

# 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<sup>\*</sup>  
Maria Inês Paes Ferreira<sup>\*\*</sup>

## Resumo

Localizada na região Norte Fluminense, a Bacia Hidrográfica da Lagoa Imboassica vem sofrendo inúmeras intervenções nos últimos 40 anos, as quais contribuíram para incontáveis impactos ambientais. Nesse contexto, o objetivo dessa revisão é apontar os impactos ambientais sofridos pela bacia, bem como as propostas mitigadoras atualmente em discussão. Os resultados apontam como principais impactos negativos: (i) lançamento de efluentes; (ii) assoreamento e (iii) desmatamento. Como impacto positivo destaca-se a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto na região. Como conclusão ratifica-se a proposta de criação de uma Unidade de Conservação na BH visando à mitigação dos impactos e conservação da mesma.

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

| 77 |

## Abstract

*Located in the Norte-Fluminense region, the Imboassica Lagoon watershed has suffered several interventions over the past 40 years which contributed to countless environmental impacts. Within this context, the objective of this review is to highlight the environmental impacts suffered by this watershed, and the mitigation proposals currently under discussion. Results indicate that the main negative impacts are: (i) the discharge of effluents; (ii) siltation; and (iii) deforestation. As positive impacts, we point out the implementation of Sewage Treatment Plant in the region. As a conclusion, the proposal to create a conservation unit in the watershed is ratified with the aim of mitigating impacts and conservation of such environment.*

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

<sup>\*</sup> Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), campus Macaé, Macaé/RJ – Brasil. E-mail: rachel.freita@gmail.com.  
<sup>\*\*</sup> Doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), campus Macaé, Macaé/RJ – Brasil. E-mail: ines\_paes@yahoo.com.br.

## 1 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. Esse 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 de ecossistema 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 do 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 (área de preservação permanente) e FMP (faixa marginal de proteção) (ESTEVES, 1998; PALMA-SILVA et al.; 2007; MAROTTA, 2004).

Apesar de ser uma importante bacia para o município, apresentar sua maior lagoa urbana (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, associado 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.

## 2 Impactos Negativos na BH da Lagoa Imboassica

### *2.1 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 de Imboassica, 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, outra grande intervenção na BH foi a construção da Rodovia RJ 106, conhecida como Rodovia Amaral Peixoto, que, por sua vez, também resultou em novos aterros, principalmente na FMP da Lagoa Imboassica.

Devido ao intenso fluxo de pessoas trazido para a região, principalmente após a instalação da Base da PETROBRAS denominada Parque de Tubos (DIAS, 2005), em 2004 foram iniciadas obras para a duplicação de parte do trecho da rodovia e remodelação de parte do trevo de acesso às 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 n.º 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 à BH, visto que atualmente diversas áreas 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) n.º IN026729. Um dos impactos da obra foi justamente a supressão de vegetação na FMP da lagoa, onde cerca de 80 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.

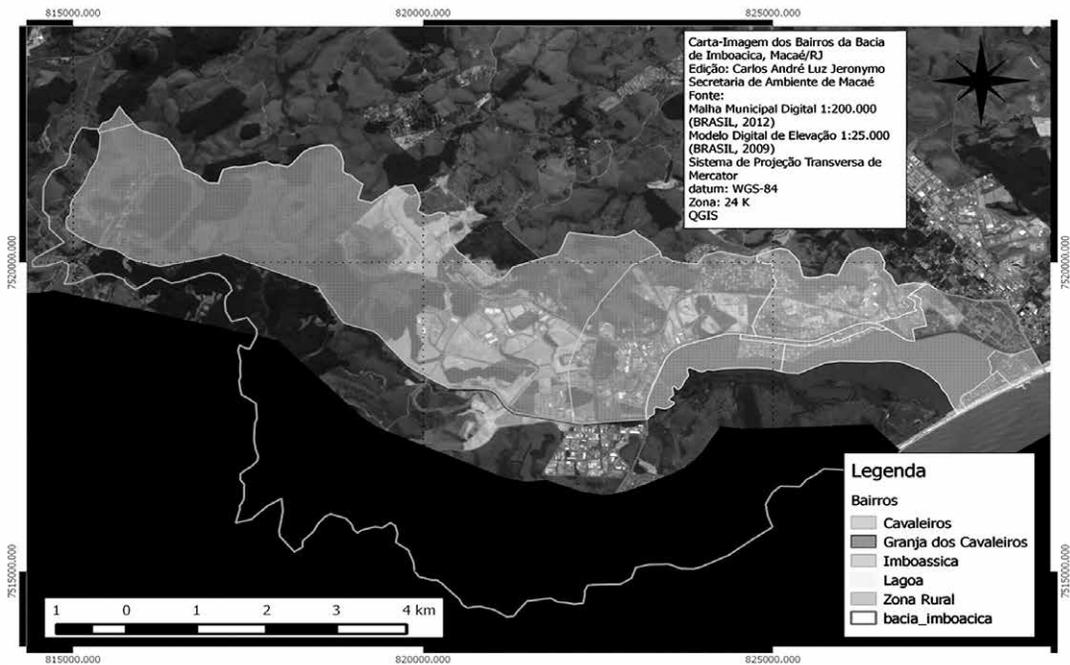
A expansão urbana no município de Macaé originou os seguintes bairros dentro dos limites da BH: Cavaleiros, Granja dos Cavaleiros, Imboassica e Lagoa (MACAÉ, 2004). A Figura 1 a seguir indica a localização dos bairros citados acima.

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 à modificação da região que antes era predominantemente rural e atualmente tornou-se industrial.

Já o bairro Granja dos Cavaleiros (aprovado em 1967), inicialmente visava ao 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 compõem o bairro Praia do Pecado (MACAÉ, 2012).

Em levantamento realizado junto à 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 às atividades de óleo e gás, 4% para empreendimentos comerciais do tipo hotelaria e 9% para obras públicas, havendo também três 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 *habitat* da região litorânea e bentônica do ecossistema. Em seguida 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).



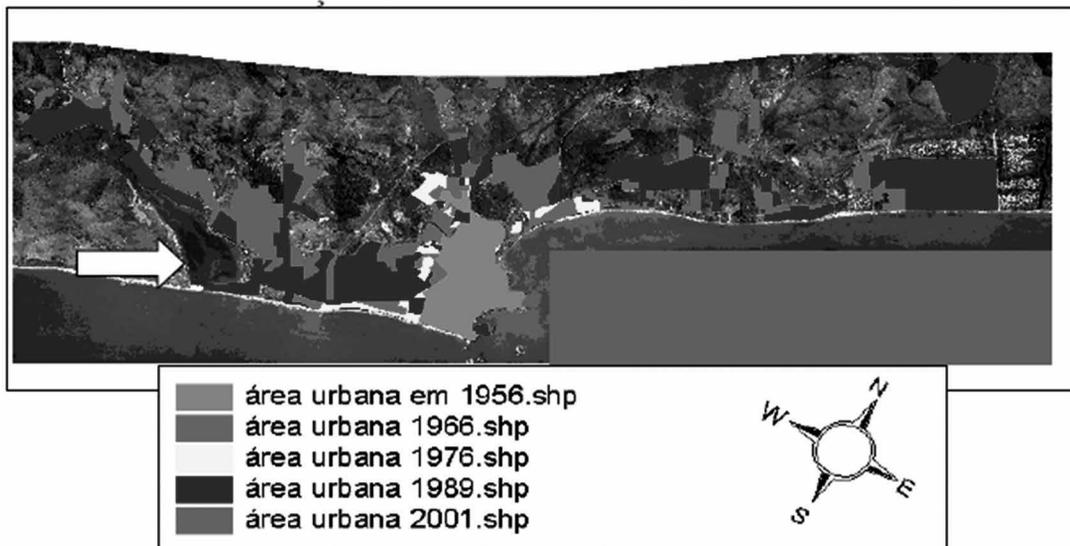
**Figura 1: BH da lagoa Imboassica com a indicação dos bairros (Município de Macaé)**

Fonte: Coordenadoria de Geoprocessamento (SEMA, 2014a)

Nesse sentido, com relação à redução na zona de inundação e do espelho d'água da lagoa, promovida 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)

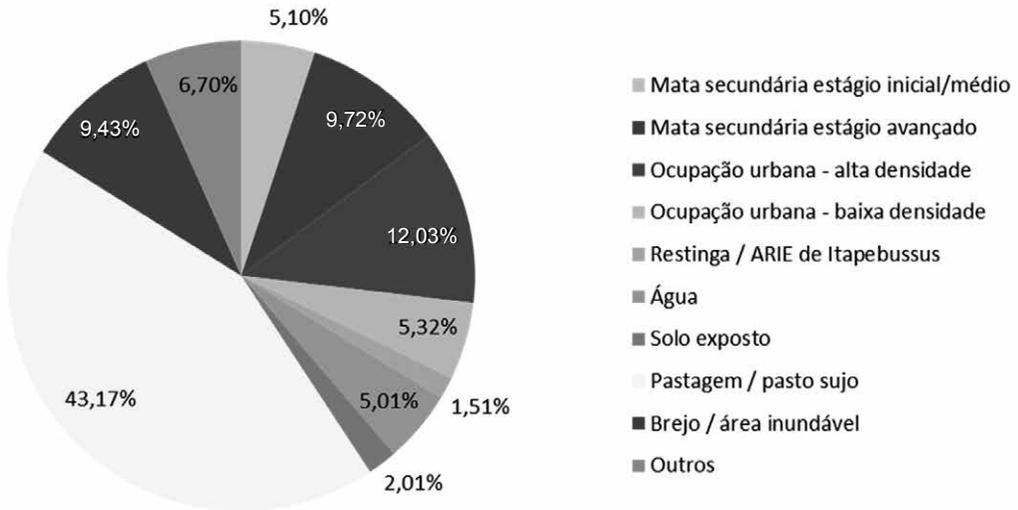
Dias (2005), utilizando aerofotogrametrias de cinco décadas diferentes, avaliou a evolução da área construída no Município de Macaé, entre o período anterior à chegada da Petrobras e sua morfologia em períodos posteriores, como apresentado na Figura 2. A lagoa Imboassica está indicada pela seta branca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



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

Fonte: 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.

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; (ii) destruição de aproximadamente 2,77ha de vegetação em APP no rio Imboassica e (iii) destruição de aproximadamente 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 a paralisação das atividades relatadas acima quanto para a 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 n.º 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.

## 2.2 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 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, em diversos pontos e períodos, tem apresentado 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 Socioambiental 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 esse motivo, optou-se por relatar os estudos mais recentes, que utilizaram mesma metodologia e dados do projeto ECOLagoas com relação à 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 n.º 274, de 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000), 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.

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 de dezembro de 2013, janeiro e fevereiro de 2014, a SEMA realizou o monitoramento da qualidade das águas da mesma, em que foram observados os valores de IQA<sup>1</sup> (Índice de Qualidade de Água) igual a ACEITÁVEL na maior parte dos pontos amostrados, conforme apresentado a seguir no

<sup>1</sup> IQA: O índice de Qualidade das Águas (IQA) é um indicador da contaminação orgânica por esgotos domésticos e industriais que reúne informações sobre vários parâmetros físico-químicos atribuindo sobre cada um deles pesos diferentes (CETESB, 2014).

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

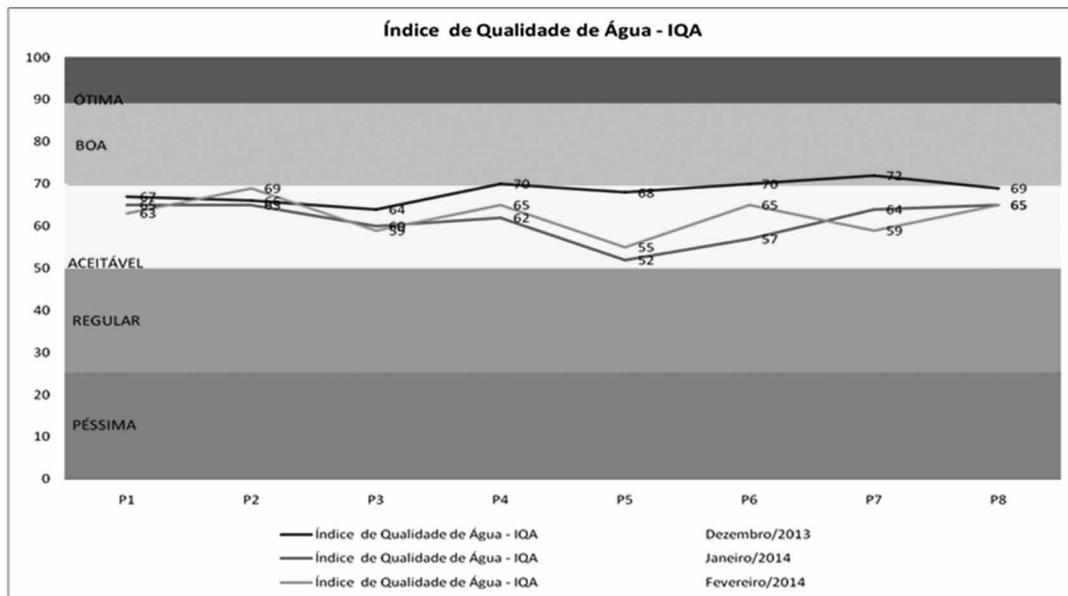


Gráfico 2: IQA da Lagoa Imboassica

Fonte: SEMA, 2014b

Tabela 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

Fonte: Adaptado de Barreto (2009)

Quanto aos resultados indicados para os pontos 04 e 05, que apresentaram qualificação REGULAR, o autor do estudo resalta a necessidade de maior atenção imediata aos mesmos, visto que a análise reflete tão somente uma fotografia do cenário apresentado e que é justamente a 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.

### 2.3 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, entre as várias razões para a abertura artificial da barra da lagoa, podem-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 (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 são bem semelhantes antes e pós abertura da barra, não sendo observada 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 domingensis*, *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 consideradas os principais fatores de estruturação da comunidade. Contrariamente ao observado para peixes, a comunidade zooplancônica 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.

## 2.4 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, entre essas, apenas o *Geophagus brasiliensis* (acará), a *Tilapia rendalli* (tilápia), a *Hoplias malabaricus* (traíra) e o *Poecilia vivipara* (barrigudinho) podem ser consideradas espécies residentes. Já entre as espécies marinhas comuns nas lagoas foram encontradas a *Mugil curema* (parati), *Mugil liza* (tainha), *Gerres oprion* e *Gerres gula* (carapicus), *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<sup>2</sup>: *Strongylura* sp., *Hyporhamphus unifasciatus*, *Harengula* cf. *clupeola*, *Jenynsia multidentata*, *Caranx* sp., *Eleotris pisonis*, *Diapterus olisthostomus*, *Eucinostomus melanopterus*, *Evorthodus lyricus*, *Ctenogobius shufeldti*, *Polydactylus virginicus*, *Abudefduf saxatilis*, *Micropogonias furnieri*, *Achirus lineatus*, *Paralichthys orbignyanus*, *Oostethus lineatus* e *Stephanolepis hispidus*.

Sobre a ocorrência de camarões na lagoa, foram descritas seis espécies de camarões pertencentes a duas 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 a 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).

<sup>2</sup> Optou-se por não informar os nomes populares para as espécies em questão, pois não havia indicação dos nomes populares no trabalho original e devido à grande variação de nomes existentes para cada espécie, dependendo da região onde são encontradas.

Ainda de acordo com Frota et al., (1998), há também a prática de pesca predatória na lagoa Imboassica, o 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; (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 n.º 005/2010, dispôs sobre normas e critérios para a atividade da pesca na lagoa, definindo: (i) proibição da pesca quando houver a abertura da barra da lagoa, visando à renovação do equilíbrio ambiental através da renovação do ecossistema, excetuando-se as primeiras 72 horas após a abertura, quando é permitido o uso de tarrafa e pesca manual; (ii) proibição da pesca por meio de rede de espera durante o dia (6 h às 18 h); (iii) permissão da pesca com uso de rede com malha de 40 mm, comprimento máximo de 400 m e com sinalização mínima de 3 bandeiras por rede; e (iv) uso permitido de tarrafa, desde que a mesma possua no mínimo 25 mm de malha, exceto para pesca do camarão (malha de no mínimo 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 500 kg 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).

## 2.5 Execução de Dragagem

A remoção de sedimentos do fundo de corpos hídricos lânticos 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 de poluentes acumulados nos sedimentos e aumentar a biodisponibilidade destes na coluna de água, bem como transferir uma carga de poluentes para outras regiões, onde naturalmente eles não chegariam (BELLOTTO et al., 2009).

Ao longo dos anos foram feitas diversas dragagens tanto na Lagoa quanto no Rio Imboassica, na região próxima à 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) fósforo dissolvido (P), bem como na razão N:P, no Sistema de Interface Rio Lagoa (SIRLa)<sup>3</sup> da BH da Lagoa Imboassica, Marotta (2004) apresenta informações sobre o histórico dessa 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 à 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 consequência, o leito fluvial em cerca de 4,5 metros, tornando aparente uma coluna d'água perene e rasa (MAROTTA, 2004).

| 88 | Como conclusão final, Marotta (2004) apontou de modo geral que o crescimento urbano desprovido da infraestrutura 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 em vez de mitigá-la.

### 3 Impactos positivos/investimentos na BH da Lagoa Imboassica

#### 3.1 Implantação do canal extravasor

Na década de 80, uma das ações de manejo da Lagoa Imboassica que visava ao 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 pela Prefeitura Municipal de Macaé do canal extravasor que ligava a lagoa ao mar. No entanto, até o ano de 1996 esse canal encontrava-se assoreado, tornando a drenagem da lagoa ineficiente, demandando assim a 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

<sup>3</sup> SIRLa: Compartimento geomorfológico e ecológico relacionado ao encontro entre o baixo curso fluvial e o corpo lagunar. (MAROTTA, 2004).

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 suficientes para o controle ideal do nível da lagoa, o que promoveu a reconstrução do Canal Extravasor 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 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 no referido período, que por sua vez culminaram em seis aberturas artificiais da barra do canal extravasor entre os anos de 2012 e 2013, e uma 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 n.º 045/05/MA/MCE (SILVA, 2011).

### *3.2 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 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 n.º 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 Águas e do Território da SEMA, responsável pelo acompanhamento do projeto, o mesmo deveria 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 e o IFFluminense (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 ao desenvolvimento de técnicas em saneamento ecológico para a valorização dos nutrientes contidos nos efluentes domésticos lançados na Lagoa Imboassica.

### 3.3 *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 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 têm 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 de Imboassica 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), à direita da região serrana (limite oeste), e à 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) n.º 002/2008. Inicialmente a ETE foi construída com somente um módulo, com tratamento em nível terciário, capacidade nominal de tratamento de 20L/s, com objetivo de atender aos 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) n.º 392/2013 e a emissão da LMI n.º 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 n.º 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. Dessa forma, a ETE atualmente atende às 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 de Imboassica, principalmente no que tange à qualidade das águas, já que a descarga de nutrientes e patógenos lançados no corpo hídrico está sendo sensivelmente reduzida e 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 a seguir (Tabela 2).

**Tabela 2: Parâmetros<sup>4</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 n° 274/2000
<i>Escherichia coli</i>	NMP 100ml	> 1600	17	170	13	Resolução CONAMA n° 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

<sup>4</sup> Os parâmetros analisados estão em conformidade com as seguintes legislações: NT 202 – R.10 (Critérios e padrões para lançamentos de efluentes líquidos), DZ 205 – R.6 (Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial), DZ 215 - R.4 (Controle de carga orgânica de efluentes sanitários), Resolução CONAMA n° 274/2000 (Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras).

ao efluente bruto, estão 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.

## 4 Propostas Mitigadoras

### 4.1 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 n.º 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 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 dois municípios limítrofes (Macaé e Rio das Ostras), o que inviabilizaria uma UC Municipal.

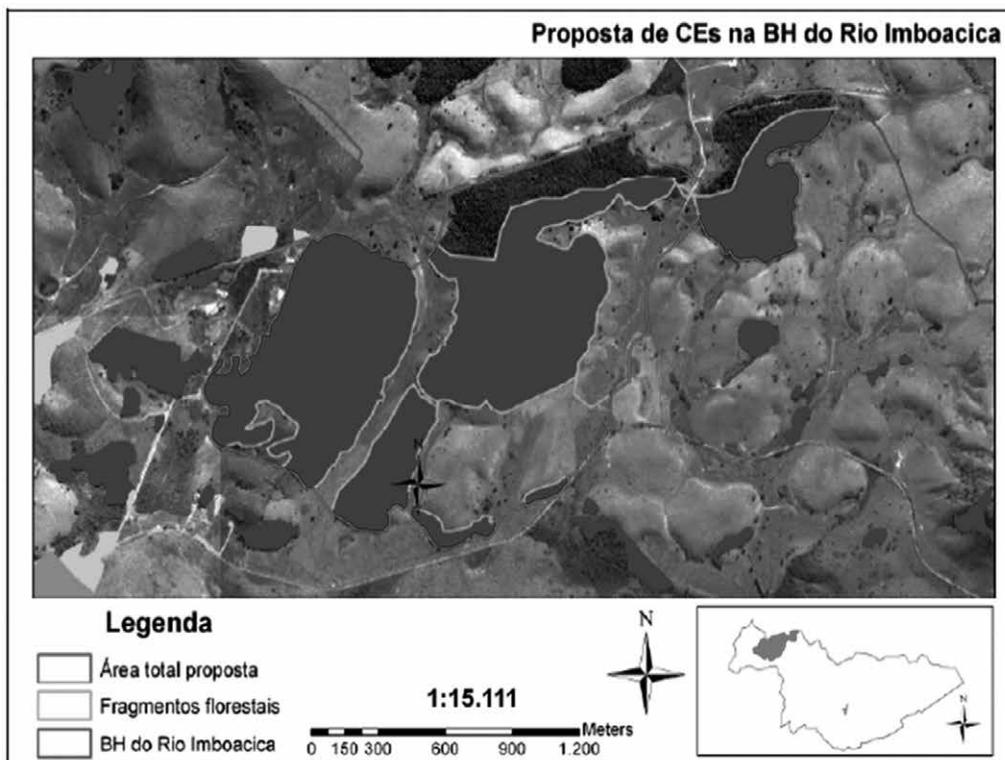
Já a indicação de Proteção Integral é pautada na narrativa de que as UC de Uso Sustentável, de modo geral, apresentam regime de apropriação particular, permitindo em alguns casos o uso consumptivo dos recursos, os quais podem não ser compatíveis com aqueles pretendidos pelas comunidades tradicionais 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 e permitir a formação de corredores ecológicos, como sugerido por Barreto (2009).

#### 4.2 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 à 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)

## 5 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 desmatamento e conseqüente assoreamento causados por sua ocupação. Tais impactos atuam em diferentes escalas espaciais e em diferentes níveis tróficos, sendo prejudiciais para o funcionamento adequado do ecossistema, acarretando a perda de serviços ambientais como, por exemplo, a oferta de pescado e a possibilidade de 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 à 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 a 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 propostas 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 no 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.

## Referências

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

ALBERTONI, E. F. Ocorrência de camarões penéideos 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/IndexQA.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

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

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 Cândido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, 2004. 120p.

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

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. *Limnologia*, 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.*, v. 67, n.2, p.251-262, 2007.

| 95 |

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n.º 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) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. Instituto de Geociências, 2004. 220p.

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, 2010. 100p.

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

CBH MACAÉ E DAS OSTRAS. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras. *Resolução CBH n.º 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, 2005. 115p.

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.

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) – UFRJ. PPE, 2012. 315p.

ESANE. Mapa das Bacias tratadas pela ETE Mutum. 2014

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.

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 n.º 159/2012*. 2012. 27p.

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 n.º 045 de 10 de dezembro de 2004*. Consolida as Leis Municipais n.º 006/1998, 012/1999 e 017/1999, que dispõem sobre a Divisão Administrativa do Município, promove novo ordenamento territorial, expandindo a zona urbana, e dá outras providências. 2004.

\_\_\_\_\_. *Lei Complementar n.º 076 de 28 de dezembro de 2006*. Institui o Plano Diretor do Município de Macaé. 2006.

\_\_\_\_\_. *Lei Complementar n.º 214 de 2012*. Derroga ou revoga parcialmente a Lei Complementar n.º 045/2004 dispondo 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, 2012. 51p.

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, 2004. 105p.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Inquérito Civil n.º 096/2006MA/MCE*. 2006.

NUPEM/UFRJ. *Associações de moradores discutem as condições ecológicas da Lagoa de Imboassica*. Disponível em: <<http://www.macaeeufrj.br/nupem/index.php/novidades/182-associacoes-de-moradores-discutem-as-condicoes-ecologicas-da-lagoa-de-imboassica>>. Acesso em: 5 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*, v.148, p.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, 2007, 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*. Rio de Janeiro: 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. 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 sediment of a Brazilian coastal lagoon (Imboassica Lagoon, Rio de Janeiro). *Acta Limnol. Bras.*, v.9, p.117-124, 1997.

RESSIGUIER. *Atividade Petrolífera e Impactos no Espaço Urbano do Município de Macaé/RJ – 1970/2010*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Cândido Mendes, Campos dos Goytacazes, 2011. 113 p.

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*, v. Special Issue, n. 36, 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, p. 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, 2007, p. 657-668.

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*, v. 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.

| 98 | SEMA. *Processo Administrativo n.º 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 n.º 80765/2013*. Solicitação de Licença Municipal de Operação – ETE Mutum. 2013b.

\_\_\_\_\_. *Processo Administrativo n.º 80169/2013*. Solicitação de Licença Municipal de Instalação – ETE Mutum (2.º 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.

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, 2011. 123p.

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, 1998, 137p.

TORRES, J. N. C.; COIMBRA, R. S. C.; MELO, D. S.; FERREIRA, M. I. P. A Lagoa Imboassica: 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, 2008. 631p.

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

WETZEL, R. G. *Limnology*. Philadelphia: Saunders and Company, 1983. 743 p.