

<http://dx.doi.org/10.15202/19811896.2016v21n42p93>

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-INDUSTRIAL E O IMPACTO SOBRE A ZONA COSTEIRA: O CASO BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO/BRASIL

Luiz Carlos Ramos da Silva Filho¹

Alessandra Magrini²

RESUMO

A Baía de Sepetiba é um ambiente costeiro abrigado que apresenta elevada biodiversidade e alta produtividade por receber fluxos continentais e marinhos. Localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro/Brasil, sofre impactos em decorrência do desenvolvimento econômico/industrial e o crescimento demográfico. Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o atual cenário de qualidade ambiental da Baía de Sepetiba e de sua Bacia de Drenagem, a fim de propor medidas de mitigação e controle de poluição. Assim, a partir da avaliação dos indicadores ambientais, a baía e seus afluentes vêm apresentando queda de qualidade e perda de serviços ambientais, sendo importante a implantação de projetos de controle e mitigação de poluição.

Palavras-chave: Baía de Sepetiba. Meio ambiente. Costeiro. Impacto.

ECONOMIC-INDUSTRIAL DEVELOPMENT AND IMPACT ON COASTAL ZONE: THE CASE OF SEPETIBA BAY, RIO DE JANEIRO/BRAZIL

ABSTRACT

Sepetiba Bay is a coastal environment that has high biodiversity and productivity due to continental and marine flows. Located in the metropolitan area of Rio de Janeiro/Brazil, Bay endures impacts in consequence of economic/industrial development and population growth. Thus, this study aims to assess the current situation of environmental quality of Sepetiba Bay and its drainage basin, in order to propose mitigation and pollution control. The assessment of environmental indicators showed the bay and its tributaries are having quality decline and loss of ecosystem services, indicating the need to implement mitigation and pollution control projects.

Keywords: Sepetiba bay. Environment. Coastal. Impact.

1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente quarenta por cento da população mundial está concentrada dentro da faixa de 100 quilômetros da linha de costa, estando 21 das 33 megacidades incluídas nestas regiões (CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2012).

1 Mestre em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
lcrsfilho@gmail.com

2 Doutora em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
ale@ppe.ufrj.br

Dentro da zona costeira, ambientes mais abrigados, como os estuários e baías, durante a evolução das civilizações, foram adequados à ocupação humana por apresentar disponibilidade de água doce, recursos naturais abundantes, facilidade de transporte e baixo hidrodinamismo (JURAS, 2012), tendo este padrão se mantido até os dias atuais.

Entretanto, o crescimento da população costeira vem ocasionando mudanças na paisagem natural, em decorrência do uso da terra para moradia, agricultura, aquicultura, silvicultura, assim como industrial e residual (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

A região ao redor da Baía de Sepetiba, situada no estado do Rio de Janeiro – Brasil, seguiu esta mesma característica de mudança da paisagem, tendo seu adensamento demográfico se intensificado com a industrialização iniciada na década de 60, em consequência do estabelecimento de indústrias pesadas com elevado perfil poluidor, fazendo com que qualidade ambiental da Baía declinasse ao longo dos anos (LEAL NETO et al., 2006).

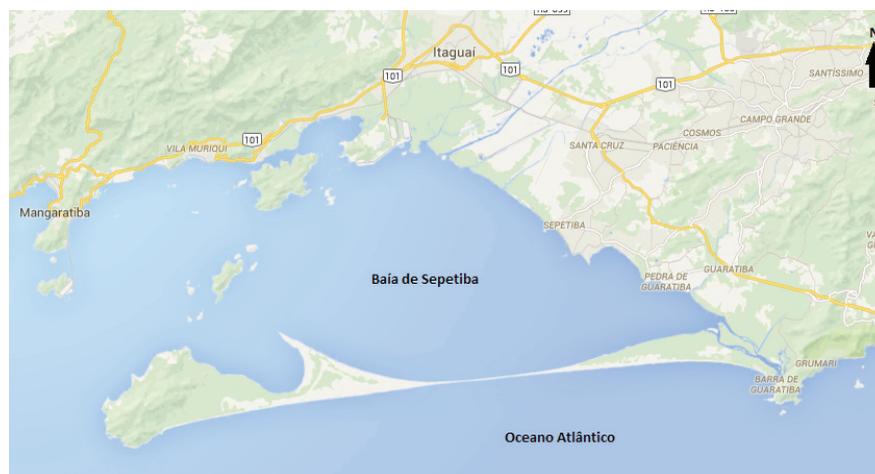
Assim, o presente artigo tem como objetivo avaliar o atual cenário de qualidade ambiental da Baía de Sepetiba e de sua Bacia de Drenagem a fim de destacar pontos críticos e propor medidas de mitigação de poluição a esses ecossistemas. Para isso, é apresentada uma ampla pesquisa bibliográfica de trabalhos que apresentam dados de indicadores ambientais, os quais embasaram proposições para melhoria do meio ambiente da região.

2 BAÍA DE SEPETIBA

A Baía de Sepetiba está localizada no litoral Sul do estado do Rio de Janeiro, na região sudeste do Brasil, entre as latitudes 22°53' e 23° 05' S e longitudes 44° 01' e 43° 33' W, possui uma área de aproximadamente 500 km² (RONCARATI; CARELLI, 2012).

É caracterizada por ser uma laguna costeira semifechada, com profundidade média de 6 m, conectada ao mar na porção leste por um canal raso e estreito, que possui um baixo fluxo de água, que atravessa uma extensa floresta de mangue. Já na porção oeste, um canal natural entre as ilhas de Jaguanum e Itacuruçá, com profundidade de 30 m, mantém a troca com o mar de maneira regular (BARCELLOS, 1995) (ver Figura 1).

Figura 1: Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro



Fonte: (GOOGLE MAPS, 2016).

O clima é tropical, quente e úmido, tendo precipitação anual que varia de 1.400 mm, na porção leste, a 2.300 mm no litoral norte, e evaporação média de 960 mm. Dezembro e janeiro são os meses mais chuvosos, com 27 a 34% da pluviosidade anual, e em geral, julho é o mês mais seco, quando as chuvas não ultrapassam 4% do total anual (LACERDA et al., 2007).

Sua bacia de drenagem é responsável pela transferência anual de $7,6 \times 10^9$ m³ de água doce para a baía, sendo o canal de São Francisco o principal contribuinte, com 86% do aporte fluvial (LACERDA et al., 2007).

O padrão de circulação da baía é determinado pela amplitude de maré, morfologia costeira, batimetria, ventos e aporte de água doce, sendo o regime de maré semidiurno. Correntes mais intensas são formadas no canal central de maior batimetria, por outro lado, nas porções mais internas, onde as profundidades são menores, há uma perda progressiva da circulação, o que auxilia nos processos de mistura entre as águas oceânicas e interiores (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006).

A Baía de Sepetiba, por se tratar de um ambiente costeiro, apresenta uma elevada produtividade, sendo uma região natural importante para o estabelecimento de diversas espécies marinhas (CUNHA et al., 2006). Isso porque recebe fluxos de sedimento e organismos oriundos tanto do continente quanto do oceano Atlântico produzindo ambientes especializados em menor ou maior escala (COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS, 2012).

Por outro lado, a biota marinha está vulnerável às alterações antrópicas, as quais têm reduzido a densidade e diversidade de espécies, devido, principalmente, à entrada de poluentes, alteração e perda de habitats e ecossistemas associados (COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS, 2012).

3 BACIA DE DRENAGEM DA BAÍA DE SEPETIBA

A bacia de drenagem correspondente à Baía de Sepetiba é a Região Hidrográfica Guandu (RH-II), a qual possui uma área de 2.654 km² e apresenta dois conjuntos de geomorfologia distintos: serrano, representado por montanhas, escarpas e maciços costeiros, e de baixada, contendo uma extensa planície flúvio-marinha (RONCARATI; CARELLI, 2012).

Está contida em 15 municípios do estado, sendo de modo parcial em 8 (Rio Claro, Miguel Pereira, Mendes, Pirai, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Vassouras e Barra do Pirai) e totalmente nos restantes (Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Paracambi, Queimados e Seropédica) (CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HIDRICOS, 2013).

O desenvolvimento econômico da região teve início logo após a colonização portuguesa, se intensificando em meados do século XX com o estabelecimento de indústrias pesadas altamente poluentes, onde se destaca a Companhia Ingá Mercantil (BASTOS et al., 2012).

Nos anos 2000, já havia sido contabilizadas mais de 100 fábricas instaladas, as quais constituem um dos maiores complexos industriais do estado do Rio de Janeiro (CUNHA et al., 2006).

Além disso, a região é importante do ponto de vista econômico e estratégico, por nela estarem inseridas infraestruturas de logística, como o Porto de Itaguaí, a Rodovia Presidente Dutra e a malha ferroviária MRS (que liga São Paulo e Minas Gerais aos Portos de Itaguaí e do Rio) e em vias já em plantadas como o Arco Metropolitano, o que favorece à chegada de novas indústrias e centros de distribuição.

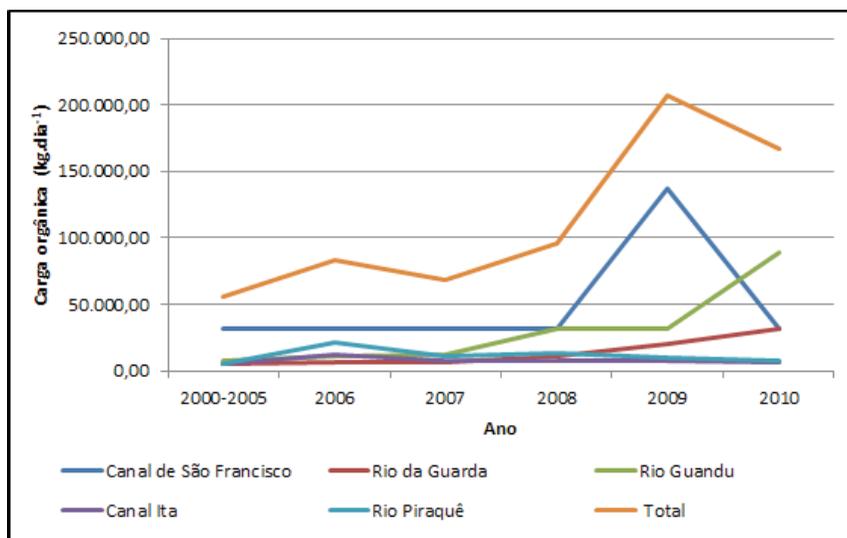
O viés econômico da região foi o principal fator que impulsionou o crescimento demográfico da região, para qual se estima uma população atual de aproximadamente dois milhões de habitantes, que vem crescendo a uma taxa acima das expectativas, principalmente nos municípios diretamente impactados pelo desenvolvimento econômico/industrial (Itaguaí, Mangaratiba e Seropédica), demandando também investimentos em infraestrutura e saneamento básico, principalmente, no que tange a boa qualidade ambiental da Baía de Sepetiba, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos (SILVA FILHO, 2015).

Com relação ao esgotamento sanitário, a maioria da população não está conectada ao sistema de rede de esgoto, além disso, a carga coletada de efluentes domésticos que recebe tratamento é relativamente baixa (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2013; SILVA FILHO, 2015). Estes baixos índices são reflexos do pouco investimento em coleta e tratamento de esgoto doméstico realizado nos municípios da bacia, principalmente em Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Miguel Pereira, Paracambi, Piraí, Queimados, Rio Claro e Vassouras, onde os investimentos nesta área foram nulos entre os anos de 1996 e 2011 (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2013).

Considerando a vazão média e os valores de DBO dos pontos de coleta próximos às fozes dos principais afluentes da Baía de Sepetiba, pode-se fazer uma estimativa da quantidade de carga orgânica que chega diariamente à mesma. Entre o valor mediano do monitoramento dos anos 2000 a 2005 de FEEMA (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006) e os valores médios anuais apresentados por COBRAPE (COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS, 2012), observou-se uma carga orgânica total mínima de 55.732,32 kg.dia⁻¹ e máxima de 207.489,60 kg.dia⁻¹. Apesar da baixa DBO detectada no canal de São Francisco, este afluente apresentou maior contribuição na carga orgânica devido à elevada vazão.

Adicionalmente, avaliando o valor médio total, houve uma tendência de aumento da carga orgânica ao longo dos anos, influenciado pelo Rio Guandu, Canal de São Francisco e, no último ano, pelo Rio da Guarda e Guandu (ver Figura 2).

Figura 2: Variação da carga orgânica dos principais afluentes da Baía de Sepetiba.



Fonte: Os autores.

Cabe ressaltar que os cálculos para as cargas orgânicas foram simples, não considerando o poder de autodepuração do rio, o qual tende a degradar a matéria orgânica antes de chegar à baía, além disso, os valores foram baseados em médias anuais, desconsiderando, assim, oscilações ao longo do ano.

Por outro lado, a baixa da qualidade da água dos rios da RH-II também é verificada através dos boletins emitidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), nos quais alguns pontos da região apresentaram qualidade ruim a muito ruim, principalmente aqueles próximos às áreas mais populosas (Itaguaí, Rio de Janeiro e Queimados) (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2015).

Além da alta carga orgânica, principalmente de origem doméstica, que chega aos rios da RH-II, a introdução de metais pesados originados das atividades antrópicas também contribuem bastante para a queda da qualidade ambiental tanto da bacia de drenagem quanto da Baía de Sepetiba (FERREIRA, 2009).

A entrada dos metais ocorre principalmente através dos efluentes líquidos, mas também pela lavagem superficial e via atmosfera (MOLISANI et al., 2004; HERMS; LANZILLOTTA, 2012). Na tabela 1, estão apresentadas as cargas anuais calculadas para os metais Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg e Pb oriundas dos principais afluentes da Baía de Sepetiba, calculadas através das vazões e concentrações medianas relatadas por FEEMA (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Com relação aos metais Mn, Cu, Zn e Pb, as cargas anuais totais calculadas foram bastante superiores ao relatado por Lacerda e outros (1987), o que pode estar relacionado às metodologias de análise laboratorial e de vazão dos rios, mas também ao fato de que carga calculada por estes autores considerou apenas o Canal de São Francisco e Rio Guandu. Por outro lado, quando se compara os rios e canais separadamente, as cargas calculadas através de FEEMA (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006) continuam elevadas, o que pode ser um indicativo de aumento da entrada destes elementos no ambiente aquático.

Já o Cd foi o elemento que apresentou carga inferior ao apresentado pelos trabalhos de Lacerda e outros (1987) e Molisani e outros (2002). Por outro lado, exceto para Hg e Pb, a presente estimativa de carga anual foi inferior ao apresentado por Molisani e outros (2004) e aos valores de Carvalho e outros (2002), que estudaram a descarga de metais do Rio Paraíba do Sul para o Oceano Atlântico.

A origem destes metais que chegam aos rios da bacia de drenagem da Baía de Sepetiba é diversa: fábricas de fundição de ferro, alumínio e zinco, estações de geração de energia, esgoto, depósitos de lixo, agricultura, águas de galerias pluviais, indústrias de papel, química, de plástico, borracha e metalúrgica (MOLISANI et al., 2004). Além disso, a transposição do Rio Paraíba do Sul, na qual são bombeados aproximadamente $160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de água, também é uma fonte externa destes elementos à região, tendo Molisani e outros (2002), para mercúrio, quantificado uma carga anual de $106,5 \text{ kg} \cdot \text{ano}^{-1}$.

Herms e Lanzillotta (2012), analisando o sedimento do Rio Guandu-mirim, observaram concentrações de metais próximas às detectadas no Rio Reno (Alemanha), o qual é considerado um dos rios mais poluídos do mundo. Essas elevadas concentrações estiveram correlacionadas à proximidade do descarte de indústrias. Já para o metal chumbo, os autores observaram que sua presença em altas quantidades também esteve relacionada ao aporte atmosférico devido ao maior fluxo de veículos.

Tabela 1: Carga anual de metais oriunda dos principais afluentes da Baía de Sepetiba³

Metal (t.ano ⁻¹)	Canal de São Francisco	Rio da Guarda	Rio Guandu	Canal Ita	Rio Piraquê	Total	Referência			
							Lacerda e outros (1987)	Molisani e outros (2002) ⁴	Carvalho et al. (2002) ⁵	Molisani e outros (2004) ⁶
Mn	294,86	96,37	48,57	15,64	30,91	486,35	20,40	-	1.350 – 3.241	
Fe	4.540,87	752,92	471,78	191,74	247,24	6.204,55	-	-	68.228 – 145.323	
Ni	58,97	6,02	2,78	1,01	1,55	70,33	-	-		
Cu	294,86	30,12	13,88	5,05	7,73	351,63	2,70	-	87 - 137	
Zn	76,66	27,11	11,10	5,55	6,18	126,60	11,50	-	197 - 483	176,00
Cd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,90	-		2,40
Hg	0,59	0,06	0,03	0,01	0,02	0,70	-	0,41		0,08
Pb	58,97	6,02	2,78	1,01	1,55	70,33	4,50	-		17

Fonte: Os autores.

Com relação aos Resíduos Sólidos, para todos os municípios da RH-II, foram identificados quatro aterros sanitários (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2013). Os demais locais de disposição são aterros controlados e lixões, onde os cuidados com as questões socioambientais são pouco ou inexistentes e, conseqüentemente, geram diversos impactos, como nos recursos hídricos circunvizinhos (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2013).

Este cenário vem mudando, tendo o governo do estado do Rio de Janeiro, através do Programa "Lixão Zero", objetivado erradicar todos os lixões dos municípios fluminenses, conseguido, até 2014, destinar 98% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) para aterros sanitários, sendo o destino principal de Resíduos Sólidos da RH-II o aterro sanitário de Seropédica (RIO DE JANEIRO, 2016).

4 QUALIDADE AMBIENTAL DA BAÍA DE SEPETIBA

Um dos indicadores que contribuem para conferir à Baía de Sepetiba uma classificação de sistema altamente contaminado é a presença de metais traços em elevadas concentrações (LACERDA et al., 1987; FERREIRA, 2010). A introdução desses elementos de modo expressivo na região teve início no final da década de 50, quando foi instalada a Companhia Ingá Mercantil, atualmente falida, localizada no município de Itaguaí, na Ilha da Madeira, tendo como atividade central a produção de zinco de alta pureza (MOLISANI et al., 2004).

³ Valores calculados a partir das vazões e concentrações medianas relatadas por FEEMA (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006).

⁴ Os autores consideraram as cargas dos metais que chegam anualmente a Baía de Sepetiba pelo Canal de São Francisco e Rio Guandu.

⁵ Carga dos metais medida em toneladas nos períodos 1994/1995 e 1995/1996 no Rio Paraíba do Sul que chega ao Oceano Atlântico.

⁶ Consideraram todas as fontes de metais para a Baía de Sepetiba.

Assim, estudos de metais em água têm indicado elevadas concentrações próximas aos rejeitos da extinta Companhia supracitada, nas fozes dos rios e nas camadas da coluna d'água mais profundas, em decorrência da ressuspensão do sedimento, tendo sido observado que alguns limites da Resolução CONAMA 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos, foram ultrapassados (LACERDA et al., 1987; FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006; PARAQUETTI et al., 2007; FERREIRA, 2010).

As concentrações de mercúrio, mesmo abaixo do limite estipulado pela legislação supracitada, qualificam a baía como ambiente costeiro moderadamente impactado (PARAQUETTI et al., 2004). Além disso, há indícios de exportação de Hg para sistemas aquáticos adjacentes (PARAQUETTI et al., 2007).

No sedimento, trabalhos indicam que também as maiores concentrações estão próximas às fozes de rios (porção norte e nordeste) e locais de baixo hidrodinamismo (porção leste) (LACERDA et al., 1987, FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006; ROCHA et al., 2010). Contudo, eventos de ressuspensão distribuem os metais por todo o sedimento da baía (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Na biota, processos de bioacumulação foram identificados em algas pardas e monocotiledôneas marinhas da região (AMADO FILHO; PFEIFFER, 1998). A ostra *Crassostrea rhizophora* tem sido amplamente estudada, apresentando valores de concentração relacionados à evolução das emissões de metais (LACERDA; MOLISANI, 2006). Elevadas concentrações de metais também estão relacionadas à acumulação nos órgãos de espécies de aves (FERREIRA, 2009; FERREIRA et al., 2010).

Foram identificados altos níveis de compostos orgânicos de origem industrial e petrogênica próximos às desembocaduras de rios e canais, especialmente o São Francisco (FIGUEIREDO et al., 2008; CARREIRA et al., 2009).

A bioacumulação de dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), bifenilpoliclorado (PCB) e hexaclorobenzeno (HCB) foi detectada no tecido adiposo da população de boto *Sotalia guianensis* presente na Baía de Sepetiba/Ilha Grande, sendo um indício de que estes poluentes, por serem persistentes, fluem através da cadeia alimentar atingindo esta espécie que está em níveis tróficos superiores (LAILSON-BRITO et al., 2010).

A poluição por esgotos domésticos que chega pelos rios e canais tem gerado situações de hipóxia e eutrofização, encontrando-se em estágios de importante atenção, já que próximo a suas fontes, como desembocadura de rios e áreas urbanizadas, há uma queda na qualidade ambiental (SILVA FILHO, 2015).

Contudo, a baía ainda apresenta uma boa capacidade de depuração, devido a processos de diluição e dispersão dos efluentes que tem conseguido minimizar seus efeitos (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006; COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS, 2012). Por outro lado, perdas de serviços ambientais já são percebidas na região, devido a não balneabilidade da maioria das praias da Baía de Sepetiba, o que tem reduzido áreas de lazer e turismo para a população (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2016).

Com isso, o atual cenário de aumento do adensamento populacional e do desenvolvimento econômico/industrial, ausência de sistema de saneamento básico e infraestrutura que supra esta demanda tendem a agravar as condições ambientais atuais do sistema costeiro, como já foi apontado por Cunha e outros (2002) e Leal Neto e outros (2006).

Outro fator que vem afetando negativamente as condições ambientais da Baía de Sepetiba é o aumento da carga sedimentar que nela chega, a qual tem acarretado em assoreamento, principalmente na região leste, comprometendo a navegabilidade, as atividades portuárias e pesqueiras.

A taxa de sedimentação cresceu exponencialmente ao longo do século passado, sendo de $30 \text{ mg.cm}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ antes de 1900, chegando aos dias atuais a $320 \text{ mg.cm}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ aproximadamente, sendo este aumento consequência de diversas interferências antrópicas ocorridas na bacia de drenagem, como obras de construção civil, transposição do Rio Paraíba do Sul, para geração de energia e abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, extração de areia no leito e margens dos rios, implantação de distritos industriais, crescimento demográfico e ocupação desordenada do solo, intensificado pela abertura da rodovia Rio – Santos, instalação e ampliação do Porto de Sepetiba (LACERDA et al., 2007; MONTEZUMA, 2012).

Apesar do aumento da carga sedimentar, há uma preferência de deposição, que é influenciada pelo padrão de correntes da Baía, o qual resulta em extensas áreas de sedimentação nas porções norte, leste e sudeste e leva a uma redução de até 5 vezes na concentração de sólidos suspensos totais na água da baía (LACERDA et al., 2007; MONTEZUMA, 2012).

Portanto, estudos vêm demonstrando que há um aumento na taxa de sedimentação da Baía de Sepetiba, que tem sido intensificada pelas alterações na ocupação do uso do solo (MONTEZUMA, 2012), as quais acarretam em processos de assoreamento na região, principalmente nas áreas onde naturalmente já existiam condições de deposição.

5 PROPOSIÇÕES DE MITIGAÇÃO DE IMPACTO À BAÍA DE SEPETIBA

A Baía de Sepetiba apresenta um cenário em que a sua qualidade ambiental está cada vez mais ameaçada, tendo em vista as condições inadequadas de saneamento básico de sua bacia de drenagem, a contaminação crônica por metal, o assoreamento e a perda de serviços ambientais, principalmente lazer.

Deste modo é importante que sejam implantados projetos de mitigação de impactos, principalmente na sua bacia de drenagem, a qual é a principal responsável pela poluição que chega à Baía de Sepetiba, sendo necessária uma integração entre os instrumentos de recursos hídricos e costeiros.

Assim, com relação à poluição por esgoto doméstico, sua redução deve ser combatida através de investimentos em saneamento e estações de tratamento. A Baía de Sepetiba já possui um plano focado nesta questão, o Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da Baía de Sepetiba, elaborado pelo Consórcio ETEP-Ecologus-SM Group (RIO DE JANEIRO, 1998), o qual precisaria ser atualizado para o atual cenário.

Por outro lado, novos estudos poderiam ser realizados para seu aprimoramento, como a avaliação da Carga Máxima Total Diária (Total Maximum Daily Load \square TMDL, em inglês), aplicado na gestão de baías e estuários nos Estados Unidos, o qual tem permitido identificar o quanto de poluição é necessário reduzir ao longo do território da bacia, estabelecendo limites de poluição que atendam os padrões de qualidade na Baía e seus tributários (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2014).

Considerando a poluição por metais que confere à Baía de Sepetiba a classificação de um sistema altamente contaminado, os instrumentos de controle devem ser aplicados continuamente, apoiados em uma fiscalização efetiva sobre as fontes poluidoras.

Por outro lado, a aplicação de instrumento de comando e controle individualizado, como a concentração máxima que um efluente de determinada indústria deve conter de metal, pode não ser suficiente se for considerado o ambiente como um todo. Isso porque, o cumulativo do metal de uma área industrial pode ser superior à capacidade de suporte do ecossistema. Deste modo, uma avaliação de TMDL poderia ser realizada para os principais metais detectados na região.

Com relação ao assoreamento, medidas de preservação de áreas remanescentes de Mata Atlântica, reflorestamento de margens de canais e rios, controle da extração de areia, além de programa de extensão de áreas de manguezais são algumas medidas que podem ser tomadas para remediar os problemas de perda de espelho d'água.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Baía de Sepetiba, a partir de meados do século XX, tornou-se um importante polo fluminense de indústrias e portos. Contudo, a expansão de diversos setores da economia, tanto nas margens da baía como em sua bacia hidrográfica, tem contribuído para um maior adensamento populacional na região, acompanhado de baixa infraestrutura de saneamento.

Assim, como consequência, a qualidade ambiental de sua bacia hidrográfica decaiu ao longo dos anos e, conseqüentemente, água, sedimento e biota da Baía têm apresentado concentrações de poluentes que lhe conferiram a classificação de um ecossistema altamente contaminado, havendo perda de serviços ambientais como lazer e turismo.

Portanto, é necessário que medidas de mitigação de impactos sejam criadas e estabelecidas pelos gestores públicos e atores envolvidos, tanto no âmbito costeiro como de recursos hídricos, para que este cenário não se agrave, tendo em vista o crescimento de atividades portuárias e obras de infraestruturas que ocorreram nos últimos anos na região.

REFERÊNCIAS

AMADO FILHO, G. M.; PFEIFFER, W. C. Utilização de macrófitas no monitoramento da contaminação por metais pesados: o caso da Baía de Sepetiba, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 411-419, 1998.

BARCELLOS, C. **Geodinâmica de cádmio e zinco na baía de Sepetiba**. 1995. 148 f. Tese (Doutorado em Geoquímica Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1995.

BASTOS, M. R. et al. Sustainable coastal zones?: a matter of sense and sensibility: comparative analysis between Aveiro Lagoon (Portugal) and Sepetiba Bay (Brazil). **Management of Environmental Quality**, Arizona, v. 23, n. 4, p. 383-399, 2012.

CARREIRA, R. S. et al. Hidrocarbonetos e esteróis como indicadores de fontes e destino de matéria orgânica em sedimentos da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1805-1811, 2009.

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-INDUSTRIAL E O IMPACTO SOBRE A ZONA COSTEIRA:
O CASO BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO/BRASIL

CARVALHO, C. E. V. et al. Contribution of a medium-sized tropical river to the particulate heavy-metal load for the South Atlantic Ocean. **The Science of the Total Environment**, Barcelona, v. 284, n. 1/3, p. 85-93, 2002.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. **Plano de desenvolvimento sustentável da região hidrográfica da baía de Sepetiba**: produto 7: diagnóstico consolidado: final. São Paulo, 2012.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HIDRICOS. **Resolução CERHI n. 107, de 22 de maio de 2013**. Rio de Janeiro, 2013.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **One ocean**: many worlds of life. Montreal, 2012. Disponível em: <<http://www.cbd.int/idb/doc/2012/booklet/idb-2012-booklet-en.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

CUNHA, C. L. N. et al. Avaliação da poluição por esgoto sanitário na Baía de Sepetiba usando modelagem ambiental. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., 2002, Cancún. **Anais...** México. 2002. p. 1-8.

CUNHA, C. L. N. et al. Hydrodynamics and water quality models applied to Sepetiba Bay. **Continental Shelf Research**, Southampton, v. 26, n. 16, p. 1940-1953, Oct. 2006.

FERREIRA, A. P. et al. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Gestão Costeira Integrada**, Itajaí, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

FERREIRA, A. P. Evidências de vulnerabilidade socioambiental na baía de Sepetiba: uma análise das situações de risco. **Revista Brasileira de Promoção em Saúde**, Fortaleza, v. 22, n. 4, p. 209-216, 2009.

FERREIRA, M. M. **Estimativa dos fluxos de Zn, Cd, Pb e Cu no Saco do Engenho, Baía de Sepetiba, RJ**. 2010. 99f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2010.

FIGUEIREDO, L. H. M. et al. Non-aromatic hydrocarbons in recent sediments of Sepetiba and Ilha Grande Bays, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 516-527, 2008.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **Baía de Sepetiba**: rios da baixada da baía de Sepetiba: diagnóstico de qualidade de água e sedimento. Rio de Janeiro, 2006.

GOOGLE MAPS. [Baía de Sepetiba]. [S.l.: s.n.], [2016?]. Disponível em: <<https://goo.gl/maps/AScvZZ822Fm>>. Acesso em: 30 maio 2016.

HERMS, F. W.; LANZILLOTTA, H. A. A. Influência de atividades industriais na população por metais no rio Guandu, baía de Sepetiba, RJ. In: TUBBS FILHO, D.; ANTUNES, J. C. O.; VETTORAZZI, J. S. **Bacia hidrográfica dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro: INEA, 2012. p. 181-214.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Boletim de balneabilidade das praias**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Qualidadedaagua/Praias/BalneabilidadeporMunicipio/index.htm&lang=>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Boletim de qualidade das águas da região hidrográfica II: Guandu**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zzew/mte0/~edisp/inea0114689.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: synthesis report**. Geneva, 2007.

JURAS, I. A. G. M. **Ecosistemas costeiros e marinhos: ameaças e legislação nacional aplicável**. Brasília, DF: Consultoria Legislativa, 2012.

LACERDA, L. D. et al. Heavy metal distribution, availability and fate in Sepetiba Bay, S.E. Brazil. **Science of The Total Environmental**, Barcelona, v. 65, p. 163-173, 1987.

LACERDA, L. D. et al. Transporte de materiais na interface continente-mar na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2007. p. 1-3.

LACERDA, L. D.; MOLISANI, M. M. Three decades of Cd and Zn contamination in Sepetiba bay, SE/Brazil: evidence from the mangrove oyster *Crassostreaa rhizophorae*. **Marine Pollution Bulletin**, Coventry, v. 52, p. 969-987, 2006.

LAILSON-BRITO, J. et al. High organochlorine accumulation in blubber of Guiana dolphin, *Somalia guianensis*, from brazilian coastal and its use to establish geographical differences among populations. **Environmental Pollution**, New York, v. 158, n. 5, p. 1800-1808, 2010.

LEAL NETO, A. C. et al. A system dynamics model for the environmental management of the Sepetiba bay watershed, Brazil. **Journal of Environmental Management**, Heverlee, v. 38, n. 5, p. 879-888, Nov. 2006.

MOLISANI, M. M. et al. Environmental changes in Sepetiba bay, SE Brazil. **Regional Environmental Change**, Aix-en-Provence, v. 4, n. 1, p. 17-27, 2004.

MOLISANI, M. M. et al. Some implications of inter-basin water transfers: mercury emission to Sepetiba bay from the Paraíba do Sul river basin, SE Brazil. In: LACERDA, L. D. et al. (Org.). **South american basins: LOICZ global change assessment and synthesis of river catchment: coastal sea interaction and human dimensions**. Texel: LOICZ Reports & Studies, 2002. p. 113-117.

MOLISANI, M. M. et al. Water discharge and sediment load to Sepetiba Bay from an anthropogenically-altered drainage basin, SE Brazil. **Journal of Hydrology**, Stuttgart, v. 331, n. 3/4, p. 425-433, 2006.

MONTEZUMA, P. N. Análise de prováveis fatores causadores do processo de assoreamento na Baía de Sepetiba. In: TUBBS FILHO, D.; ANTUNES, J. C. O.; VETTORAZZI, J. S. *Bacia hidrográfica dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão dos recursos hídricos*. Rio de Janeiro: INEA, 2012. p. 21-41.

PARAQUETTI, H. H. M. et al. Mercury distribution, speciation and flux in the Sepetiba bay tributaries, SE/Brazil. **Water Research**, Delft, v. 38, n. 6, p. 1439-1448, 2004.

PARAQUETTI, H. H. M. et al. Mercury speciation changes in Waters of the Sepetiba Bay, SE/ Brazil during tidal events and different seasons. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 18, n. 6, p. 1259-1269, 2007.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria Estadual do Ambiente. **Ambiente: lixão zero**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=926885>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Macroplano de gestão e saneamento ambiental da bacia da baía de Sepetiba: relatório final: parte I: diagnóstico ambiental**. Rio de Janeiro. 1998.

ROCHA, D. S. et al. Metais pesados em sedimentos da baía de Sepetiba, RJ: implicações sobre fontes e dinâmica da distribuição pelas correntes de maré. **Geochimica Brasiliensis**, Recife, v. 24, n. 1, p. 63-70, 2010.

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. (Ed.). **Baía de Sepetiba: estado da arte**. Rio de Janeiro, 2012. p. 13-36.

SILVA FILHO, L. C. R. **Análise da gestão costeira em baías**: o caso da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. 2015. 120 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**: 2011-2013. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2013>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Chesapeake bay total maximum daily load (TMDL)**. Philadelphia, 2014. Disponível em: <<https://www.epa.gov/chesapeake-bay-tmdl>>. Acesso em: 12 mar. 2016.