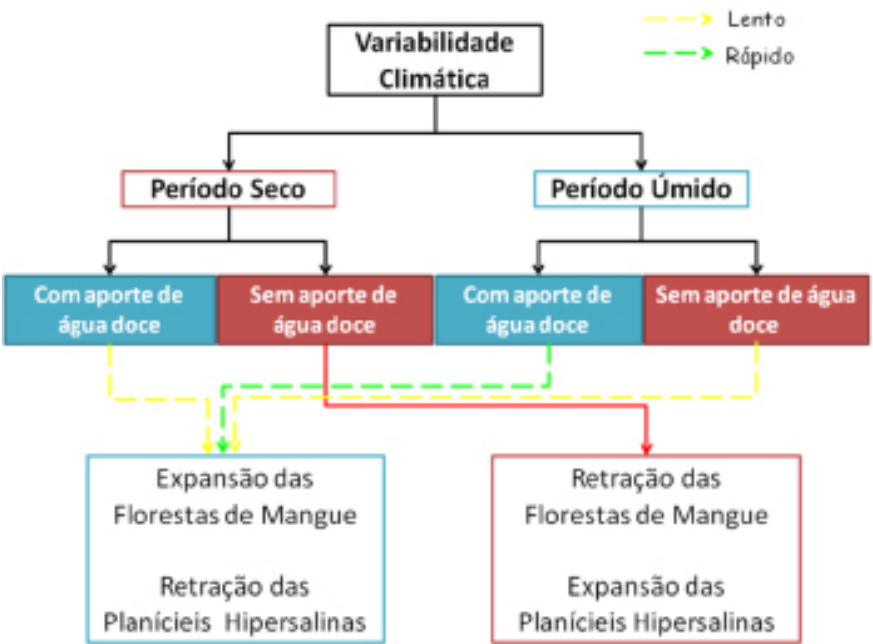


Figura 4 - Resposta das florestas de mangue à variabilidade climática (segundo ALMEIDA, 2010).

Os estudos desenvolvidos em Guaratiba (ALMEIDA, 2007, 2010) ainda apontam para o papel de sistemas continentais de água doce, que funcionam como atenuadores das condições mais rigorosas durante os períodos secos (Figura 4). Em outras palavras, em regiões com fonte de água doce de origem continental os manguezais se expandem principalmente durante os períodos úmidos, e durante os períodos secos se mantêm com pouca expansão. Já em regiões sem aporte de água doce continental, em anos secos pode-se observar uma retração das florestas de mangue devido ao alto estresse hídrico. Essas observações comprovam a importância da análise de toda a paisagem costeira em conjunto, no que se

refere aos efeitos da disponibilidade hídrica e da precipitação sobre as florestas de mangue.

VULNERABILIDADE DOS MANGUEZAIS DA BAÍA DE SEPETIBA À ELEVAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO RELATIVO DO MAR

Nos relatórios de Gusmão et al. (2008) e Nobre et al. (2011) sobre a vulnerabilidade da cidade e da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), foram realizados exercícios para entender os efeitos da elevação do NMRM sobre o ambiente urbano e os ecossistemas costeiros. Os resultados dos exercícios sobre o comportamento das florestas de mangue frente à elevação do NMRM foram realizados buscando classificar a vulnerabilidade dos manguezais localizados em diferentes áreas da RMRJ (SOARES, 2008; SOARES et al., 2011), tendo-se como base o comportamento previamente identificado nos manguezais de Guaratiba e o modelo conceitual de Soares (2009).

A configuração estrutural da planície costeira às margens da baía de Sepetiba permite inferir ao manguezal um comportamento natural de **acomodação** e **migração** em direção ao continente, conforme houver a elevação do NMRM. Fato identificado pelo NEMA/UERJ no interior da RBG (SOARES et al., 2005), onde espécies de mangue colonizam as planícies hipersalinas. Isso demonstra que temos taxas compatíveis entre o crescimento das espécies de mangue e a elevação do mar na Baía de Sepetiba. Desse modo, se essas taxas se mantiverem a longo prazo, o ecossistema manguezal avançará, ocupando áreas disponíveis de sistemas terrestres ou de água doce, conforme proposto no modelo de Soares (2009). Outra alternativa para o comportamento dos manguezais é a manutenção, necessitando para isso que as taxas de sedimentação se igualem à taxa de elevação do nível do mar (SOARES, 2009). No entanto, não possuímos esses dados para toda a área da Baía de Sepetiba. Assim sendo, foi realizada uma análise conservadora considerando a necessidade de uma retro área para a acomodação do ecossistema frente a uma possível elevação do NMRM.

Com base nessas premissas, os manguezais da Baía de Sepetiba foram classificados, por Soares et al. (2011), quanto à vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar em:

- baixa vulnerabilidade – quando associados a uma planície costeira não urbanizada ou com muito baixa urbanização, caracterizando, portanto, uma possível área para acomodação/retração frente à elevação do nível médio do mar;
- média vulnerabilidade – quando localizados em áreas associadas a planícies costeiras com tendência de ocupação, onde ainda existe área para sua acomodação/retração no limite com a planície, mas na qual já se observa urbanização das partes mais internas da planície;
- alta vulnerabilidade – quando localizados em regiões sem área disponível para sua acomodação/retração, tais como aquelas próximas a montanhas ou associadas a planícies altamente urbanizadas ou ainda com algum tipo de obstáculo a sua retração em direção ao continente (e.g. estradas e vias urbanas).

A seguir, as diferentes áreas de florestas de mangue da Baía de Sepetiba são classificadas segundo o nível de vulnerabilidade à elevação do nível médio relativo do mar, conforme apresentado na Tabela 1.

Manguezais com baixa vulnerabilidade

Encontram-se nessa categoria os manguezais localizados na porção leste da Baía de Sepetiba e aqueles localizados na Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, entre os rios Portinho e Piraquê, pois ainda existem áreas amplas da planície costeira desocupadas. Nessa região, como podemos observar na Figura 2, ocorre a migração das florestas de mangue em direção às planícies hipersalinas adjacentes (SOARES et al., 2005).

Caso o cenário de taxa de elevação do nível médio relativo do mar se mantenha, o ecossistema poderá ser limitado pela Avenida das Américas, tornando-se essa uma barreira à migração. Outras vias de pressão devem ser consideradas no futuro como a expansão urbana facilitada pelo Túnel da Grota Funda e a duplicação da Avenida das Américas em Guaratiba que, conseqüentemente, aumentam a especulação imobiliária na região.

Somando a tudo isso temos a incapacidade do poder público em fazer a gestão adequada das áreas naturais urbanas, muitas vezes incentivando a ocupação com um zoneamento urbano equi-

vocado. Exemplo foi a desafetação de áreas da RBG para ampliação de estradas, incluindo-se aí importantes áreas dentro de brejos que estão interligadas a toda a região, fundamentais para a manutenção do sistema floresta de mangue/planície hipersalina (CHAVES, et al. 2010), bem como para sua acomodação frente à elevação do nível médio do mar (SOARES et al., 2005).

Tabela I - Vulnerabilidade dos manguezais da Baía de Sepetiba, retirado de Soares et al. (2011).

ÁREA DE MANGUEZAL	VULNERABILIDADE
Baía de Sepetiba	
Ilha de Itacuruçá	Alta
Itacuruçá	Média
Coroa Grande	Alta
Ilha da Madeira (oeste)	Média
Ilha da Madeira (leste)	Alta
Sepetiba Oeste	Alta*
Sepetiba Leste	Baixa*
APA Brisas (Pedra de Guaratiba)	Média*
Pedra de Guaratiba (rio Piraquê)	Alta*
RBG (entre os rios Portinho e Piraquê)	Baixa*
RBG (a leste do rio Portinho)	Média*
Restinga da Marambaia	Alta*

**Considerando-se apenas os efeitos da elevação do nível médio relativo do mar, sem levar em conta uma possível alteração do grau de exposição à energia marinha, como consequência de um possível rompimento da Restinga da Marambaia.*

Assim como está explícito em Soares et al. (2011), a vulnerabilidade dessas florestas pode ser alterada nos próximos anos devido a repetições de erros de gestão como os que levaram a grande supressão de áreas de mangue e ocupação da planície costeira adjacente aos manguezais, para a construção da Companhia Siderúrgica do Atlântico (Figura 6), fato que alterou, em poucos anos, a vulnerabilidade dessas florestas de baixa para alta.

Manguezais com média vulnerabilidade

Os manguezais localizados em Itacuruçá, Ilha da Madeira (oeste), a leste de Sepetiba (próximo ao Rio Portinho), APA das Brisas (Tabela 1) estão nesse grupo, sujeitos a uma redução de suas áreas pois não possuem uma área ampla de acomodação/migração

ou com sutis processos de urbanização ao redor. A própria estruturação da paisagem pode ser um condicionador desse comportamento, como a presença do Maciço da Pedra Branca ou então atividades antrópicas como a estrada de Barra de Guaratiba, limitando as áreas disponíveis para acomodação do ecossistema.



Figura 5 - Processo de colonização da planície hipersalina (2002-2009) por espécies de mangue (Fonte: Google Earth).

Manguezais com alta vulnerabilidade

A maioria dos manguezais da Baía de Sepetiba possui alta vulnerabilidade à elevação do nível médio relativo do mar (Tabela 1), com poucas chances de acomodação/migração. Isso se deve principalmente a ocupações intensas das planícies costeiras, tanto industriais quanto residenciais. Sob essa condição encontram-se os manguezais localizados na Ilha de Itacuruçá, Coroa Grande, Ilha da Madeira (leste), a oeste de Sepetiba, Restinga da Marambaia e margem direita do Rio Piraquê até Pedra de Guaratiba. A Restinga da Marambaia é considerada uma exceção, pois a alta vulnerabilidade de seus manguezais está associada à presença de um cordão arenoso estreito e limitado por dunas e restingas.

Para complementar a análise acerca da vulnerabilidade dos manguezais na Baía de Sepetiba é interessante analisarmos alguns indicadores sociais e econômicos da região fornecidos pelo Instituto Pereira Passos (IPP) da Prefeitura do Rio de Janeiro em seu portal (<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/>).



Figura 6 - Imagem de satélite mostrando a área de manguezal antes (2006) e depois (2009) da construção da CSA (Fonte: Google Earth).

Apesar de a região do entorno da Baía de Sepetiba possuir as menores densidades populacionais e menor população total do município do Rio de Janeiro, os índices de crescimento populacional indicam uma taxa superior a 20% entre os anos de 1991 e 2000, que se manteve entre 2000 e 2010 nos bairros aí localizados. As altas taxas de crescimento populacional observadas nessa região, bem como na região da Barra da Tijuca, são reflexo do fato de essas áreas representarem o eixo de expansão da cidade.

A despeito da baixa densidade populacional, observa-se, de forma geral nessa região o menor IDH de todo o município, inferior a 0,750. Esse IDH é comparável ao observado em áreas do município com as mais elevadas proporções da população em setores censitários subnormais, como as regiões do Jacarezinho, Complexo do Alemão e Maré. A análise mais apurada das informações disponíveis no Portal do IPP mostra que dentre os 126 bairros, ou grupos de bairros, do município do Rio de Janeiro, os bairros localizados no entorno da Baía de Sepetiba ocupam as posições 109 (Sepetiba, com IDH de 0,761), 118 (Guaratiba, Barra de Guaratiba e Pedra de Guaratiba, com IDH de 0,744) e 119 (Santa Cruz, com IDH de 0,742). No que se refere à coleta de lixo e à existência de rede de esgotos ou fossa séptica, a região do entorno da Baía de Sepetiba encontra-se novamente dentre aquelas com os piores indicadores do município do Rio de Janeiro.

Todos esses indicadores deixam explícita a pressão exercida sobre a Baía de Sepetiba e seus ecossistemas. Sendo possível observar em imagens aéreas dos limites externos e das porções internas da Reserva

Biológica Estadual de Guaratiba o quanto os manguezais dessa região são pressionados pela expansão urbana, fazendo com que somente dentro dos limites da unidade de conservação seja possível a manutenção de florestas de mangue saudáveis e conservadas (Figura 7).



Figura 7 - Ocupações nos limites da Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, em Pedra de Guaratiba (imagem acima) e ao longo da Estrada de Barra de Guaratiba (imagem abaixo). (Fonte: Google Earth.)

Além disso, grandes intervenções têm ocorrido na região para conectar o centro da cidade a essas partes mais remotas como, por exemplo, a expansão de rodovias e complexos portuários. Essas intervenções (Figura 4) afetam os manguezais por supressão das áreas, o que por si só já é muito prejudicial ao ecossistema. No entanto, existem efeitos ainda mais devastadores como a restrição do fluxo de água para os manguezais; fato observado em áreas

centrais da unidade de conservação (RBG) onde houve obstrução de pequenos rios e também o fluxo de água intersticial que alimenta esse sistema.



Figura 8 - Intervenções nos limites da Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, para duplicação da Avenida das Américas (Fonte: arquivo pessoal NEMA/UERJ).

Esse cenário de restrição hidrológica pode acentuar a tendência de retração dos manguezais em cenários futuros de mudanças climáticas que levam à escassez hídrica e aumento da temperatura. Dessa forma, segundo o modelo proposto por Almeida (2010), anteriormente apresentado, o ecossistema pode ser levado a uma retração devido à restrição do aporte de água doce em cenário de acentuação do período seco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Grande parte dos manguezais da Baía de Sepetiba encontra-se sob risco, possuindo alta vulnerabilidade à elevação do nível do mar já em curso. Esse cenário se deve principalmente a procedimentos equivocados na gestão do espaço costeiro, que não garantem a manutenção em longo prazo desse ecossistema.

Os resultados desse estudo reforçam a importância das unidades de conservação, principalmente em áreas submetidas a forte pressão antrópica, como ocorre na maioria dos centros

urbanos costeiros brasileiros. Entretanto, seu efetivo papel de conservação depende da funcionalidade real e do manejo adequado de toda paisagem costeira.

As práticas atuais de manejo na região da Baía de Sepetiba parecem não levar em consideração que ali localiza-se o conjunto de manguezais mais bem preservados da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, e que eles possuem uma alta vulnerabilidade a diferentes tensores, dentre os quais a elevação do nível do mar. O entorno da Baía de Sepetiba está sob forte pressão da expansão da cidade do Rio de Janeiro e é possível notar perdas significativas de manguezais por ocupação humana, o que corrobora a falta de uma gestão adequada visando à conservação desse ecossistema em longo prazo.

Portanto, para a efetiva conservação dos manguezais, bem como de todo o sistema costeiro da região da Baía de Sepetiba, faz-se necessária uma mudança radical nas práticas de gestão do território, as quais, praticadas por longo período em outras áreas costeiras do município e do estado do Rio de Janeiro, já demonstraram ser insustentáveis e geradoras de degradação ambiental e social.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. M. M. Utilização de imagens de satélite para análise multi-temporal do Manguezal de Guaratiba/RJ. Monografia de bacharelado. Departamento de Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 91p. 2007.
- ALMEIDA, P. M. M. Análise espaço-temporal da área ocupada por florestas de mangue em Guaratiba (Rio de Janeiro, RJ) de 1985 até 2006 e sua relação com as variações climáticas. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 143p. 2010.
- ALMEIDA, P. M. M.; SOARES, M. L.; ESTRADA, G. C. D.; CRUZ, C. M. B.; FERNANDEZ, V. Mapping physiographic types of mangrove forests through the object-based classification method. *South-Eastern European Journal of Earth Observation and Geomatics*. v. 3, n. 2S, p. 425-428. 2014.
- BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. B. Geogr., v. 55, p. 747-779, 1947.
- CHAVES, F. O.; GOMES, J. R.; SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; ALMEIDA, P. M. M.; OLIVEIRA, V. F. Contribuição ao conhecimento e à conservação da planície costeira de Guaratiba-Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 2010.
- ESTEVAM, M. R. M. Dinâmica de colonização de uma planície hipersalina por espécies de mangue em Guaratiba (RJ). Dissertação (mestrado em Oceanografia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 172p. 2013.

- ESTRADA, G. C. D.; SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O.; CAVALCANTI, V. F. Analysis of the structural variability of mangrove forests through the physiographic types approach. *Aquat Bot.* 111:135-143. 2013.
- GUSMÃO, P. P.; CARMO, P. S.; VIANNA, S. B. (Org.). *Rio, o aquecimento global e a cidade: próximos 100 anos*. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 229pp. 2008.
- HARARI, J. & CAMARGO, R. Tides and mean sea level variabilities in Santos (SP), 1944 to 1989. *Relatório Interno Instituto Oceanográfico*. Universidade de São Paulo (USP), 36: 1-15. 1995.
- HARARI, J.; FRANÇA, C. A. S.; MESQUITA, A. R.; CAMARGO, R. Estimativas e projeções das variações globais do nível médio do mar. In: VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Patrimônio Ameaçado. São José dos Campos/SP, Brasil. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. pp. 42-43. 2004.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO disponível em: < <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/>>. Acesso em 03 de dezembro de 2016.
- IPCC, Summary for Policymakers. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C. B. et al. (Eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK, e New York, NY, USA: Cambridge University Press. 2012.
- MACIEL, N. C. Alguns aspectos da ecologia de manguezal. In: *Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste*. CPRH, Série Publicações Técnicas: Recife, p. 9-37, 1991.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington, D.C./USA: Island Press. ISBN 1-59726-040-1. 2005.
- MOREIRA, M. A. Efeito da variabilidade climática sobre a dinâmica das florestas de mangue: o caso do Complexo Estuarino de Caravelas, Nova Viçosa. 2015. Dissertação (mestrado em Oceanografia). 2015.
- NASCIMENTO, S. A. Estudo da importância do apicum para o ecossistema manguezal. 1999. 21f. Documento Técnico - ADEMA, Aracajú.
- NOBRE, C. A. (Org.). Projeto megacidades, vulnerabilidades e mudanças climáticas. IPP. 329pp. 2011.
- PBMC, Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E. D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 pp. 2014.
- PELLEGRINI, J. A. C. *Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – RJ*. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 101p. 2000.
- PORTUGAL, A. M. M. *Manguezais de Guaratiba frente a uma possível elevação do nível médio relativo do mar (Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro)*. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo, 2002.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; COELHO-JR, C.; MENGHINI, R. P.;

ALMEIDA, R. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os manguezais brasileiros. In: Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável (Ed.). Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber. Brasília: Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável, 2012. p. 18-27.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Diagnóstico sobre manguezal, marisma e apicum do Brasil. Relatório do Projeto de Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha. 1999. 119f. Documento Técnico - Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

SOARES, M. L. G. A conceptual model for the response of mangrove forests to sea level rise. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 267-271, 2009.

SOARES, M. L. G.; ALMEIDA, P. M. M. ; CAVALCANTI, V. F.; ESTRADA, G. C. D.; SANTOS, D. M. C. Vulnerabilidade dos manguezais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro face às mudanças climáticas. Rio de Janeiro: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos - Rio de Janeiro, 2011 (Relatório Técnico).

SOARES, M. L. G.; TOGNELLA-DE-ROSA, M. M. P.; OLIVEIRA, V. F.; CHAVES, F. O.; SILVA JR., C. M. G.; PORTUGAL, A. M. M.; ESTRADA, G. C. D.; BARBOSA, B.; ALMEIDA, P. M. M. Environmental Changes in South America in the Last 10k Years: Atlantic and Pacific Controls and Biogeophysical Effects: Ecological Impacts of Climatic Change and Variability: Coastal Environments - Mangroves and Salt Flats. Report to the Inter-American Institute on Global Change (IAI). 62p. 2005.

SOARES, M. L. G. Vulnerabilidade da cidade em face das mudanças climáticas. Formações de manguezais. In: GUSMÃO, Paulo Pereira; CARMO, Paula Serrano do.; VIANNA, Sérgio Besserman. (Org.). *Rio, o aquecimento global e a cidade: próximos 100 anos*. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2008, v. 1, p. 164-175.

WALSH, G. E. Mangroves: a review. In: REIMOLD, R. J. & QUEEN, W. H. (Ed.). *Ecology of halophytes*. Academic Press: New York. p. 51-174. 1974.

Gestão com sustentabilidade ambiental para a bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba

Adacto Benedicto Ottoni

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba tem sofrido um processo de antropização acelerado, com o crescimento industrial e urbano, aumento do desmatamento e vários tipos de impactos ambientais negativos. Isso gera a poluição e degradação de suas águas, bem como riscos à população que mora no seu entorno.

O Rio Paraíba do Sul tem uma grande influência na Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, pois aproximadamente 90% das águas do Rio Guandu – que é o seu principal afluente – são obtidas por transposição das águas do Rio Paraíba do Sul. A bacia hidrográfica desse rio encontra-se também altamente degradada, gerando um desequilíbrio em seu regime fluvial, agravando as enchentes nos períodos chuvosos e as secas nos períodos de estiagem do ciclo hidrológico. Uma das consequências dessa desregulação hídrica é o da cunha salina, que tem aumentado no Canal de São Francisco, obrigando à construção de uma barragem, que gerou impactos socioambientais na região.

A solução para esses problemas está na gestão com sustentabilidade ambiental das bacias hidrográficas drenantes da Baía de Sepetiba e do Rio Guandu, onde deve-se adotar políticas públicas com sustentabilidade ambiental, prevendo-se soluções de reuso dos esgotos, com aproveitamento do lodo como biogás e composto orgânico; políticas de não geração, redução, reutilização e reciclagem, a partir da coleta seletiva, para os resíduos sólidos, antes do seu descarte em aterros sanitários; aprimoramento e melhoria da eficácia dos processos de licenciamento e fiscalização ambientais; e a implantação de programas que prevejam a recuperação do solo dessas bacias hidrográficas, com atuações de reflorestamento e obras e intervenções de controle de erosão e recarga da água subterrânea.

Os recursos hídricos disponíveis para utilização pelo homem

para abastecimento d'água, irrigação, aproveitamento hidrelétrico etc. são finitos e passam por um processo de recirculação permanente na natureza graças ao ciclo hidrológico e aos condicionantes ocupacionais (antrópicos) das bacias hidrográficas em desenvolvimento socioeconômico. O grande reservatório de água doce natural existente na ecosfera corresponde, principalmente, aos lençóis aquíferos subterrâneos, que, inclusive, são os mais importantes alimentadores dos mananciais de água superficiais (rios, lagos e reservatórios artificialmente formados). A recarga natural dos lençóis freáticos e artesianos depende da importante ação das florestas, que retêm grande parte das águas de chuva e as infiltram no solo, sendo fundamentais para a formação da água doce nos mananciais hídricos da natureza.

O manejo hídrico inadequado das bacias hidrográficas realizado pelo homem, pode e costuma alterar esse processo normal de formação da água doce no ciclo hidrológico. Uma das maiores agressões que se pode fazer contra a formação de água doce no planeta é a ocupação desordenada do solo, o que pode gerar um aumento na compactação e impermeabilização do mesmo, produzindo, como consequência, um aumento na magnitude das enchentes (pelo resultante incremento do escoamento superficial gerado) e, também, períodos de estiagens com escassez de água cada vez mais intensos (pela resultante minimização dos mecanismos de infiltração de água no solo). Além disso, os crescimentos industrial e urbano em processos de licenciamento ambiental ineficazes podem agravar o problema da poluição e degradação dos corpos hídricos naturais, gerando impactos ambientais negativos e riscos à saúde da população humana.

A BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE SEPETIBA

A Baía de Sepetiba é um estuário semiaberto com 447 km² de área. Limita-se a nordeste pela Serra do Mar, ao norte pela Serra de Madureira, a sudeste pelo Maciço da Pedra Branca e ao sul pela Restinga da Marambaia. Comunicando-se com o Oceano Atlântico por meio de duas passagens, na parte oeste, entre os cordões de ilhas que limitam com a ponta da restinga e, na porção leste, pelo canal que a conecta com Barra de Guaratiba. Constitui um criadouro natural para diversas espécies em suas áreas de mangue

e zonas estuarinas, sendo a atividade pesqueira um importante suporte econômico e social para a região. Além disso, suas águas servem à preservação da flora e fauna, à recreação, à navegação e, graças à beleza cênica da região, com suas cachoeiras e ilhas, possui áreas propícias ao turismo. No seu entorno, possui um dos importantes polos industriais do Estado do Rio de Janeiro, como mostrado na Figura 1. A atividade industrial desse parque é responsável pelo lançamento de várias substâncias potencialmente tóxicas na baía, destacando-se os metais pesados, onde se localizam indústrias como a siderúrgica TKCSA, a CSN, a UTE Furnas e os distritos industriais de Itaguaí e de Santa Cruz.

A Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, como mostrado na Figura 2, é composta por três sub-bacias: a bacia do Rio Guandu, a bacia do Rio da Guarda e a bacia do Rio Guandu Mirim, abrangendo parte do território dos municípios de Itaguaí, Japeri, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Paracambi, Paulo Frontin, Piraí, Queimados, Rio Claro, Rio de Janeiro, Seropédica e Vassouras. A área total da bacia é de 2.065 km², abrigando cerca de 1,2 milhão de habitantes (DOURADO, 2012).



Figura 1 – Mapa ilustrativo da antropização no entorno da Baía de Sepetiba. (<http://racismoambiental.net.br/2016/03/020>).



Figura 2 - Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba (www.inea.rj.gov.br).

A INFLUÊNCIA DO RIO PARAÍBA DO SUL NAS VAZÕES DO RIO GUANDU QUE AFLUEM À BAÍA DE SEPETIBA

Considerando-se que aproximadamente 90% das vazões do rio Guandu são geradas por transposição do Rio Paraíba do Sul, em Santa Cecília, esse rio passa a ter grande relevância no regime de vazões fluviais que desembocam na Baía de Sepetiba. A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul encontra-se bastante degradada e com alto desmatamento e impermeabilização do solo, como mostra a Figura 3. Essa situação desregula o regime do rio, devido ao aumento da impermeabilização do solo, maximizando na região as inundações no período chuvoso do ano hidrológico, e reduzindo substancialmente as vazões fluviais no período de estiagem do ano hidrológico.



Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007).

A partir de estudos hidrológicos realizados por Vasconcelos (2014), com dados hidrométricos obtidos do *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), constatou-se, pelo gráfico de vazão e chuvas na Figura 4, na seção do Rio Paraíba do Sul, em Volta Redonda (a montante de Santa Cecília), que a vazão média do Rio Paraíba do Sul, de 2010 a meados de 2013, foi em torno de 300 m³/s, quase o triplo dos 110m³/s disponibilizados no rio em 2014/2015, mostrando que o problema da escassez de água não foi necessariamente por falta de chuvas, e sim o elevado desmatamento existente em sua bacia drenante. Se as chuvas ocorridas nos anos anteriores tivessem sido adequadamente retidas na bacia sob a forma de água subterrânea, a crise hídrica de 2014/2015 teria sido muito mais amena (já que as águas subterrâneas são os principais alimentadores hídricos dos rios). O desmatamento e a degradação do solo da bacia hidrográfica aumentam a impermeabilização e a erosão do solo, o que agrava as enchentes na região em épocas de chuvas intensas e aumenta os riscos de escassez hídrica no período de estiagem do ano hidrológico. Os esgotos sanitários e industriais sem o devido tratamento lançados no rio aumentam também substancialmente a degradação da qualidade das águas do Paraíba do Sul.

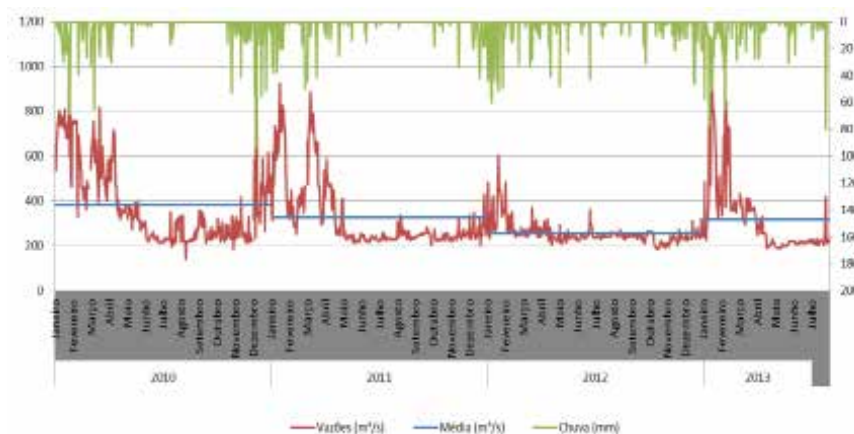


Figura 4 – Medições hidrométricas, com o cálculo das vazões médias anuais na seção do Rio Paraíba do Sul próximo a Volta Redonda, a montante da transposição em Santa Cecília (VASCONCELOS, 2014).

O problema das grandes enchentes que assolam nosso país em épocas de chuvas intensas, e o das estiagens vigorosas (que já estão ocorrendo na Região Sudeste, levando à discussão da transposição de vazões do Rio Paraíba do Sul para São Paulo, bem como ao risco de racionamento de energia elétrica pelo baixo nível dos reservatórios de acumulação de água) fazem parte, em geral, da realidade nacional nos dias de hoje. O problema não é necessariamente por excesso ou falta de chuvas, mas, principalmente, por gestão inadequada das nossas bacias hidrográficas. As enchentes estão relacionadas com as secas; quando a bacia está desmatada e impermeabilizada, as enchentes ficam cada vez mais volumosas nos períodos chuvosos e as secas maximizadas durante as estiagens, pois o principal alimentador hídrico dos rios é a água subterrânea; se há redução da recarga dos lençóis hídricos subterrâneos durante os períodos chuvosos, isso vai levar à redução das vazões fluviais nos períodos de estiagem, onde praticamente a única alimentação hídrica do rio vem dos lençóis freáticos.

A DEGRADAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE SEPETIBA

Além da degradação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que influencia diretamente sobre as vazões do Rio Guandu, devido à transposição em Santa Cecília, a própria bacia hidrográfica drenante à Baía de Sepetiba encontra-se altamente degradada, não pelo lançamento de poluentes de indústrias e cidades localizadas em sua bacia hidrográfica, mas o elevado grau de desmatamento de sua bacia drenante, como mostrado na Figura 5. O desmatamento do solo gera a erosão, e o que ocorre hoje em dia na Baía de Sepetiba é o elevadíssimo grau de assoreamento desse corpo hídrico, não só pelas elevadas cargas de resíduos sólidos e líquidos que adentram nos rios drenantes – e consequentemente atingem a Baía de Sepetiba –, como pela alta carga de sedimentos provenientes da erosão do solo.

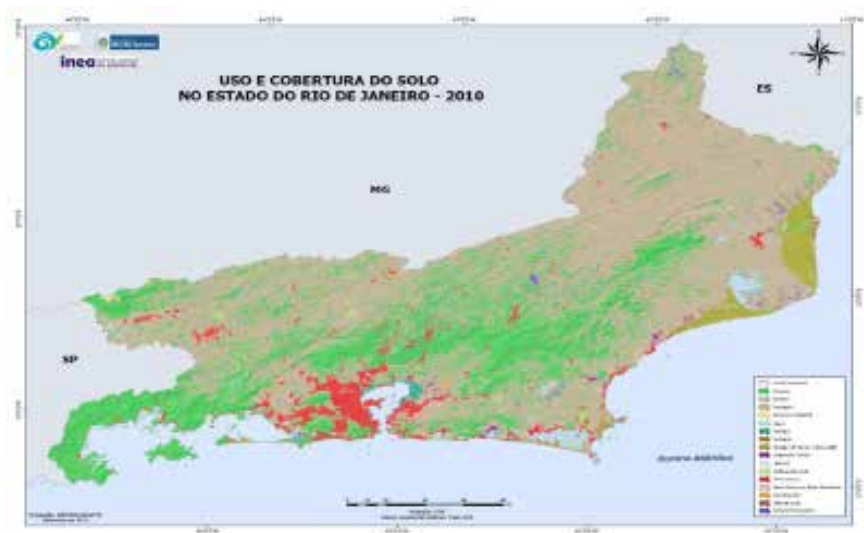


Figura 5 – Mapa de uso e ocupação do solo no Estado do Rio de Janeiro, mostrando o alto grau de desmatamento e impermeabilização do solo na Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba (www.inea.rj.gov.br).

O Problema do Canal de São Francisco

O Canal de São Francisco, que fica na parte final do Rio Guandu, encaminhando suas águas em regiões de baixada até atingir a Baía de Sepetiba, costuma sofrer com frequência problemas de inunda-

ções pelo transbordamento das águas do Canal de São Francisco, prejudicando sensivelmente a população que mora nessas áreas baixas no entorno desse canal. Ao mesmo tempo, com as precipitações menores ocorridas no ano de 2014, houve uma redução das vazões de transposição do Rio Paraíba do Sul para o Rio Guandu, chegando-se a ter apenas aproximadamente $110 \text{ m}^3/\text{s}$, quando o normal é em torno de $190 \text{ m}^3/\text{s}$. Essa redução gerou problemas na captação d'água das indústrias localizadas próximas àquela área, como a TKCSA e a Casa da Moeda. Foi então aprovada a construção de uma barragem emergencial para controlar a língua salina, solução essa totalmente questionável sob o aspecto ambiental, com prejuízos à população de pescadores locais, e que pode aumentar e agravar os riscos de novas inundações nessas regiões, caso a barragem não seja demolida a tempo, antes do período chuvoso. A solução para o problema passa pela implantação de políticas públicas para recuperar a saúde ambiental das bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (pela transposição de suas águas para o Rio Guandu) e da Baía de Sepetiba.

SOLUÇÕES PARA A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL E DA BAÍA DE SEPETIBA

A importância da cobertura florística na estabilidade da bacia hidrográfica

Os estudos relacionados à Engenharia Ambiental devem procurar sempre possuir um enfoque interdisciplinar, para os mesmos poderem caracterizar da melhor forma possível os fenômenos da natureza e suas influências nas obras de engenharia. Dentro desse conceito, as atuações, planejamentos e implantações de empreendimentos humanos em bacias hidrográficas deverão considerar adequadamente a conjugação harmônica das áreas da ciência ambiental de influência, tais como a Geografia, a Pedagogia, a Engenharia Florestal, Agrônômica e Civil, a Biologia, a Química, a Hidrologia, a Meteorologia, a Sociologia, além de outras. As ações dos empreendimentos humanos sobre bacias hidrográficas devem procurar sempre se adequar da melhor forma possível ao

ecossistema natural, com o fim de serem minimizados os impactos ambientais negativos.

As bacias hidrográficas correspondem a ecossistemas cujo equilíbrio ambiental é complexo e dinâmico, com os seus componentes, como a água, o solo, o ar e o seres vivos interagindo uns com os outros. Qualquer alteração perturbadora em cada um de seus componentes afetará negativamente todo o ecossistema, daí a importância da análise interdisciplinar nos estudos em bacias hidrográficas.

Considerando os solos como um dos componentes importantes do ecossistema representado pela bacia hidrográfica, eles correspondem ao elo inicial da cadeia alimentar, dando suporte à vida dos produtores (vegetais verdes clorofilianos). O solo é o meio de transposição entre o ar, a água e os seres vivos em uma bacia hidrográfica, tendo, em sua composição, a formação de gases, água, sedimentos e constituintes rochosos, e matéria orgânica. A variação na composição do solo é que determina as suas características físicas, químicas e biológicas, influenciando no seu uso para diversos fins. Dentro da conceituação do uso da terra e o meio ambiente pelo homem, quatro aspectos devem ser levados em conta: a capacidade de tensão do solo, que corresponde à sua resistência em suportar pesos (sobrecarga), como as construções em geral, estradas etc.; a erodibilidade e estabilidade do solo, que corresponde a sua sustentabilidade à erosão e falha em terrenos acívosos; a drenagem do solo, que representa a sua capacidade de receber e transmitir água; e o valor do solo como recurso natural, que caracteriza o seu valor econômico, podendo ser usado, por exemplo, como material de construção, aterro de estradas e para a agricultura. A influência do solo e do uso da terra está estreitamente relacionada com a composição de partículas do solo e seu conteúdo em água; solos com pouca capacidade de drenagem, ou de granulometria fina (ou argilosa), normalmente representam uma grande limitação em termos de uso da terra; já os solos de granulometria grossa, menos atrativos em termos agrícolas, são mais indicados para o uso residencial, implantação de estradas e desenvolvimento urbano em geral.

Com relação às coberturas florísticas naturais em uma bacia hidrográfica, elas correspondem a um dos componentes bióticos desse ecossistema da maior relevância, tendo os vegetais a importante função de transformação da energia luminosa do solo em oxigênio

molecular e energia vital (fotossíntese). As trocas energéticas entre os seres vivos dentro de um ecossistema (componentes bióticos) e o meio ambiente físico, caracterizam as diferentes composições e interações de fauna e flora de diversas espécies dentro da ecosfera. As coberturas florísticas heterogêneas em uma bacia hidrográfica, dessa forma, minimizam a erosão do solo; promovem a oxigenação e umidificação da atmosfera (transpiração dos vegetais); realizam melhoria na qualidade da água pelo mecanismo da infiltração; promovem a regularização de regime dos cursos d'água devido ao efeito de minimização dos escoamentos superficiais e de reforço da alimentação subterrânea das calhas fluviais; funcionam também como verdadeiros reservatórios de água no estado de vapor, promovendo maior regularização dos deflúvios pluviais e melhor distribuição temporal e espacial das chuvas; e reforçam e aumentam a biodiversidade ecológica natural, contribuindo, portanto, para uma melhoria geral nos mecanismos de conservação do solo, do ar e da água em uma bacia hidrográfica.

O Regime dos cursos d'água

Os cursos d'água que compõem a rede hidrográfica representam o sistema de drenagem hídrica da bacia, localizando-se nas linhas de pontos baixos dispostas continuamente do fundo da mesma (linhas de talvegue). A rede é formada por estirões fluviais sucessivos desde os de primeira ordem, que se iniciam próximos aos divisores de água, até o de última ordem, que é definido pelo trecho do curso d'água que descarrega no exutório final da bacia, local por onde transitem os deflúvios drenados de toda a área do ecossistema constituído pela bacia hidrográfica que contém a rede hidrográfica. Quanto mais desgalhada a rede hidrográfica tanto maior a ordem do último estirão fluvial drenante da bacia e tanto maior sua capacidade de drenagem.

As águas de chuva que se precipitam na bacia hidrográfica constituem os deflúvios pluviais, os quais, de acordo com o ciclo hidrológico, são transformados pela bacia hidrográfica em deflúvios fluviais, que são drenados através dos escoamentos de calha até seu destino final no exutório da bacia. Os escoamentos e demais vicissitudes, nesse processo de modelagem realizada pelo sistema bioffi-

sico (bacia), são definidos como elos fundamentais do ciclo hidrológico e dependem essencialmente dos condicionantes próprios do ecossistema global e em particular dos mecanismos de infiltração e das atuações benéficas da cobertura florística (biomas) disposta nas encostas e nas margens dos estirões fluviais (vegetação ciliar).

De acordo com o clima do solo, regime de chuva e os condicionantes particulares do ecossistema definido pela bacia como um todo (características dos mantos florísticos, geologia, topografia etc.), será definido o regime hidrológico dos recursos hídricos de calha nas diferentes seções localizadas na rede hidrográfica. Os hidrogramas ou hidrógrafas indicam, em cada seção, a variação temporal, de natureza cíclica, das disponibilidades das águas de calha, que representam, assim, escoamentos de drenagem das encostas e lençóis tributários contidos na bacia e que vão ter finalmente à rede hidrográfica, sendo por ela conduzidas até seu exutório como escoamento de calha.

Há, portanto, que considerar dois tipos fundamentais de escoamento nas bacias: os de encosta e os de calha.

Os escoamentos de encosta relacionam-se com as calhas fluviais, seja contribuindo com escoamentos superficiais (em épocas chuvosas), seja através dos escoamentos subterrâneos (dependentes dos lençóis tributários) que tanto podem ser afluentes à calha, com acréscimo das vazões (rios de afluência ou afluentes), como efluentes, causando diminuição da vazão de calha (rio influente ou de efluência), isso dependendo do posicionamento dos mantos porosos de fundo de vale em relação à calha fluvial e de condicionantes definidores da estiagem (aspecto climático). É importante considerar os escoamentos subterrâneos afluentes ou efluentes quando acontecem em épocas chuvosas e em períodos de estiagem, podendo determinar o corte das vazões de calha em ocasiões de secas mais prolongadas, passando o curso d'água, naquele estirão, a ser não perene ou de regime cortado, como é frequente acontecer na região Nordeste do Brasil. Nessa última situação é comum se desenvolver o escoamento subalveolar (rios de regime influente com aquíferos efluentes).

Tanto os escoamentos superficiais (períodos chuvosos) como os escoamentos provenientes dos lençóis tributários, normalmente afluentes (regime afluente), ambos provenientes das encostas da bacia (períodos chuvosos e de estiagem), são drenados pelas calhas

fluviais do fundo de vale, conformando, assim, os escoamentos de calha ou de superfície livre, que se desenvolvem ao longo da rede hidrográfica. Dentro dos estudos em Hidrologia, os escoamentos de alimentação subterrânea da calha (lençóis tributários) obedecem à Lei de Darcy; os de alimentação superficial de encosta e os próprios escoamentos de calha, todos de natureza gravitacional, atendem à Lei de Manning ou a outra equivalente.

A regularização espacial de vazões na bacia se baseia no estudo do desenvolvimento dos escoamentos de encosta e de calha ao longo dos estirões fluviais, desde as cabeceiras (trecho superior) até o exutório final da bacia (seção de jusante do estirão de última ordem da rede hidrográfica), gerando um reforço artificial (recarga) das infiltrações nas encostas das bacias e o controle efetivo do escoamento fluvial de fundo de vale. Haverá, assim, uma melhoria do regime dos cursos d'água e, conseqüentemente, o controle das cheias e das estiagens ao longo da rede hidrográfica, gerando um reforço das infiltrações nas encostas das bacias e o controle efetivo dos escoamentos fluviais de fundo de vale.

Os cursos d'água normalmente terão seus regimes tanto mais uniformes quanto mais próximos da unidade forem os coeficientes de regime do rio, o que geralmente ocorre no caso das bacias hidrográficas protegidas. Da mesma forma, quanto maiores forem os valores dos coeficientes de perenização, tanto mais irregulares serão os regimes fluviais.

A conformação geral na distribuição temporal e espacial das vazões se explica com base no zoneamento hidrogenético da bacia, isto é: contidas no divisor de água podem ser caracterizadas três regiões que tendem a modelar os deflúvios pluviais que precipitam na bacia, transformando-os em deflúvios fluviais, sendo que a Zona I – de reforço de umidade – contém as áreas elevadas junto ao divisor; a Zona II – dinâmica – se lhe segue contendo região de maiores variações de declividade do solo; e a Zona III – de contribuição inicial – abrange a região de fundo de vale e a rede drenagem básica da bacia. As características morfológicas (geologia e topografia) e o tipo de cobertura florística dominante modelam os escoamentos superficiais de encostas transformando-os em infiltrações maiores ou menores de acordo com a capacidade de interceptação e de penetração de água no solo, a qual comporá a umidade do solo e a recarga dos lençóis tributários às calhas drenantes de fundo de vale.

Atuações de regeneração sanitária e ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba

As condições de regeneração sanitária e ambiental referentes à poluição do ecossistema da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba e, indiretamente, também na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, vão envolver, principalmente, como medidas mitigadoras, os processos de tratamento dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos produzidos pelos centros urbanos. Os trabalhos de saneamento dos resíduos sólidos produzidos na bacia hidrográfica devem englobar a gestão sustentável desses resíduos, com a criação de políticas públicas de não geração, redução, reutilização e reciclagem (a partir da coleta seletiva) e o destino final adequado, como obriga a Lei 12.305 para a gestão dos resíduos sólidos em todo o território nacional. Dentro desses conceitos, o lixo úmido (restos de comida) também deve ser encaminhado para usinas de compostagem e transformados em composto orgânico, que pode ser utilizado para baratear o reflorestamento nas bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e da Baía de Sepetiba.

Com relação aos resíduos gasosos, deve ser feito um trabalho de reavaliação do licenciamento e fiscalização ambientais das indústrias na Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, garantindo um melhor controle e segurança dessas atividades produtivas, para se evitar acidentes de poluição atmosférica como a “chuva de prata”, ocorrido há menos de um ano de operação da siderúrgica TKCSA, com graves problemas ambientais e à saúde da população.

Para a situação do saneamento dos esgotos, deve-se buscar soluções sustentáveis na gestão desses resíduos líquidos, incluindo o reuso dos esgotos tratados e o reaproveitamento do lodo orgânico desses esgotos como composto orgânico, para ser usado em reflorestamento e outros usos, ao invés do seu descarte em aterros de lixo (como acontece normalmente hoje em dia na região).

Os processos de urbanização descontrolada e mal organizada, incluindo a construção de estradas (com corte e aterros acentuados, que devem ser sempre minimizados), ocupações desordenadas de encostas, desmatamentos, poluição de bacias hidrográficas etc., devem ser substituídos pela adoção de um planejamento urbano adequado, que preveja a existência de áreas verdes e áreas de lazer que possam ser usadas, em épocas de chuvas,

como bacias de retenção de picos de cheias; mesmo em regiões de relativa densidade populacional elevada, devem ser previstas a criação de áreas permeáveis e cinturões verdes, para reforçar a infiltração de água da chuva no solo. O sistema de controle de cheias urbanas deve ter, como conceito básico de planejamento, ao invés de drenar rapidamente o escoamento superficial de água para os coletores pluviais, deve, ao contrário, criar áreas de infiltração e retenção de águas ao longo de toda a bacia hidrográfica tanto nas encostas quanto nas calhas dos rios, todas essas atuações tendo como objetivo aumentar o armazenamento de água subterrânea e regularizando as vazões fluviais.

Atuações de recuperação ambiental nas encostas

Considerando que um dos objetivos principais da Regularização Espacial de Vazões é a minimização dos escoamentos de superfície nas encostas, transformando-os em infiltração nos maciços porosos alimentadores das calhas fluviais, havendo um aumento de magnitude desses escoamentos superficiais normalmente quando a bacia hidrográfica está desprotegida (desmatamento de seu manto florístico natural) e desregulada, devem ser previstas atuações de encostas e de calha no sentido de tornar o hidrograma do rio menos pontudo e mais achatado, havendo uma minimização do escoamento superficial e maximização do escoamento base dos lençóis freáticos.

O reflorestamento adequado é a forma ideal de controlar os escoamentos superficiais de água. Nas áreas florestadas, a camada superficial do solo, constituída por húmus e pela zona radicular, normalmente possui uma grande capacidade de absorção das águas de chuva e consequente redução dos escoamentos superficiais, ao mesmo tempo em que a região de cobertura florística funciona como um verdadeiro obstáculo à passagem do escoamento superficial, forçando o mecanismo de infiltração d'água e reduzindo os processos de erosão do solo. O revestimento florístico heterogêneo também tem uma grande importância no ecossistema da bacia hidrográfica, pois gera uma melhoria do clima e qualidade do ar da região; incrementada a fertilização do solo (formação do húmus); retém mais água no solo, recarregando os lençóis freáticos; aumenta a higidez ambiental do ecossistema; é um dos elementos fundamentais para o aumento da biodiversidade ecológica das bacias hidro-

gráficas e de saúde e bem-estar do ser humano. As atuações de reflorestamento devem ser implantadas nas zonas dinâmicas e no início da zona de reforço de umidade da bacia hidrográfica, tendo o aspecto desfavorável de só começar a surtir efeitos ambientais mais positivos após alguns anos a partir de sua implementação.

Adicionalmente ao reflorestamento, devem ser previstas algumas obras artificiais de encosta, capazes de promoverem a curto prazo a recarga dos lençóis aquíferos. Essas obras civis, usualmente de pequeno porte e baixo custo, podem ser: as soleiras de encostas, as valas de terraceamento e as bacias de recarga. Essas atuações e obras de engenharia são dimensionadas com o objetivo de atenderem aos valores de recarga previstos nos projetos de regularização espacial de vazões, obtendo-se maior uniformidade nos hidrogramas dos rios. As soleiras de encostas são estruturas formadas por blocos de pedras secas ou argamassadas, arrumadas em alturas que variam de 0,5m a 1,0m, e que são dispostas segundo o alinhamento das curvas de nível da bacia hidrográfica, com espaçamento de poucos metros a algumas dezenas de metros e extensão de dezenas ou centenas de metros. Essas obras usualmente devem ser localizadas em trechos mais íngremes das encostas, podendo ser implantadas em trechos superiores da zona dinâmica e ao longo da zona de reforço de umidade da bacia hidrográfica, pois elas têm a função de reter material sólido erodido e dissipar a energia do escoamento superficial da água de encosta; ao longo do tempo, com o assoreamento da soleira de encosta, é possível ampliar a sua altura através de novas soleiras em degraus, gerando maior horizontalidade dos terrenos (menos energia de escoamento superficial de encosta) e uma consequente recuperação e melhoria da qualidade dos solos, evitando, outrossim, o assoreamento dos cursos d'água pelo carreamento do material sólido de encosta.

Já as valas de terraceamento vão ter o objetivo principal de realizar a recarga propriamente dita dos lençóis freáticos, retendo o escoamento superficial de encosta e infiltrando-o em valas de pequena declividade, alinhadas também segundo a direção das curvas de nível. As valas de terraceamento são construídas em trechos menos inclinados das encostas, normalmente em trechos inferiores da zona de reforço de umidade e na zona dinâmica da bacia hidrográfica, devendo ser prevista a fixação de um revesti-

mento florístico na fase de jusante dessas estruturas. O espaçamento dessas valas é uma função da inclinação da encosta, da natureza do solo e do volume estimado dos deflúvios hídricos a serem contidos.

Nas regiões mais baixas e planas na bacia hidrográfica, próximas às calhas fluviais, é comum a implantação das bacias de recarga, que têm a função de reter e infiltrar as águas superficiais de encostas que ainda podem aí chegar, provenientes das chuvas. Usualmente se localizam no trecho inferior da zona dinâmica e na zona de contribuição inicial, sendo caracterizadas por pequenos diques laterais de contenção, ou então escavadas no solo, devendo ser implantadas em terrenos porosos, sendo conveniente, também, plantar gramíneas em sua periferia próxima às calhas fluviais. Considerando essas obras e atuações de recarga, a FIGURA 5 mostra um desenho esquemático resumido da disposição geral das mesmas em um trecho de seção transversal genérica de uma bacia hidrográfica.

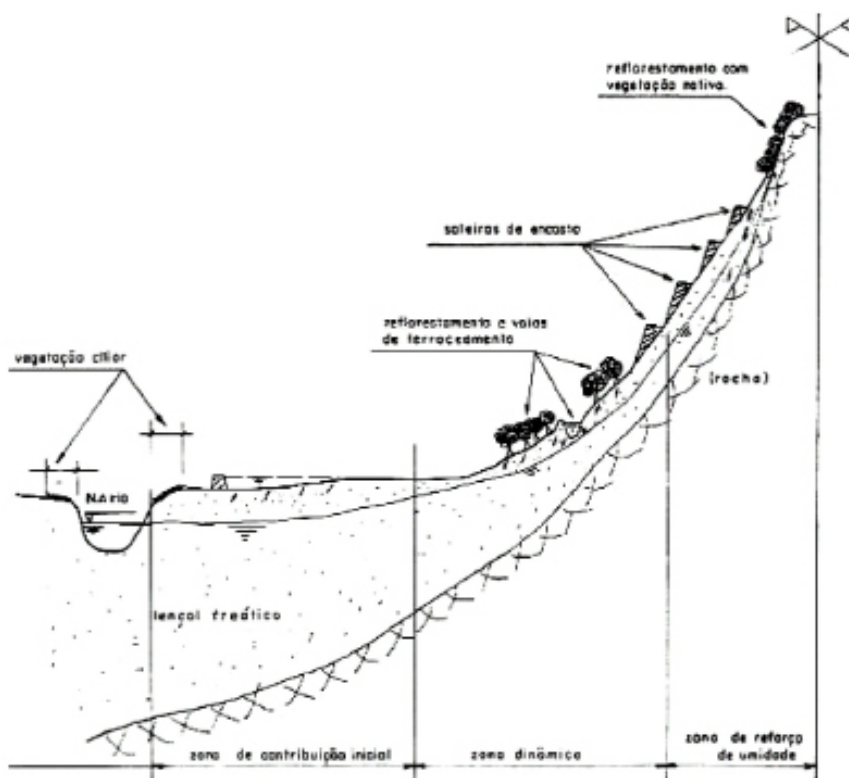


Figura 6 - Croquis da disposição geral das obras e atuações de recarga em encosta de uma bacia hidrográfica (OTTONI, 1996).

Em todas as obras de recarga artificial mencionadas, é fundamental se considerar os trabalhos de monitoramento das mesmas, verificando-se, ao longo do tempo, se estão produzindo as recargas de água previstas em projetos, bem como para se evitar o processo de colmatagem do solo, ou seja, o entupimento dos poros superficiais do terreno em virtude de ações bacterianas aeróbicas e da presença de finos que atingem as zonas de recarga; nesses casos, normalmente a simples escarificação dessa camada superficial, da ordem de décimos de milímetros de espessura, já é suficiente para reconstituir a capacidade inicial de infiltração do terreno; para a situação das áreas reflorestadas, tal efeito de colmatagem não vai existir devido à ação da camada de húmus que se localiza na superfície do solo. Considerando que as águas acumuladas vão infiltrar no solo, não há também riscos de proliferação de mosquitos na estrutura de recarga (não há água estagnada), as quais deverão propiciar acumulação rápida de água nos períodos chuvosos.

Atuações nas calhas fluviais

As atuações nas calhas fluviais, considerando a regularização espacial de vazões, se caracterizam, principalmente, pela implantação de soleiras de admitância. Essas estruturas hidráulicas correspondem a pequenos obstáculos, com alguns metros de altura, dispostos transversalmente no sentido geral da corrente da calha fluvial natural; têm a função de realizar a acumulação na calha e nos mantos porosos marginais que realizam a alimentação do curso d'água durante o período de estiagem. As soleiras de admitância, dessa forma, funcionam como pequenos barramentos, que elevam o espelho d'água do rio a alguns metros ao longo dos estirões fluviais, diminuindo a declividade dos escoamentos durante as épocas de estiagem ou de vazões médias; na época de águas altas, elas não alteram a declividade dos escoamentos naturais, quando, nessas condições, deverão estar totalmente afogadas. Elas reforçam, outrossim, o lastro d'água global na bacia hidrográfica, por tornarem os mantos porosos marginais mais potentes. As soleiras de admitância, portanto, vão promover o controle hidráulico dos escoamentos, por efeito de amortecimento e regularização dos deflúvios de calha e controle dos escoamentos subalveolares, bem como gerar o controle das vazões sólidas, por efeito de retenção sedimentológica adequada.

AÇÕES GERAIS DE GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A água na natureza se movimenta constantemente, através do ciclo hidrológico, quando, em média existem quatro a cinco meses de período chuvoso e sete a oito meses de período de estiagem. Como já dissemos, na bacia hidrográfica protegida existe um amortecimento natural das enchentes pelo importante trabalho de retenção hídrica das florestas e, na estiagem, as vazões mínimas são maiores, devido à recarga natural dos lençóis freáticos ocorrida nos períodos chuvosos. O que nós temos que fazer para evitar o racionamento de água e energia, e proteger os corpos hídricos, é imitar a natureza, ou seja, investir na retenção de água na bacia hidrográfica durante os períodos chuvosos, para não faltar água nos períodos de estiagem. Essas ações incluem o reflorestamento, priorizando as Áreas de Preservação Permanente (APPs), como prevê o Código Florestal Brasileiro, construção de soleiras de encosta, valas de terraceamento, bacias de recarga e outras ações de manejo hídrico adequado, mesmo com ocupações diversas do solo em atividades agrícolas, pecuária e outras. Com essas mesmas obras e intervenções de engenharia, estaremos combatendo ao mesmo tempo as enchentes e secas. A Figura 7 nos mostra a alteração do hidrograma de um rio com o aumento dessa recarga artificial no solo das águas de chuva, onde há uma redução do escoamento superficial de encosta (que geraria um deflúvio DS ao rio) e incremento dos deflúvios base DB1 (no período chuvoso TC) e DB2 (no período de estiagem TE) provenientes dos lençóis freáticos, em que verifica-se que, dentro do ano hidrológico, os picos de enchentes ficam mais amortecidos e defasados dos picos das chuvas, e as vazões mínimas dos rios ficam maximizadas, podendo duplicar, triplicar ou ter valores até maiores, o que reduziria em muito o risco de desabastecimento de água e energia pelo baixo nível dos reservatórios de acumulação hídrica.

Paralelamente deve-se investir minimamente no monitoramento permanente hidrométrico e de qualidade das águas dos rios, bem como no georreferenciamento do uso e ocupação do solo, que são ferramentas fundamentais para a boa gestão das bacias hidrográficas.

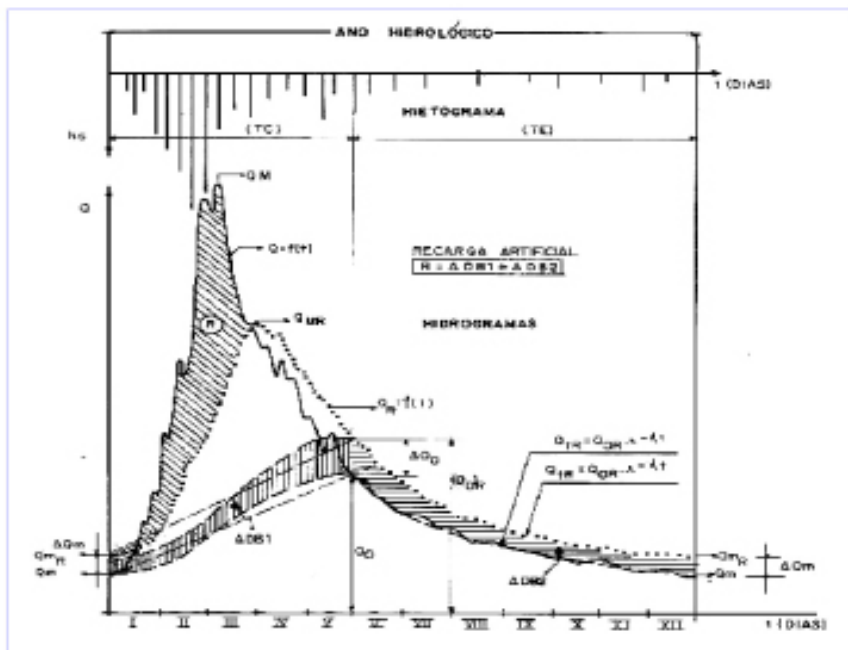


Figura 7 – Hidrogramas esquemáticos de um rio antes e após a recarga artificial de vazões, havendo o amortecimento das vazões de cheias e o incremento das vazões mínimas fluviais (OTTONI, 1996).

A sustentabilidade ambiental para o saneamento dos esgotos e lixo também é importante na solução para o problema da água, onde se deve procurar transformar o lodo dos esgotos orgânicos em biogás e composto orgânico, bem como investir no reuso dos esgotos tratados, evitando a poluição dos corpos hídricos e reduzindo o consumo da água potável. Já os resíduos sólidos urbanos (como prevê a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos), a partir da coleta seletiva, podem ser reduzidos, reutilizados e reciclados; dentro desse item, devemos frisar a importância da reciclagem do lixo úmido (que são os restos de comida, correspondentes a aproximadamente 50% dos resíduos sólidos urbanos), que pode ser encaminhado para usinas de compostagem e transformado em composto orgânico. Dessa forma, os esgotos orgânicos e os restos de comida dos resíduos sólidos urbanos, numa gestão sustentável, podem se transformar em adubo para baratear o reflorestamento das bacias hidrográficas, ajudando na produção de água doce na natureza, e deixando de poluir os corpos hídricos.

CONCLUSÕES

Todas essas ações sugeridas para serem implantadas, a partir de políticas públicas adequadas, nas bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (devido à transposição de suas vazões para o Rio Guandu) e da Baía de Sepetiba, estão dentro do princípio da sustentabilidade ambiental, tendo viabilidade ecológica, econômica e sendo socialmente desejáveis, pois melhoram a vida das pessoas e geram empregos para as comunidades locais. Se conseguirmos atingir efetivamente o estágio de Desenvolvimento Sustentável, o que é possível e desejável, a partir de decisões políticas e governamentais bem orientadas, as nossas reservas naturais, em especial a água, serão recuperadas e preservadas, com atuações ordenadas de ocupação adequada do solo, combate à erosão, reciclagem dos resíduos, aproveitamento das águas de chuvas e/ou sobranes para a realização da recarga artificial de água subterrânea, implantação de reflorestamentos estrategicamente localizados, atuações agropecuárias menos impactantes, planejamento urbano adequado, definição de sistemas socioeconômicos e educacionais que contribuam para a redução da pobreza/miséria, além de outras.

Se não houver uma mudança efetiva de posicionamento e decisões que facultem uma política realista de Desenvolvimento Sustentável para o Brasil, inclusive para os recursos hídricos, mais especificamente para as bacias hidrográficas da Baía de Sepetiba e a do Rio Paraíba do Sul, estaremos expostos a sofrer penalidades a curto prazo de novos racionamentos futuros de água doce, bem como iremos aumentar a degradação dos ecossistemas na natureza, colocando em risco a própria vida dos seres humanos, além da biodiversidade natural. Será preciso esperar mais antes de se tomarem as decisões corretas para se reverter a situação de degradação da natureza? Os indícios de falência ambiental já estão começando a aparecer como consequência das próprias atuações inadequadas do ser humano. É, portanto, fundamental que se modifiquem certos paradigmas convencionais que já estamos utilizando há várias décadas e passemos a adotar uma Política de Desenvolvimento que efetivamente dignifique a nossa população (permitindo boas condições de progresso, saúde, bem-estar e lazer) e, ao mesmo tempo, mantenha o meio ambiente preservado, como o ecossistema da Baía de Sepetiba, possibilitando que possamos ver novos horizontes mais

promissores, e permitindo que as gerações dos nossos filhos e netos possam usufruir igualmente de uma vida harmônica e equilibrada com os recursos naturais ainda existentes, dependendo das ações e decisões que tomemos daqui para frente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim*, elaborado pela Sondotécnica Engenharia de Solos S.A., Brasília, 2007.

DOURADO, F.; CUNHA, J.; LIMA, A. & PALERMO, N. *Os novos empreendimentos na Baía de Sepetiba e o passivo ambiental da Cia. Mercantil e Industrial Ingá*. Baía de Sepetiba – Estado da Arte, Rio de Janeiro, 2012.

NEBEL, B. J., & WRIGHT, R. T. *Environmental Science: The Way the World Works*, (7. ed.). Prentice Hall Professional, New York, 2000.

OTTONI, A. B. *Tecnologia do manejo hídrico em bacias urbanas visando sua valorização sanitária e ambiental*. Tese de doutorado. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1996.

SALAMENE, S. *Estratificação e caracterização ambiental da Área de Preservação Permanente do Rio Guandu, RJ*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

TUBBS FILHO, D.; ANTUNES, J. C. O. & VETTORAZZI, J. S. *Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim*. Experiência para a Gestão dos Recursos Hídricos. Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu. Editora do INEA – Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, 2012.

TUCCI, C. E. *Hidrologia - ciência e aplicação*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 1993.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. *Drenagem urbana*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), v. 1, 428 p., Porto Alegre, 1995.

VASCONCELOS, N. de Almeida. & SAMPAIO, F. P. da Cunha. Projeto preliminar de gestão ambiental da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

<http://www.ecodebate.com.br/2010/05/25/estudo-aponta-principais-setores-poluidores-da-baía-de-sepetiba-rj>.

<http://racismoambiental.net.br/2016/03/02/comissao-da-oab-fiocruz-e-pacs-constatam-violacoes-em-visita-a-portos-e-industrias-da-baia-de-sepetiba>.

www.inea.rj.gov.br

Riscos de Florações de algas nocivas (FANs) e os atuais impactos socioambientais: o caso da Baía de Sepetiba

Gleyci Aparecida Moser

Patrícia Domingos

INTRODUÇÃO: FLORAÇÕES ALGAIS – FANS

No período entre 2012 e 2014 foi desenvolvido um Projeto de Pesquisa e Extensão Universitária sobre os riscos da ocorrência de florações algais nocivas (FANs) e os atuais impactos socioambientais na Baía de Sepetiba. Os objetivos principais foram: (i) realizar monitoramento e estudo das ocorrências de florações na Baía de Sepetiba; (ii) contribuir para a discussão e conhecimento do problema de FANs por professores e alunos de 40 escolas públicas do entorno da baía e (iii) mapear a percepção de pescadores sobre seu território de pesca. A região da Baía de Sepetiba foi escolhida para a implantação de megaempreendimentos industriais e novos terminais portuários que criam zonas de exclusão de pesca. Ao mesmo tempo, registros anteriores de FANs na baía e o risco de novas florações representam potencial redução ao território de pesca, com prejuízos para o ecossistema e o ser humano. É fundamental a divulgação de causas e efeitos de FANs, colaborando para a construção coletiva de atitudes que minimizem seus riscos para a saúde pública. Foram realizadas amostragens mensais da água para o monitoramento de FANs, de fevereiro a dezembro de 2013, e entrevistas com os pescadores a cada saída, com o objetivo de mapear o território de pesca à luz da percepção dos próprios pescadores. A cartografia assim construída, e outros materiais de conteúdo específico, tornaram-se materiais didáticos para o trabalho com escolas locais. Os resultados das análises do fitoplâncton permitiram concluir que ainda ocorrem na Baía de Sepetiba espécies e gêneros potencialmente nocivos, formadores de florações.

“Florações de microalgas fazem parte do ciclo natural sazonal desses organismos nos ecossistemas marinhos. São componentes

cruciais da estrutura e dinâmica dos oceanos e sustentam os benefícios que a sociedade obtém desse ecossistema” Berdalet et al. (2016). Suas causas estão relacionadas a:

- forçantes antropogênicas, como a eutrofização das águas;
- dinâmica natural; e
- mudanças climáticas globais.

Florações de algas são eventos que se caracterizam pelo crescimento descontrolado de uma ou poucas espécies, dentre as que compõem a comunidade de microalgas planctônicas, conhecida como fitoplâncton (HALLEGRAEF, 2010). Tais eventos são capazes de trazer problemas ecológicos como, por exemplo, limitar a assimilação de oxigênio da água pelos peixes, por entupimento de suas brânquias (colmatação), em virtude simplesmente da elevação do número de células na água (ANDERSON, 2005).

O termo florações algais nocivas (FANs) inclui tanto espécies produtoras de toxinas, que podem contaminar consumidores topo de cadeia trófica através da biomagnificação, quanto os

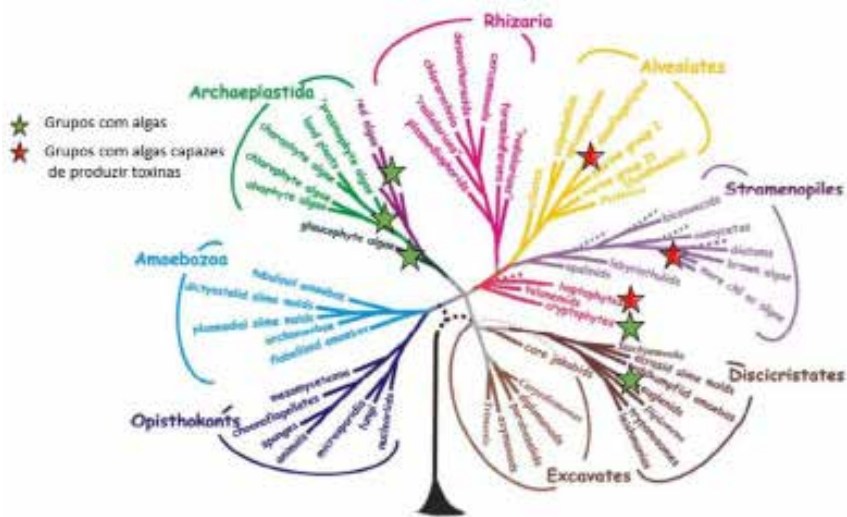


Figura 1 – Árvore filogenética dos grupos de eucariontes (Baldauf, 2008); as estrelas destacam os grupos que contêm algas.

Os eventos de florações de algas trazem impactos ecológicos, econômicos e de saúde pública, através de aerossóis com o transporte de toxinas pelo vento, com a formação de espuma que pode se agregar na superfície da coluna de água ou pela contaminação de filtradores e/ou pescado por toxinas de microalgas (GERSSEN et al., 2010). Como uma das consequências bastante conhecida está a mudança da coloração da água, causada pelo acúmulo de microalgas, que pode resultar em hipóxia, a partir do posterior processo de decomposição de sua biomassa, seguido de mortandade da fauna aquática. Esse processo tem sido registrado em baías e lagoas do mundo em geral, e também no Estado do Rio de Janeiro (VILLAC & TENENBAUM, 2010; DOMINGOS et al., 2012; MOSER et al., 2014; CASTRO et al., 2016). Além disso, algumas toxinas são ictiotóxicas e produzem mortandade diretamente sobre o pescado (ANDERSEN et al., 2015).

Os impactos descritos sobre a saúde humana, incluem seis síndromes associadas às toxinas, tanto por ingestão de frutos do mar, contaminação das águas e aerossóis marinhos. Os impactos sobre o bem-estar da sociedade são principalmente perdas econômicas nas atividades de pesca, aquacultura e turismo, impactos estéticos para os usos recreacionais e turísticos, além de danos aos recursos marinhos e à vida (GERSSEN et al., 2010).

A gestão desse crescente problema envolve, além da pesquisa básica, ações de extensão junto às populações afetadas diretas e indiretamente, de forma que sejam esclarecidas sobre as causas e consequências desses eventos, além de ter acesso à legislação pertinente. Envolve ainda a necessidade de um monitoramento multidisciplinar sistemático e permanente, que poderá subsidiar a elaboração de um plano de ação e de gestão, a partir de áreas previamente delimitadas a partir da informação acumulada.

OCORRÊNCIAS NO RIO DE JANEIRO, COM ÊNFASE PARA A BAÍA DE SEPETIBA

Em termos mundiais observam-se registros crescentes de ocorrências de florações de algas, em parte pelo incremento de amostragens e observações e em parte pelo aprimoramento de metodologias, técnicas e equipamentos que permitem análises mais precisas e rápidas sobre os eventos de florações. No verão de 2014 foi

observada uma mancha de enormes proporções no Atlântico sul e sudeste do Brasil que atingiu mais de 800 km (NASA MODIS-Aqua) (Figura 2), causada por um ciliado, *Myrionecta rubra*. O ciliado, heterotrófico,ingere algas do grupo das Criptofíceas (Chryptophyceae), mas não digere os cloroplastos, mantendo-os, a fim de viabilizar uma nutrição autotrófica. Apesar da imagem mostrar uma mancha negra, na verdade sua coloração é de um forte avermelhado, conferido pelos pigmentos desses cloroplastos. A presença dessa mancha, na ocasião, foi verificada no interior da Baía de Ilha Grande em 9 de dezembro de 2013, também em grande proporção (Figura 3). A observação em barco nem sempre é óbvia uma vez que o ciliado situa-se preferencialmente entre 1 e 2 metros de profundidade e a porção visível em superfície não representa a proporção do tamanho que a mancha alcançou.

No Estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 2007 e 2015, foram observados inúmeros eventos de floração, com consequências como mortandade de peixes, formação de espumas, odor (Figura 4) (CASTRO et al., 2016).



Figura 2 – Imagem da floração de *Myrionecta rubra* no verão de 2014 na costa sul-sudeste do Brasil (foto de 19 de janeiro de 2014). Fonte: NASA MODIS- Aqua. <http://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=82968>

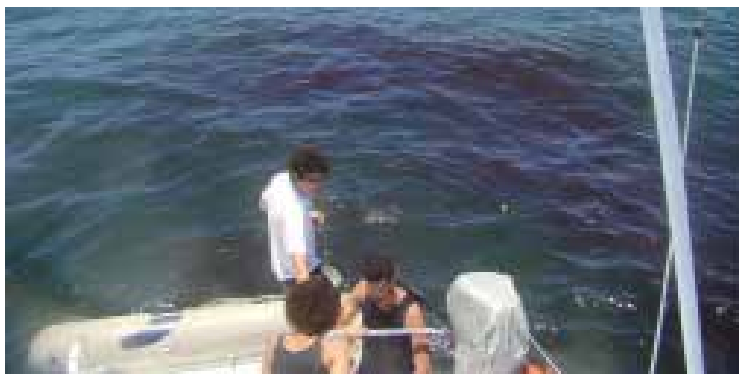


Figura 3 – Mancha vermelha na Baía de Ilha Grande (9/12/2013) formada por *Myrionecta rubra*. Foto: Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

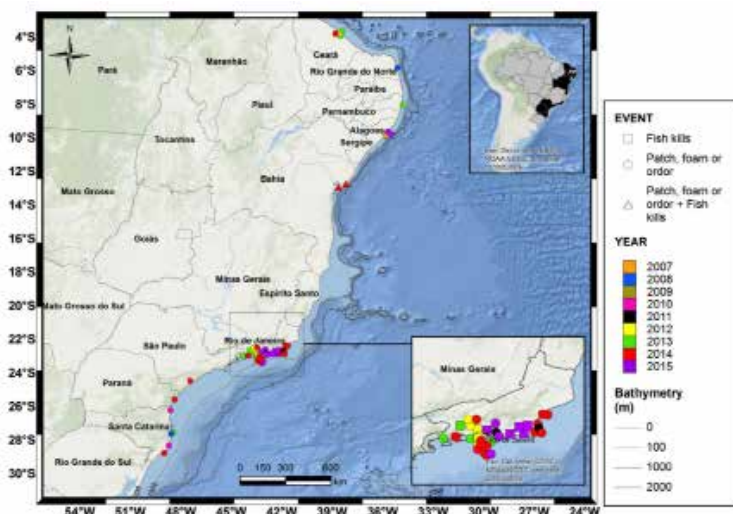


Figura 4 – Mapa de distribuição de florações algais nocivas na última década na costa do Rio de Janeiro. Fonte: CASTRO et al. 2016.

Particularmente na Baía de Sepetiba, a composição, densidade e ecologia da comunidade fitoplanctônica vem sendo estudada desde 1945. A maior parte dos dados sobre essa fração da biota foi realizada por IES (monografias, teses e dissertações) ou pelo INEA (TENENBAUM et al., 2004). Na Baía de Sepetiba foi reportada a ocorrência de FANs nos anos de 1997, 1998 e em 2000 (ODEBRECHT et al., 2002; VILLAC, MENEZES, TENENBAUM, 2005; MAGALHÃES et al., 2003). O evento de 2000, provocado por uma cianobactéria, *Synechocystis aquatilis*, acrescenta um episódio

de produção confirmada de microcistinas e contaminação no pescado (MAGALHÃES et al., 2003). Em Mangaratiba, no ano de 2009, embora não tenha sido confirmada a relação direta entre os eventos, registrou-se mortandade de peixes associada à floração de dinoflagelados e diatomáceas potencialmente nocivas. Esse fato levou à recomendação para a suspensão temporária do consumo de moluscos oriundos da região pela Secretaria Estadual do Ambiente (O GLOBO, 2009), o que traz reflexos para a economia dos municípios locais, que têm nessas atividades uma das fontes de geração de renda e trabalho. Na Baía de Sepetiba, pescadores artesanais, maricultores e os consumidores do pescado fazem parte da comunidade diretamente atingida por tais eventos, considerando que as FANs representam um cenário capaz de impor drástica redução à atividade e ao território de pesca.

Através de um material lúdico para trabalhar com escolas do entorno da Baía de Sepetiba, foi disponibilizado para alunos dessas escolas um jogo que traz os principais eventos históricos e ambientais da Baía de Sepetiba, apresentados numa linha do tempo (Figura 5). O jogo foi elaborado no âmbito de Projeto de Pesquisa e Extensão/FAPERJ.



Figura 5 – Jogo da Linha do Tempo, destacando eventos de FANs na Baía de Sepetiba entre 1997 e 2009.

Ainda na linha do tempo, destaca-se a partir de 2004, quando o porto de Sepetiba faz parte do programa Globallast (2004 disponível em: http://www.institutohorus.org.br/download/midia/agualastro_mma.htm), e várias publicações importantes marcam o início desse período, das quais destacamos duas, considerando o tema fitoplâncton (Figura 6).



Figura 6 - Publicações derivadas do programa Globallast Brazil sobre o fitoplâncton de ocorrência na Baía de Sepetiba (Management Programme, 2004).

PROJETO CONHECENDO AS FANS : PERSPECTIVA DA PESQUISA

Em 2010, o Projeto “Conhecendo as FANs” tem início na Ilha Grande-CEADS apoiado pela Sub-reitoria de Extensão. Entre 2012 e 2014 o projeto passou a ser apoiado pela FAPERJ-Edital EXTPESQ.

Durante a “UERJ sem Muros”, do ano de 2012, o projeto participou com uma exposição sobre o “Mundo Invisível”, fazendo uma divulgação sobre os eventos de FANs (Figura 7).



Figura 7 – Cartaz da exposição sobre as microalgas e florações, realizada em 2012 durante a “UERJ sem Muros”.

O projeto manteve um monitoramento mensal em três pontos de amostragem (Figura 8), e trouxe contribuições para o conhecimento científico sobre o fitoplâncton local.

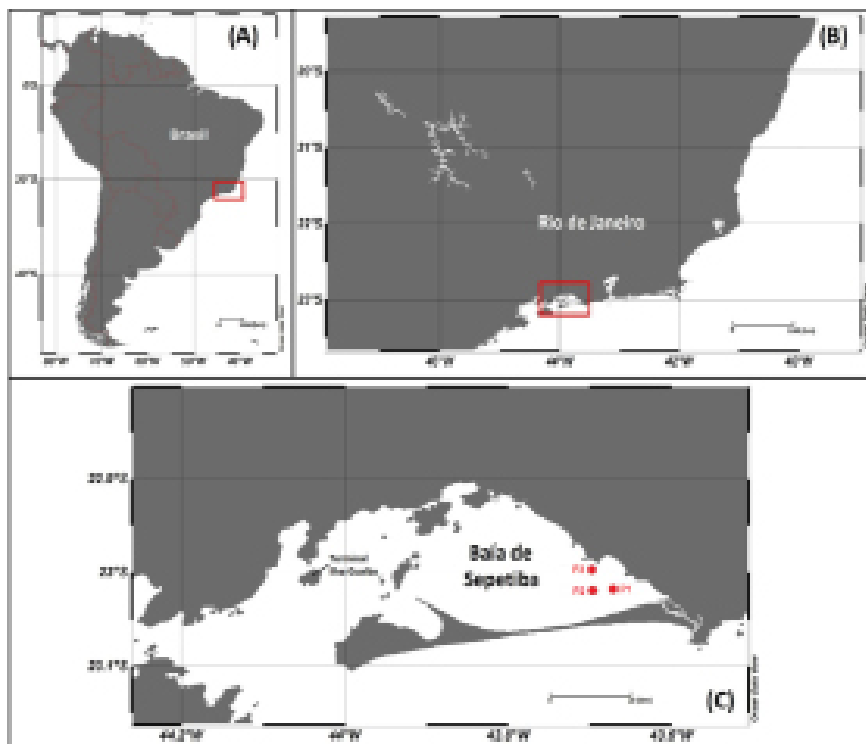


Figura 8 – Mapa da Baía de Sepetiba, mostrando os pontos de amostragem.

As principais contribuições científicas do projeto foram publicadas em monografias, dissertações e artigos, destacando-se:

A composição do fitoplâncton local

A composição qualitativa do fitoplâncton da baía inclui diatomáceas, dinoflagelados e outros fitoflagelados (Figura 9). Quanto às espécies potencialmente formadoras de florações, destacam-se três classes principais: diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias. Destacam-se os dinoflagelados dos gêneros *Dinophysis*, *Prorocentrum* e *Neoceratium*, assim como a rafidofíceia *Chattonella* cf. *subsalsa*, gêneros estes que incluem espécies potencialmente produtoras de toxinas (TENENBAUM, 2004; GARCIA, 2015). Dentre as diatomá-

ceas, destaca-se a elevada densidade de *Chaetoceros* e *Pseudonitzschia* (10^5 - 10^6 cel L⁻¹) (TENENBAUM, 2004; GARCIA, 2015; KIRSTEN, 2016).

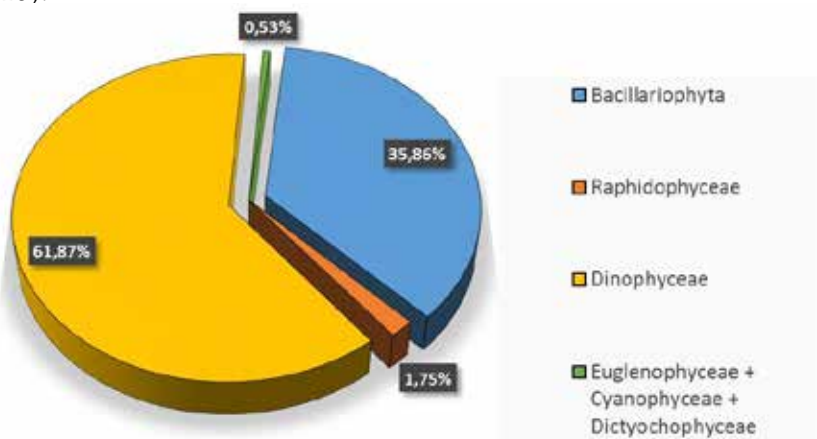


Figura 9 – Contribuição relativa (%) das principais classes representativas do fitoplâncton da Baía de Sepetiba. Fonte: Garcia, N. 2015-Monografia FAOC-UERJ.

IMPORTÂNCIA DA MARÉ PARA A COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNCTON

Uma importante conclusão mostra que a composição da comunidade fitoplancônica da Baía de Sepetiba varia com a maré, controlada pela entrada pelo Canal de Barra de Guaratiba e porção leste da baía (Figuras 10 e 11). Durante a maré vazante a comunidade é dominada por dinoflagelados oriundos dos canais de maré, e eles são transportados desde a barra até o oceano adjacente (KIRSTEN, 2016) (Figura 11).

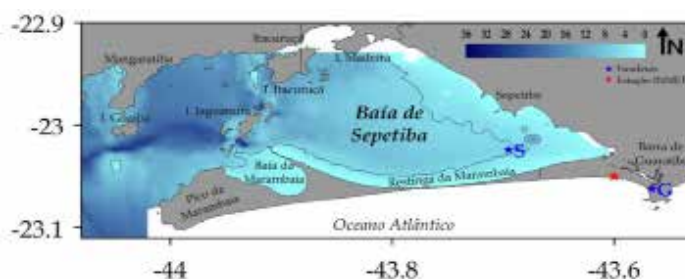


Figura 10 – Baía de Sepetiba. Localização dos pontos amostrais em Barra de Guaratiba (G) e na Baía de Sepetiba (S). Estações de 25 horas foram realizadas em duas campanhas amostrais. Fonte: KIRSTEN (2016).

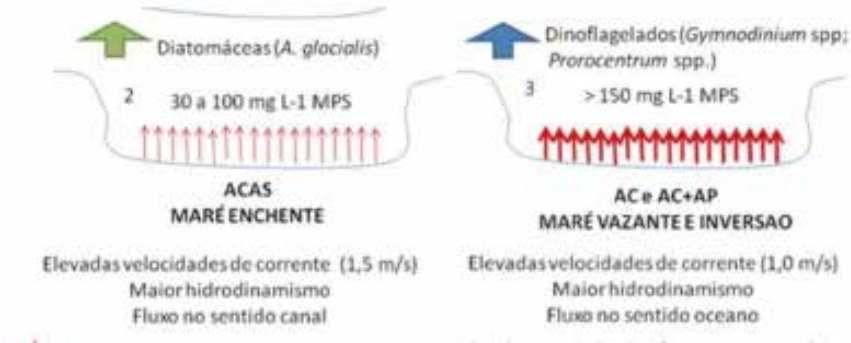


Figura 11 – Esquema resumindo as populações fitoplancônicas predominantes com a presença da ACAS no Canal de Barra de Guaratiba, e com a presença da AC e misturas nesse canal. Fonte: KIRSTEN (2016). Dissertação de mestrado – PPG-OCN.

Transporte – Pluma da Baía de Sepetiba

A pluma da Baía de Sepetiba e da Baía de Guanabara, extensão e ação, foram estudadas através de frentes de baixa salinidade na plataforma continental do Rio de Janeiro (MOSER et al., 2016) (Figuras 11 e 12). A extensão dessas plumas, observadas neste estudo, chega a 120 km da costa, na plataforma continental (Figura 13).

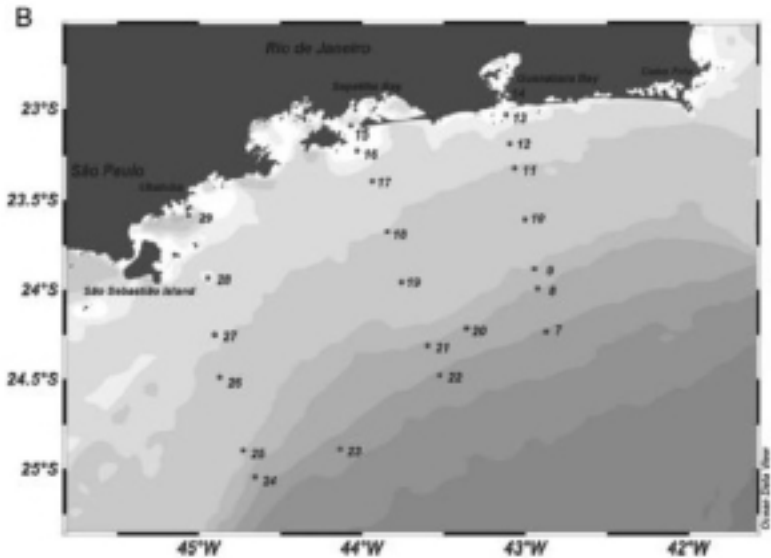


Figura 12 - Estações amostrais na plataforma continental do Rio de Janeiro. Fonte: MOSER et al., 2016.

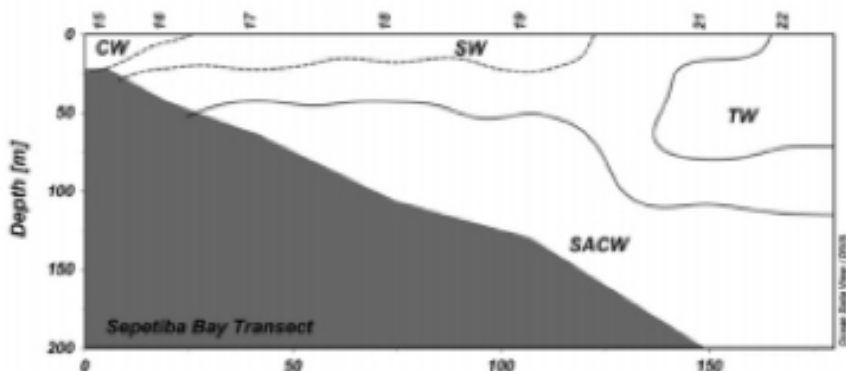


Figura 13 – Massas de água e extensão da pluma da Baía de Sepetiba. Água costeira (AC-CW), Água de plataforma influenciada pela AC - pluma da Baía de Sepetiba (AP- SW), Água Tropical (TW) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS- SACW). Fonte: MOSER et al. (2016)

PERSPECTIVA DA EXTENSÃO

Em 2012, de 13 a 22 de junho, durante a esperada Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, evento global promovido 20 anos depois da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Rio 92), a Baía de Sepetiba tornou-se foco de atenção na Cúpula dos Povos em virtude de problemáticas socioambientais. A reunião sobre meio ambiente contou com representantes dos 193 Estados-membros da ONU e a presença de milhares de participantes dos mais variados setores da sociedade civil. A Cúpula dos Povos, espaço notoriamente dedicado aos movimentos sociais e sociedade civil, como um todo, articulou missões de intercâmbio e mobilização, dentre eles excursões, chamadas de Toxic Tour – conhecendo o “Lado B” do Rio de Janeiro –, cujo objetivo era dar visibilidade a questões que traziam impacto socioambiental às regiões visitadas, através da mobilização de mídias livres de várias partes do mundo (DOMINGOS et al., 2014) (Figura 14). A Baía de Sepetiba foi uma dessas regiões. Esse evento contribuiu significativamente para o rumo do trabalho de extensão, entendido como o processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a universidade e a sociedade. Foi a partir dessa atividade que se estreitou o contato com pescadores da Ilha da Madeira e

Pedra de Guaratiba, durante a Cúpula dos Povos, e ficou explícito o conflito ambiental instalado na baía, com uma disputa de território entre as práticas tradicionais, especificamente a pesca artesanal e do outro lado os empreendimentos econômicos em curso.



Figura 14 – Toxic Tour, atividade de visitação à Baía de Sepetiba-Ilha da Madeira, no âmbito da Cúpula dos Povos, durante a Rio+20, junho de 2012. Foto: DOMINGOS, P., 2012.

A Baía de Sepetiba possui um histórico de impacto antropogênico que inclui desde contaminação por metais pesados (LACERDA & MALM, 2008), inclusive por passivos ambientais, como o caso da Ingá Mercantil, até despejos orgânicos de origem doméstica que causaram alterações irreversíveis para esse ecossistema. Por esse motivo, Acseirad (2004), apontando o quadro de injustiça ambiental ao qual está submetida a população local, considera a baía uma zona de sacrifício ambiental.

Na Baía de Sepetiba destacava-se a implantação do Complexo Industrial Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Altântico (TKCSA), que incluía uma usina siderúrgica (CSA), uma termelétrica e dois terminais portuários, considerado o maior complexo siderúrgico-portuário da América Latina (PACS, 2009; FIRJAN, 2009).

Chuva de prata

A implantação da TKCSA, pelo grupo alemão ThyssenKrupp, data de 2006, quando se iniciou com sua construção, o que trouxe impactos socioambientais, como o desmatamento de porção de manguezal, e as chamadas chuvas de prata, ocorridas em agosto e dezembro de 2010, 29 e 30 de outubro de 2012 e fevereiro de 2013 (PACS, 2013).

O evento de 2010 foi, segundo denúncia da comunidade local, provocado pelo armazenamento contínuo de ferro gusa em poços ao ar livre da região e apontou para o agravamento de problemas como dermatites, irritação de mucosas e problemas respiratórios diversos (PORTO et al., 2011). Por esse motivo o Ministério Público Estadual (MPE) realizou denúncia em 2 de dezembro de 2010 contra a TKCSA por crimes ambientais em decorrência da poluição atmosférica em níveis capazes de provocar danos à saúde humana, afetando principalmente as comunidades vizinhas da usina, em Santa Cruz.

A chuva de prata resulta da liberação de um material particulado composto por vários metais pesados que contaminam o ar e se depositam sobre a residência de moradores de Santa Cruz e adjacências. A composição desse particulado revelou a presença dos elementos Alumínio, Arsênio, Bário, Bromo, Cálcio, Cádmiu, Cério, Cloro, Cromo, Cobre, Ferro, Potássio, Lantânio, Magnésio, Manganês, Neodímio, Níquel, Fósforo, Chumbo, Praseodímio, Rubídio, Enxofre, Estrôncio e Zinco. A intensificação da poluição atmosférica aumentou os casos de problemas respiratórios, dermatológicos e oftalmológicos (PORTO et al., 2011).

Segundo a análise do INEA, houve um incremento de mais de 1.000% de ferro no ar em relação aos teores encontrados na região antes do início da pré-operação da TKCSA. A exposição ambiental a altas concentrações de ferro pode gerar efeitos nocivos à saúde, dentre os quais danos pulmonares e hepáticos, pancreatite, diabetes e anormalidades cardíacas. A exposição de moradores é agravada pela proximidade das residências em relação à área das instalações da siderúrgica com a qual fazem fronteira. A legislação alemã, por exemplo, prevê uma distância mínima de 1.500m em relação ao empreendimento, enquanto que em Sepetiba observa-se a distância média de 100m (PORTO et al., 2011).

A instalação dessas atividades econômicas de risco ambiental foi acompanhada de maior demanda por atracação e serviços para a baía, ou seja, associada à implantação de megaempreendimentos na baía, surgiu a expansão portuária com finalidade principal de dar escoamento à produção de minérios. Assim, a expansão portuária verificada na Baía de Sepetiba incluiu a construção de cinco novos portos ou ampliação de outros pré-existentes, como o Porto de Itaguaí (antigo Porto de Sepetiba), Porto da LLX, Porto da TKCSA, até a previsão de um estaleiro da Marinha para a eventual construção de um submarino atômico. Todas essas atividades são potencialmente poluidoras, inserindo-se no contexto dos megaempreendimentos que o Estado do Rio de Janeiro atraiu com isenções fiscais e o governo federal apoiou com financiamentos bilionários (PORTO et al., 2011).

ZONAS DE EXCLUSÃO DE PESCA

A implantação dos terminais portuários gera as chamadas “zonas de segurança” (MM, 2005) de 500m para cada lado do píer de acesso e de atracação, que se tornam territórios da empresa, para garantir que não haja aproximação de outras embarcações. Na realidade, uma significativa área de mar é apropriada, tornando-se um território particular (Figura 15). Os terminais e as áreas de acesso construídas para permitir desembarque e embarque podem alcançar alguns quilômetros de extensão, como é o caso do porto da Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA).

Essa limitação ao uso do território marítimo gera as chamadas zonas de exclusão de pesca, que se traduzem pela restrição da prática da pesca tradicional nesses locais. Os pescadores artesanais locais constituem os primeiros atores sociais afetados, atingindo as famílias que dependem dessa atividade para sua sobrevivência. Destaca-se a zona de exclusão em antiga área de pesca de camarão, agora proibida, que tem um significativo impacto sobre a economia da comunidade, uma vez que o esforço de pesca com esse produto é menor para um retorno financeiro que só seria obtido com muito mais esforço quando se trata de outros pescados.



Figura 15 – Pier de atracação do Porto da Thyssenkrupp (TKCSA) com aviso onde se lê: “Área de Segurança Pública Portuária – Proibida atracação e fundeio – AFASTE-SE”. Foto: DOMINGOS, P., 2012.

Território pesqueiro

O conceito de território é apresentado pelo campo da Geografia e sua definição é considerada por Milton Santos uma tarefa árdua, uma vez que recebe diferentes elementos e, como toda definição não pode ser vista como imutável, mas, permitir mudanças, ou seja, poderá ter diferentes significados, historicamente definidos (SAQUET & SILVA, 2008).

Entretanto, considerar que “são as relações de poder, por meio de diferentes atores que, se apropriando do espaço, vão formar os territórios, imprimindo nestes suas características relacionais de acordo com seus objetivos, que podem ter influências de ordem econômica, política, cultural e até mesmo do meio natural” (TEIXEIRA & VIANA DE ANDRADE, 2010), aproxima-se do entendimento deste projeto e é o ponto de partida para a discussão que se pretende desenvolver.

A busca por categorias de análise na área das ciências humanas é uma tentativa de integrar áreas do conhecimento para o desenvolvimento de um trabalho que envolve a percepção dos riscos ambientais pelas comunidades que convivem rotineiramente com

as situações da localidade. A ocorrência do risco está ligada à vulnerabilidade do grupo exposto (FREITAS & CUNHA 2013), cabendo reconhecer os diferentes níveis de exposição aos impactos ambientais como um todo e às suas consequências.

Nesse sentido, o território pesqueiro aqui considerado é aquele reconhecido pelos pescadores artesanais, onde atuam há décadas, como seu espaço de ocupação produtiva, cultural e histórica. A redução do território de pesca, quer motivado por empreendimentos econômicos, quer pelas FANs, caracteriza-se como uma das principais consequências socioambientais da perda de qualidade ambiental da Baía de Sepetiba.

FANS E TERRITÓRIO PESQUEIRO NAS ESCOLAS

As escolas do entorno da Baía de Sepetiba são espaços privilegiados para a discussão das temáticas aqui propostas, considerando que essas comunidades escolares fazem parte dos grupos atingidos pelos impactos já comentados. Neste trabalho assume-se a vertente de Educação Ambiental Crítica (LOUREIRO, 2004a, 2004b), que reconhece a necessidade de transformações nas relações de poder dentro da sociedade para se alcançar o pleno desenvolvimento da maioria (LOUREIRO, 2007).

Nesse contexto, o Laboratório de Algas (LabAlgas) do IBRAG, associou-se ao Laboratório de Cultivo (Labcult) da FAOC em torno da questão que envolve os atuais processos de degradação da Baía de Sepetiba. A proposta de trabalho em Sepetiba incorporou posteriormente uma vertente de trabalho com escolas públicas que permitiu a aproximação com o trabalho do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Ambiental, Diversidade e Sustentabilidade (GEPEADS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A articulação com esse trabalho viabilizou a divulgação de nosso tema de trabalho junto aos professores de 40 escolas públicas da educação fundamental da região. Os estudantes participantes da UERJ tiveram a oportunidade de frequentar o curso para os professores das 40 escolas selecionadas, realizado pela UFRRJ, ampliando a contribuição que a extensão deverá dar à formação discente.

Também para o trabalho com as escolas, a abordagem a partir da categoria de território se mostrou oportuna para permitir a

análise da percepção do risco ambiental por escolares e seus professores e orientar a elaboração de materiais didáticos. A divulgação do tema de trabalho desse projeto junto aos professores de escolas públicas da educação fundamental da região foi essencial para os professores se sentirem seguros e encorajados a desenvolverem projetos escolares que incorporem a temática de FANs e a problemática socioambiental da Baía de Sepetiba.

A escolha da escola como espaço para o desenvolvimento deste trabalho atende ao reconhecimento da função social da escola em contribuir para a formação de cidadãos atentos à sua realidade e capazes de propor intervenções em seu tempo e lugar. Para isso, é vital que o corpo de professores esteja envolvido nos temas propostos e motivados a promoverem uma inserção dessas temáticas no cotidiano da sala de aula.

Para isso foram realizados encontros entre professores e participantes do projeto. As atividades realizadas para o grupo de professores incluíram palestras sobre FANs (Figura 16), apresentação de materiais lúdicos sobre os temas e um trabalho de campo na baía.



Figura 16 – Atividades com professores de 40 escolas do município de Itaguaí, entorno da Baía de Sepetiba. Foto de GUIMARÃES, M. 2013.

O material lúdico é composto de jogos que permitem maior compreensão por parte dos alunos de temáticas como bioacumulação, teia trófica. Além disso, jogos foram confeccionados exclusivamente para o projeto – como o Jogo da Linha do Tempo – com as modificações socioambientais pelas quais a baía passou e vem passando, e um jogo de simulação de papéis (JSP). Nesse jogo são criados vários personagens que, a partir de um roteiro, participam de uma discussão geral sobre a questão dos impactos socioambientais da baía. Os personagens são indivíduos e/ou atores sociais que estejam direta ou indiretamente envolvidos na problemática. Cada estudante assume um personagem e deverá debater o tema, sustentando as ideias de seu personagem (Figura 17).



Figura 17 – Jogos didáticos com estudantes do ensino fundamental sobre a temática de FANs e Território Pesqueiro. Foto: SAMPAIO, I., 2013.

O trabalho de campo com o grupo de professores foi uma atividade semelhante ao “Toxic Tour” realizado durante a Rio+20, para o qual convidamos o pescador Isac Alves, liderança da Associação de Pescadores Cercadeiros de Pedra de Guaratiba, que conduziu um relato sobre as percepções e perspectivas dos pescadores da região durante a visita na Baía de Sepetiba. Nesse trabalho de campo foi possível a observação próxima dos terminais portuários e foram realizadas coletas com rede de fitoplâncton e observação das amostras ao microscópio pelos professores (Figuras 18 e 19).



Figura 18 – Atividades com professores. Coleta e observação do fitoplâncton da Baía de Sepetiba em microscópio com câmera de captura de imagens, durante o Toxic Tour II. Fotos: DOMINGOS, P., 2013.

O monitoramento mensal da comunidade fitoplanctônica da Baía de Sepetiba, de fevereiro a dezembro de 2013, permitiu o contato regular com os pescadores e atualização constante de sua percepção sobre seu território de pesca, suas lutas por compensações das perdas sofridas e suas perspectivas por vias alternativas de sustento.

A partir das entrevistas mensais realizadas com os pescadores, foi possível mapear o território de pesca, como concebido pelos pescadores, incluindo referências de tempo e espaço de suas práticas pesqueiras (época do ano de maior rendimento pesqueiro, espécies e suas localizações, alterações ao longo dos anos, metodologia de pesca para cada espécie). Dessa forma, através da comunicação cartográfica, foi possível incorporar os relatos dos pescadores sobre sua realidade local. Nesse mapeamento são incluídos ainda os registros sobre florações de algas feitos pelos pescadores, incorporados como eventos que reduzem o território pesqueiro. Trata-se de um saber tradicional que poderá ser perdido pelo esvaziamento da prática no local. Na medida em que as gerações futuras não vêm na pesca uma possibilidade de atividade econômica e de sobrevivência, todo esse conhecimento se torna desvalorizado.

EXTENSÃO

A extensão vem ganhando o reconhecimento que merece também no âmbito acadêmico, como um caminho para o trabalho interdisciplinar que permite a incorporação de saberes e práticas não

sistematizadas, fruto de construções coletivas que envolvem atores de fora do meio acadêmico, a partir da aproximação aos valores e princípios que orientam as comunidades. Cabe destacar a importante interface que se cria para a formação de nossos estudantes, que possibilita real inserção numa problemática social, no caso deste trabalho, socioambiental, levando contribuições de sua área de formação e incorporando a dimensão prática que vem do saber popular ou ainda conhecimentos de outras áreas acadêmicas. Dessa forma, próximos a um conhecimento aplicado, puderam contribuir para a sociedade com uma participação cidadã (Figura 19).



Figura 19 – Estudantes e/ou bolsistas da UERJ (IBRAG e FAOC) atuando em atividades de extensão, junto a estudantes e professores de escolas do entorno da Baía de Sepetiba.

Vale lembrar da importância do preceito constitucional da indissociabilidade entre o Ensino, a Pesquisa e Extensão, a importância conferida pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) às atividades extensionistas e a destinação, feita pelo PNE 2001-2010, de 10% da creditação curricular a essas atividades. A Lei nº 13.174, de 21 de outubro de 2015, alterou a LDBE – Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 – e estabelece em seu art. 43 que a educação superior deve

(VII) promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição e (VIII) atuar em favor da universalização e do aprimoramento da educação básica, mediante a formação e a capacitação de profissionais, a realização de pesquisas pedagógicas e o desenvolvimento de atividades de extensão que aproximem os dois níveis escolares.

Nesse sentido, o marco que representou o I Encontro do Fórum de Reitores de Extensão em 1987, aponta que

A extensão universitária é o processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a universidade e a sociedade. A extensão é uma via de mão-dupla, com trânsito assegurado à comunidade acadêmica, que encontrará, na sociedade, a oportunidade da elaboração da práxis de um conhecimento acadêmico. No retorno à universidade, docentes e discentes trarão um aprendizado que, submetido à reflexão teórica, será acrescido àquele conhecimento. Este fluxo, que estabelece a troca de saberes sistematizados/acadêmico e popular, terá como consequência: a produção de conhecimento resultante do confronto com a realidade brasileira e regional; e a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da comunidade na atuação da universidade. (<http://www.renex.org.br/documentos/Encontro-Nacional/1987-I-Encontro-Nacional-do-FORPROEX.pdf>)

A articulação universidade/escola/comunidade, a partir do contato com os pescadores, criou o espaço de troca de saberes, onde a universidade não representa o único detentor do conhecimento, que aparece como o que fala para quem não sabe, mas como um componente que contribui com seu saber, mas também aprende e valoriza o conhecimento popular e escolar e fomenta a troca entre esses saberes (Figura 20). Citando Paulo Freire: “O conhecimento não se estende do que se julga sabedor até aqueles que se julgam **não** saberem; o conhecimento se constitui nas relações homem-mundo, relações de transformação, e se aperfeiçoa na problematização crítica destas relações” (FREIRE, 2006, p. 36).



Cartografia socioambiental

Figura 20 – Diagrama representativo da troca de conhecimentos possibilitados pelo Projeto FANs.

CONCLUSÃO

Nas amostras tem sido observada, em quase todos os meses, a presença de *Pseudo-nitzschia* sp., gênero de diatomácea que possui algumas espécies associadas à produção de ácido domóico, um aminoácido tóxico que causa envenenamento amnésico por consumo de mariscos (ASP). Os sintomas dessa intoxicação incluem náuseas, vômitos, diarreia e cólicas abdominais e, em casos mais graves, observam-se diminuição do reflexo, dores fortes, tontura, alucinações, confusão mental, e perda da memória de curto prazo. Podem ocorrer ataques ou acessos. O simples registro de ocorrência, entretanto, não significa uma exposição à contaminação, uma vez que as biomassas, até então registradas, podem ser consideradas baixas e médias, considerando os valores de clorofila obtidos. As análises registraram ainda a presença de *Dinophysis* sp. e *Prorocentrum* spp, gêneros frequentemente associados à intoxicação diarreica por consumo de moluscos (DSP), embora os riscos tornem-se reais apenas a partir de um número significativo de células nas populações naturais e, se houver produção de toxinas confirmadas, entretanto, significa o risco de novas florações.

Considerar a categoria do território pesqueiro como unidade de análise torna claro que as causas da redução das áreas pesqueiras estão ligadas em sua origem. Assim, FANs e as zonas de exclusão

de pesca, impostas pelos empreendimentos econômicos, encontram, em muitos aspectos, a mesma origem, que pode ser atribuída à implantação de atividades que atendem aos interesses de poderosos grupos econômicos, e atividades antrópicas em geral, sem o devido critério, tanto do ponto de vista ambiental como social. Santos (2005) afirma que “no lugar reside a única possibilidade de resistência aos processos perversos do mundo, dada a possibilidade real e efetiva da comunicação, da troca de informação e da construção política”.

Assim, a inclusão de um programa de educação ambiental que trate diretamente as FANs, junto às comunidades de pescadores e às escolas, é fator preponderante para o avanço do conhecimento dessa problemática junto à população diretamente e indiretamente afetada e contribuirá para a construção coletiva de atitudes que minimizem o risco para a saúde pública. A universidade, através das ações de extensão, pode abrir espaço para a discussão dessa questão por professores e estudantes. Dessa forma colabora para a construção de uma atitude mais atenta à realidade de seu tempo e localidade, junto a escolares universitários, e para a elaboração de uma visão crítica que permita mesmo a articulação para produzir intervenções sobre essa realidade.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: ACSELRAD, Henri (Org.). *Conflitos ambientais no Brasil*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fundação Heinrich Böll, 2004. p.13-35.
- ANDERSEN, N. G.; HANSEN, P. J.; ENGELL-SØRENSEN, K.; NØRREMARK, L. H.; ANDERSEN, P.; LORENZEN, E. AND LORENZEN, N. *Ichthyotoxicity of the microalga Pseudochattonella farcimen under laboratory and field conditions in Danish Waters*. Dis. Aquat. Org. 116, 165–172, 2015.
- ANDERSON, D. *The ecology and oceanography of harmful algal bloom: multidisciplinary approaches to research and management*. Anton Bruun Memorial Lectures. Intergovernmental Oceanographic Commission. UNESCO, Paris, 2005, 38p.
- BALDAUF, S. L. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journ. Syst. Evol.* 46, 3, p. 263-273, 2008.
- BERDALET, E.; FLEMING, L. E.; GOWEN, R.; DAVIDSON, K.; HESS, P.; BACKER, L. C.; MOORE, S. K.; HOAGLAND, P. & ENEVOLDSEN, H. Marine harmful algal bloom, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. *Journ. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 91, 1, p. 61-91. 2016.

CASTRO, N. e MOSER, G. A. O. Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. *Oecologia Australis*, v. 16, n. 2, p. 235-264, 2012.

CASTRO, N. O.; DOMINGOS, P. and MOSER, G. A. O. National and international public policies for the management of harmful algal bloom events. A case study on the Brazilian coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 128, p. 40-51, 2016.

DOMINGOS, P.; GÔMARA, G. A.; SAMPAIO, G. F.; SOARES, M. F. & SOARES, F. F. L. Eventos de mortandade de peixes associados a florações fitoplanctônicas na Lagoa Rodrigo de Freitas: programa de 10 anos de monitoramento. *Oecologia Australis*. 16(3), p. 441-466, 2012.

GERSSSEN, A.; POL-HOFSTAD, I. E.; POELMAN, M.; MULDER, P. P. J.; VAN DEN TOP, H. & BOER, J. Marine Toxins: Chemistry, Toxicity, Occurrence and Detection, with Special Reference to the Dutch Situation. *Toxins*, 2, 4, p. 878-904, 2010.

HALLEGRAEFF, G. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *Journal of Phycology*, v. 46, p. 220-235, 2010.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental transformadora. In: LAYRARGUES, Philippe P. *A Escola da Educação Ambiental no Brasil*. Brasília: IBAMA, 2004a.

_____. *Trajetória e fundamentos da Educação Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2004b.

LOUREIRO, C. F. B. Emancipação. In: Ferraro Júnior, L. A. (Org.). *Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores*. 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, v. 2, p. 157-170.

MAGALHÃES, V.; MARINHO, M.; DOMINGOS, P.; OLIVEIRA, A. C.; COSTA, S.; AZEVEDO, L. O.; AZEVEDO, S. M. Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ). *Toxicon*, v. 42, p. 289-295, 2003.

NORMAM-07. *Normas da Autoridade Marítima para Atividades de Inspeção Naval*. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. 32 p., 2005.

ODEBRECHT, C. et. al. Floraciones de microalgas nocivas en Brasil: estado del arte y proyectos en curso. In: *Floraciones algales nocivas en El Cono Sur Americano*. Sar., In: E. A., Ferrario, M. E. & Reguera, B. (Org.). 2002, v. 1, p. 1-307. Unesco-IEO, Madrid, 2002.

O GLOBO. *Moluscos contaminados*. Edição de 1º de junho de 2009, Matutina, Rio, p. 11.

Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul (PACS). *Companhia Siderúrgica do Atlântico – TKCSA: impactos e irregularidades na zona oeste do Rio de Janeiro*. 2ª ed. Rio de Janeiro. 2009. 84p.

PACS – Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul. Até quando TKCSA terá licença para produzir “chuva de prata” em Santa Cruz? Informativo de 26 de fevereiro de 2013. Disponível em: <http://www.pacs.org.br/2013/02/26/ate-quando-a-tkcsa-tera-licenca-para-produzir-chuva-de-prata-em-santa-cruz/> Página Algas Nocivas IFSC – Itajaí. *Síndromes – Envenenamento amnésico por consumo de mariscos – ASP*. Disponível em (<http://algasnocivas.pro.br/ASP.html>).

PORTO, Marcelo Firpo; MENEZES, Marco-Antonio; DIAS, Alexandre e BÚRIGO, André. Avaliação dos impactos socioambientais e de saúde em Santa Cruz decorrentes da instalação e operação da empresa TKCSA. *Relatório ENSP/Fundação Oswaldo Cruz*. 2011. 66p. Disponível em www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/Relatorio_TKCSA.pdf

RUGGIERO, M.; GORDON, D. P.; ORRELL, T. M.; BAILLY, N.; BOURGOIN, T.; BRUSCAS, R.; CAVALIER-SMITH, T.; GUIRY, M. D. & KIRK, P. M. A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS ONE*, v. 10, n. 4, abr.2015, p. 1-60. Disponível em: <www.plosone.org>. Acesso em 5 nov. 2015.

VILLAC, M. C.; MELO, S.; MENEZES, M. & TENENBAUM, D. *Pseudo-nitzschia brasiliiana* (Bacillariophyceae), an opportunistic diatom on the coast of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Atlântica*. Rio Grande, v. 27, n. 2, p. 139-145, 2005.

VILLAC, M. C.; TENENBAUM, D. R. The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil. I. historical account of its biodiversity, 2010. *Biota Neotrop*, vol. 10 .2, p. 271-293, 2010.

A utilização da composição isotópica de Pb na avaliação de impactos antropogênicos em sedimentos superficiais de fundo do setor oeste da Baía de Sepetiba (SE do Brasil)

Shéron Joyce D. Morales

Mauro C. Geraldles

Josefa. V. Guerra

Mariana. T. Gutierrez

INTRODUÇÃO

A concentração de chumbo e razões isotópicas ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb foram determinadas, por lixiviação e dissolução total, em amostras de sedimentos superficiais de fundo coletados no setor oeste da Baía de Sepetiba, polo portuário e industrial do Estado do Rio de Janeiro (Sudeste do Brasil), com o objetivo de identificar possíveis fontes de Pb, particularmente aquelas relacionadas a atividades antropogênicas. As razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ variaram entre 1,16 e 1,259 para a técnica de dissolução total, e entre 1,175 e 1,188 para a técnica de lixiviação. A assinatura isotópica de Pb dos sedimentos superficiais do *setor oeste* da Baía de Sepetiba apresentou características semelhantes aos sedimentos de áreas localizadas no setor nordeste da Baía de Sepetiba, onde a influência industrial e urbana é mais significativa. A utilização integrada das técnicas de dissolução total e lixiviação mostrou-se eficaz na identificação de padrões espaciais da assinatura isotópica de Pb.

A Baía de Sepetiba é um corpo d'água costeiro semifechado, com lâmina d'água de aproximadamente 520 quilômetros quadrados, situada a cerca de 60 km a oeste da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil (PELLEGATI, 2000). Conecta-se com as águas oceânicas do Atlântico através de duas passagens: uma na porção oeste, entre os cordões de ilhas limitadas pela ponta da Restinga da Marambaia; e outra na porção leste, através de pequenos canais rasos que desembocam na Barra de Guaratiba (Figura 1) (MONTEZUMA, 2007). Trata-se

de uma região fortemente antropizada, sendo um polo industrial e portuário de grande destaque. Segundo dados estatísticos de 1998, o complexo industrial instalado na bacia da Baía de Sepetiba era composto por um total de 100 indústrias. Acredita-se que existam, atualmente, cerca de 400 empreendimentos industriais instalados nessa região (COSTA et al., 2011). Indústrias consideradas potencialmente tóxicas, cuja principal contaminação ambiental é por metais-traço, estão localizadas em cidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro como Nova Iguaçu, Queimados, Itaguaí e Santa Cruz, situadas num raio de 18 a 27 km da baía de Sepetiba (Figura 1). Outro fator que contribui com o processo de degradação dessa baía reside no fato de que sua bacia hidrográfica contribuinte, cuja área é de cerca de 2.654 km², e onde estão inseridos os rios da Guarda e Guandu, é via de escoamento de efluentes domésticos e industriais de diversos municípios do Rio de Janeiro (Figura 1) (RIO DE JANEIRO, 2001).

O fato de variadas fontes de contaminação alcançarem a Baía de Sepetiba torna a sua identificação complexa, criando a necessidade de que sejam aplicadas distintas ferramentas como a análise da concentração de metais-traço. Embora essa ferramenta seja bastante utilizada e eficiente no diagnóstico da qualidade do meio, somente a determinação das concentrações de elementos-traço pode não resultar na identificação da fonte de poluição. Nesse contexto, a análise dos isótopos estáveis do chumbo é uma ferramenta utilizada mundialmente em estudos voltados para a detecção de fontes antrópicas de poluição, pois a determinação das razões entre os isótopos estáveis do Pb pode fornecer assinaturas isotópicas do local estudado, as quais podem ser comparadas com as assinaturas das possíveis fontes (BOLLHÖFER e ROSMAN, 2000; PELLEGGATI, 2000).

O chumbo possui quatro isótopos fundamentais que são utilizados no monitoramento da qualidade ambiental de diversos sistemas: ²⁰⁴Pb, cuja abundância absoluta na Terra é estável, e ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb que são isótopos-filhos resultantes do decaimento radioativo do ²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th, respectivamente (PATTERSON et al., 1976). A análise da poluição em sedimentos e solos, através do uso dos isótopos de Pb, baseia-se na existência de diferença isotópica significativa entre o Pb natural e o Pb de origem industrial. Estudos

publicados descrevem o Pb de origem industrial, como menos radiogênico, apresentando razão $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 16,0 a 19,5 (HANSMANN e KÖPPEL, 2000). Em contraste, Pb originado de solos não poluídos, derivado de rochas intemperizadas, cuja composição isotópica reflete a assinatura das razões do material de origem, tem sido caracterizado como mais radiogênico (HANSMANN e KÖPPEL, 2000). Alguns estudos foram desenvolvidos no Hemisfério Sul, buscando utilizar os isótopos de Pb atmosférico como traçadores de fontes de poluição nesse hemisfério (BOLLHÖFER e ROSMAN, 2000). No Brasil, foram analisados os isótopos de Pb atmosférico da região da cidade de São Paulo (AILY, 2000), em sedimentos do lago Paranoá (GIOIA et al, 2006) e dos sedimentos dos estuários dos rios Guamá e Guajará (SANTOS et al., 2012). No Estado do Rio de Janeiro foram desenvolvidos estudos na Baía da Guanabara (GERALDES et al., 2006) e nos setores norte e centro-leste da Baía de Sepetiba (CUNHA et al., 2009; ROCHA, 2011). Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados da determinação das assinaturas isotópicas de Pb obtidas em sedimentos superficiais de fundo coletados no setor oeste da Baía de Sepetiba, localizada no sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (Figura 1).

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de sedimentos foram coletadas nos dias 10, 22 e 23 de novembro de 2010, no setor a oeste das ilhas de Itacuruçá e Jaguanum, região que faz limite com a baía de Ilha Grande e apresenta ampla comunicação com a plataforma adjacente. A malha amostral é constituída por 65 estações, cujas amostras foram coletadas com busca-fundo Van Veen e denominadas BSEP002 a BSEP065 (BSEP = Baía de Sepetiba) (Figura 1).

As amostras de sedimento foram retiradas da porção central do Van Veen evitando a coleta de sedimento que tenha entrado em contato com o equipamento, que era lavado após cada amostragem. As amostras foram guardadas em embalagens de plástico, devidamente codificadas, e acondicionadas em isopor com gelo até a chegada ao laboratório, onde foram armazenadas em freezer a - 10 °C.

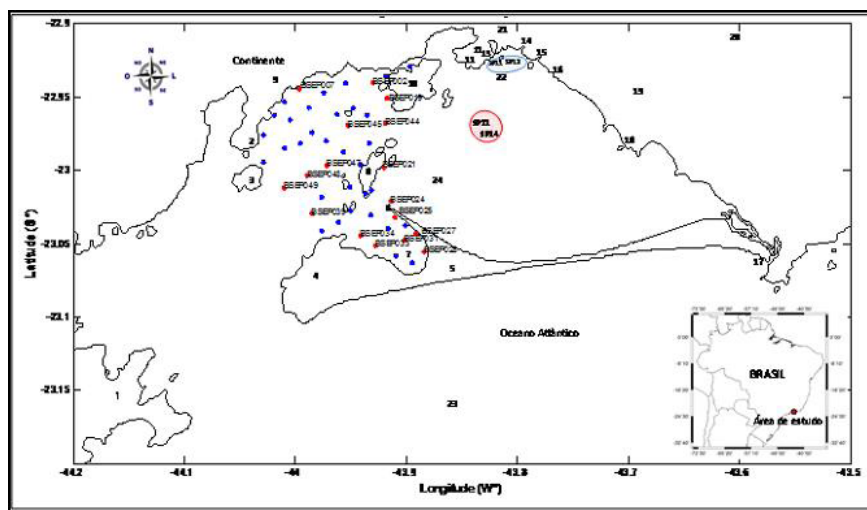


Figura 1 - Área de estudo (Baía de Sepetiba, RJ, SE do Brasil) com a localização dos pontos onde foram coletadas amostras de sedimentos superficiais. Em azul e em vermelho estão representadas, respectivamente, as amostras em que foram determinadas as concentrações de Pb e as assinaturas isotópicas do Pb. Essas foram efetuadas apenas nas amostras que apresentaram teores parciais de Pb acima de $0,05\mu\text{g/g}$, devido ao limite de detecção do equipamento utilizado (ICP-MS). 1- Ilha Grande; 2 - Mangaratiba; 3 - Ilha Guaíba (Terminal portuário); 4 - Ponta da Marambaia; 5 - Restinga da Marambaia; 6 - Ponta da Pombeba; 7- Baía da Marambaia; 8 - Ilha de Jaguanum; 9 - Rio Saí; 10 - Ilha de Itacuruçá; 11- Ilha da Madeira (Porto de Itaguaí/Sepetiba); 12 - Ingá (indústria desativada - rejeitos metálicos); 13 - Saco do Engenho; 14 - Rio da Guarda; 15 - Canal do São Francisco; 16 - Canal do Guandu; 17 - Barra de Guaratiba; 18 - Sepetiba; 19 - Santa Cruz; 20 - Nova Iguaçu; 21- Itaguaí; 22 - Área de dragagem do Porto de Sepetiba; 23 - Área atual de descarte dos sedimentos da dragagem do Porto de Sepetiba; 24 - Antiga área de descarte dos sedimentos dragados do Porto de Sepetiba; SP 11 e SP 12 (*end member A*) (CUNHA et al., 2009); SP 22 e SP 24 (*end member B*) (CUNHA et al., 2009).

Neste estudo, o preparo das amostras para obtenção do extrato para a análise dos isótopos de Pb seguiu as mesmas técnicas utilizadas em estudos anteriores realizados nos setores norte e centro-leste da Baía de Sepetiba (CUNHA et al., 2009; ROCHA, 2011). O processo de secagem das amostras ocorreu no Laboratório Geológico de Preparação de Amostras da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), através de caixa de luz com temperatura de, aproximadamente, 80°C . Em seguida, os sedimentos foram homogeneizados, com auxílio de almofariz e pistilo, e peneirados em um conjunto de peneiras com malhas de diâmetros 1,0 mm, 0,5 mm, 0,072 mm. As frações $<0,072$ mm

foram guardadas em frascos de polietileno para análise dos níveis de chumbo.

A quantificação dos isótopos de Pb foi realizada através de duas técnicas: a lixiviação (CUNHA et al., 2009), em que as razões isotópicas são obtidas a partir da medição do Pb parcial ou biodisponível; e a dissolução total (ROCHA, 2011), aplicada para a determinação dos isótopos de Pb através da leitura da concentração total de Pb, composta pelo teor natural, presente no retículo dos grãos, somado ao teor de Pb adsorvido (biodisponível). As etapas de extração e leitura das razões isotópicas de Pb parcial (método da lixiviação) das 65 amostras de sedimentos foram executadas no Laboratório de Geoquímica Analítica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Em uma balança analítica eletrônica pesou-se $1,0 \text{ g} \pm 0,0001 \text{ g}$ da amostra, que foi colocada em tubo de centrífuga de 50 mL, devidamente identificado. Adicionou-se 10 mL de ácido nítrico (HNO_3) ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$). As amostras foram lixiviadas por um período de duas horas, a 85°C , utilizando um equipamento de banho-maria com agitação (Dubnoff). Após o resfriamento das amostras, elas foram centrifugadas a 2.000 rpm por 10 minutos e, em seguida, o sobrenadante foi retirado, através de pipetagem e transferido para um tubo de centrífuga de 15 mL. Duplicatas foram feitas a cada dez amostras. Já o processo de dissolução total das 65 amostras de sedimento foi realizado no Activation Laboratories Ltd. (Actlabs, Canadá). Alíquotas das mesmas amostras que foram submetidas ao método de lixiviação foram enviadas para esse laboratório e o procedimento envolveu a utilização de ácido fluorídrico (HF) e ácido clorídrico (HCl). Em ambas as técnicas (lixiviação e dissolução total) a determinação dos isótopos de Pb (^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb) foi realizada por um Espectrômetro de Massa, sendo que na leitura dos valores obtidos através da dissolução total, foi usado Espectrômetro de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) equipado com Collision Cell Technology (CCT). A determinação da composição isotópica foi realizada apenas nas 21 amostras que apresentaram concentrações de Pb, determinadas através do método de lixiviação, acima de $0,5 \text{ } \mu\text{g/g}$, devido ao limite de detecção do equipamento. Para fins comparativos, essas mesmas amostras foram selecionadas para determinação da composição isotópica através do método de disso-

lução total, realizadas em 19 amostras. Os materiais de referência, NIST 981 (Common Lead Isotopic Standard) e NIST 1648 (Urban Particulate Matter), foram utilizados para controle de qualidade. As concentrações totais e parciais de Pb estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentrações totais (técnica da dissolução completa) e parciais (técnica da lixiviação) de Pb determinadas em amostras de sedimentos superficiais do setor oeste da Baía de Sepetiba

Estação	Pb Total (µg/g)	Pb parcial (µg/g)
BSEP001	25,00	
BSEP002	25,00	2,86
BSEP003	22,00	0,10
BSEP004	22,00	0,01
BSEP005	21,00	0,01
BSEP006	19,00	0,01
BSEP007	25,00	2,82
BSEP008	26,00	0,31
BSEP009	23,00	0,01
BSEP010	21,00	0,01
BSEP011	18,00	0,01
BSEP012	19,00	0,004
BSEP013	22,00	0,005
BSEP014	13,00	0,01
BSEP015	21,00	0,003
BSEP016	23,00	0,003
BSEP017	12,00	0,003
BSEP018	33,00	0,12
BSEP019	21,00	4,61
BSEP020	35,00	0,003
BSEP021	24,00	1,55
BSEP022	18,00	0,01
BSEP023	20,00	0,003
BSEP024	21,00	4,02
BSEP025	28,00	3,87
BSEP026	19,00	0,41
BSEP027	26,00	0,66
BSEP028	29,00	5,21
BSEP029	23,00	0,005
BSEP030	22,00	0,11
BSEP031	21,00	1,30
BSEP032	19,00	0,06
BSEP033	23,00	2,47
BSEP034	17,00	1,95

Estação	Pb Total (µg/g)	Pb parcial (µg/g)
BSEP035	34,00	0,003
BSEP036	19,00	0,02
BSEP037	21,00	0,002
BSEP038	27,00	0,002
BSEP039	16,00	2,04
BSEP040	21,00	0,26
BSEP041	8,00	0,002
BSEP042	23,00	0,002
BSEP043	15,00	0,002
BSEP044	21,00	0,73
BSEP045	21,00	0,54
BSEP046	22,00	0,08
BSEP047	19,00	1,87
BSEP048	19,00	0,55
BSEP049	13,00	1,07
BSEP050	11,00	0,004
BSEP051	14,00	3,32
BSEP052	5,00	0,01
BSEP053	22,00	0,62
BSEP054	21,00	0,01
BSEP055	18,00	0,001
BSEP056	9,00	0,002
BSEP057	28,00	0,003
BSEP058	20,00	1,82
BSEP059	14,00	0,001
BSEP060	13,00	0,002
BSEP061	26,00	0,001
BSEP062	10,00	0,002
BSEP063	15,00	0,002
BSEP064	11,00	0,003
BSEP065	22,00	1,67
BSEP066	11,00	0,002
média	20,08	0,73
Desvio padrão	6,00	1,27
Mínimo	5,00	0,001
Máximo	35,00	5,21

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Razões isotópicas do Pb obtidas através da técnica da dissolução total

As razões isotópicas de Pb obtidas através da técnica de dissolução total são mostradas na Tabela 2, juntamente com os valores mínimos e máximos, as médias e o desvio-padrão.

Inicialmente, a distribuição em ordem crescente dos valores das razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ levou à identificação de possíveis assinaturas de isótopos de chumbo, denominadas *end member 1*, *end member 2* e *end member 3* (Figura 2).

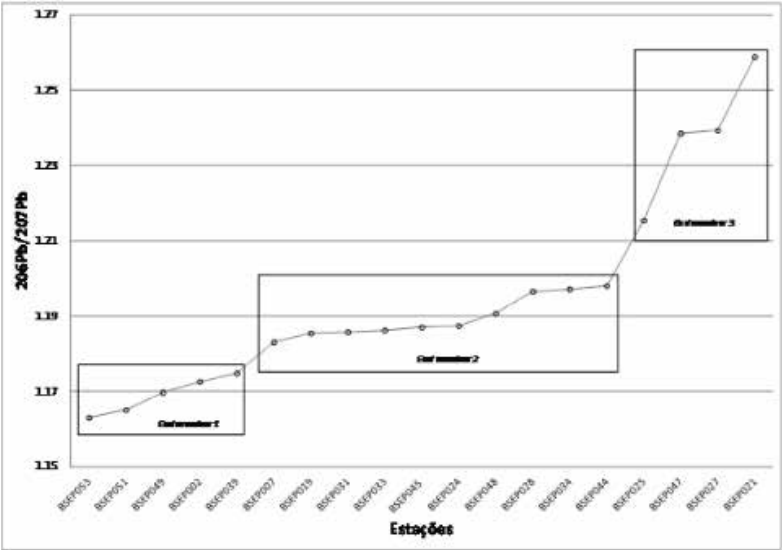


Figura 2 – Identificação das possíveis assinaturas isotópicas do Pb através da distribuição espacial dos valores obtidos para a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ pela técnica de dissolução total.

Tabela 2 - Razões isotópicas de Pb obtidas por dissolução completa em amostras de sedimentos coletadas no setor oeste da Baía de Sepetiba-RJ. (Localização na Figura 1.)

Estações	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁷ Pb	
BSEP002	18,546	15,816	38,995	1,173	2,103	0,853	2,466	
BSEP007	18,649	15,762	39,341	1,183	2,110	0,845	2,496	
BSEP019	18,387	15,511	38,696	1,185	2,104	0,844	2,495	
BSEP021	20,229	16,070	44,741	1,259	2,212	0,794	2,784	
BSEP024	18,520	15,596	38,619	1,187	2,085	0,842	2,476	
BSEP025	19,335	15,908	40,898	1,215	2,115	0,823	2,571	
BSEP027	19,649	15,854	41,486	1,239	2,111	0,807	2,617	
BSEP028	18,898	15,794	39,787	1,197	2,105	0,836	2,519	
BSEP031	18,554	15,647	38,928	1,186	2,098	0,843	2,488	
BSEP033	18,587	15,669	38,846	1,186	2,090	0,843	2,479	
BSEP034	18,769	15,678	39,117	1,197	2,084	0,835	2,495	
BSEP039	18,245	15,529	38,332	1,175	2,101	0,851	2,468	
BSEP044	18,789	15,683	39,433	1,198	2,099	0,835	2,514	
BSEP045	18,624	15,689	39,159	1,187	2,103	0,842	2,496	
BSEP047	19,460	15,713	41,585	1,238	2,137	0,807	2,647	
BSEP048	18,629	15,645	39,216	1,191	2,105	0,840	2,507	
BSEP049	18,455	15,777	38,667	1,170	2,095	0,855	2,451	
BSEP051	18,245	15,659	38,640	1,165	2,118	0,858	2,468	
BSEP053	18,104	15,566	38,470	1,163	2,125	0,860	2,471	
Mín. - Máx.	18,104 20,229	- 15,511 16,070	- 38,332 44,741	- 1,1631 1,2588	- 2,084 2,212	- 0,794 0,860	- 2.451 2,784	-
Média desv. pad.	± 18,772 0,537	± 15,714 0,136	± 39,629 1,566	± 1,1945 0,0262	± 2,11 0,028	± 0,838 0,018	± 2,52 ± 0,082	

Esses resultados foram comparados com os obtidos através das correlações entre as razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ *versus* $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ *versus* $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, que também permitiram a diferenciação de três possíveis grupos (Figura 3), semelhantes aos mostrados na Figura 2.

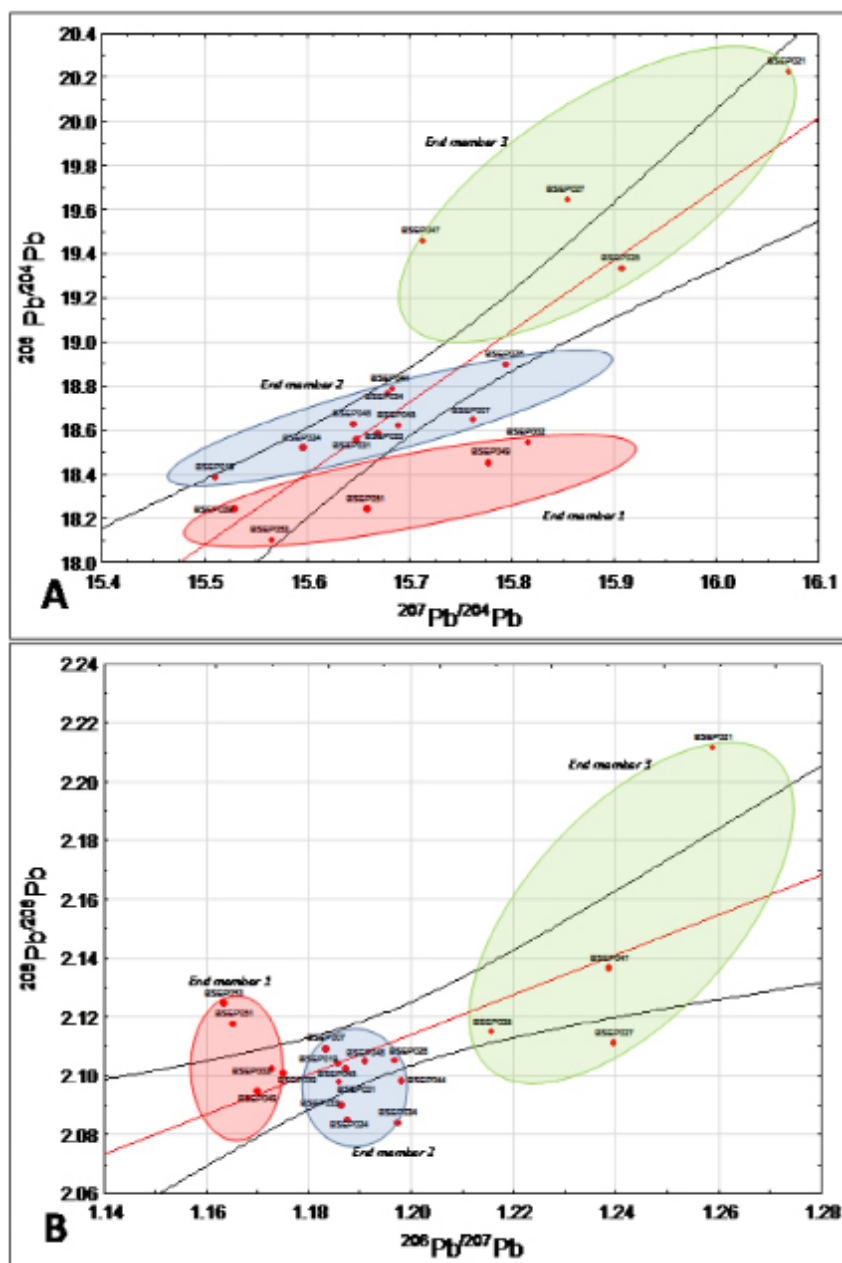


Figura 3 – Correlações entre as razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (A) e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (B) nas estações destacadas na Figura 1 (setor oeste da Baía de Sepetiba). Razões obtidas através do método de dissolução total. End members separados por círculos de cores diferentes (vermelho: end member 1; azul: end member 2; verde: end member 3).

O *end member 1* seria composto pelas amostras BSEP 002, BSEP 039, BSEP 049, BSEP 051 e BSEP 053; o *end member 2* pelas amostras BSEP 007, BSEP 019, BSEP 024, BSEP 028, BSEP 031, BSEP 033, BSEP 034, BSEP 044, BSEP 045 e BSEP 048 e, por fim, as estações BSEP 021, BSEP 025, BSEP 027 e BSEP 047 comporiam o *end member 3* (Figura 3).

Em relação às razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, estas oscilaram, respectivamente, entre 18,10 e 20,23 e entre 15,51 a 16,07 (Figura 3). O *end member 1* apresentou valores que variaram entre 18,10 e 18,55 para $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e razões que oscilaram entre 15,52 e 15,81 para $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. O *end member 2* apresentou valores entre 18,39 e 18,90 para $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e valores entre 15,51 e 15,79 para a razão $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 19,33 e 20,23 e $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 15,71 e 16,07 caracterizaram o *end member 3*. As razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ variaram, respectivamente, entre 2,08 e 2,21 e entre 1,16 a 1,26 (Figura 3). O *end member 1* apresentou razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ que variaram, respectivamente, entre 2,09 e 2,12 e entre 1,16 e 1,17. O *end member 2* obteve razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ entre 2,08 e 2,11 e $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ entre 1,18 e 1,20. E, por fim, o *end member 3* apresentou valores entre 2,11 e 2,21 para a razão $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e entre 1,21 e 1,26 para a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$.

No entanto, a existência de três possíveis grupos (*end members 1 a 3*) identificados através das correlações entre as razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ não foi claramente evidenciada quando essas razões foram comparadas com as obtidas em trabalho anterior realizado no setor centro-leste da Baía de Sepetiba, onde 21 amostras de sedimentos superficiais foram analisadas pela mesma técnica de dissolução total (ROCHA, 2011). A integração dos resultados anteriores aos do presente estudo resultou numa malha amostral mais ampla (40 amostras) e estabeleceu uma outra configuração da distribuição das razões isotópicas, a qual sugere a existência de uma única assinatura, denominada *end member F* (Figura 4).

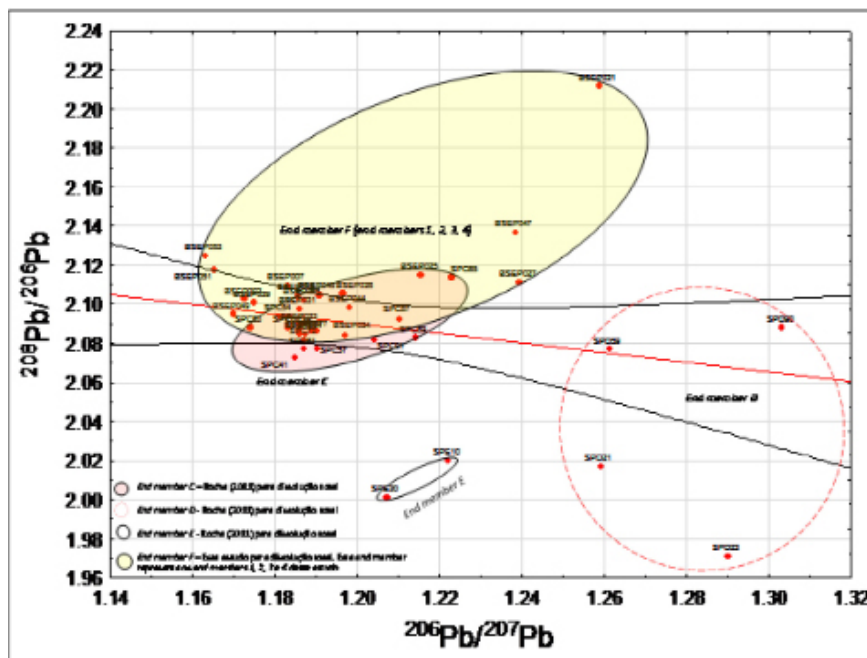


Figura 4 – Correlação entre razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, determinadas através da técnica de dissolução total, no setor oeste da Baía de Sepetiba (este estudo) e no setor norte e centro-leste da baía (ROCHA, 2011).

No estudo anterior, realizado no setor centro-leste da Baía de Sepetiba, a análise das razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ através do método de dissolução total¹⁸ levou à identificação de um *end member*, denominado C, cuja assinatura isotópica ($^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb} = 1,174$ a $1,21$) é semelhante à do *end member A*, identificado anteriormente na região SP11 e SP12 (Figura 1) pela técnica da lixiviação, e que foi relacionado a fontes industriais, incluindo a área de rejeitos da desativada indústria de mineração Ingá, além de gasolina e despejos domésticos e industriais que chegam à baía através do Canal de São Francisco (CUNHA et al., 2009). Desse modo, a assinatura isotópica para a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ obtida através da dissolução total e descrita no presente estudo, pode ser considerada similar ao *end member C* (ROCHA, 2011), ou seja, referente a áreas com forte influência antrópica (Figura 1). O mapa de distribuição das assinaturas isotópicas de Pb ($^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$) elaborado a partir das razões determinadas através da técnica da dissolução total, possibilitou a observação do *end member 1* na região com coloração mais clara,

área que obteve as menores razões $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (1,163 a 1,173). O *end member* 2 localizou-se na área com coloração alaranjada, com razões $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ intermediárias (1,183 a 1,198). Por fim, o *end member* 3 situou-se na região com coloração avermelhada, com maiores valores para a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (1,215 a 1,259) (Figura 5).

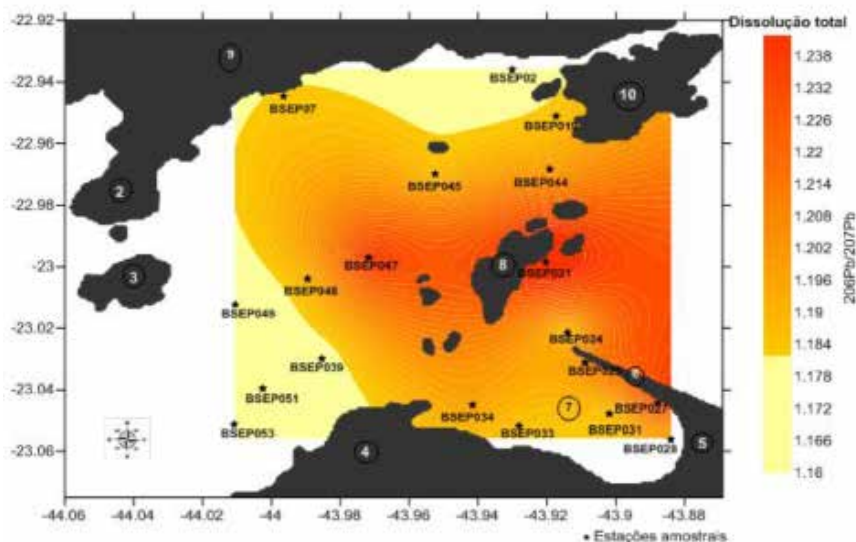


Figura 5 – Distribuição espacial das assinaturas isotópicas de Pb ($^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$) obtidas através do método de dissolução total. 2 - Mangaratiba; 3 - Ilha Guaíba (Terminal portuário); 4 - Ponta da Marambaia; 5 - Restinga da Marambaia; 6 - Ponta da Pombeba; 7 - Baía da Marambaia; 8 - Ilha de Jaguanum; 9 - Rio Saí; 10 - Ilha de Itacuruçá.

Razões isotópicas de Pb obtidas através da técnica de lixiviação

Os resultados das razões isotópicas de Pb obtidas através do método de lixiviação são mostrados na Tabela 3, juntamente com os valores mínimos e máximos, as médias e o desvio-padrão.

Tabela 3 - Razões isotópicas de Pb obtidas por lixiviação em amostras de sedimentos coletadas no setor oeste da Baía de Sepetiba-RJ. (Localização na Figura 1.)

Estações	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁷ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb	²⁰⁴ Pb/ ²⁰⁶ Pb
BSEP002	18,445	15,645	38,434	0,848	2,084	2,457	1,179	0,054
BSEP007	18,480	15,644	38,482	0,847	2,082	2,460	1,181	0,054
BSEP019	18,505	15,675	38,372	0,847	2,074	2,448	1,181	0,054
BSEP021	18,502	15,694	38,247	0,848	2,067	2,437	1,179	0,054
BSEP024	18,500	15,700	38,342	0,849	2,073	2,442	1,178	0,054
BSEP025	18,463	15,684	38,499	0,850	2,085	2,455	1,177	0,054
BSEP027	18,433	15,660	38,547	0,850	2,091	2,461	1,177	0,054
BSEP028	18,360	15,622	38,542	0,851	2,099	2,467	1,175	0,054
BSEP031	18,398	15,658	38,527	0,851	2,094	2,461	1,175	0,054
BSEP033	18,376	15,637	38,476	0,851	2,094	2,461	1,175	0,054
BSEP034	18,431	15,670	38,600	0,850	2,094	2,463	1,176	0,054
BSEP039	18,477	15,706	38,639	0,850	2,091	2,460	1,176	0,054
BSEP044	18,471	15,669	38,571	0,848	2,088	2,462	1,179	0,054
BSEP045	18,502	15,665	38,541	0,847	2,083	2,460	1,181	0,054
BSEP047	18,515	15,698	38,496	0,848	2,079	2,452	1,179	0,054
BSEP048	18,524	15,704	38,493	0,848	2,078	2,451	1,180	0,054
BSEP049	18,516	15,675	38,312	0,847	2,069	2,444	1,181	0,054
BSEP051	18,604	15,664	38,098	0,842	2,048	2,432	1,188	0,054
BSEP053	18,500	15,661	38,259	0,847	2,068	2,443	1,181	0,054
BSEP058	18,460	15,684	38,500	0,850	2,086	2,455	1,177	0,054
BSEP065	18,479	15,641	38,232	0,846	2,069	2,444	1,181	0,054
Min-máx	18,360-18,604	15,622-15,706	38,098-38,639	0,842-0,851	2,048-2,099	2,432-2,467	1,175-1,188	0,054-0,054
Média ± desv. pad.	18,473±0,055	15,669±0,023	38,438±0,141	0,848±0,002	2,081±0,0123	2,453±0,010	1,179±0,003	0,054±0,0002

Inicialmente, a distribuição em ordem crescente dos valores das razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ sugeriu a identificação de prováveis assinaturas isotópicas de chumbo, denominadas de *end member 1*, *end member 2*, *end member 3* e *end member 4* (Figura 6).

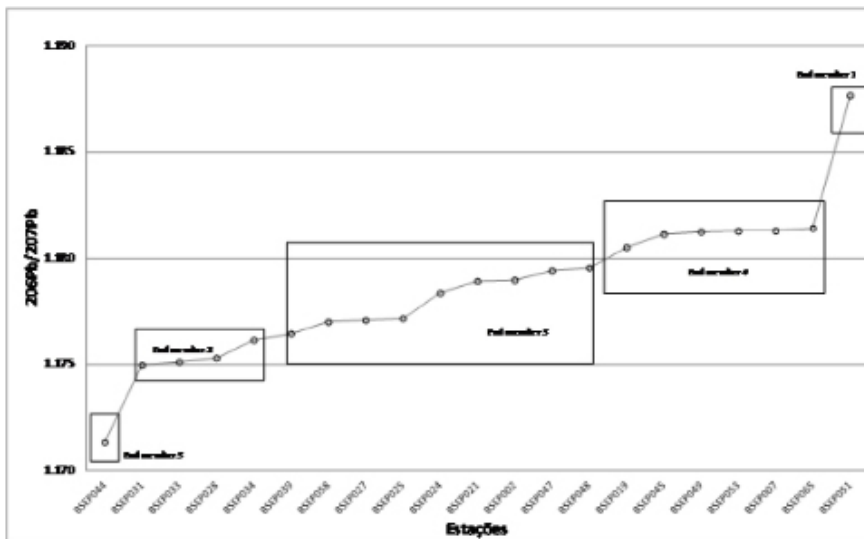


Figura 6 – Identificação das assinaturas isotópicas do Pb através da distribuição espacial dos valores obtidos para a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ pela técnica da lixiviação.

Esses resultados foram comparados com os alcançados através das correlações entre as razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, e elas também permitiram a distinção de quatro prováveis grupos, mostrados na Figura 7.

O *end member 1* seria composto pela amostra BSEP 051; o *end member 2* pelas amostras BSEP 028, BSEP 031 e BSEP 033; o *end member 3* pelas amostras BSEP 002, BSEP 021, BSEP 024, BSEP 025, BSEP 027, BSEP 034, BSEP 039, BSEP 044, BSEP 047, BSEP 048 e BSEP 058; e, por fim, as amostras BSEP 007, BSEP 019, BSEP 045, BSEP 049, BSEP 053 e BSEP 065 constituiriam o *end member 4* (Figura 7).

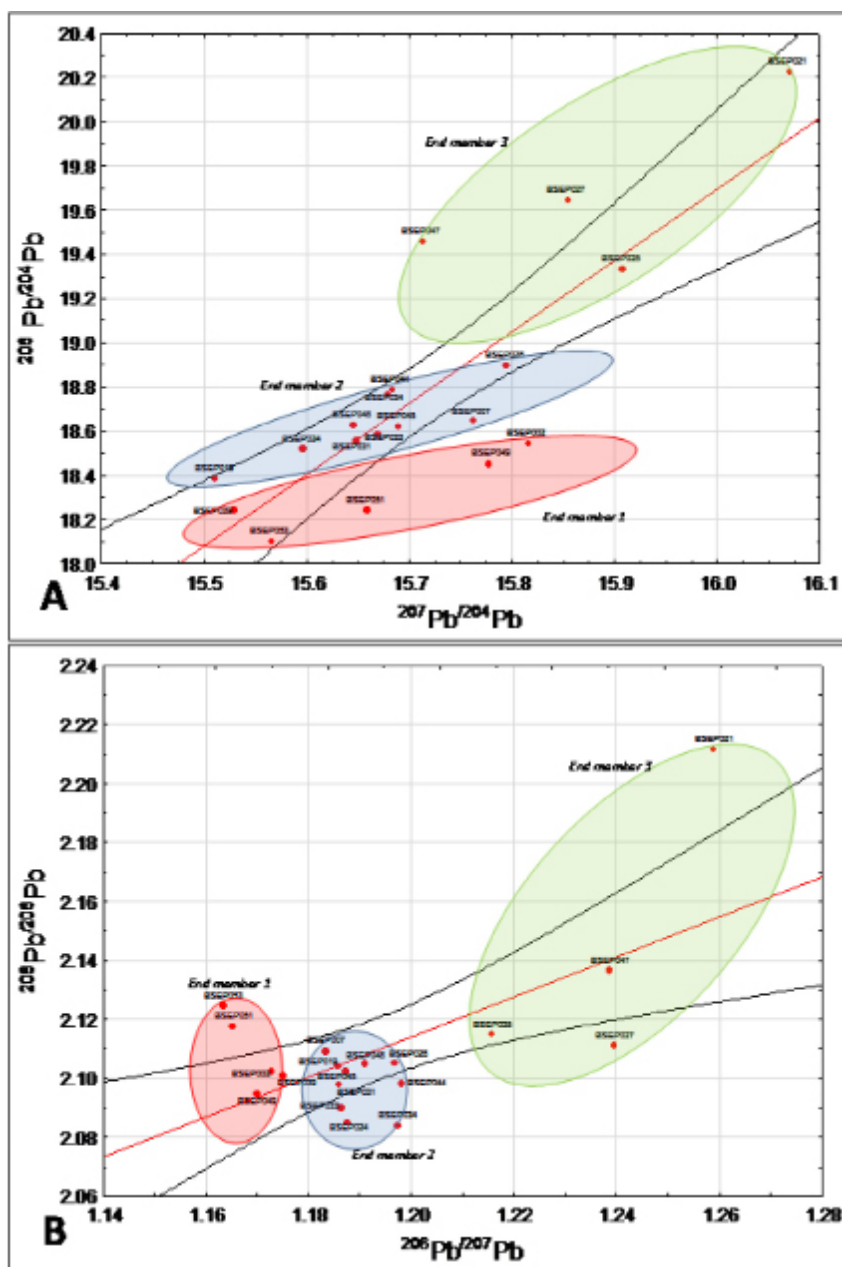


Figura 7 – Correlações entre as razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (A) e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (B) nas estações destacadas na Figura 1 (setor oeste da Baía de Sepetiba). Razões obtidas através do método de lixiviação. End members separados por círculos de cores diferentes (vermelho: end member 1; azul: end member 2; verde: end member 3; amarelo: end member 4).

As razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ *versus* $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ apresentaram variação entre, respectivamente, 18,360 e 18,604 e entre 15,622 e 15,706. O *end member 1* apresentou valor de 18,604 para a razão $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e 15,664 para a razão $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Já os valores encontrados para o *end member 2* oscilaram entre 18,360 e 18,398 para $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e entre 15,622 e 15,658 para a razão $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Valores entre 18,433 e 18,524 para a razão $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e entre 15,645 e 15,706 para a razão $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ caracterizaram o *end member 3*. Finalmente, o *end member 4* apresentou valores entre 18,479 e 18,516 para a razão $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e entre 15,641 e 15,675 para a razão $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (Figura 6). Em relação às razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ *versus* $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ os valores oscilaram, respectivamente, entre 2,048 e 2,099 e entre 1,175 e 1,188. O *end member 1* apresentou valor 2,048 para a razão $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e 1,188 para $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$. O *end member 2* obteve razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ entre 2,094 e 2,099, e 1,175 para $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$. O *end member 3* apresentou valores entre 2,067 e 2,094 para a razão $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, e entre 1,176 e 1,180 para $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$. E por fim, o *end member 4* apresentou valores entre 2,069 e 2,082 para $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e 1,181 para $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (Figura 7).

A identificação de quatro possíveis grupos (*end members 1 a 4*) através das correlações entre as razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ *versus* $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ *versus* $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, também não pôde ser claramente estabelecida quando essas razões foram comparadas às razões encontradas em trabalho anterior, em que foram determinadas as razões isotópicas do chumbo através da técnica da lixiviação em amostras coletadas nas adjacências das ilhas de Jaguanum e Itacuruçá, e nas proximidades da foz dos rios que deságuam na Baía de Sepetiba (CUNHA et al, 2009). Essa correlação, como já ocorreu com os resultados obtidos através da técnica de dissolução total, levou à integração dos quatro grupos (*end members 1 a 4*) em uma única assinatura, designada *end member F* (Figura 8), com assinatura distinta à do *end member B* identificado em trabalho anterior (CUNHA et al., 2009) (amostras SP22 e SP24, Figura 1).

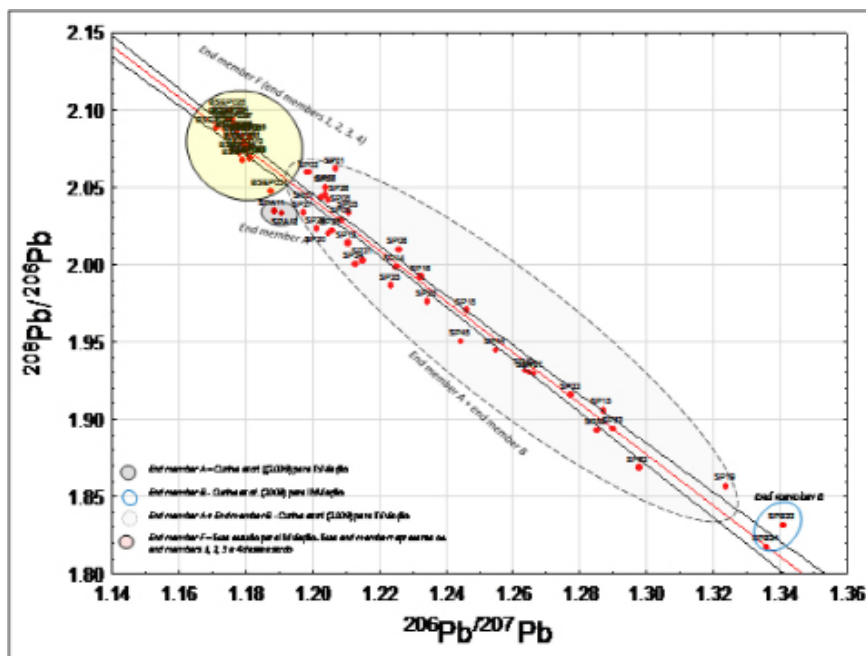


Figura 8 – Correlação entre razões $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, determinadas através da técnica da lixiviação, no setor oeste da Baía de Sepetiba (este estudo) e no setor norte e centro-leste da baía (CUNHA et al., 2009).

O *end member F* pode ser interpretado como característico de área antropizada, sendo que a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ da amostra BSEP 051 apresenta uma maior afinidade com as razões $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ das amostras SP 11 e SP 12 (CUNHA et al., 2009) (localização na Figura 1). A posição do *end member F* sugere, apesar da localização das amostras que o constituem, a existência de uma assinatura isotópica “mais antrópica” do que os outros *end members* identificados no trabalho de Cunha et al. 2(009).

O mapa de distribuição das assinaturas isotópicas de Pb ($^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$) elaborado a partir das razões determinadas através da técnica de lixiviação, possibilita a detecção de duas possíveis anomalias (Figura 9): uma que prevalece na porção leste da área estudada (coloração mais avermelhada); e outra, mais significativa, situada entre a Ilha Guafba e a ponta da Marambaia (coloração mais amarelada).

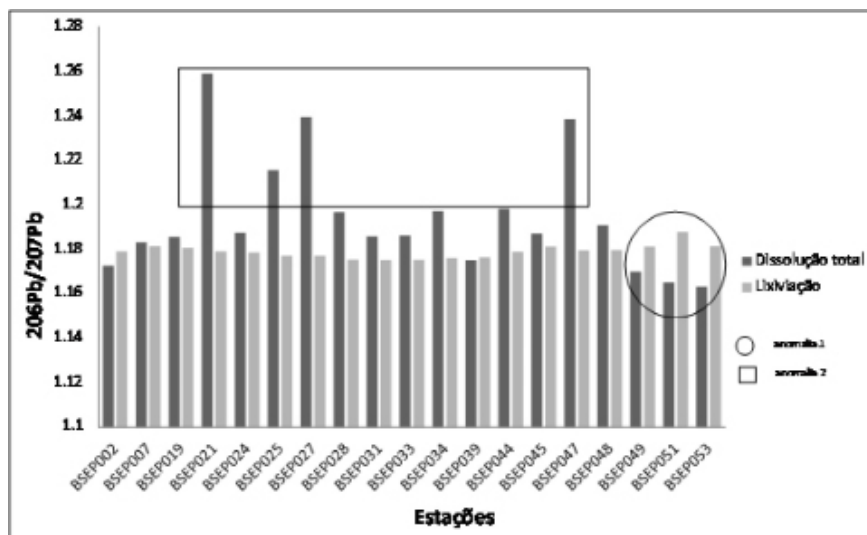


Figura 10 – Comparação entre os valores da razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ para as técnicas de dissolução completa e lixiviação nas estações destacadas na Figura 1. As estações inseridas no círculo referem-se à anomalia 1, em que as razões obtidas através da técnica da lixiviação foram acentuadamente maiores do que as obtidas através da técnica de dissolução total. Já as estações incluídas no retângulo, referem-se à anomalia 2, em que as razões obtidas através da técnica da dissolução total foram acentuadamente maiores do que as obtidas através da técnica da lixiviação

Em adição, é importante notar que essa anomalia localiza-se exatamente em uma área considerada como adequada, conforme parecer técnico requisitado pela Companhia Docas do Rio de Janeiro, para descarte de sedimentos oriundos de dragagens no canal de acesso a áreas portuárias (ver Área 2 da Figura 11), porém não escolhida após avaliação através do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) executado na região.

É interessante destacar também que em uma porção mais central da baía, próximo à porção externa da Ponta da Pombaba, localiza-se uma antiga área de descarte de sedimentos provenientes das dragagens do canal de acesso ao Porto de Sepetiba, executadas pela Companhia Docas do Rio de Janeiro (# 24 na Figura 1) (ver Área 1 da Figura 11). A assinatura isotópica desses sedimentos oriundos de dragagens pode ter-se distribuído pelo setor oeste da Baía de Sepetiba, por meio da circulação local. O padrão de circulação da Baía de Sepetiba (Figura 12) também pode ter contribuído para a dispersão dos sedimentos originados das áreas sob forte influência

industrial, principalmente os advindos da região próxima ao Saco do Engenho, área que é via de escoamento dos resíduos industriais resultantes de uma empresa mineradora desativada (Cia Mercantil Ingá) (Figura 13). As estações SP11 e SP12 (CUNHA et al., 2009) estão inseridas nessa região, e suas razões $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ se aproximam das obtidas no presente estudo (Figura 2).

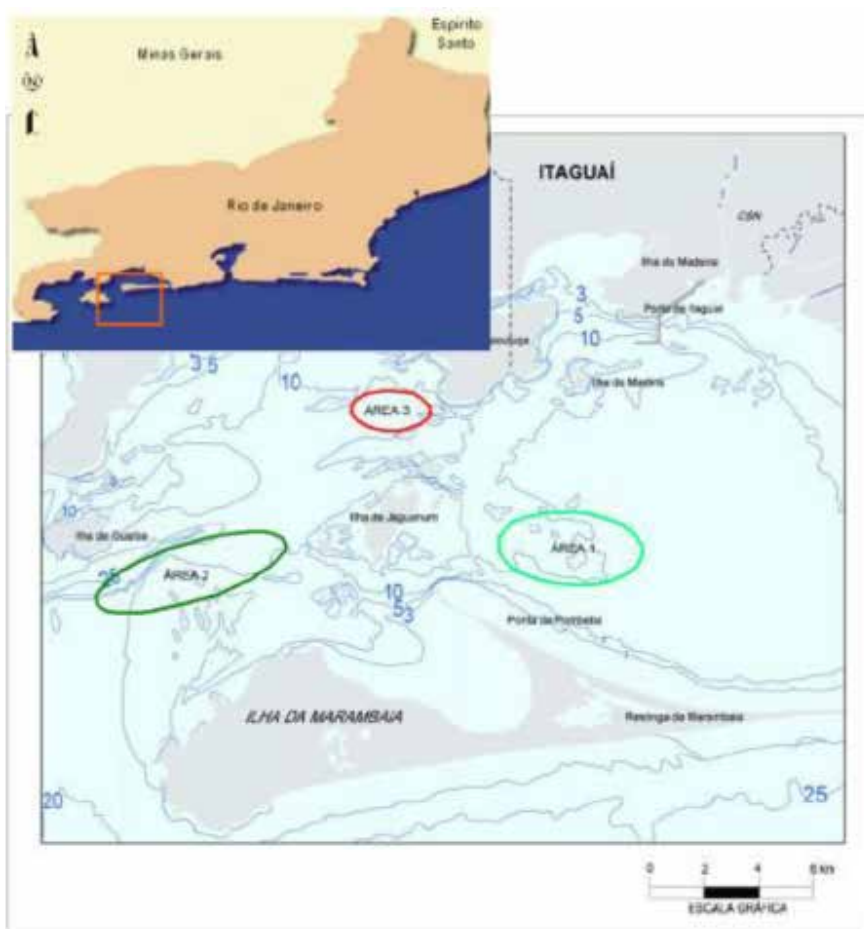


Figura 11 - Localização das alternativas de descarte do material dragado do canal portuário, na região da Baía de Sepetiba, pela empresa Docas.

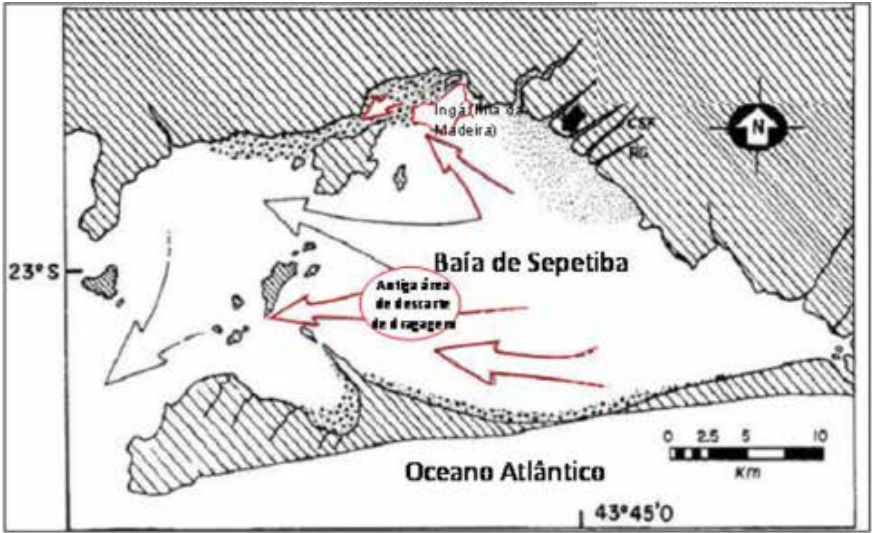


Figura 12 - Direção das correntes de superfície de maré vazante presente na Baía de Sepetiba.



Figura 13 - Localização dos resíduos de minério da desativada Companhia Mercantil Ingá.

Razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ versus concentração de Pb

A correlação entre a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, determinada pela técnica da dissolução total, e a concentração total de chumbo, demonstra que, de modo geral, o aumento nos teores de chumbo está acompanhado de baixas razões isotópicas, situadas no quadrante 4 da Figura 14.

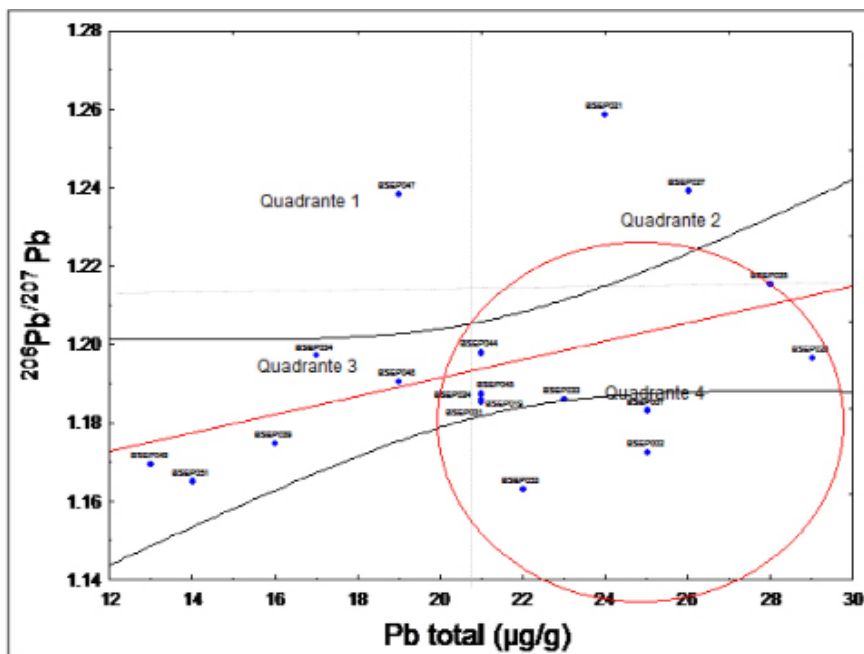


Figura 14 – Correlação entre a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (técnica da dissolução total) e a concentração de Pb total nas estações destacadas na Figura 1. As amostras que apresentaram uma relação positiva entre elevados valores da razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ e baixos valores de [Pb] total estão inseridas no círculo vermelho.

Das 19 amostras analisadas, 11 se posicionam nesse quadrante, e apresentaram razão isotópica $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ entre 1,163 a 1,196 e concentrações de chumbo entre 21 e 29 µg/g. Essa mesma tendência foi encontrada em trabalho realizado na região intermaré do rio Yangtze (China) onde baixos valores da razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, obtidos pelo método de dissolução total, foram associados às amostras mais enriquecidas em Pb total, tendência considerada como característica de áreas antropizadas (SUN; WANG e HU, 2011). Desse modo,

a relação entre as maiores concentrações de chumbo total e os menores valores das razões $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ obtidas através do método de dissolução total, sugere que a região estudada está sob intensa influência antrópica.

O resultado da correlação entre a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, obtida através do método de lixiviação, e a concentração de chumbo parcial (lixiviado) das amostras de sedimentos superficiais analisadas neste estudo, demonstra que o aumento dos teores parciais de Pb não esteve relacionado com baixos valores para $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, diferindo do resultado obtido para o método de dissolução total (Figura 15).

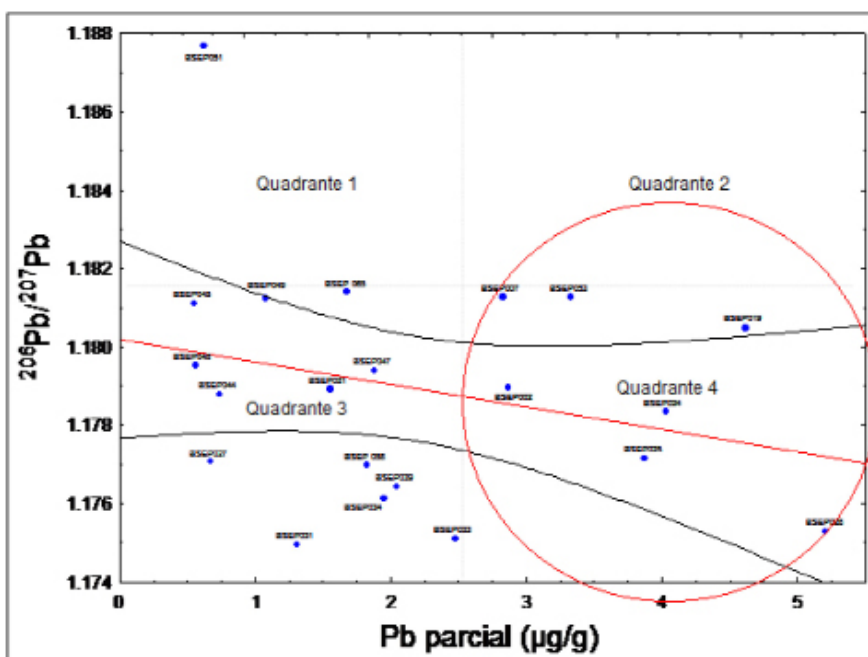


Figura 15 – Correlação entre a razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (técnica de lixiviação) e a concentração de Pb parcial (µg/g) nas estações destacadas na Figura 1. As amostras que apresentaram uma relação positiva entre elevados valores da razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ e baixos valores de [Pb] parcial estão inseridas no círculo vermelho

Observa-se que somente sete amostras das 21 analisadas, estão inseridas no quadrante 4, ou seja, apresentaram esse tipo de correlação, dentre elas BSEP 002, BSEP 007 BSEP 019, BSEP 024, BSEP 025, BSEP 028, BSEP 051. Essas amostras apresentaram uma variação da razão isotópica $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ entre 1,175 a 1,181 e concentrações de

chumbo que oscilaram entre 2,82 a 5,21 $\mu\text{g/g}$ (Figura 15). A correlação entre a razão isotópica $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ e a concentração parcial de Pb obtidas através da técnica de lixiviação, permite ainda destacar que o chumbo lixiviado possui uma assinatura homogênea, observada através da restrita variação da razão $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, entre 1,175 e 1,188, e da localização de todas as amostras, com exceção da BSEP 051, nos quadrantes 1 e 2 (Figura 15). Esse resultado, para a técnica de lixiviação, confirma o que foi relatado para os dados obtidos através da técnica de dissolução total, ou seja, que se trata de uma região em acentuado processo de antropização.

Análises de isótopos de Pb, em sedimentos de uma área antropizada do Rio Guamá, em Belém/PA, através do método de lixiviação, apresentou, em algumas amostras, correlação entre concentração de Pb total *versus* $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (lixiviação) similar, razões menores correspondentes às concentrações também inferiores à correlação encontrada no presente estudo (SANTOS et al., 2012). Esse resultado permitiu a interpretação de que o comportamento do chumbo no sedimento do Rio Guamá tinha relação com a variação do pH e com a presença de matéria orgânica, visto que, geralmente, em ambientes ricos em MO, e com baixos valores de pH (4 a 6), o chumbo, antes complexado à MO, é liberado na coluna d'água, o que resulta em uma diminuição da sua concentração no compartimento sedimentar (SANTOS et al., 2012). Mesmo que haja diminuição da concentração de chumbo, uma vez caracterizada a assinatura antrópica, esta permanece (SANTOS et al., 2012). Embora a correlação desenvolvida no presente estudo tenha considerado concentração de Pb lixiviado *versus* $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (lixiviação), esta justificativa deve ser considerada.

Técnica de dissolução total *versus* técnica de lixiviação

As anomalias 1 e 2 podem ser visualizadas nos mapas de distribuição das assinaturas isotópicas de Pb obtidas tanto através do método de dissolução total como através de lixiviação (respectivamente Figuras 5 e 9). Nota-se, no mapa de distribuição para a técnica de lixiviação, que a anomalia 1 está relacionada a razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ mais elevadas do que as da anomalia 2. Essa última anomalia, como destacado anteriormente, está situada em área coincidente com as amostras que apresentaram razão isotó-

pica $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ obtida por lixiviação maior do que a obtida por dissolução total (Figura 3), indicando uma fonte de Pb externa aos sedimentos, provavelmente de origem antrópica. A comparação das razões isotópicas obtidas através das duas técnicas utilizadas no presente estudo, indicam valores de $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ que compõem dois grupos. O primeiro apresenta razões $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ acentuadamente superiores para a lixiviação do que para a dissolução completa, e é composto pelas amostras BSEP 049, BSEP 051 e BSEP 053, localizadas entre a Ponta da Marambaia e a Ilha Guaíba (Figura 10). Por outro lado, o segundo grupo apresenta razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ expressivamente menores para a lixiviação em relação à dissolução total, e é constituído pelas amostras BSEP 021, BSEP 025, BSEP 027 e BSEP 047, situadas ao redor da Ilha de Jaguanum e próximo à enseada da Marambaia (Figura 10).

Comparação entre as assinaturas de Pb obtidas a oeste e a leste das Ilhas Jaguanum e Itacuruçá

Os valores das razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ determinadas em amostras de sedimentos superficiais coletados na Baía de Sepetiba, tanto neste trabalho, como em dois trabalhos anteriores (CUNHA et al., 2009; ROCHA, 2011) estão listados na Tabela 12. Enquanto neste trabalho os isótopos estáveis do Pb foram determinados em amostras coletadas numa região de livre comunicação com a plataforma continental (*setor oeste*; da Figura 1), nos trabalhos anteriores (CUNHA et al., 2009; ROCHA, 2011) as amostras foram coletadas a leste do alinhamento de ilhas que obstruem essa livre comunicação (como as Ilhas de Jaguanum e Itacuruçá), incluindo áreas próximas ao Porto de Itaguaí, à área de rejeitos industriais da empresa Ingá e à foz dos rios e canais que deságuam na margem norte da Baía de Sepetiba, bem como no centro da baía e na margem norte da Restinga da Marambaia (*setor leste*).

Tabela 4 - Comparação entre os resultados, para as razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, obtidos neste trabalho para o setor oeste e em trabalhos anteriores (CUNHA et al., 2009; ROCHA, 2011) nos setores norte e centro-leste da Baía de Sepetiba/RJ. Os valores mínimos e máximos, além da média $\pm$ desvio-padrão, estão destacados na tabela.

$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ (Baía de Sepetiba)						
Setor oeste			Setores norte e centro-leste			
Presente estudo			Cunha et al. (2009)		Rocha (2011)	
Estações	Dissolução total	Lixiviação	Estações	Lixiviação	Estações	Dissolução total
BSEP002	1,173	1,179	SP01	1,207	SP10	1,222
BSEP007	1,183	1,181	SP02	1,199	SP20	1,207
BSEP019	1,185	1,181	SP03	1,198	SP21	1,259
BSEP021	1,259	1,179	SP04	1,204	SP23	1,290
BSEP024	1,187	1,178	SP05	1,211	SP41	1,185
BSEP025	1,215	1,177	SP06	1,226	SP42	1,186
BSEP027	1,239	1,177	SP07	1,203	SP54	1,181
BSEP028	1,197	1,175	SP08	1,205	SP57	1,190
BSEP031	1,186	1,175	SP09	1,209	SP59	1,261
BSEP033	1,186	1,175	SP11	1,188	SP61	1,187
BSEP034	1,197	1,176	SP12	1,191	SP65	1,223
BSEP039	1,175	1,176	SP13	1,211	SP67	1,189
BSEP044	1,198	1,171	SP14	1,225	SP72	1,187
BSEP045	1,187	1,181	SP15	1,287	SP75	1,183
BSEP047	1,238	1,179	SP16	1,233	SP77	1,190
BSEP048	1,191	1,180	SP18	1,246	SP83	1,174
BSEP049	1,170	1,181	SP19	1,324	SP86	1,186
BSEP051	1,165	1,188	SP22	1,341	SP87	1,210
BSEP053	1,163	1,181	SP24	1,336	SP89	1,214
BSEP058	¾	1,177	SP33	1,277	SP90	1,303
BSEP065	¾	1,181	SP37	1,266	SP91	1,204
¾	¾	¾	SP26	1,204	¾	¾
¾	¾	¾	SP27	1,197	¾	¾
¾	¾	¾	SP28	1,206	¾	¾
¾	¾	¾	SP29	1,201	¾	¾
¾	¾	¾	SP30	1,205	¾	¾
¾	¾	¾	SP31	1,215	¾	¾
¾	¾	¾	SP34	1,213	¾	¾
¾	¾	¾	SP35	1,223	¾	¾
¾	¾	¾	SP38	1,234	¾	¾
¾	¾	¾	SP44	1,255	¾	¾
¾	¾	¾	SP45	1,244	¾	¾
¾	¾	¾	SP47	1,265	¾	¾
¾	¾	¾	SP49	1,264	¾	¾

²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁷ Pb (Baía de Sepetiba)						
Setor oeste			Setores norte e centro-leste			
Presente estudo			Cunha et al. (2009)		Rocha (2011)	
Estações	Dissolução total	Lixiviação	Estações	Lixiviação	Estações	Dissolução total
¼	¼	¼	SP53	1,290	¼	¼
¼	¼	¼	SP58	1,285	¼	¼
¼	¼	¼	SP63	1,298	¼	¼
Mín.- Máx.	1,163 - 1,259	1,175-1,188	¼	1,188 1,341	¼	1,174 - 1,303
Méd. ± desv. pad.	1,194 ± 0,027	1,179 ± 0,003	¼	1,237 ± 0,043	¼	1,211 ± 0,037

De modo geral, o *setor oeste* apresentou valores menos radio-
gênicos para razões isotópicas ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb que o *setor leste*, além de
maior uniformidade, com valores entre 1,163 e 1,259 e média de
1,194 ± 0,027 para a técnica de dissolução total, e valores entre 1,175
e 1,188 e média de 1,179 ± 0,003 para a técnica de lixiviação. Já no
setor leste as razões ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb variaram entre 1,188 e 1,341, com
média de 1,237 ± 0,042, para a técnica de lixiviação (CUNHA et al.,
2009) e valores entre 1,174 e 1,303 com média de 1,211 ± 0,037, para
a técnica de dissolução total (ROCHA, 2011) (Tabela 4).

A comparação entre as razões isotópicas ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb obtidas neste
estudo através da dissolução total (1,163 a 1,259) e através da lixi-
viação (1,175 a 1,188) com os valores de outros trabalhos realizados em
diversas regiões do Brasil (BOLLHÖFER e ROSMAN, 2000; GIOIA
et al., 2006; AILY, 2001; SANTOS et al., 2012; MOURA, et al., 2004)
ressalta a semelhança com assinaturas associadas à gasolina e a regiões
sob forte pressão industrial e urbana. Entretanto, quando os valores
obtidos neste estudo são comparados aos obtidos na região da Baía da
Guanabara (GERALDES et al., 2006) (1,092-1,151), área altamente
impactada por diversas atividades antrópicas, esta revelou-se mais
radiogênica. Os valores obtidos por meio da dissolução total estiveram
dentro do intervalo das razões reportadas por Marques Jr. et al. (2006)
ao analisar, através da mesma técnica, testemunho de sedimento
(50 cm de profundidade) coletado na área de manguezal de Coroa
Grande (Baía de Sepetiba). Esses autores obtiveram razões ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb
entre 1,161 a 1,180 (40 a 50 cm de profundidade) para registros pré-in-
dustriais (1,176 a 1,192) e pós-industriais (entre 0 a 40 cm de profun-
didade) (1,183 a 1,198) que coincidiram com os *end members 1* (1,163 a
1,173) e *2* (1,183 a 1,198), respectivamente (Figura 16).

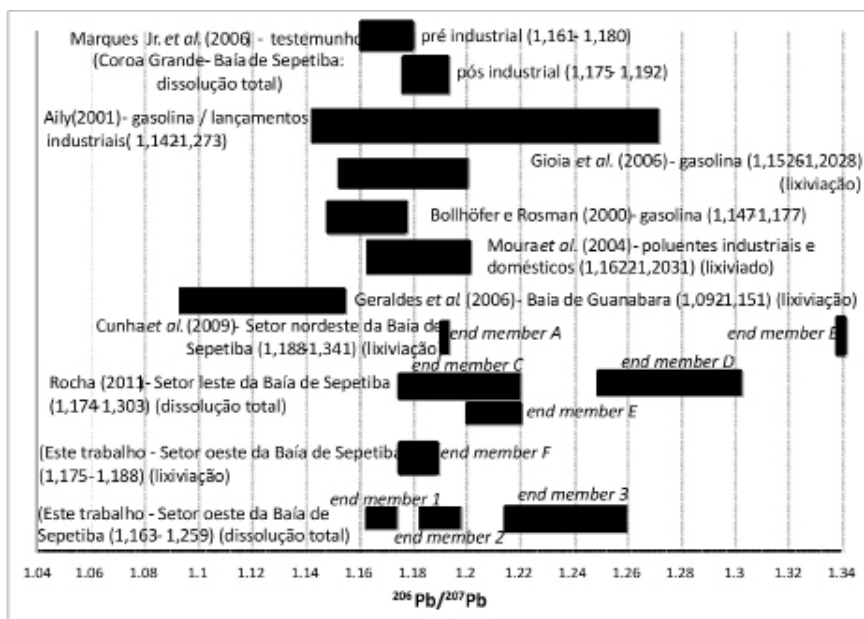


Figura 16 - Comparação da assinatura isotópica de $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ encontrada neste estudo com outras pesquisas. Os dados se referem tanto à técnica de dissolução total quanto à técnica de lixiviação

A assinatura isotópica $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ encontrada no *setor oeste* da baía de Sepetiba foi semelhante à de drenagens continentais brasileiras encontradas no Lago Paranoá (Brasília/DF) por (GIOIA et al., 2006) e na Região Metropolitana de Belém/PA (SANTOS et al., 2012; MOURA, et al., 2004) confirmando a influência antrópica e a homogeneização das águas da Baía de Sepetiba (Figura 16).

Apesar de o *setor oeste* da Baía de Sepetiba apresentar menor concentração industrial e urbana, e receber a descarga de uma drenagem continental reduzida, restringida ao Rio Saí (área #9 na Figura 1), as razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ são menos radiogênicas, similares às da região próxima à Ilha da Madeira e ao Canal de São Francisco (Figura 1), que constituem um polo urbano, portuário e siderúrgico em que estão presentes indústrias petrolíferas, mineradoras e siderúrgicas. Essa similaridade sugere que os sedimentos podem ter sido redistribuídos pelo sistema de correntes vigente no interior da Baía de Sepetiba, ou terem sido despejados nas proximidades, em áreas de descarte de material dragado para aprofundamento e manutenção do canal de navegação. Desse modo,

considera-se que as atividades econômicas desenvolvidas na Baía de Sepetiba, somadas ao padrão de transporte dos sedimentos em suspensão, às atividades de dragagem e à deposição de Pb atmosférico contribuem para estabelecer a assinatura isotópica encontrada nos sedimentos depositados ao longo da Baía de Sepetiba.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que os sedimentos superficiais do *setor oeste* da Baía de Sepetiba apresentaram uma assinatura isotópica uniforme e menos radiogênica do que os sedimentos do *setor leste* dessa baía. Essa assinatura apresentou características semelhantes aos sedimentos de áreas localizadas na porção norte-nordeste da Baía de Sepetiba, região sob forte pressão portuária, industrial e urbana. As razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ da área estudada são homogêneas quando comparadas às de regiões vizinhas, apresentando valores entre 1,16 e 1,259 para a técnica de dissolução total, e entre 1,175 e 1,188 para a técnica de lixiviação. As amostras, cujas razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ obtidas através da lixiviação superaram os da dissolução completa definiram uma anomalia. A análise da assinatura isotópica do Pb através da utilização integrada das técnicas de dissolução total e lixiviação, mostrou-se eficaz na identificação de padrões espaciais de distribuição, promovendo melhor visualização e discussão dos dados obtidos no presente estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do projeto “Sedimentos finos em estuários e PC: formação e dinâmica de depósitos lamosos” (Edital Ciências do Mar 2010) e pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo financiamento do projeto “Interação entre as baías de Sepetiba e Ilha Grande: padrões de circulação e sedimentação e a influência antrópica” (Edital Pensa Rio 2009). Agradecimentos especiais à Margareth S. Navarro e Jacinta Enzweiler, do Laboratório de Geoquímica Analítica (UNICAMP);

ao Laboratório de Preparo de Amostras Geológicas (FGEL, UERJ) e aos colegas do PPG-OCN que participaram das campanhas de coleta das amostras.

REFERÊNCIAS

- ABI-GHANEM, C.; CHIFFOLEAU, J. F.; BERMOND, A.; NAKHLÉ, K.; KHALAF, G.; BORSCHNECK, D.; COSSA, D. Lead and its isotopes in the sediment of three sites on the Lebanese coast: identification of contamination sources and mobility. *Applied Geochemistry*. [S. l.], v. 24, n. 10, p. 1.990-1.999, 2009.
- AILY, C. *Caracterização isotópica de Pb na atmosfera: um exemplo da cidade de São Paulo*. 2001. 76 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ALLEMAN, L. Y.; CHURCH, T. M.; VÉRON, A. J.; KIM, G.; HAMELIN, B.; FLEGAL, A. R. Isotopic evidence of contaminant lead in the South Atlantic troposphere and surface waters. *Deep-Sea Research*. [S. l.], v. 48, p. 2.811-2.827, 2001.
- BOLLHÖFER, A.; ROSMAN, K. J. R. Isotopic source signatures for atmospheric lead: the Southern Hemisphere. *Geochim Cosmochim Acta*. [S. l.], v. 64, n. 19, p. 3.251-3.262, 2000.
- COSTA, L. C.; FERREIRA, A. P.; NEVES, E. B. Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS) na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil): estudo de caso. *Caderno Saúde Coletiva*. [S. l.], v. 19, n. 1, p. 66-73, 2011.
- CUNHA, B. C. A.; ROCHA, D.; GERALDES, M. C.; PEREIRA, S. D.; ALMEIDA, A. C. Pb isotopic signatures in sediments of a sub-tropical coastal lagoon: anthropogenic sources for metal contamination in the Sepetiba Bay (SE-Brazil). *Journal of Coastal Research*. [S. l.], v. 56, p. 797-801, 2009.
- ECOLOGUS. *Serviços de Dragagem no acesso aquaviário ao Complexo Industrial do porto organizado de Itaguaí*. Rio de Janeiro: Ecologus, 2008. 113 p. Relatório de impacto ambiental.
- ETTLER, V.; MIHALJEVIC, M.; SEBEK, O.; MOLEK, M.; GRYGAR, T.; ZEMAN, J. Geochemical and Pb isotopic evidence for sources and dispersal of metal contamination in stream sediments from the mining and smelting district of Přeborn, Czech Republic. *Environmental Pollution*. [S. l.], v. 142, n. 3, p. 409-417, 2006.
- GERALDES, M. C.; PAULA, A. H.; GODOY, J. M.; VALERIANO, C. M. Pb isotope signatures of sediments from Guanabara Bay, SE Brazil: evidence for multiple anthropogenic sources. *Journal Geochemical Explor*. [S. l.], v. 88, n. 1-3, p. 384-388, 2006.
- GIOIA, S. M. C. L.; PIMENTEL, M. M.; TESSLER, M.; DANTAS, E. L.; CAMPOS, J. E. G.; GUIMARÃES, E. M.; MARUOKA, M. T. S.; NASCIMENTO, E. L. C. Sources of anthropogenic lead in sediments from an artificial lake in Brasília,

central Brazil. *The Science of the Total Environment*. [S. l.], v. 356, n. 1., p. 125-142, 2006.

HANSMANN, W.; KÖPPEL, V. Lead-isotopes as tracers of pollutants in soils. *Chemical Geology*. [S. l.], v. 171, p. 123-144, 2000.

MONTEZUMA, P. N. de. *Impactos nos processos de assoreamento na baía de Sepetiba-RJ, de sedimentos oriundos da bacia contribuinte e de dragagens portuárias*. 2007, 96p. Dissertação (mestrado em Engenharia Oceânica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOURA, C. A. V.; GAUDETTE, H. E.; CARVALHO, M. C.; MORALES, G. P. The use of lead isotope composition as a tool to investigate the anthropogenic impacts on the environment in the metropolitan region of Belem/PA. *TerraE*. [S. l.], v. 1, p. 9-18, 2004.

MUÑOZ, P. N. V.; GARBE-SCHÖNBERG, C.-D.; SALAMANCA, M. A. Tracing the anthropogenic lead sources in coastal sediments of SE-Pacific (36° Lat. S) using stable lead isotopes. *Marine Pollution Bulletin*. [S. l.], v. 48, n. 7-8, p. 688-697, 2004.

PATTERSON C.; SETTLE D.; GLOVER, B. Analysis of lead in polluted coastal seawater. *Marine Chemistry* [S.l.], v. 4, p. 305-319, 1976.

PELLEGATI, F. *Determinação de metais pesados e outros elementos em sedimentos da Baía de Sepetiba (RJ), por ativação neutrônica*. 2000, 119 p. Dissertação (mestrado em Ciências -Tecnologia Nuclear), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Bacias e recursos hídricos da macrorregião 2 – Bacia da Baía de Sepetiba*. Projeto Planágua-SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 79 p. Relatório Técnico.

ROCHA, D. S. *Estudos de metais pesados e isótopos de Pb nos sedimentos da Baía de Sepetiba baseado em Geoquímica e nas possíveis áreas fontes*. 2011, 112 p. Dissertação (mestrado em Análise de Bacias e Faixas Móveis), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, S. N.; LAFON, J. M.; CORRÊA, J. A. M.; BABINSKI, M.; DIAS, F. F.; TADDEI, M. H. T. Distribuição e assinatura isotópica de Pb em sedimentos de fundo da foz do Rio Guamá e da Baía do Guajará (Belém/Pará). *Química Nova*. [S. l.], v. 35, n. 2, p. 249-256, 2012.

SUN, G. X.; WANG, X. J.; HU, Q. H. Using stable lead isotopes to trace heavy metal contamination sources in sediments of Xiangjiang and Lishui Rivers in China. *Environmental Pollution*. [S. l.], v. 159, p. 3.406-3.410, 2011.

Pesca artesanal na Baía de Sepetiba: desafios da visibilidade¹

Catia Antonia da Silva

INTRODUÇÃO

O presente artigo busca analisar a pesca artesanal na Baía de Sepetiba. Um dos maiores problemas da pesca artesanal é a sua condição de invisibilidade no contexto da produção urbana, no qual se inscreve a Baía de Sepetiba. Uma atividade antiga na região vem ganhando destaque na mídia e no debate da proteção ambiental de forma problemática porque pouco se sabe sobre a realidade da pesca artesanal na Baía de Sepetiba, quer seja das condições dos trabalhadores, quer seja das condições de sua economia. São muitos os conflitos e problemas vivenciados por esse grupo social.

Nesse sentido, o presente artigo tem como finalidade analisar os contextos da pesca artesanal na Baía de Sepetiba, buscando averiguar as principais características da atividade que se inscrevem na história social do território, incluindo conflitos recentes ocorridos.

Desse modo, a exposição não busca dar conta da totalidade do espaço geográfico e a pesca, mas contribuir no desvendamento da configuração socioespacial e cultural em que a pesca artesanal é vivenciada em meio às comunidades tradicionais e experimenta a expansão urbano-industrial da metrópole fluminense.

O artigo divide-se em duas partes: a primeira analisa a configuração sócio-histórica da pesca artesanal na Baía de Sepetiba, e a segunda busca caracterizar a pesca nas suas artes e petrechos utilizados, buscando elaborar tipologia da economia no contexto da baía.

¹ Resultado de pesquisa do projeto “Modernização, território e cartografia da ação social: análise da cadeia produtiva, das condições de trabalho e das formas de luta dos trabalhadores da pesca artesanal no Rio de Janeiro”; agradecimento CNPq e FAPERJ. Colaborador: pesquisador de iniciação científica Luiz Eduardo Lontra Ferreira (Geografia-FFP-UERJ).

SER PESCADOR – ORIGENS DIVERSAS, TÉCNICAS EM TRANSFORMAÇÃO – LOCALIDADES PASSADO E PRESENTE

A origem da pesca na Baía de Sepetiba é incerta. Trabalhada como processo histórico, mais pelas oralidades do que pelos documentos escritos. Os documentos se constituem em vestígios, articulados às oralidades narradas, segundo os pescadores cujas famílias secularmente vivem da pesca. A pesca possivelmente nasceu com as etnias indígenas da região, devido a pelos menos dois vestígios: aparece raramente na literatura vinculada aos pré-históricos (sambaquis), e aos indígenas tupinambás que migraram da região do Amazonas e que conheciam a arte das cercadas (atualmente denominados de currais) – técnica de aprisionamento dos peixes usada segundo lógicas de percepção da natureza (correntes, profundidade, deslocamento de cardumes) – feitas inicialmente com cipós e troncos de árvores da Restinga de Marambaia.

São raros os dados referentes à pesca no período colonial e no período do Império na interação com as técnicas portuguesas de pesca. Com o processo de colonização ela vai aparecer vinculada às atividades das sesmarias (1603), como fonte de alimentação numa economia agrícola-exportadora na região da Baía de Sepetiba, já incorporada nas atividades escravistas de cana-de-açúcar e nos trajetos da Coroa portuguesa às fazendas de ocupação dos jesuítas em Santa Cruz e Paciência. A pesca aparece na região ligada à subsistência dos povos indígenas, e depois ligada à economia escravagista, mas com o intuito de alimentação e/ou de economia de pequena escala.

Os primeiros registros estruturados aparecem no século XX, quando foram criadas as colônias de pescadores na expedição Cruzada José Bonifácio – 1919-1920 (Marinha do Brasil). No entanto, a Colônia de Pescadores da Pedra de Guaratiba (Z14) é datada de 1908. Primeiras matrículas em 1908. Rebocado da Marinha 11 de junho suboficial Celso Romero. Que fez a pesquisa da Marinha atender pescadores da Barra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Sepetiba. No vídeo sobre a Colônia de Pescadores Z14 – Pedra de Guaratiba – Rio de Janeiro. Já havia fiscalização antes da Marinha, pelo Departamento Florestal da União – chefe Deozilio Manoel Pinto e Antonio Torres do Espírito Santo, conhecido pelo

apelido de Antonio Kalu. João de Orsalino Instituto de Floresta da Prefeitura do Distrito Federal. Antes existia a União Beneficente dos Pescadores da Pedra de Guaratiba, cujas reuniões ocorriam na sede da colônia Z14, e que foi extinta. Nesse mesmo histórico do início do século XX outras colônias de pescadores foram criadas, tais como a Colônia Z15 de Sepetiba (Rio de Janeiro), Colônia Z16 de Itacuruçá (Mangaratiba).

A partir da Constituição de 1988, as colônias assumiram a categoria de sindicato. E a Constituição contribui ainda para a livre iniciativa de associação sindical, o que fortaleceu a criação de várias associações de pescadores artesanais na região, na medida em que as colônias não satisfaziam os interesses dos pescadores e/ou tornavam-se palco de conflitos. Conflitos esses engendrados por diferentes motivos, mas que podemos destacar a expansão de novas empresas na região, remoções de áreas de pesca, ampliação de poluição e cobranças exorbitantes aos filiados.

Atualmente, apesar da existência de órgãos institucionalizados à pesca (MA, IBAMA, SEAP, MPA, MAPA, MTE, INSS, FIPERJ) a compreensão da totalidade numérica de seus trabalhadores sempre foi muito difícil, porque é baseada na vinculação institucional (Colônia e Associação), e os pescadores fora da institucionalidade ficam ainda mais invisibilizados.

Do ponto de vista das referências culturais, vale destacar ainda os vestígios das comunidades e tradições de origem caiçara. Encontramos na Pedra de Guaratiba embarcações de canoa caiçara. O caiçara, de acordo com Diegues refere-se ao modo de vida de comunidades costeiras do litoral norte e fluminense do Rio de Janeiro, que tem relação direta com a pesca e a agricultura. As canoas caiçaras são de origem indígena, feitas com um troco de árvore e esculpidas por inteiro. São pesadas e resistentes. O que demonstra as implicações entre as culturas marinhas trazidas de Portugal em diferentes momentos históricos e a interação com as culturas dos tupinambás e guaranis. Fica difícil ver os vestígios das culturas africanas, como se tem na Bahia (CASTELLUCCI JUNIOR, 2005).

De acordo com os levantamentos bibliográficos e estudos de campo, somente os pescadores artesanais da Ilha de Marambaia são considerados comunidades tradicionais – quilombola, com forte caiçara, devido a sua história datada e às formas das canoas

e técnicas de captura (YABETA, 2013; GOMES, 1995; CASTELLUCCI JUNIOR, 2005).

De acordo com levantamento de pesquisa de campo e de oficinas realizadas nas localidades, estudamos 25 pontos de embarque e desembarque que foram delimitados e mapeados com os usos das técnicas de argis e GPS e que deram origem ao mapa a seguir (Figura 1).

Comenta-se que na baía já houve mais de 10 mil pessoas envolvidas diretamente na economia da pesca e da coleta de mariscos, siris, caranguejos e ostras, e que esse número vem caindo devido aos adventos da urbanização e da industrialização na região, que tem precarizado a natureza e a vida desses trabalhadores. Inclui-se ainda o aumento da sedimentação no fundo da Baía de Sepetiba, originado desses adventos.

Sem uma pesquisa precisa, estima-se que o número de pescadores artesanais (homens e mulheres), marisqueiros e caranguejeiros, no período entre 2012 e 2016, chegou a ser em torno de 3.000 a 3.500 pessoas envolvidas diretamente. Mas esse número é maior quando se inscreve ao processo do circuito produtivo, somando à atividade produtiva, os que participam da produção de petrechos, do reparo de embarcação, do reparo de motores, do beneficiamento e a venda no mercado (SOUZA JUNIOR, 2015; RAINHA, 2014; SILVA, 2014).

Principais espécies coletadas

As principais espécies coletadas são: corvina, robalo, tainha, piraúna, parati, pescadinha, papa-terra, camarão branco, camarão ferro, camarão sete barbas, caranguejo e guaíamum (que está em extinção na área e cuja coleta está proibida), caranguejo uçá, mexilhão, marisco e ostras. Espécies que eram comuns, mas hoje são mais difíceis de se encontrar: pescada amarela, linguado, sororoca.

Cartografia etnográfica dos territórios pescadores – o passado e o presente: artes de pesca e técnicas; mutações culturais e socioespaciais

Tem havido mutação nas redes e nas embarcações, porém é notável, apesar do processo de urbanização, os traços da economia local e cultural, principalmente em Sepetiba, Pedra de Guaratiba, Grumari, Barra de Guaratiba, Ilha da Madeira, Muriqui, Ilha de Jaguanun e Ilha de Itacuruçá, a falta de projetos municipais, estaduais ou federal de delimitação das comunidades tradicionais, vila de pescadores, áreas de proteção do sambaqui, dentre outros.

Com exceção da Pedra de Guaratiba, as outras comunidades sofrem forte destruição espacial de suas formas, devido à especulação imobiliária, inclusive pela classe média, expansão do turismo, hotelaria, práticas de esportes náuticos, instalação de restaurantes – Jaguanum, Itacuruçá, Barra de Guaratiba – (RAINHA, 2014).

O mapa etnográfico dos pescadores artesanais é um desafio construído como estratégia de luta social dos pescadores frente a processos de criminalização e de invisibilidades. Explicar que as diferentes comunidades de pescadores e que na pesquisa foram encontrados 23 áreas de embarque e desembarque de pesca artesanal, mapeando, com uso de GPs, as localidades de embarque e desembarque e as áreas das comunidades pesqueiras, demarcação ainda é insuficiente frente à necessidade de catalogação da espacialidade da economia da pesca na Baía de Sepetiba e a falta de dados sobre esse grupo social (Figura 1)

O mapa etnográfico foi elaborado com a finalidade de apresentar os pesqueiros², ou seja, principais lugares de extração dos cardumes que entram na baía e circulam. Esses pesqueiros são nomeados secularmente pelas diferentes gerações de pescadores, bem como algumas têm origem etimológica indígena, tais como Say, Marambaia, Piraquê, Guandu.

Para cada localidade das comunidades, os deslocamentos em busca dos cardumes variam muito ao longo do ano. Mas sempre se parte da área mais próxima do ponto de embaque e quando se percebe a escassez nas áreas mais próximas, **vão em busca de outros pesqueiros**. O gasto com combustível, o esforço manual

² Idem informação do rodapé 1.

e os riscos com ventos e marés fazem da consciência do deslocamento um desafio para que não se perca energia e retorne ao cais sem pescado, o que engendra prejuízos ao coletivo depois de horas de trabalho e exaustão dos corpos. Na percepção de redução dos estoques, são apontados como causas: a sobrepesca da atividade de extração em grande escala feito pelos barcos de pesca industrial, a poluição e as derrocagens no mar. Verifica-se também o aumento no tráfego de navios.

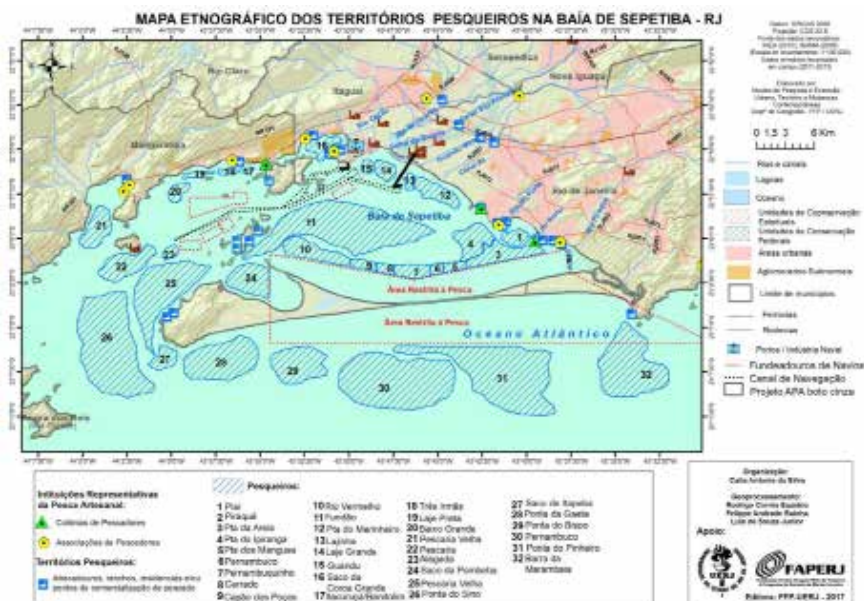


Figura 1 – Mapa etnográfico dos territórios pesqueiros da Baía de Sepetiba e região oceânica atlântica do entorno³. Fonte: NUTEMC-FFP-UERJ, 2017.

Foram observadas diferentes localidades de pesca artesanal que se constituem em comunidades geograficamente delimitadas pela história, paisagens e sociabilidades tais como na região de Guaratiba (Pedra, Barra e Sepetiba), na Ilha da Madeira, Itaguaí, região dos rios **São Fernando e Guandu** (Santa Cruz), região do Say, Muriqui e Ilha de Marambaia, em Mangaratiba. Essas são as localidades de maior concentração, mas destaca-se ainda a Ilha de Jaguanum, e

³ Esse mapa foi elaborado com ação dos pescadores. Elaborado desde 2015, veio à tona agora, depois de se tornar instrumento de luta dos pescadores artesanais da região, que autorizaram a sua publicação. É a segunda vez que é publicado. A primeira vez foi enviado ao MPF como instrumento de provas sobre configuração espacial da pesca na região.

o centro de Itaguaí. A expansão da vida urbana tem contribuído para invisibilizar as comunidades por motivo de expansão residencial de adensamento dos bairros e de áreas de favelas e a expansão das atividades portuárias e industriais nas históricas áreas de pesca. Além disso, na região da Baía de Sepetiba as municipalidades e os gestores públicos não valorizam a atividade da pesca, em sua dimensão cultural. As vilas históricas de pesca não são reconhecidas de forma institucionalizada.

CONDIÇÕES DA ECONOMIA DA PESCA: TÉCNICAS DE CAPTURA E DE NAVEGAÇÃO DA PESCA ARTESANAL NA BAÍA DE SEPETIBA

Quanto às técnicas de captura e de navegação da pesca artesanal na Baía de Sepetiba predominam os barcos de madeira (caíco ou canoa) – até 6,5 m – a remo; barco de madeira ou metal – de 6 a 8 m – com motor de rabeta e de popa, de 5 e 15 HP; barco de madeira – de 8 a 12 m – motor a diesel, de 1 a 6 cilindros, chegando à arqueação de 10AB. Pode-se dizer que a transição entre artesanal e semi-industrial e barcos da pesca industrial existem nos cais da Baía de Sepetiba, mas que são proibidos de pescar dentro da baía. Os barcos de 12 a 16 m (semi-industrial) variam de acordo com o nível de equipamentos e de capacidade de captura do pescado. As traineiras são barcos de 10 a 16 m que pescam fora e dentro da baía, apesar de haver restrições de pesca dentro das baías. Essas embarcações de mais de 16 metros são propriamente industriais, em geral possuem marmais de 20AB.

Os principais tipos de captura feitas pelos caícos e canoas são as técnicas da caça – caça de fundo, caça de superfície, técnica do cerco, conhecida como “cerca e bate”, e essas predominam na Baía de Sepetiba. A técnica de arrasto varia de acordo com o tamanho do barco, e há vários tipos: arrasto simples, arrasto duplo, arrasto duplo com portas. O que predomina na baía é o arrasto simples nos barcos. Os atuneiros, em geral, são de igual tamanho ou maiores que 16 m, 20AB e levam de 15 a 20 tripulantes, e pescam em alto mar.



Figura 2 – Principais tipos de embarcação encontradas na Baía de Sepetiba. Fonte: NUTEMC-FFP-UERJ, 2016.

Tipos de redes e pescas na Baía de Sepetiba

A pesca de emalhe com fio de *nylon* monofilamento na Baía de Sepetiba é praticada basicamente por pescadores artesanais. Esse tipo de pescaria é realizado por milhares de pescadores e pescadoras artesanais profissionais em diferentes pontos (localidades de embarque e desembarque) e em diferentes pesqueiros de acordo com o tipo de pescado (peixes e camarões), incluindo litoral costeiro (ver Figura 1). Nos territórios etnográficos pesqueiros as pescas têm características distintas no que se refere aos tipos de rede de emalhe, método de captura e tamanho da embarcação. As redes de emalhe e métodos de captura foram historicamente e economicamente produzidas de acordo com o tipo de recurso pesqueiro encontrado em diferentes áreas internas da baía. Essas áreas possuem diferenças internas no que tange às características geológicas (qualidade dos sedimentos), oceanográficas internas (profundidade, qualidade e temperatura da água) e qualidade dos recursos pesqueiros. Predominam as redes de emalhe (cerco e caceia) com diferentes tamanhos de malha e de fios, de acordo com essas áreas internas.

Vale destacar a técnica do curral ou da cercada que é uma arte de captura ancestral, de origem indígena e que predomina no fundo da baía, nos locais de menores profundidades (Figura 3).



Figura 3 – Principais tipos de técnicas de captura encontradas na Baía de Sepetiba. Fonte: NUTEMC-FFP-UERJ, 2016.

Existem diversas práticas de pesca de acordo com as áreas internas da baía. Por exemplo, a coleta de camarão, a coleta de tainha, de mariscos e de ostras. Que já são esperados ao longo do tempo cíclico dentro da baía. A seguir apresentamos as características das redes de acordo com os tamanhos de malhas, métodos de captura e de tamanho de fios.

As principais técnicas de captura observadas foram: a) a caçea de superfície e de fundo;

b) arrasto com portas na pesca industrial (proibida de acordo com a legislação); c) arrasto simples; d) espinhel de fundo; e) puça de mão e puça de boia; f) pesca de robalo com linha e anzol; g) e curral de pesca ou cercada – cada vez mais rara pelo alto valor monetário de sua confecção, na compra de bambus e outros materiais que substituem os existentes na Restinga de Marambaia; também é cara a mão de obra, pois, a cada geração, menos pescadores conhecem as técnicas das cercadas.

Da arte de navegar à tecnologia da navegação

Nos primórdios, as canoas eram conhecidas como caíças e tinham na arte indígena a tradição do uso do remo. O remo continua nos anos seguintes, com sofisticação das artes portuguesas. Até

hoje o remo se destaca em algumas localidades como a Pedra de Guaratiba e tem relação direta com a maré e os sedimentos finos de fundo de baía. Na maré baixa, fica impossível a utilização de motor, daí que se faz o uso do remo, ou é preciso aguardar a mudança da maré para efetivar o deslocamento da embarcação.

Utilizam em geral, os barcos a motor. Nas canoas e caícos destacam-se os motores de rabeta, popa e centro. Destacamos também o custo do motor. Por exemplo, um motor de popa de 15HP, da marca Honda, já acoplado no barco, pronto para que o pescador possa sair para a pescaria, o preço dele no mercado varia entre R\$ 5.000,00 e R\$ 7.000,00, se comprado novo. No entanto, a maioria dos pescadores de caíco e canoa de até 6 m usam o motor de rabeta – um produto chinês que tem valor em torno de R\$ 1.000,00, mas que possui vida útil muito curta, aproximadamente 12 meses de uso (Figuras 4 e 5). Nos barcos maiores (entre 8 a 12m) destacam-se os motores de centro, tais como MWM, Mercedes, Yanmar, Agrale.



Figura 4: Motor de popa de 15HP da marca Honda. Fonte: NUTEMC/UERJ, 2014.



Figura 5: Motor com potência de 7HP da marca Kawashima, cujo valor varia entre R\$ 600,00 e R\$ 800,00, se comprado novo. Observe na foto que a haste que liga a hélice ao motor tem um pedaço de madeira improvisado pelo pescador. Fonte: NUTEMC-FFP-UERJ/2014)

Como se observa, o pescador artesanal trabalha em parceria, em média com duas pessoas no caíco, ou três nos barcos médios (de até 10AB). No entanto, mesmo os mais simples, o custo da manutenção dos meios de produção da pesca artesanal é muito elevado. Por exemplo, uma rede pronta fica em média R\$1.000,00, e a manutenção do diesel ou da gasolina somada à manutenção diária e/ou à compra de novos produtos faz desses trabalhadores, detentores dos meios de produção, sujeitos empobrecidos, mas resistentes. E os fazem inserir entre a mediação da tradição (confecção de redes e canoas, manutenção de redes e canoas), mas cada vez mais atrelados aos produtos do mercado capitalista, que são caros e onerosos e articulados às técnicas e produtos globais (*nylon*, motores, isopor, dentre outros materiais técnicos).

CORPOS DÓCEIS E EXISTÊNCIA NO CONTEXTO DO URBANO

As linhas a seguir buscam caracterizar brevemente os trabalhadores da pesca artesanal na Baía de Sepetiba. Dos pesquisados, encontramos a grande maioria composta por homens adultos na atividade da captura de peixes e camarões. A pesquisa não aprofundou a coleta de marisco, ostras e caranguejos. A grande maioria entrevistada trabalha na pesca há muitos anos e dominam as técnicas de captura, de pequenos reparos da embarcação e a técnica de produção de emalhe. Encontramos, em menores números, mergulhadores e pescadores que confeccionam canoas e caícos, pescadores comerciantes e pescadores que atuam também como pedreiros e marceneiros. A grande maioria iniciou a atividade ainda muito jovem e por isso tem escolaridade até o ensino fundamental incompleto.

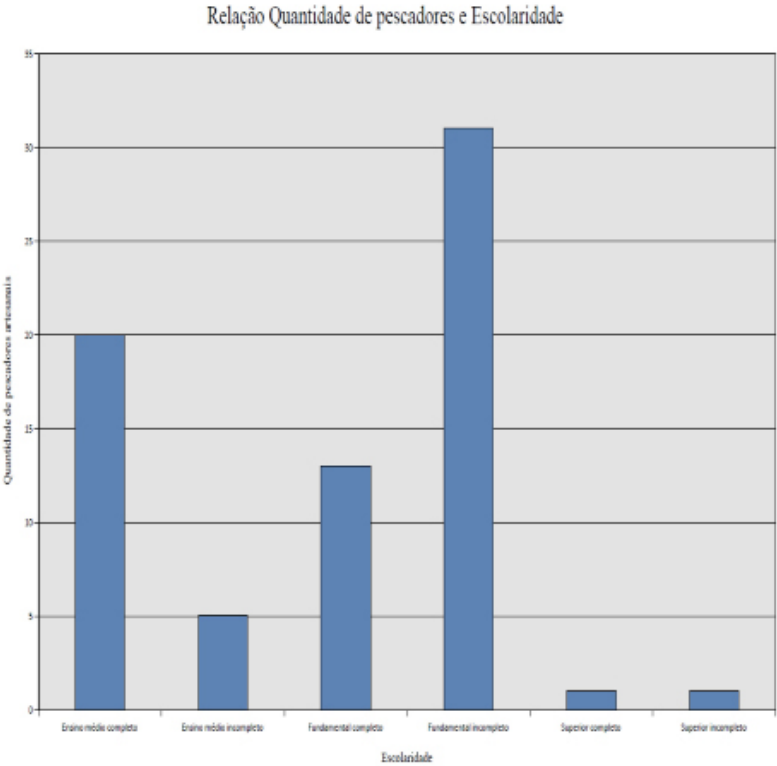


Gráfico 1 – Escolaridade dos pescadores entrevistados na Baía de Sepetiba – 2015. Fonte: Nutemc-FFP-UERJ, 2017.

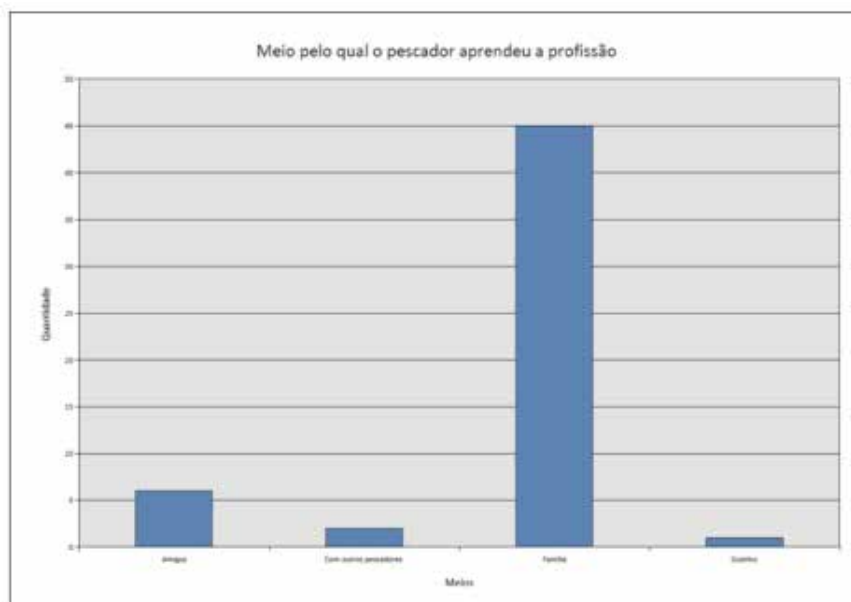


Gráfico 1 – Contextos sociais de aprendizagem da arte de pesca – pescadores entrevistados na Baía de Sepetiba – 2015. Fonte: Nutemc-FFP-UERJ, 2017.

Grande parte desses pescadores aprendeu a arte de pescar com os pais, e muitos só recentemente é que passaram a ter o registro de pescador profissional, em função das campanhas realizadas pelas associações de pescadores e os movimentos sociais, como também a difusão da notícia sobre o direito ao auxílio defeso e do direito à aposentadoria como segurado especial (SILVA, 2015).

DESAFIOS: ENTRE A NATUREZA SEGUNDA, AS GEOGRAFIAS DAS EXISTÊNCIAS EM MUTAÇÃO E O TERRITÓRIO NORMADO

As principais formas de regulamentação ambiental para a pesca são a Lei nº 11.959, de 26 de junho de 2009, que reconhece a legalidade do pescador artesanal ao nível nacional. No entanto, no que se refere à normatização das técnicas existe uma série de referências e instituições que regulam e fiscalizam leis, decretos, portarias e instruções normativas elaboradas pelo Legislativo federal, Ministério de Meio Ambiente, IBAMA e ICMBios, que regulam os tipos de rede e captura bem como espécies em extinção. Dentre tantas,

podemos destacar na área da Baía de Sepetiba, a Portaria IBAMA 107N 93 que proíbe rede de cerco com traineiras, arrasto com parelha e arrasto com rede de couro. Regula-se também o período de tempo de captura por meio da legislação do defeso.



Figura 6 – Instrução normativa 12, de 2012 – MMA e MPA. Fonte: CEPSul, 2012.

O CEPSUL é um centro especializado do ICMBio vinculado à Diretoria de Biodiversidade (DIBIO). Sua área de atuação abrange o litoral dos estados do Sudeste e do Sul do Brasil. É responsável pelo mapeamento e formulações de regulação nessas duas regiões. O mapa apresentado na Figura 6 é um exemplo da espacialização de uma das formas de controle da técnica de captura instituída na Instrução Normativa 12, na relação interinstitucional Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Pesca, em 2012.

A Figura 6 refere-se à regulação dos tipos de arrasto e a proibição do arrasto em embarcações de mais de 10AB, do arrasto de parelhas, do arrasto com redes de couro e do arrasto com portas, que são proibidos na Baía de Sepetiba. As inter-relações entre o território da norma, instituídas por essas legislações e as geografias das existências dos pescadores e suas especialidades merecem estudos, mas fogem aos limites deste texto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos ter como percepção uma série de conflitos socioambientais que vêm se acirrando, quer seja pela expansão da modernização urbano-logístico-industrial, que seja pela ação do Estado. Mas uma das questões centrais que nos fizeram estudar o tema, pesquisar o objeto e escrever o artigo é a invisibilidade do sujeito e de sua geograficidade e historicidade em contextos urbano-metropolitanos.

Há uma espécie de alienação quando se fala de pesca artesanal na Baía de Sepetiba. Muitos estereótipos, preconceitos, discursos sem aprofundamento que acabam por produzir julgamento de valor sem conhecimento da economia, da espacialidade, da cultura e dos sujeitos. A natureza para esses trabalhadores não é metáfora, é um dos objetos de sua existência. É a própria existência cultural-espacial. A atividade da pesca artesanal é de baixa escala. Os pescadores usam mais a força de trabalho do que a mecanização. A relação é de parceria e cada vez mais vem sofrendo com poluição, criminalização e o cansaço nos deslocamentos em busca dos trajetos de peixes e camarões. Numa busca temporal e espacial cada vez mais incerta, reclamam de várias vezes saírem e retornarem sem o alimento e fruto do trabalho e da renda. A dimensão artesanal da pesca faz com que sejam dependentes das ações da natureza – ventos, marés, insolação, chuvas – e fazem da atividade ser sazonal, repondo assim a natureza. Mas estamos tratando de uma natureza que já não é mais a primeira natureza. É natureza transformada por ações e grandes ações de grandes megaempreendimentos. A dimensão cultural da pesca aponta para o tempo lento, a sazonalidade da atividade e a historicidade dos corpos dos sujeitos que ora pescam, ora reparam seus petrechos e barcos, ora observam a dinâmica da natureza, produzindo memórias coletivas e história dos lugares. Compreender a entrada da tecnificação nas suas artes de pescar é outro desafio para aprofundamento dos estudos. Estudar a história social dos petrechos é desafio que merece aprofundar para assim compreender os elos ou paradoxos entre arte, artifícios e técnicas, tecnologias. As localidades e pesqueiros são invisíveis aos nossos olhos, mas são tão visíveis aos olhos dos pescadores e pescadoras, que são capazes de mapear, delimitar fronteiras e percorrer no tempo (histórias e memórias) e no espaço (trajetos e

mapas mentais), que são capazes de elaborar as cartografias de suas ações sociais como corpografias do sujeito, mas que as estratégias de tornar visíveis ou não precisarão de muita reflexão e ética frente aos processos modernos de dominação e às táticas de resistências e insurgências.

REFERÊNCIAS

CASTELLUCCI JUNIOR, W. Pescadores e roceiros: escravos e forros na Ilha de Itaparica entre os anos 1860-1888. *Revista Afro-Ásia*. (33), 2005, p. 133-168.

GOMES, Flávio dos Santos. História de quilombolas. Mocambos e comunidades de senzalas. Rio de Janeiro, Séc. XIX. (Dissertação de mestrado), Unicamp, 1995.

JACQUES, Paola Berenstein. *Corpografias urbanas*. Arqutextos, São Paulo, 08.093, Vitruvius, fev/2008. Disponível em: . Acesso em: 15 ago. 2013.

LEFEBVRE, H. *A produção do espaço*. Tradução de Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: *La production del'espace*). 4e éd. Paris: Éditions Anthropos, 2000). Primeira versão: início – fev/2006.

MASSEY, D. *Pelo espaço: uma nova política da espacialidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, 312p.

RAINHA, F. A. *Morar e trabalhar: a pesca artesanal e o seu elo com o espaço da metrópole do Rio de Janeiro*. Dissertação (mestrado em Geografia). Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), 2015.

RESENDE, A. T. *O papel do Estado no controle territorial e sua relação com a estruturação da atividade pesqueira brasileira na Primeira República*. 2010, 153f. Dissertação (mestrado em História Social), Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2010.

RIBEIRO, A. C. T. & SILVA, C. A. Impulsos globais e espaço urbano: sobre o novo economicismo. In: RIBEIRO, Ana C. T. (Orgs.) *O rosto urbano de América Latina*. Buenos Aires: CLACSO, 2004. p. 56-68.

RIBEIRO, A. C. T. et al. Por uma cartografia da ação: pequeno ensaio de método. *Cadernos IPPUR*, ano XV, n. 2 e ano XVI, n. 1, 2001 e 2002.

RIBEIRO, A. C. T. Território usado e Humanismo concreto: o mercado socialmente necessário. In: Ribeiro et al. *Formas em crise: utopias necessárias*. Rio de Janeiro: Editora Arquimedes, 2005, p. 93-111.

SANTOS, M. et. al. *O papel ativo da Geografia: Manifesto*. XII Encontro Nacional de Geógrafos, Florianópolis, julho de 2000, 18p.

_____. *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. Rio de Janeiro: Record, 2000b.

_____. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: HUCITEC, 1996. 308p.

_____. *O espaço dividido*. São Paulo: EDUSP, 2008 – 1ª edição em 1979.

_____. *Por uma economia política da cidade*. São Paulo: Hucitec, 1994, 145p.

SEA. *Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu (RJ)*. Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim/Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu/organizado por Décio Tubbs Filho, Julio Cesar Oliveira Antunes, Janaina Silva Vettorazzi. Rio de Janeiro: INEA, 2012.

SERPA, A. (Org.). *Cidade popular: trama das relações socioespaciais*. Salvador: EDUFA, 2007. p. 304.

SILVA, C. A.; RESENDE, Alberto T.; SOUZA FILHO, Antonio M. Projetos de modernização, território usado e metrópole do Rio de Janeiro: tendências da reestruturação produtiva na Baía de Guanabara e seus impactos junto aos trabalhadores da pesca artesanal – desafios para a gestão urbana. *Anais do XI Encontro Internacional de Geocrítica*. Buenos Aires. <www.ub.es/geocrit>. 2010. 15p.

SILVA, C. A. Modernização industrial, urbanização: novas tendências da metrópole do Rio de Janeiro. *Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos – Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças – espaço de socialização de coletivos*. Porto Alegre, 2010. 13p.

SILVA, C. A. & CAMPOS, A. (Orgs.). *Metrópoles em mutação: dinâmicas territoriais, relações de poder e vida coletiva*. Rio de Janeiro: Revan, 2008, 289p.

SILVA, C. A. (Org.). *Pesca artesanal e produção do espaço: desafios para a reflexão geográfica*. Rio de Janeiro: Consequência, 2014.

SILVA, C. A. Circuitos produtivos da pesca artesanal no Rio de Janeiro, Brasil: desafios e contextos. *Revista Geográfica de América Central*, Norteamérica, 2, fev. 2012.

SILVA, C. A. O fazer geográfico em busca de sentidos ou a Geografia em diálogo com a Sociologia do tempo presente. In: SILVA, Catia Antonia da et al. *Por uma geografia das existências: movimentos, ação social e produção do espaço*. Rio de Janeiro: Consequência, 2014, p. 19-45.

SILVA, C. A. *Política pública e território: passado e presente da efetivação de direitos dos pescadores artesanais no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2015, 125p.

SOUZA JUNIOR, Luis de. *Os circuitos da economia urbana na metrópole fluminense: uma análise sobre os mercados de pescado no município de Niterói (RJ)*. Dissertação (mestrado em Geografia). Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2015.

YABETA D. & GOMES, F. Memória, cidadania e direitos de comunidades remanescentes: em torno de um documento da história dos quilombolas da Marambaia. *Revista Afro-Ásia*, 47 (2013), p. 79-117.

ZOAUAL, H. *Nova Economia das iniciativas locais: uma introdução ao pensamento pós-global*. Rio de Janeiro: DP&A/Consulado Geral da França/COPPER-UFRJ, 2006.

Sobre os autores

Adacto Benedicto Ottoni: doutorado em Saúde Pública (Saneamento Ambiental) pela Escola Nacional de Saúde Pública, Brasil (1996). Professor associado do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ (DESMA/FEN/UERJ). E-mail: adactoottoni@gmail.com

Alberto Garcia de Figueiredo Jr.: docente do Departamento de Geologia e Geofísica da Universidade Federal Fluminense. Pesquisador do Lagamar (UFF). E-mail: afigueiredo@id.uff.br

Anita Fernandes Souza Pinto: doutoranda em Análise de Bacias e Faixas Móveis pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Pesquisadora do Laboratório de Micropaleontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Geologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia. E-mail: anitafspinto@gmail.com

Catia Antonia da Silva: docente associada do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da UERJ. Coordenadora do Núcleo de Pesquisa e Extensão: urbano, território e mudanças contemporâneas (FFP-UERJ). Membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em História Social (área de concentração: História Social do Território), FFP-UERJ (*campus* São Gonçalo/RJ). Pesquisadora produtividade 2 CNPq, FAPERJ e PROCIENTISTA. E-mail: catia.antoniam@gmail.com, catia.antoniam@pq.cnpq.br

Egberto Pereira: doutorado em Geociências (Geologia Sedimentar) pela Universidade de São Paulo (USP), Brasil (2000). E-mail: egbertogeologia@gmail.com

Felippe de Andrade Rainha: mestre em Geografia e pesquisador do Núcleo de Pesquisa e Extensão: urbano, território e mudanças contemporâneas da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (*campus* São Gonçalo/RJ). E-mail: trovadorffp@gmail.com

Filipe de Oliveira Chaves: doutorado em Oceanografia (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo, Brasil (2007).

Professor adjunto da Faculdade de Oceanografia, Departamento de Oceanografia Biológica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pesquisador do Núcleo de Estudos em Manguezais (NEMA/UERJ). E-mail: filipe.chaves@uerj.br

Gleyci Aparecida Moser: doutorado em Oceanografia (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo, Brasil (2002). Docente da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: gleyci_moser@uerj.br

Helio Heringer Villena: doutorado em Análise de Bacias e Faixas Móveis pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (2007). E-mail: heliovillena@gmail.com

Hermínio Ismael de Araújo-Júnior: docente do Departamento de Estratigrafia e Paleontologia da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: herminio.ismael@yahoo.com.br

Josefa. V. Guerra: doutorado em Oceanografia concluído em 2004 (University of Washington, Seattle, Estados Unidos). Atualmente é professora adjunta da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e membro da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e da American Geophysical Union (AGU). Atualmente é bolsista do Programa Prociência (FAPERJ/UERJ).

Lazaro L. M. Laut: doutorado em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense (2007). Atualmente é professor do Departamento de Ciências Naturais do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Coordena o Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical na UNIRIO. E-mail: lazarolaut@hotmail.com.

Luis de Souza Junior: mestre em Geografia e pesquisador do Núcleo de Pesquisa e Extensão: urbano, território e mudanças contemporâneas da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (*campus* São Gonçalo/RJ), bolsista técnico do CNPq. E-mail: ljunior.geo@gmail.com

Marcelo dos Santos Salomão: doutorado em Análise de Bacias e Faixas Móveis pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (2015). Docente assistente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: salomao.mss@gmail.com

Maria Antonieta da Conceição Rodrigues: pesquisadora do Laboratório de Micropaleontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Docente da Faculdade de Geologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia. Programa de Pós-graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: tutucauerj@gmail.com

Maria Clara Machado da Fonseca: pesquisadora do Laboratório de Micropaleontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Geologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia. E-mail: geomariaclara@gmail.com

Maria Virgínia Alves Martins: pesquisadora do Laboratório de Micropaleontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Docente da Faculdade de Geologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade de Aveiro; Departamento de Geociências, GeoBioTec, *campus* de Santiago. Universidade de Aveiro, Portugal. E-mail: virginia.martins@ua.pt

Mariana. T. Gutierrez: mestre em Oceanografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, desde maio de 2012. Oceanógrafa formada na Universidade Federal do Paraná em 2010. Atuou como pesquisadora colaboradora no Laboratório de Dinâmica de Sedimentos Coesivos da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no período entre setembro de 2012 a setembro de 2014.

Mário Luiz Gomes Soares: doutorado em Oceanografia (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo, Brasil (1997). Professor adjunto da Faculdade de Oceanografia, Departamento de Oceanografia Biológica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Pesquisador do Núcleo de Estudos em Manguezais (NEMA/UERJ). Membro docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA/UERJ) e do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOCN/UERJ). E-mail: mariolgs@uerj.br

Mauro C. Geraldes: doutorado em Geociências (Geoquímica e Geotectônica) pela Universidade de São Paulo, Brasil (2000). Docente associado da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2. Orientador de doutorado. E-mail: mauro.gerardes@gmail.com

Olegário Nelson Azevedo Pereira: mestrado em História Medieval e do Renascimento pela Faculdade de Letras da Universidade

do Porto/Portugal. Atualmente é aluno bolsista da FAPERJ no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, proveniente do convênio FAPERJ/CEPESE (Centro de Estudos da Economia População e Sociedade), Porto, Portugal. E-mail: olegario.pereira@hotmail.com

Patrícia Domingos: doutorado em Biotecnologia Vegetal pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2001). Atualmente é professora adjunta do Departamento de Biologia Vegetal do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (IBRAG) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Atua na área da Educação Ambiental Crítica, desenvolvendo trabalhos de pesquisa e extensão voltados para escolas públicas. E-mail: patvitesse@gmail.com

Rodrigo Corrêa Euzebio: mestrando em Geografia (PPGG-FFP-UERJ) e pesquisador do Núcleo de Pesquisa e Extensão: urbano, território e mudanças contemporâneas da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (*campus* São Gonçalo/RJ). Bolsista técnico Proatec UERJ. E-mail: euzebiogeo@gmail.com

Sergio Gardenghi Suiama: mestrado em Master of Laws, LL.M. pela Columbia University School of Law, Estados Unidos (2010). Procurador da República do Ministério Público Federal, Brasil.

Shéron Joyce D. Morales: mestrado em Oceanografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (2012). Tutor à distância da Universidade Federal de Sergipe, Brasil, e vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Silvia Dias Pereira: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Oceanografia, Departamento de Oceanografia Geológica. E-mail: silviadp@uerj.br

Esta obra foi impressa em processo digital, na Oficina de Livros
para a Letra Capital Editora. Utilizou-se o papel pólen soft 80g/m²
e a fonte ITC-NewBaskerville corpo 11 sobre 14.
Rio de Janeiro, 2018.