



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

# IMPACTOS NEGATIVOS, POSITIVOS E PROPOSTAS MITIGADORAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: ESTUDO DE CASO DA BH DA LAGOA IMBOASSICA (MACAÉ-RJ)

*Negative and Positive Impacts, and Mitigating Proposals in watersheds: A  
case study of the Imboassica Lagoon Watershed (Macaé-RJ)*

Rachel Freita Barcellos dos Santos\*  
Maria Inês Paes Ferreira\*\*

## Resumo

A BH da Lagoa Imboassica, localizada entre os municípios de Macaé e Rio das Ostras (RJ) vem sofrendo diferentes tipos de intervenções ao longo dos últimos 40 anos, que corroboraram em inúmeros impactos ambientais negativos e positivos para a mesma. Nesse contexto, o objetivo dessa revisão é apontar os impactos sofridos pela BH da lagoa, assim como os impactos positivos e investimentos realizados para a melhoria da qualidade ambiental da BH, e as propostas mitigadoras em discussão atualmente pelo poder público. Os resultados dessa revisão apontam que os principais impactos negativos verificados foram: (i) o lançamento de efluentes sem tratamento; (ii) assoreamento da BH; (iii) desmatamento; e (iv) aberturas artificiais da barra da lagoa. Como impactos positivos podem-se destacar a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto na região e os investimentos com relação ao monitoramento ambiental da BH. Como conclusão ratifica-se a proposta de criação de uma Unidade de Conservação na BH como uma importante alternativa para mitigação dos impactos e para a conservação da lagoa em questão e poderá promover o aporte de recursos financeiros de compensação ambiental oriunda do licenciamento de empreendimentos potencialmente poluidores, conforme estabelecido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica da Lagoa Imboassica, Impactos ambientais, Unidades de Conservação.

## Abstract

*Imboassica Lagoon Watershed, located between the municipalities of Macaé and Rio das Ostras (RJ) has undergone different types of interventions over the last 40 years that corroborated in numerous negative and positive environmental impacts for the same. In this context, the aim of this review is to point out the impacts suffered by watershed, as well as positive impacts and investments to improve the environmental quality of the watershed, and mitigation proposals currently being discussed by the government. The results of this review indicate that the main negative impacts were observed: (i) the release of untreated effluent; (ii) siltation of watershed; (iii) deforestation; (iv) artificial openings of the lagoon bar.*

\* Bióloga, Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEA) do Instituto Federal Fluminense.

\*\* D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Polímeros, IMA/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora do Instituto Federal Fluminense



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

*As positive impacts can highlight the implementation of the Sewage Treatment Plant in the region and investments with respect to environmental monitoring of Watershed. In conclusion, this work sustains the proposal that the creation of a Conservation Unit in the watershed may be an important alternative to mitigate impacts and conserve the lagoon as well as may ultimately promote the allocation of financial resources for environmental compensation arising from the licensing of potentially polluting enterprises, as established by Brazilian National System o Conservation Units.*

*Key words: Imboassica Lagoon Watershed, Environmental impacts. Conservation Unit*

### Introdução

A história dos impactos das atividades humanas no ciclo da água e nos processos de degradação da sua qualidade é longa. Entretanto, pode-se considerar que o grande volume e a complexidade das alterações ocorreram principalmente após a Revolução Industrial e na segunda metade do século XX, como resultado da interferência direta das atividades humanas no ciclo hidrológico e como consequência da urbanização, dos usos do solo para agricultura e da irrigação (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

O município de Macaé, localizado ao norte do Estado do Rio de Janeiro, no decorrer dos últimos 40 anos passou por um acelerado processo de urbanização e crescimento, associado principalmente ao início das atividades ligadas à extração e produção de óleo e gás natural na região. Este processo de crescimento somado à ausência de infraestruturas básicas urbanas promoveu uma série de impactos ambientais negativos em importantes ecossistemas do município (RESSIGUIER, 2011).

Nesse sentido, a Bacia Hidrográfica (BH) da Lagoa Imboassica é um exemplo dos ecossistemas que sofreu e ainda sofre inúmeros tipos de impactos ambientais negativos, provenientes de diferentes tipos de intervenções antrópicas. A BH da Lagoa Imboassica localiza-se entre os municípios de Macaé e Rio das Ostras, onde a lagoa, que dá nome à bacia, e seu principal rio, homônimo, estabelecem um dos limites político-administrativos dos municípios citados (BARRETO, 2009).

Como principais impactos sofridos pela BH, podemos destacar: (i) aterramento das margens da lagoa e rio Imboassica; (ii) fragmentação da vegetação e supressão em áreas de preservação permanente (APP); (iii) abertura artificial da barra de areia que separa a lagoa do mar; (iv) descarte irregular de efluentes sanitários e industriais; e (v) ocupação irregular em áreas de APP e faixa marginal de proteção (FMP) (ESTEVES, 1998; PALMA-SILVA *et al.* 2007; MAROTTA, 2004).

Apesar de ser uma importante bacia para o município, apresentar a maior lagoa urbana do mesmo (ESTEVES, 1998; BARRETO, 2009), e ser tema de diversas discussões e audiências públicas entre a sociedade civil, instituições de ensino e poder público, nos últimos 30 anos (CÂMARA MUNICIPAL DE MACAÉ, 2007; COMMADS, 2010; NUPEM/UFRJ, 2013) foram observadas poucas intervenções positivas e ações efetivas para a mitigação e/ou reparação comparada aos impactos causados.

Nesse contexto, o objetivo da presente revisão consiste na apresentação do histórico dos impactos negativos sofridos pela BH da Lagoa Imboassica, associados às diversas intervenções realizadas na mesma, assim como os investimentos realizados na BH desde a década de 70, e por fim as propostas mitigadoras que estão atualmente em discussão visando à melhoria da qualidade ambiental da BH.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

### Impactos Negativos na BH da Lagoa Imboassica

#### *Histórico sobre o uso e ocupação do solo na BH da Lagoa Imboassica e seus impactos associados no município de Macaé*

Uma das intervenções humanas mais antigas descritas na BH da Lagoa, datada de 1892, foi a construção do trecho da estrada de ferro da Companhia Leopoldina (antiga rede ferroviária), que ligava os municípios de Macaé e Niterói (SILVA, 2011). Podemos considerar a citada intervenção, como um dos primeiros impactos ambientais sofridos pela BH, visto que tal prática provoca o desmatamento de áreas e a movimentação de terras para nivelamento dos trilhos.

Anos mais tarde já no século XX, com a construção da Rodovia RJ 106, conhecida como Rodovia Amaral Peixoto, que teve como objetivo fazer a ligação entre Niterói e Campos dos Goytacazes, a maior acessibilidade à região, e propiciou o aumento da especulação imobiliária no entorno da lagoa, além de aterramentos das suas margens da Lagoa.

Devido ao intenso fluxo de pessoas trazido para região, principalmente após a instalação da Base da PETROBRAS denominada Parque de Tubos (Dias, 2005), em 2004 foram iniciadas obras para duplicação de parte do trecho da rodovia e remodelação de parte do trevo de acesso as instalações da PETROBRAS. No entanto, a duplicação foi realizada em desacordo com a Licença Ambiental emitida pela extinta FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente) e com a legislação ambiental, conforme apontado no relatório de vistoria nº 028/2003 do GATE (Grupo de Apoio Técnico Especializado) do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPRJ, 2006).

De acordo com o relatório do GATE, as obras executadas pelo Município de Macaé resultaram no aterramento de 24 metros de largura da FMP da lagoa, e parte sobre a FMP do rio Imboassica, sendo a duplicação executada de forma irregular em cerca de 860 metros do trecho da rodovia. As obras à época foram embargadas, e o Município de Macaé então celebrou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) junto ao MPRJ.

O TAC em questão foi assinado em 2006, e coloca como compromisso do Município: (i) elaboração de Projeto de Restauração de 31,2 ha da FMP da lagoa e da mata ciliar do rio e; (ii) projeto de demarcação física da FMP da lagoa e do rio. Os projetos foram apresentados ao MPRJ, porém não foram executados pelo município até o presente momento, trazendo conseqüentemente grandes prejuízos a BH, visto que atualmente diversas áreas no momento serão dificilmente recuperadas, devido à ocupação atual da região.

Em 2014 novas intervenções foram iniciadas na mesma rodovia, consistindo apenas em obras de recapeamento e alargamento no município de Macaé, autorizada pelo INEA (Instituto Estadual do Ambiente) por meio da Autorização Ambiental (AA) nº IN026729. Um dos impactos da obra foi justamente a supressão de vegetação na FMP da lagoa, onde cerca de 82 árvores foram suprimidas. Como condicionante da Autorização, o INEA definiu como obrigação da Prefeitura de Macaé a realização da recomposição da vegetação na FMP da lagoa na proporção mínima de 2:1 em relação à área que sofreu a supressão.

Além da ampliação da RJ 106, em 2012 foi implantada uma nova estrada na BH da lagoa, denominada Estrada Municipal Norte-Sul, dentro dos limites da cidade de Macaé, interligando a localidade da Fazenda Mutum no bairro Lagoa, ao KM 164 da RJ 106 no bairro Imboassica e a Estrada Municipal MC088, e com 1 prolongamento indo até o bairro Jardim Guanabara.

A expansão urbana no município de Macaé originou os seguintes bairros dentro dos limites da BH: Cavaleiros, Granja dos Cavaleiros, Imboassica e Lagoa (MACAÉ, 2004). A (Figura 1) indica a localização dos bairros citados acima.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos

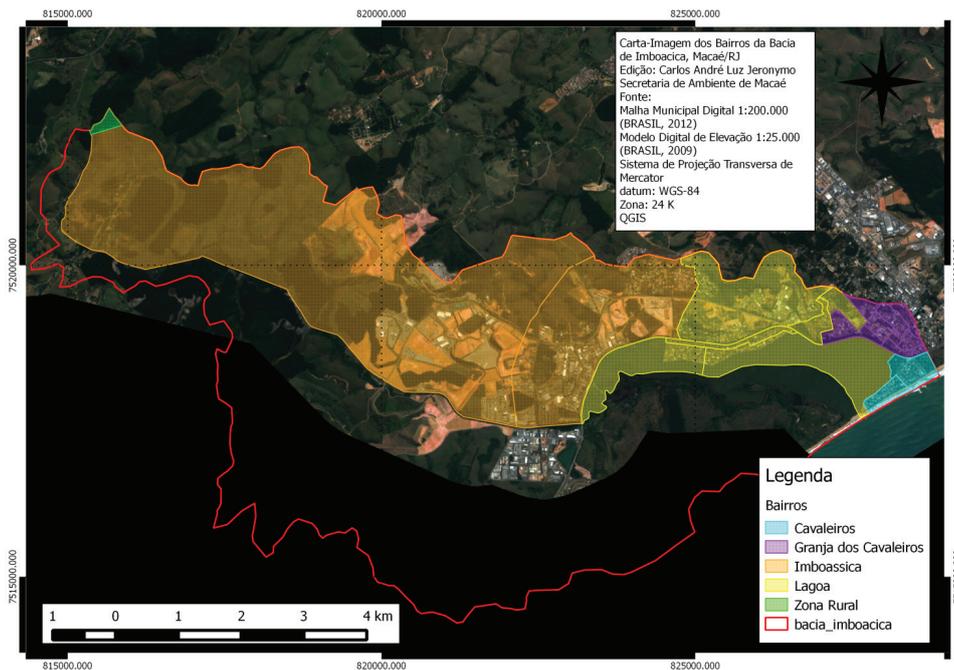


V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamago

ISSN CD-ROM 2316-5049

O bairro Imboassica originou-se de uma vila de pescadores em torno de uma Igreja na localidade, que se expandiu após a implantação da hoje extinta estação ferroviária. A implantação do Parque de Tubos da Petrobras, no final da década de 70, e também a implantação de firmas prestadoras de serviços (BARUQUI, 2004), deram início a modificação da região que anteriormente era predominantemente rural e atualmente tornou-se industrial.

**Figura 1:** BH da lagoa Imboassica com a indicação dos bairros (Município de Macaé)



Fonte: Coordenadoria de Geoprocessamento (SEMA, 2014a).

Já o bairro Granja dos Cavaleiros (aprovado em 1967), inicialmente visava o uso dos lotes como sítios de recreio. No entanto, a partir da década de 80 surgiram prolongamentos do loteamento Novo Cavaleiros, incorporando atividades industriais, com a construção de vários galpões de empresas ligadas à área do petróleo que se estenderam até a região da Granja dos Cavaleiros (BARUQUI, 2004). Os loteamentos Morada das Garças (1977) e Vivenda da Lagoa (1978) surgiram por sua vez, como expansão do bairro Cavaleiros (BARUQUI, 2004), e atualmente compõe o bairro Praia do Pecado (MACAÉ, 2012).

Em levantamento realizado junto a Secretaria de Ambiente de Macaé (SEMA), foi verificado que no período entre o ano de 2008 até o mês de abril de 2014, foram emitidas cerca de cem Licenças Ambientais na região da BH, sendo 39% das Licenças para empreendimentos do tipo Loteamento/Edificação Residencial, 48% para Indústrias de apoio as atividades de óleo e gás, 4% para empreendimentos comerciais do tipo hotelaria e 9% para obras públicas, havendo também 3 empreendimentos com significativo potencial de degradação ou poluição ambiental licenciados pelo INEA.

Em 1978 surgiu o bairro Lagoa, com a aprovação do loteamento Mirante da Lagoa, que de acordo com Esteves (1998), constituiu-se como uma agressão ambiental decorrente do enorme aterro na margem norte da lagoa, que resultou no desaparecimento de 20% de seu espelho d'água e na destruição de importantes habitats da região litorânea e bentônica do ecossistema. Em seguida



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

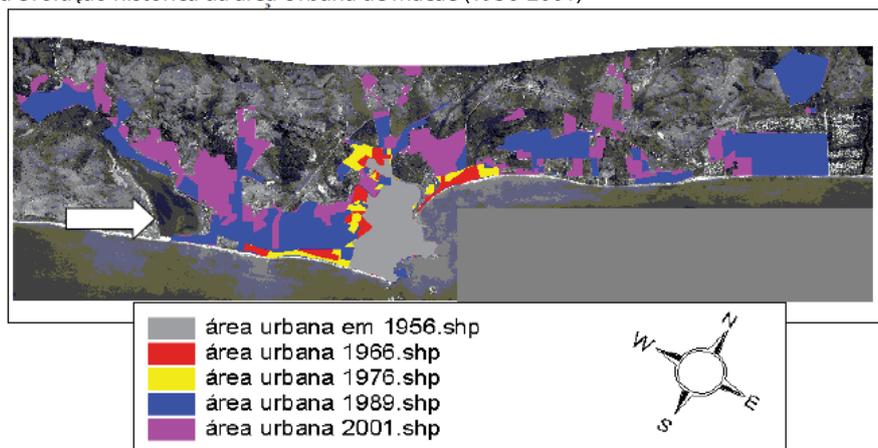
foram aprovados os Loteamentos São Marcos (1988) e Jardim Guanabara (1992), sendo atualmente os Loteamentos São Marcos e Mirante da Lagoa considerados bairros (MACAÉ, 2012).

Neste sentido, com relação à redução na zona de inundação e do espelho d'água da lagoa, promovidas principalmente pela ocupação urbana em seu entorno, Santos *et al.* (1998), por meio de análises de geoprocessamento, constataram que entre os anos de 1969 e 1994, foram aterrados expressivos 69 % da zona de inundação, dos quais cerca de 63% para uso como pastagens e 6 % como área urbanizada, sendo também aterrados 8 % do espelho d'água original, sendo 6% descaracterizados como áreas de pastagem e 2 % como áreas urbanizadas.

Cabe destacar ainda que simultaneamente aos aterros, que podem promover a redução da profundidade da lagoa pontual e rapidamente, houve a intensificação do assoreamento gradual em função do incremento de materiais particulados que alcançam o respectivo corpo hídrico devido ao desmatamento marginal dos canais fluviais da bacia de drenagem (PETRUCIO *et al.*, 1997)

Dias (2005), utilizando aerofotogrametrias de cinco décadas diferentes, avaliou a evolução da área construída no Município de Macaé, entre o período anterior à chegada da Petrobras e sua morfologia em períodos posteriores, como apresentado na Figura 2. A lagoa Imboassica está indicada pela seta branca no mapa.

**Figura 2:** Mapa da evolução histórica da área Urbana de Macaé (1956-2001)



Fonte: Mapa temático elaborado por Dias (2005) adaptado por Barreto (2009).

O mais recente estudo sobre o uso e ocupação do solo da BH da Lagoa, aponta por meio de mapeamento da região a degradação florestal sofrida pela BH, indicando que a vegetação original cedeu lugar principalmente às pastagens, que somadas aos brejos/área inundáveis perfaziam em 2009 53,6% da área total da BH, que é de 58km<sup>2</sup> (BARRETO, 2009). Tal mudança no percentual de ocupação da vegetação em bacias hidrográficas, principalmente no que se refere às matas ciliares, pode trazer grandes prejuízos à conservação das águas e dos ecossistemas hídricos (EGLER, 2012). O gráfico 1 apresenta as porcentagens para cada uso e ocupação do solo na BH (BARRETO, 2009).

Importante destacar que o Rio Imboassica foi submetido a uma grande intervenção na década de 60, por parte das ações promovidas pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), que alteraram os padrões naturais de escoamento de diversas bacias hidrográficas da Região Hidrográfica VIII (RH-VIII) (SEMADS, 2001), e executaram a retificação dos trechos médio e final do referido rio, que atualmente está sendo submetido a diversas intervenções irregulares por parte dos novos loteamentos industriais e empresas do ramo *off-shore* instaladas na região.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

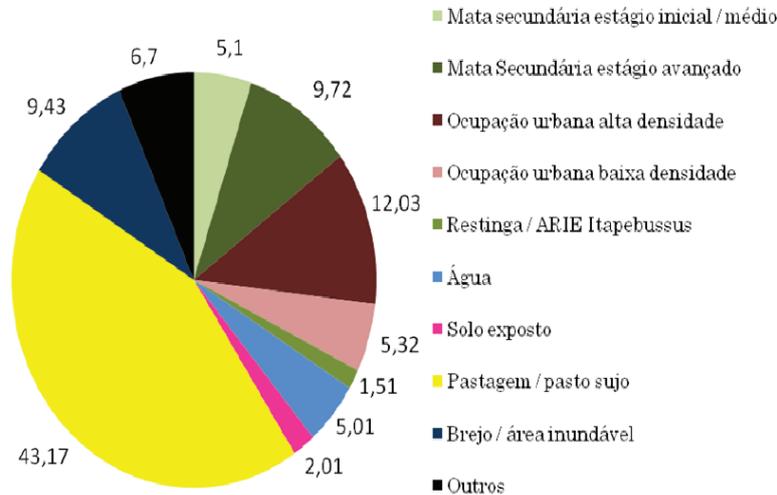
quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

**Gráfico 1:** Percentual das classes de uso da BH da Lagoa Imboassica



Fonte: Barreto (2009)

Durante uma ação de fiscalização e vistoria no bairro Imboassica realizada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e a Secretaria de Ambiente (SEMA), no ano de 2012, com a finalidade de serem levantadas possíveis irregularidades ambientais nas atividades de terraplenagem e nivelamento de greide que estavam sendo executadas de forma intensa e acelerada, foram constatadas as seguintes irregularidades: (i) execução de corte e aterro numa área de aproximadamente 49ha sem a devida Licença Ambiental; e (ii) destruição de cerca de 2,77ha de vegetação em APP no rio Imboassica; e (iii) destruição de cerca de 7,17ha de vegetação secundária em estágio médio e avançado do bioma Mata Atlântica (INEA/SUPMA – SEMA, 2012).

O relatório de vistoria também informa sobre a ocorrência de degradação ambiental devido à movimentação excessiva de terra, com aterramento das margens de um corpo hídrico sem denominação, contribuinte do Rio Imboassica, e das margens do mesmo rio, modificando suas condições hidrográficas e topografia do terreno. Verificou-se no mesmo relatório, que houve uma tentativa de fragmentação de processos de licenciamento na região, que a princípio deveriam ser parte de um único processo com obrigatoriedade de apresentação de EIA/RIMA, devido ao porte do empreendimento e ao potencial poluidor da atividade.

Tais ações fiscalizatórias por parte do poder público foram de suma importância tanto para paralisação das atividades relatadas acima, quanto para aplicação de medidas e sanções administrativas cabíveis, tais como a obrigação dos responsáveis pelo empreendimento em reparar todos os danos causados, como a recomposição das APPs do rio. Apesar do empreendimento em pauta ter obtido a Licença Prévia (LP nº IN027011) junto ao INEA em junho de 2014, tendo sido apresentado o respectivo EIA/RIMA em janeiro do mesmo ano (INEA, 2014), cabe ressaltar que o caso em questão encontra-se no Ministério Público, ainda em fase de análise dos fatos.

### Qualidade das águas e lançamento de efluentes

Em decorrência principalmente da ocupação acelerada e desordenada na região, o lançamento de efluentes domésticos não tratados, bem como de efluentes industriais sem controle e fiscalização



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamago

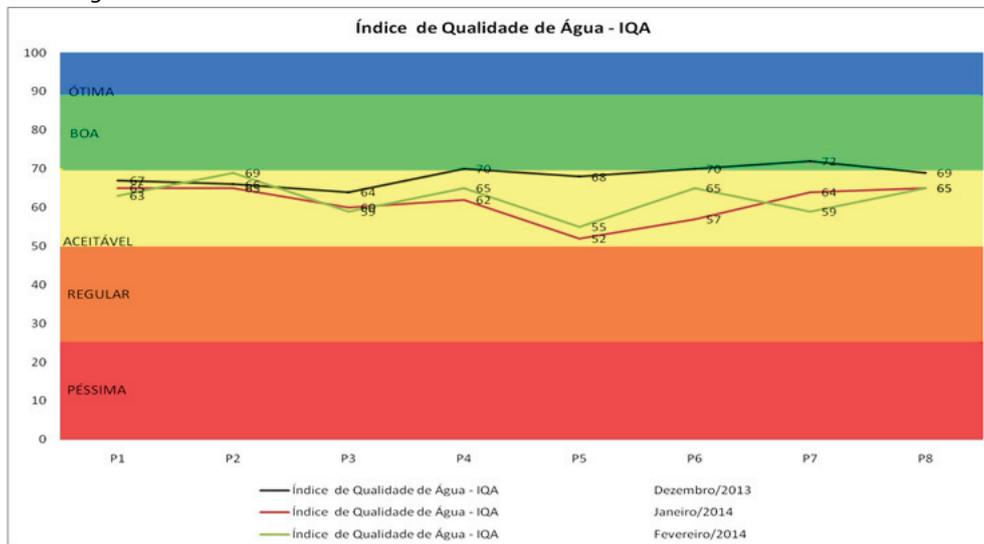
ISSN CD-ROM 2316-5049

eficientes, contribuiu para a grande degradação sanitária da BH, especialmente para a lagoa Imboassica (LOPES-FERREIRA, 1995; ESTEVES, 1998; BARRETO, 2009; BOZELLI, 2009; MACHADO, 2012), que atualmente encontra-se eutrofizada, e durante diversos pontos e períodos apresentando balneabilidade imprópria.

Nesse contexto, as águas da Lagoa Imboassica são monitoradas desde a década de 80, principalmente por pesquisadores da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), e por meio do extinto projeto "Estudos Ecológicos das Lagoas Costeiras do Norte Fluminense" (ECOLagoas), que era um convênio entre a PETROBRAS e o Laboratório de Limnologia do Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé (NUPEM/UFRJ) firmado em 1992 e finalizado em 2009, com o objetivo de gerar conhecimentos científicos e subsídios para o manejo e preservação das lagoas costeiras regionais e repassá-los à população (ECOLagoas, 2009).

Apesar de vastamente estudada e monitorada, os resultados dos estudos sobre a qualidade das águas da lagoa apresentam uma ausência de padronização em relação aos pontos de coleta, principalmente no que se refere aos parâmetros analisados e suas metodologias, dificultando assim uma comparação entre tais estudos (MACHADO, 2012). Por este motivo, optou-se por relatar os estudos mais recentes, que utilizaram mesma metodologia, e dados do projeto ECOLagoas com relação a balneabilidade. Os relatórios do projeto ECOLagoas durante os anos de 2008 e 2009 apontam que, com relação aos valores indicadores das condições de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), pode se afirmar que estes estavam acima do permitido durante quase todo o ano de 2008, no que diz respeito aos valores de colimetria total. Porém, no que se refere aos valores de colimetria fecal, somente as estações 2 (próxima ao canal de esgoto) e 6 (próxima ao rio) da lagoa apresentaram valores de colimetria fecal acima do permitido

**Gráfico 2:** IQA da Lagoa Imboassica



Fonte: SEMA, 2014b

Entre os anos de 2009 e 2014, não foi realizado monitoramento contínuo da lagoa pela SEMA, não sendo encontrados dados disponíveis na literatura. No entanto, durante os meses dezembro de 2013, janeiro e fevereiro 2014, a SEMA realizou o monitoramento da qualidade das águas da mesma, onde foram observados os valores de IQA<sup>1</sup> (Índice de Qualidade de Água) igual a ACEITÁVEL, na maior



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

parte dos pontos amostrados, conforme apresentado no gráfico 2 acima. Cabe ainda ressaltar que os dados referentes à colimetria fecal, apontam que somente 2 dos 8 pontos amostrados, apresentaram valores acima do permitido por Lei. No que se refere a BH da Lagoa Imboassica, Barreto (2009), utilizando também o IQA, classificou a BH em diferentes níveis. O Quadro 1 a seguir, representa os resultados do IQA encontrados nos 6 pontos de coleta realizados por Barreto (2009).

**Quadro 1:** Resultados do IQA na BH da Lagoa Imboassica.

Ponto	Localização	IQA	Categoria
1	Nascente do rio Imboassica	55	Boa
2	Pontilhão da linha férrea	53	Boa
3	Passagem sobre RJ Cantagalo	61	Boa
4	Ponte RJ 106	48	Regular
5	Manilha RJ 106 Bairro Imboassica	39	Regular
6	Canal da Peleja/canal extravasor	53	Boa

Fonte: Adaptado de Barreto (2009)

Quanto aos resultados indicados para os pontos 04 e 05, que apresentaram qualificação REGULAR, o autor do estudo ressalta a necessidade de maior atenção imediata aos mesmos, visto que a análise reflete tão somente uma fotografia do cenário apresentado, e que é justamente à montante dos dois pontos citados, onde se concentram as atividades humanas de ocupação residencial e comercial/industrial. Do mesmo modo, os dados apresentados pela SEMA em 2014 também refletem apenas o cenário para o momento das coletas, o que não quer dizer que a Lagoa como um todo esteja apresentando resultados de melhoria da qualidade da água.

### Aberturas artificiais da barra da Lagoa

Em períodos de forte precipitação, os níveis da água da lagoa Imboassica aumentam de forma que há um transbordamento da mesma, alcançando o nível da rodovia e das ruas do bairro às suas margens, causando inúmeros transtornos para a população da região (ESTEVES, 1998; MAROTTA, 2004; SANTOS, *et al.*, 2006), culminando por vezes no evento de abertura artificial da barra de areia que a separa do mar.

Santangelo *et al.* (2007) ressaltam que, além do controle do nível da água, dentre as várias razões para abertura artificial da barra da lagoa, pode-se incluir: (i) a melhoria da pesca; e (ii) melhoria da qualidade da água através da exportação de nutrientes para o oceano. Ao longo dos anos, tal fenômeno somado à descarga contínua de efluentes, culminou em cerca de 30 aberturas artificiais da barra da lagoa, entre os anos de 1992 e 2014 (PESSANHA, 2012; SEMA, 2014c).

A ocorrência de aberturas da barra arenosa que separa o mar da lagoa promove dois fenômenos principais: (i) a saída da água doce e a conseqüente redução no volume de água da lagoa; e (ii) o aporte de água marinha, com alterações repentinas e drásticas na concentração de sais da água. Em períodos de variabilidade máxima do nível das marés, tal prática pode resultar em significativas alterações ecológicas no sistema, decorrentes principalmente das bruscas variações nos valores de salinidade e entrada de organismos de origem marinha (FROTA; CARAMASCHI, 1998; BRANCO *et al.*, 2007).

Segundo diversas pesquisas na região, esses fatores constituem-se nos principais mecanismos desencadeadores das alterações observadas nos níveis de populações, comunidades e ecossistemas



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

(PANOSSO, *et al.*, 2000; PALMA-SILVA *et al.*, 2000; SAAD *et al.*, 2002; PALMA-SILVA *et al.*, 2007; SANTANGELO *et al.*, 2007; BOZELLI *et al.*, 2009).

Panosso *et al.* (2000) identificaram que as aberturas artificiais de barra influenciaram no aumento das concentrações de fósforo na água, na biomassa fitoplanctônica, e na atividade das fosfatases, indicando que no período da pesquisa (1995-1996), o estado trófico da lagoa, de acordo com os critérios estabelecidos por Wetzel (2001), passou de mesotrófico para eutrófico.

Especificamente para peixes, as aberturas de barra representam um dos fatores que mais afetam a estrutura trófica e a distribuição espaço-temporal das comunidades (AGUIARO, 1994; FROTA; CARAMASCHI, 1998; SOARES, 1998; SAAD *et al.*, 2002; SÁNCHEZ-BOTERO *et al.*, 2009, CAMARA, 2010). Saad *et al.* (2002), apontam que a diversidade e a equitabilidade da fauna de peixes é bem semelhante antes e pós abertura da barra, não sendo observado uma perda efetiva da biodiversidade, e sim uma alteração.

Palma-Silva *et al.* (2007) afirmam que as aberturas de barra causam uma significativa mudança na paisagem da lagoa, visto que as comunidades de macrófitas (*Typha domingenses*, *Eleocharis mutata*) presentes na mesma respondem de maneira diferente às alterações no nível de água, com influência direta nas interações entre a comunidade de macrófitas e as concentrações de nutriente, e a comunidade de macroinvertebrados (*Macrobrachium acanthurus*, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*).

Para a comunidade zooplanctônica, as aberturas de barra representam um grande distúrbio, principalmente devido às alterações nas concentrações de salinidade, que junto à eutrofização, são considerados os principais fatores de estruturação da comunidade. Contrariamente ao observado para peixes, a comunidade zooplanctônica tem sua diversidade reduzida após eventos de rompimento da barra (SANTANGELO, 2007).

Outro efeito negativo advindo das aberturas de barra é o assoreamento da bacia, que de acordo com Esteves (1998), ocorre devido ao aumento da velocidade das águas do Rio Imboassica, e conseqüentemente no aumento do poder de transporte de material particulado, promovidos pela intervenção na barra.

### Prática da pesca sem o devido manejo

A prática da pesca sempre esteve presente na Lagoa Imboassica, o que tornou a lagoa no passado uma importante fonte de produção de pescado para o município de Macaé, com a pesca artesanal praticada diariamente por pescadores residentes (FROTA *et al.*, 1998), ressaltando-se a relevante produção, em algumas épocas do ano, de siri e de camarão (ALBERTONI, 1998).

Sobre a composição da ictiofauna da lagoa, a mesma é composta por uma mistura de espécies dulcícolas e marinhas, registrando um total de 62 espécies, sendo apenas 10 dulcícolas, e dentre estas, apenas o *Geophagus brasiliensis* (acarã), a *Tilapia rendalli* (tilápia), a *Hoplias malabaricus* (traíra) e o *Poecilia vivipara* (barrigudinho) podem ser consideradas espécies residentes. Já dentre as espécies marinhas comuns nas lagoas foram encontradas a *Mugil curema* (parati), *Mugil liza* (tainha), *Gerres oprion* e *Gerres gula* (carapicús), *Diapterus richii* (carapeba), *Diapterus lineatus* (caratinga), *Genidens genidens* (bagre), *Paralichthys brasiliensis* (linguado), entre outros (AGUIARO, 1994; SAAD, 1997; FROTA, 1997 apud FROTA *et al.*, 1998).

Em estudo mais recente, Camara (2010) em sua amostragem na lagoa e rio Imboassica, encontrou também as seguintes espécies: *Strongylura* sp., *Hyporhamphus unifasciatus*, *Harengula* cf. *clupeola*, *Jenynsia multidentata*, *Caranx* sp., *Eleotris pisonis*, *Diapterus olisthostomus*, *Eucinostomus melanopterus*,



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

*Evorthodus lyricus, Ctenogobius shufeldti, Polydactylus virginicus, Abudedefduf saxatilis, Micropogonias furnieri, Achirus lineatus, Paralichthys orbignyanus, Oostethus lineatus e Stephanolepis hispidus.*

Sobre a ocorrência de camarões na lagoa, foram descritas 6 espécies de camarões pertencentes a 2 famílias, Penaeidae e Palaemonidae, sendo as das espécies *Penaeus paulensis, Penaeus brasiliensis, Penaeus schimitti* e *Macrobrachium acanthurus*, espécies que constituem um importante recurso para a pesca artesanal (ALBERTONI, 1998).

O cenário da pesca na BH da Lagoa Imboassica se modificou ao longo dos anos, influenciado principalmente pelos eventos de abertura de barra, despejo irregular de esgoto e expansão imobiliária, acarretando na quase extinção da prática da pesca artesanal, e oscilando entre a pesca praticada por um número maior de pescadores não residentes (oriundos de outras regiões de Macaé ou de municípios vizinhos), e praticada por um número menor de pescadores residentes (FROTA *et al.*, 1998, COIMBRA, 2012).

Ainda de acordo com FROTA *et al.*, (1998), há também a prática de pesca predatória lagoa imboassica, que por sua vez, é um problema que se manifesta através de 3 tipos de práticas: (i) rede de espera de malha fina, que promove a captura de indivíduos juvenis, e/ou abaixo do tamanho ideal para pesca e comercialização; e (ii) arrasto de praia, que causa a captura indiscriminada de peixes juvenis; e (iii) tarrafa, que captura muitos dos peixes marinhos que tentam adentrar a lagoa em períodos de abertura de barra.

Nesse contexto, o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (COMMADS), por meio da Resolução nº 005/2010, dispôs sobre normas e critérios para a atividade da pesca na lagoa, definindo que: (i) proibição da pesca quando houver a abertura da barra da lagoa, visando a renovação do equilíbrio ambiental através da renovação do ecossistema, excetuando-se as primeiras 72h após a abertura, onde é permitido o uso de tarrafa e pesca manual; e (ii) proibição da pesca por meio de rede de espera durante o dia (06h às 18h); e (iii) é permitido a pesca com uso de rede com malha de 40mm, comprimento máximo de 400 m, e com sinalização mínima de 3 bandeiras por rede; e (iv) o uso de tarrafa é permitido, desde que a mesma possua no mínimo 25 mm de malha, exceto para pesca do camarão ( malha de no mínimo com 10 mm).

Além da Resolução COMMADS, atualmente encontra-se em discussão no Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé-Ostras), com participação da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), uma minuta de regulamentação a ser submetida ao Ministério da Pesca. Na proposta do CBH Macaé-Ostras, a pesca na Lagoa estaria condicionada à avaliação da qualidade do pescado, tendo como parâmetros sua propriedade ou não para o consumo humano (CBH Macaé-Ostras, 2013).

Apesar da existência de tentativas de regulamentação para pesca na lagoa, a prática da pesca predatória ainda ocorre. Conforme dados fornecidos pela Coordenadoria de Fiscalização de Controle Ambiental da SEMA, em março de 2014, em ação entre a SEMA e a Guarda Ambiental Municipal de Macaé, foram apreendidos cerca de 500kg de pescado provenientes da lagoa, resultantes de atividade de pesca executada de maneira predatória, em período de defeso e com a malha de rede em desacordo com a Resolução COMMADS citada acima (SEMA, 2014d).

### Execução de Dragagem

A remoção de sedimentos do fundo de corpos hídricos lênticos por meio de dragagem pode ser uma importante alternativa para mitigação da degradação ecossistêmica (OLEM & FLOCK, 1990). Por outro lado, a atividade de dragagem de sedimentos em tais ecossistemas pode gerar a remobilização



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

de poluentes acumulados nos sedimentos e aumentar a biodisponibilidade destes na coluna de água, bem como transferir uma carga de poluentes para outras regiões, aonde naturalmente estes não chegariam (BELLOTTO *et al.*, 2009).

Ao longo dos anos foram feitas diversas dragagens tanto na Lagoa, quanto no Rio Imboassica, na região próxima a foz do rio, na tentativa de melhorar a qualidade do espelho d'água da lagoa, removendo significativamente diversos bancos de macrófitas, e para minimizar o assoreamento do ecossistema. Porém, não foram encontrados registros na SEMA, que quantifiquem o número de dragagens realizadas ao longo dos anos, assim como o período de realização das mesmas.

No entanto, em sua pesquisa sobre os efeitos da dragagem (não precedida de planejamento urbano-ambiental) sobre as concentrações de nitrogênio dissolvido (N) e fósforo dissolvido (P), bem como na razão N:P, no Sistema de Interface Rio Lagoa (SIRLa)<sup>2</sup> da BH da Lagoa Imboassica, Marotta (2004) apresenta informações sobre o histórico desta região antes (período de 1992-1994 e 2001-2002) e após (período de 2002-2003) a dragagem. O autor relata que no período entre 1992 e 1994, o rio Imboassica apresentava ligação direta com a lagoa, não havendo o estabelecimento de macrófitas aquáticas em toda sua calha. Já em 2001, antes da dragagem, o SIRLa encontrava-se completamente assoreado, sem coluna d'água permanente e densamente colonizado por macrófitas aquáticas, comunidade também dominada por *Typha domingensis*. Importante salientar que os fatores que contribuíram a época para essa dinâmica, foram a diminuição de profundidade causada pelo processo de assoreamento, intensificado pelo desmatamento das matas ciliares da bacia de drenagem, e o aporte de nutrientes via fontes pontuais e não pontuais (MAROTTA, 2004).

A dragagem executada em junho de 2002, no baixo curso do rio Imboassica, incluindo o seu encontro com a lagoa, resultou numa intervenção de aproximadamente 5 Km de extensão. O evento de dragagem promoveu a retirada de toda a vegetação de macrófitas aquáticas bem como de seu substrato, e aprofundou, como conseqüência, o leito fluvial em cerca de 4,5 metros, tornando aparente uma coluna d'água perene e rasa (MAROTTA, 2004).

Como conclusão final, Marotta (2004) apontou de modo geral, que o crescimento urbano desprovido da infra-estrutura, resultou em dez anos no aumento das concentrações de N e P, bem como na diminuição das razões N:P, em todas as 5 estações de coleta (1 no SIRLa e 4 na lagoa), intensificando o processo de eutrofização. No âmbito da BH, o evento da dragagem intensificou a degradação, principalmente da Lagoa, por tempo mais pronunciado ao invés de mitigá-la.

## Impactos positivos/ investimentos na BH da Lagoa Imboassica

### *Implantação do canal extravasor*

Na década de 80, uma das ações de manejo da Lagoa Imboassica que visava o controle do nível da água, mantendo o volume hídrico em um patamar ideal, evitando o transbordamento excessivo e a consequente abertura artificial da barra da lagoa, foi a construção do canal extravasor pela Prefeitura Municipal de Macaé, que ligava a lagoa ao mar. No entanto, até o ano de 1996 este canal encontrava-se assoreado, tornando a drenagem da lagoa ineficiente, demandando assim da utilização de tratores para extração da areia acumulada (FROTA *et al.*, 1998).

A partir desse período, houve melhoria no funcionamento do canal extravasor durante um período, principalmente durante o ano de 1997, devido às ações para aprofundamento da calha central e ampliação da saída para o mar (FROTA *et al.*, 1998). Mas ainda assim, tais melhorias não foram



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

suficientes para o controle ideal do nível da lagoa, o que promoveu a reconstrução do Canal Extravador e vertedouro, promovida pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea) no ano de 2011 (PESSANHA, et al., 2011).

Apesar da redução no número de aberturas da barra da lagoa, o controle do nível da água da mesma por meio do canal extravasor e vertedouro, no período compreendido entre os anos de 2011 e 2014, ainda não é executado de forma totalmente eficiente, visto alguns episódios de transbordamentos da água no referido período, que por sua vez corroboraram em seis aberturas artificiais da barra do canal extravasor entre os anos de 2012 e 2013, e 1 abertura artificial da barra da lagoa em 2012 (SEMA, 2014c).

Além disso, observa-se que se passou um longo período de tempo (entre 1997 e 2011) para uma ação mais objetiva e duradoura com relação à eficiência do canal extravasor, sendo a obra final em questão fruto de três Termos de Ajustamento de Conduta, celebrados em 2010 entre o INEA e duas empresas instaladas na BH, provocados pelo Inquérito Civil nº 045/05/MA/MCE (SILVA, 2011).

### *Monitoramento de parâmetros limnológicos da coluna d'água, sedimento e biota da lagoa e do rio Imboassica.*

Durante dezoito anos, o monitoramento da qualidade das águas da Lagoa Imboassica, foi realizado pelo Laboratório de Limnologia da UFRJ (entre os anos de 1992 e 2009). Somente a partir do ano de 2011 a Lagoa passou a ser monitorada pela SEMA. A prática do monitoramento executada pela SEMA, apesar de ter sido uma importante ação proveniente do órgão ambiental também responsável pela gestão da BH da lagoa, não era provida de um planejamento adequado, e nem possuía dados suficientes para a gestão da mesma, fato este comprovado pela ausência de documentos pertinentes ao monitoramento no órgão em questão, assim como de uma análise sistemática dos dados coletados.

Nesse contexto, a SEMA no ano de 2013, por meio da Resolução CBH nº 26/2012 do CBH Macaé-Ostras, obteve apoio para o financiamento do projeto "Monitoramento de parâmetros limnológicos da coluna d'água, sedimento e biota da lagoa e do rio Imboassica" (CBH MACAÉ-OSTRAS, 2012; CBH MACAÉ-OSTRAS, 2013).

O projeto em questão tem como principais objetivos: (i) avaliar a qualidade da água da lagoa e rio Imboassica; (ii) avaliar se os parâmetros coletados estão atendendo aos valores determinados na CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes; (iii) avaliar a composição da fauna bentônica como bioindicadora da qualidade das águas; (iv) verificar a influência do processo de expansão urbana sobre a qualidade da água nos pontos amostrados; e (v) estimar a concentração de elementos traço na biomassa de duas espécies de peixes na lagoa (SEMA, 2013a).

De acordo com a Coordenadoria de Biodiversidade, Gestão das Água e do Território da SEMA, responsável pelo acompanhamento do projeto, o mesmo deverá ter início ainda no ano de 2014, sendo portanto fundamental na avaliação da melhoria da qualidade ambiental da BH, após o início do tratamento de parte considerável do efluente sanitário que é lançado na mesma, por parte da ETE Mutum licenciada entre os anos de 2013 e 2014.

Segundo Marotta (2009), o monitoramento limnológico possui o papel técnico de gerar informações e de subsidiar o aprimoramento de metodologias, imprescindível e insubstituível para a efetiva execução do planejamento e da gestão urbano-ambientais. Sendo assim, qualquer sistema produtivo comprometido com o uso dos recursos hídricos em longo prazo, deve considerar o monitoramento limnológico não como um ônus, mas como um investimento vital às gerações futuras.

Outro projeto de pesquisa em andamento desenvolvido em parceria entre o NUPEM-UFRJ



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

e o IFF-Fluminense (Instituto Federal Fluminense), tem como objetivo principal a identificação do potencial da utilização da macrófita *Typha domingensis* Pers. (taboa) na mitigação de impactos antrópicos, visando o desenvolvimento de técnicas em saneamento ecológico para a valorização dos nutrientes contidos nos efluentes domésticos lançados na Lagoa Imboassica.

### *Tratamento de efluentes na BH da Lagoa Imboassica*

O município de Macaé como um todo apresenta um histórico recente quanto ao tratamento do esgoto sanitário. Silva (2011) aponta que cerca de mais de 80% do esgoto doméstico gerado no município não era tratado até o ano de 2010, sendo os sistemas de esgotamentos mais comuns, os de rede mista (esgoto e águas pluviais), que tem como destinação final os diversos canais da cidade que desembocam no rio Macaé e Canal dos Jesuítas.

Já com relação aos bairros do entorno da Lagoa Imboassica e praia dos Cavaleiros, o sistema de esgotamento sanitário que prevalece é o fossa-filtro-sumidouro. No entanto, cabe ressaltar a existência de lançamento clandestino de esgoto doméstico, sem qualquer tipo de tratamento, diretamente na lagoa (Silva, 2011).

Do ponto de vista do saneamento ambiental municipal, a BH da lagoa está inserida no Sistema Sul, que compreende os bairros que se encontram geograficamente localizados abaixo do rio Macaé (limite norte), acima da fronteira com o município de Rio das Ostras (limite sul), a direita da região serrana (limite oeste), e a esquerda do oceano atlântico (limite leste) (ESANE, 2014).

Com base nos dados fornecidos pela SEMA, a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Mutum (22°24'S; 41°49'O) foi implantada em 2009, conforme processo de solicitação de Licença Municipal de Instalação (Processo SEMA nº 00169/2008), e Licença Municipal de Instalação (LMI) nº 002/2008. Inicialmente a ETE foi construída com somente 1 (um) módulo, com tratamento em nível terciário, capacidade nominal de tratamento de 20L/s, com objetivo de atender os bairros Mirante da Lagoa, Jardim Guanabara, Mutum e Alto do Novo Cavaleiros (SEMA, 2008).

Apesar de ter sido inaugurada em 2009, a ETE só iniciou sua operação em 2013, após assinatura do contrato de parceria público-privada (PPP), entre a empresa Foz de Macaé S. A. e a Prefeitura de Macaé em 2012, emissão da Licença Municipal de Operação (LMO) nº 392/2013 e a emissão da LMI nº 426/2013, que autorizou a implantação de redes coletoras e de transporte de esgoto sanitário, estações elevatórias de esgoto, linha de recalque, ligações de esgoto entre as casas e o coletor de esgoto, e a instalação do segundo módulo da ETE, com capacidade nominal de tratamento de 20L/s (SEMA, 2013b; SEMA, 2013c).

Após a ampliação da ETE, e emissão da LMO nº 477/2014 (SEMA, 2013b), a mesma passou a ter capacidade nominal de tratamento de 40L/s, o que permitiu uma ampliação no atendimento ao tratamento dos efluentes dos bairros do entorno da BH da lagoa. Desta forma, a ETE atualmente atende as seguintes localidades: São Marcos, Jardim Guanabara, Mirante da Lagoa, Granja dos Cavaleiros (somente a Alameda da Lagoa e Alameda do Bosque), Cavaleiros, Morada das Garças, Vale dos Cristais, Vivendas da Lagoa, Costa Dourada, Praia do Pecado. A construção, bem como a operação e ampliação da ETE são de extrema relevância para a qualidade ambiental da BH da lagoa, principalmente no que tange a qualidade das águas, já que a descarga de nutrientes e patógenos lançados no corpo hídrico está sendo sensivelmente reduzida, e sendo lançada de acordo com os parâmetros permitidos na legislação vigente, como apontam os resultados obtidos nos boletins de análises e coletas realizadas em janeiro e fevereiro de 2014 (SEMA, 2013b) indicados na tabela abaixo (tabela 2).



**Tabela 2:** Parâmetros<sup>3</sup> de entrada e saída da ETE Mutum

Mês Referência		Janeiro/2014		Fevereiro/2014		V.M.P. (Valor Máximo Permitido)*
Parâmetros	Unidades	Resultados Entrada da ETE	Resultados Saída da ETE	Resultados Entrada da ETE	Resultados Saída da ETE	
DBO	mg/L	1.527,10	< 5,00	187,20	< 5,00	remoção 70%
DQO	mg/L	4.050,00	36,00	340,00	36,00	< 250
RNFT	mg/L	3,75	< 0,01	440,00	10,00	remoção 70%
Ph	---	6,82	6,97	7,18	7,41	5,0 e 9,0
Temperatura	°C	26,50	26,10	25,00	25,60	< 40
Sólidos sedimentáveis	ml/L	35,00	< 0,10	4,00	< 0,10	1,0
MBAS (Detergentes)	mg/L	2,00	0,31	6,00	0,39	2,0
Nitrogênio Total	mg/L	33,67	9,00	57,00	10,00	10,0
Fósforo Total	mg/L	5,80	0,70	5,40	2,34	1,0
Óleos e Graxas	mg/L	12,57	5,14	7,94	2,06	20,0
Coliformes Totais	NMP 100ml	> 1600	110	> 1600	> 1600	Resolução CONAMA nº 274/2000
<i>Escherichia coli</i>	NMP 100ml	> 1600	17	170	13	Resolução CONAMA nº 274/2000

Fonte: Elaboração própria. SEMA, 2013b – Boletim de Análises e Coletas da ETE Mutum

De forma geral, com relação à caracterização qualitativa do efluente sanitário, os níveis de todos os parâmetros físicos, químicos e biológicos observados na entrada da ETE, ou seja, referente ao efluente bruto, está dentro das faixas consideradas como típicas segundo Von Sperling (1996). Já com relação à saída, ou seja, o efluente tratado lançado no corpo hídrico, todos os parâmetros físicos e químicos estão em conformidade com a legislação em vigor. No entanto, quanto aos parâmetros biológicos, especificamente para Coliformes totais, no mês de fevereiro de 2014, os valores para entrada e saída do efluente são semelhantes.

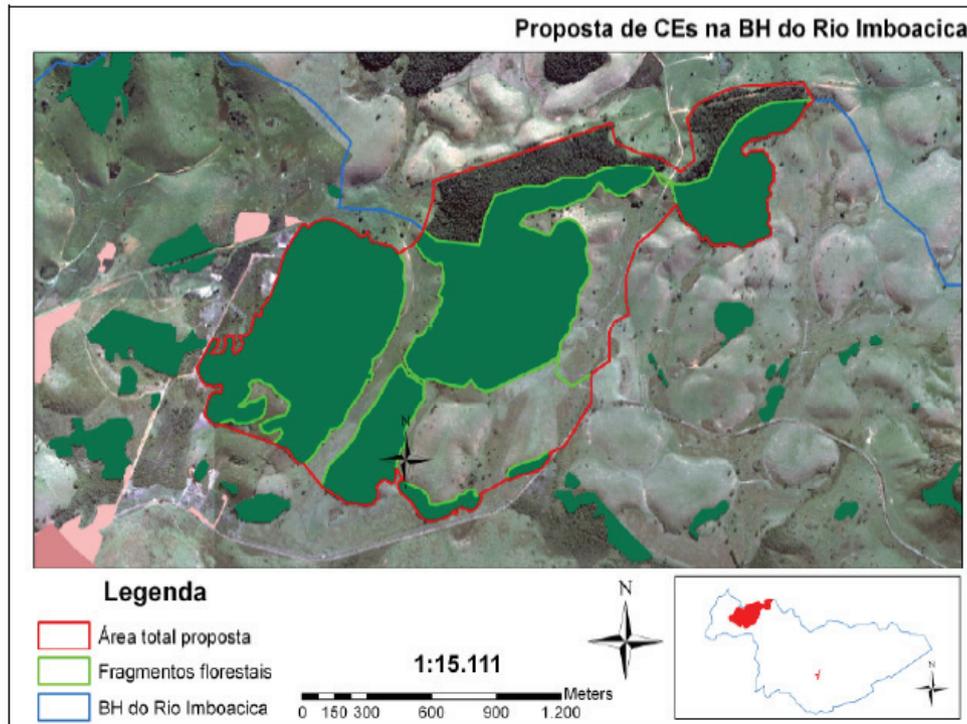
## Propostas Mitigadoras

### *Propostas de formação de Corredores Ecológicos*

Uma proposta de formação de Corredores Ecológicos (CEs) na BH da lagoa foi sugerida por Barreto (2009) em 2009, após levantamento de todos os fragmentos florestais existentes na BH, com o objetivo de interligar fragmentos compostos por mata secundária em estágio avançado numa região de área rural, próxima a nascente do rio Imboassica. A figura 3 representa a citada proposta, totalizando uma área de aproximadamente 170 ha de vegetação.



**Figura 3:** Carta imagem com a proposta preliminar de criação de Corredores Ecológicos na região da BH da Lagoa Imboassica sugerida por Barreto (2009).



Fonte: (BARRETO, 2009).

### Proposta de Criação de Unidade de Conservação

No ano de 2007 foi apontado pela primeira vez, durante a Conferência Municipal de Meio Ambiente do município de Macaé, no eixo de discussão sobre a criação de Unidades de Conservação, uma diretriz para criação de uma Unidade de Conservação na BH da lagoa. No entanto, somente no ano de 2012, após a publicação de Torres *et al.* (2012), o tema sobre a possibilidade de criação de uma UC na BH foi levantado, não havendo nenhuma movimentação para a criação da mesma ao longo desses 5 anos.

Além disso, o bairro Imboassica foi definido como Macroárea de Ocupação Controlada, por meio da Lei Complementar nº 076/2006 (Plano Diretor do Município de Macaé), correspondendo às áreas com concentração e predominância da atividade industrial e de serviços industriais, onde se identifica tanto a necessidade de disciplinar ou conter a expansão territorial, tendo em vista os impactos negativos gerados sobre áreas de uso residencial e de interesse ambiental, quanto à potencialidade para ampliação e fomento da atividade industrial garantindo os limites de tolerância para proximidade de usos desconformes (MACAÉ, 2006).

A citada Lei ainda aponta em seu inciso III do art. 143, que áreas ambientais frágeis das Macroáreas de Ocupação Controlada deveriam ser recuperadas e preservadas (MACAÉ, 2006). No entanto, como mencionado anteriormente, ao longo dos anos houve uma acentuada ocupação da área, principalmente por indústrias e ocupações residenciais, e nenhuma medida efetiva para recuperação e preservação dos recursos hídricos e florestais da BH foram realizadas.

No que se refere à Criação de uma UC na BH, Torres *et al.* (2012) apontam as áreas de vegetação remanescente tanto de restinga, quanto as propostas por Barreto (2009), como o foco para criação da



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

mesma. Afirmam ainda que para promover de fato maior proteção para a BH, a UC a ser criada deveria estar inserida no grupo de Proteção Integral, na categoria de Parque Estadual, já que a BH está inserida em 2 municípios limítrofes (Macaé e Rio das Ostras), o que inviabilizaria uma UC Municipal.

Já a indicação de Proteção Integral é pautada na narrativa de que as UC de Uso Sustentável, de modo geral, apresentam regime de apropriação particular, permitindo em alguns casos o uso consumptivo dos recursos, os quais podem não ser compatíveis com aqueles pretendidos pelas comunidades tradicionais remanescentes, o que levaria a uma flexibilização na regulamentação dos usos.

A criação de uma UC na região, além de colaborar com a preservação e conservação de fragmentos importantes da BH, ao longo do tempo pode resultar na restauração das mesmas, além de impedir novos avanços em áreas frágeis da BH como as áreas de APP e FMP do Rio Imboassica.

### Conclusão

Com base no levantamento bibliográfico pode-se concluir que, ao longo de todos esses anos a BH da Lagoa Imboassica vem sofrendo impactos principalmente ligados à abertura artificial da barra de areia que separa a lagoa do mar, ao despejo de efluentes tanto domésticos como industriais, e ao assoreamento e desmatamento causados por sua ocupação. Tais impactos atuam em diferentes escalas espaciais e em diferentes níveis tróficos, sendo prejudicial para o funcionamento adequado do ecossistema, acarretando na perda de serviços ambientais, como por exemplo, a pesca e o uso recreativo (para banho), devido às más condições da qualidade da água em determinados períodos.

Apesar da execução de dragagens não ter sido observada nos últimos anos, a mesma ainda é objeto de discussão entre o Poder Público, no que tange à melhoria da qualidade do espelho d'água e ao assoreamento. Ainda que as dragagens, quando bem executadas e planejadas, possam trazer benefícios para o ecossistema, cabe analisar o quanto as mesmas são necessárias, e o quanto poderão gerar benefícios, visto que se mal realizadas, podem trazer mais prejuízos a BH.

Com relação aos investimentos realizados, no que se refere ao canal extravasor, é importante destacar a necessidade de manejo adequado do mesmo como medida fundamental para o controle do nível d'água da Lagoa Imboassica, prevenindo inundações nos bairros e rodovias localizados no seu entorno, bem como eliminando as possibilidades de novas aberturas artificiais da barra da lagoa.

Deve ser ressaltado o impacto positivo gerado pela implantação da ETE Mutum, que atualmente trata o efluente gerado pela maior parte das bacias de contribuição à Lagoa, o qual anteriormente era lançado na BH sem o tratamento adequado, ou na ausência do mesmo. Nesse sentido, o monitoramento da qualidade de água da BH que será executado pela SEMA será primordial na avaliação da melhoria da qualidade ambiental da BH, assim como o planejamento para as futuras ações de gestão.

Podemos considerar que as proposta mitigadoras em discussão devem ser executadas o quanto antes, visto que a BH apresenta hoje poucas áreas que possam ser protegidas, e que de fato a proteção das mesmas trará resultado positivo, tanto na conservação de áreas que ainda não foram totalmente antropizadas, e que podem ser recuperadas, quanto com relação à melhoria da qualidade da água por meio da promoção da revegetação de fragmentos florestais em áreas de APP.

Por fim, uma vez que a região possui uma significativa demanda de empreendimentos que necessitam de licenciamento ambiental, a proposta de criação da UC pode vir a promover o aporte de recursos de compensação ambiental oriunda do licenciamento de empreendimentos potencialmente poluidores que venham a se instalar entorno da UC, conforme estabelecido pelo Art. 36 do SNUC (BRASIL, 2000), o que favorece a implementação da UC de forma a contribuir com sua sustentabilidade econômica a médio e a longo prazos.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTONI, E. F. Ocorrência de camarões peneídeos e paleomonídeos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus. In: ESTEVES, F. A. (org.). *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 1998. p. 352-358.

ANA. Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>. Acesso em: 10/03/2014.

AGUIARO, T. Estrutura da comunidade de peixes de três lagoas costeiras da região de Macaé (RJ). Dissertação PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 118p, 1994.

BELLOTTO, V. R.; KUROSHIMA, K. N. & CECANHO, F. Poluentes no ambiente estuarino e efeitos da atividade de dragagem. In: Joaquim Olinto Branco; Maria José Lunardon-Branco & Valéria Regina Bellotto (Org.). *Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas*. Editora UNIVALI, Itajaí, SC., 312p. 2009.

BARRETO, G. S. Mapeamento ambiental da Bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica: Subsídio para construção de planos de bacia. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal Fluminense, Macaé, 148p, 2009.

BARUQUI, S. S. C. A cidade formal e a cidade informal em Macaé: uma análise do crescimento habitacional na década de 90. Dissertação (Mestrado), Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, 120p, 2004.

BOZELLI, R. L.; CALIMAN, A.; GUARIENTO, R. D.; CARNEIRO, L. S.; SANTANGELO, J. M.; FIGUEIREDO-BARROS, M. P.; LEAL, J. J. F.; ROCHA, A. M.; QUESADO, L. B.; LOPES, P. M. Interactive effects of environmental variability and human impacts on the long-term dynamics of an Amazonian floodplain lake and a South Atlantic coastal lagoon. *Limnologica*. v. 39, p. 306-313, 2009.

BRANCO, C. W.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; ESTEVES, F. A. Environmental changes and zooplankton temporal and spatial variation in a disturbed Brazilian coastal lagoon. *Braz. J. Biol.*, 67(2):251-262, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. DOU 18 de março de 2005.

BUENO, C. Bases conceituais de corredores ecológicos e proposta metodológica: evoluções na conservação da biodiversidade. Tese (Doutorado). Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 220p, 2004.

CAMARA, E. Gradientes ambientais e a ictiofauna litorânea de ecossistemas costeiros: os efeitos de aberturas da barra arenosa em duas lagoas do sudeste brasileiro, RJ. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 100p, 2010.

CÂMARA MUNICIPAL DE MACAÉ. Ata da Audiência Pública sobre a Lagoa Imboassica. 2007.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

CBH MACAÉ E DAS OSTRAS. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras. Resolução CBH nº 26/2012. 2012.

CBH MACAÉ E DAS OSTRAS. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras. Ata da Reunião Ordinária das Câmaras Técnicas. Setembro, 2013.

COIMBRA, R. S. C. Biomarcadores na Avaliação da Qualidade do Pescado na Lagoa Imboassica, Macaé, RJ. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal Fluminense, Macaé, 2013.

COMMADS. Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Ata da Reunião Pública da Lagoa Imboassica. 2010.

DIAS, R. S. A formação de uma aglomeração industrial em Macaé, RJ: uma caracterização da espacialidade da indústria petrolífera e seus impactos no espaço urbano macaense e sua região de entorno. Monografia (Licenciatura em Geografia) CEFET/Campos. Campos dos Goytacazes, 115p, 2005.

ECOLAGOAS. Estudos Ecológicos das Lagoas Costeiras do Norte Fluminense – Projeto ECOLagoas, Relatório Anual 2008. 2008.

ECOLAGOAS. Estudos Ecológicos das Lagoas Costeiras do Norte Fluminense – Projeto ECOLagoas, Relatório Anual 2009, 2009.

ESANE. Mapa das Bacias tratadas pela ETE Mutum. 2014

EGLER, M. Gerenciamento integrado de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro: ensaio de indicador para o estabelecimento da avaliação das relações entre qualidade da água e cobertura vegetal. Tese (Doutorado), 315p, 2012.

ESTEVES, F. A. Lagoa Imboassica: Impactos Antrópicos, Propostas Mitigadoras e sua importância para a pesquisa ecológica. In: ESTEVES, F. A. (org.). Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 1998. p. 401-429.1998

FROTA, L. O. R.; CARAMASCHI, E. P. Aberturas artificiais da barra da Lagoa Imboassica e seus efeitos sobre a fauna de peixes. In: ESTEVES, F. A. (org.). Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 1998. p. 327-350

INEA-SUPMA; SEMA. Relatório de Vistoria nº 159/2012. 27p, 2012.

LOPES-FERREIRA, C. Redução das concentrações de nitrogênio e fósforo dos efluentes domésticos lançados na lagoa Imboassica, através de um região colonizada por macrófitas aquáticas. In: ESTEVES, F. A. (org.). Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 1998. p. 375-389.

MACAÉ. Lei Complementar nº 045 de 10 de dezembro de 2004. Consolida as Leis Municipais nº. 006/1998, 012/1999 e 017/1999, que dispõem sobre a Divisão Administrativa do Município, promove



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

novo ordenamento territorial, expandindo a zona urbana, e dá outras providências. 2004  
\_\_\_\_. Lei Complementar nº 076 de 28 de dezembro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Macaé. 2006

\_\_\_\_. Lei Complementar nº 214 de 2012. Derroga ou revoga parcialmente a Lei Complementar nº 045/2004 dispondendo sobre o novo reordenamento territorial do Município de Macaé. 2012

MACHADO, P. V. L. Estudo dos aspectos qualitativos da água e dos Sedimentos na bacia hidrográfica da lagoa Imboacica e aplicação de índices de qualidade. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Macaé, 51p, 2012.

MAROTTA, H. Dragagem não precedida de planejamento urbano-ambiental (Lagoa Imboassica, Macaé, RJ): quando a tentativa de mitigação causa a degradação. Monografia (Bacharelado em Geografia), Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 105p, 2004.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Inquérito Civil nº 096/2006MA/MCE. 2006

NUPEM/UFRJ. Associações de moradores discutem as condições ecológicas da Lagoa de Imboassica. Disponível em: <http://www.macaee.ufrj.br/nupem/index.php/novidades/182-associacoes-de-moradores-discutem-as-condicoes-ecologicas-da-lagoa-de-imboassica>. Acesso em: 05 mar. 2014.

OLEM, H. & FLOCK, G. Lake and reservoir restoration guidance manual. 2. ed. Washington: USEPA, 154p, 1990.

PALMA-SILVA, C., ALBERTONI, E. F., ESTEVES, F. A. *Eleocharis mutata* (L.) Roem. et Schult. subject to drawdowns in a tropical coastal lagoon, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Plant Ecology*, 148:157-164, 2000.

PALMA-SILVA, C.; ALBERTONI, E. F.; ESTEVES, F. A. Efeito de perturbações antrópicas sobre as comunidades de macrófitas e de macroinvertebrados associados (Lagoa Imboassica, RJ). *Brazilian Journal of Ecology*, v. 11, p. 26-32, 2007.

PANOSSO, R., ESTEVES, F. A. Regeneração do fósforo através da fosfatase extracelular em duas lagoas costeiras submetidas a diferentes graus de impactos antrópicos. In: Esteves, F. A., Lacerda, L. D. (eds) *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras.* NUPEM/UFRJ. 2000. p. 266-294.

PESSANHA, C. M. D., LUGON JR., J., FERREIRA, M. I. P., SOUZA, P. R. N., HORA, H. M. C. 2011. Uso de Modelagem Computacional aplicada à gestão sanitário-ambiental: uma proposta de adaptação da plataforma MOHID water para corpos lênticos aplicada à Lagoa Imboacica, Macaé-RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes: Essentia Editora*, v. 5, n. 2, p. 45-70, 2011.

PESSANHA, C. M. D. Modelagem computacional aplicada à gestão sanitário-ambiental da Lagoa Imboassica-RJ. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal Fluminense, Macaé, 2012, 67p.

PETRUCIO, M. M., ENRICH-PRAST, A., ESTEVES, F. A. Vertical distribution of nutrientes in the sedimento f a Brazilian coastal lagoon (Imboassica Lagoon, Rio de Janeiro). *Acta Limnol. Bras.* 9:117-124, 1997.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

RESSIGUIER. Atividade Petrolífera e Impactos no Espaço Urbano do Município de Macaé/Rj – 1970/2010. Dissertação (Mestrado), 113p, 2011.

SAAD, A. M., BEAUMORD, A. C.; CARAMASCHI, E. P. Effects of Artificial Canal Openings on Fish Community Structure of Imboassica Coastal Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Coastal Research, Special Issue 36*, p. p. 634-639, 2002.

SÁNCHEZ-BOTERO, J. I., GARCEZ, D. S., CARAMASCHI, E. P. & SAAD, A. M. Indicators of influence of salinity in the resistance and resilience of fish community in a tropical coastal lagoon (Southeastern Brazil). *Boletim de Investigaciones Marinas y Costeras*, v.38, n.1, pp. 171-195, 2009.

SANTANGELO, J. M., ROCHA, A. M., BOZELLI, R. L., CARNEIRO, L. S.; ESTEVES, F. A. Zooplankton responses to sandbar opening in a tropical eutrophic coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.71, p. 657-668, 2007.

SANTOS, E. G.; BRANCO, C. W. C.; XAVIER-DA-SILVA, J. Evaluation of environmental conditions in a Brazilian coastal lagoon (Lagoa Imboassica, RJ) and surrounding using geoprocessing. *Verhandlungen des Internationalen*, vol. 26, p. 1499-1502. 1998

SANTOS, A. M.; AMADO, A. M.; MINELLO, M.; FARJALLA, V. F.; ESTEVES, F. A. Effects of the sand bar breaching on *Typha domingensis* (PERS.) in a tropical coastal lagoon. *Hydrobiologia* v. 556, p 61–68, 2006. SEMADS, 2001

SEMA. Processo Administrativo nº 00169/2008. Solicitação de Licença Municipal de Instalação – ETE Mutum. 2008.

\_\_\_\_. Coordenadoria de Biodiversidade, Gestão das Águas e Território. Projeto Monitoramento de parâmetros limnológicos da coluna d'água, sedimento e biota da lagoa e rio Imboassica. 2013a.

\_\_\_\_. Processo Administrativo nº 80765/2013. Solicitação de Licença Municipal de Operação – ETE Mutum. 2013b.

\_\_\_\_. Processo Administrativo nº 80169/2013. Solicitação de Licença Municipal de Instalação – ETE Mutum (2º Módulo). 2013c.

\_\_\_\_. Coordenadoria de Geoprocessamento. Carta Imagem dos Bairros da Bacia da Imboassica. 2014a.

\_\_\_\_. Coordenadoria de Biodiversidade, Gestão das Águas e Território. Relatório Qualidade das águas da Lagoa Imboassica. 2014b.

\_\_\_\_. Coordenadoria de Biodiversidade, Gestão das Águas e Território. Planilha de Controle do Nível da Água e Aberturas de Barra da Lagoa Imboassica. 2014c.

\_\_\_\_. Coordenadoria de Fiscalização de Controle Ambiental. Relatório da Ação sobre a pesca na Lagoa Imboassica. 2014d.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

SILVA, R. M. Avaliação qualitativa do empreendimento ETE MUTUM, e sua importância para gestão da lagoa Imboassica. Dissertação (Mestrado) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Macaé, 123p, 2011.

SOARES, C. L. Densidade, distribuição e composição do ictioplâncton da lagoa Imboassica (Macaé, RJ) e do litoral adjacente, antes e depois de uma abertura. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 137p, 1998.

TORRES, J. N. C.; COIMBRA, R. S. C.; MELO, D. S.; FERREIRA, M. I. P. A LAGOA IMBOACICA: proposta de criação de uma unidade de conservação como estratégia de proteção adicional do ecossistema. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, n. 2, jul./dez. 2012.

TUNDISI, J. G., TUNDISI, T. M., Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos. 631p, 2008.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA-UFMG. Minas Gerais. 1996.

WETZEL, R. G. Limnology. Saunders, Philadelphia. 743 p, 1983.