



IMPACTOS E PERSPECTIVAS AMBIENTAIS DIANTE DA CRISE DO PETRÓLEO E DA REESTRUTURAÇÃO SOCIAL E ECONÔMICA DO MUNICÍPIO DE MACAÉ

*Rodrigo Lemes Martins¹
Mauricio Mussi Molisani²
Gerusa Bueno Rocha³*

1. INTRODUÇÃO

O município de Macaé é uma das poucas regiões do planeta que possui em sua área territorial uma diversidade tão expressiva de ecossistemas, que vão desde montanhas, florestas, cachoeiras, rios, restingas, lagoas interiores e costeiras, brejos, estuário, manguezal, praias arenosas, costões rochosos, ilhas costeiras e recifes de coral. As belezas cênicas e os recursos naturais encontrados na região permitiram, no passado, e ainda permitem na atualidade, a instalação no município de projetos típicos de nosso modelo de desenvolvimento socioeconômico. Toda essa riqueza de recursos naturais quase passa despercebida diante da desordenada transformação da cidade nos últimos 50 anos, em função da descoberta de campos de petróleo e gás, impondo o desafio de, frente à atividade tipicamente poluidora, proporcionar o desenvolvimento sustentável, ou seja, garantir a prosperidade socioeconômica atrelada à preservação de ecossistemas fundamentais à qualidade de vida das futuras gerações de macaenses.

Durante fases anteriores à descoberta de petróleo já era possível constatar relevante cenário de transformação ambiental na região, sempre atrelado a ciclos de desenvolvimento econômico, que induziram à transformação de áreas naturais em propriedades rurais e adensamentos urbanos (ESTEVES, 2011). Porém, a partir da década de 70, a escala de crescimento populacional tornou-se alarmante, deflagrando profundas modificações dos ecossistemas continentais e costeiros de Macaé, alavancadas pela expansão urbana e pela instalação de empresas ligadas à exploração do petróleo (FERREIRA, 2011). O município iniciou a década de 2010 com uma taxa de crescimento demográfico de cerca de 5% ao ano e com uma população de 206.728 habitantes (IBGE, 2010). Valores que começam a reduzir a partir de 2012, para índices médios de 2,7% ao ano. De 2012 a 2018, a população saltou de 244.139 para 251.631 habitantes (IBGE, 2018).

A redução nas taxas de crescimento populacional se deu não em virtude do esgotamento do modelo de exploração de recursos naturais de petróleo e gás, mas, principalmente, por uma crise no mercado internacional (CARVALHO & LOUREIRO, 2016) e queda de ativos de empresas nacionais, envolvidas em processos de corrupção, o que levou a um rearranjo do setor.

A partir de 2013, a gestão do Executivo foi marcada por um discurso de desenvolvimento sustentável e agenda ambiental, pautada em critérios de sustentabilidade, enfatizando que o desenvolvimento humano se daria "de forma ambientalmente ajustada", refletindo uma preocupação com o saneamento básico, a política de saúde e de meio ambiente. Diversas ações propostas no programa convergiriam para questões como: (1) urbanização de assentamentos; (2) revitalização e construção de infraestrutura necessária à coleta e tratamento de esgoto; (3) introdução do sistema de coleta seletiva de resíduos no município; (4) recuperação do rio Macaé (incluindo restauração de Áreas de Proteção Permanente); e (5) melhoria da drenagem pluvial. No campo da

conservação da biodiversidade, as ações do Plano de Governo visavam fortalecer as unidades de conservação municipais, com o foco na implantação de uma unidade na Ilha da Colônia Leocádia e na Restinga do Pecado, que são fontes de conflitos históricos entre o poder público e os movimentos ambientais de Macaé.

É importante destacar que o período de estudo, chamado aqui de "crise do petróleo", afetou severamente as finanças do município devido à queda na arrecadação de impostos e de *royalties* pelos municípios da região Norte Fluminense, devido à queda no preço do barril de petróleo. Essa redução afetou severamente a economia da cidade que, ao longo dos anos, não promoveu a diversificação dos setores produtivos, tornando-se economicamente dependente da economia do petróleo.

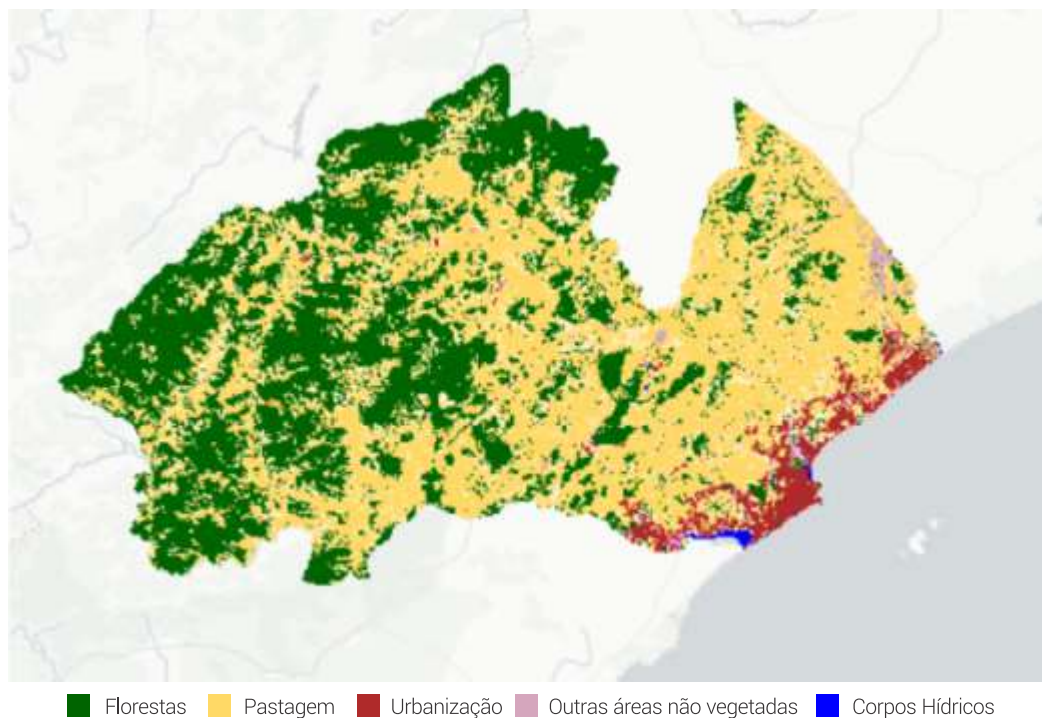
O presente capítulo versa sobre o período de crise acima mencionado (mais especificamente entre 2013 e 2017), com conseqüente retração da oferta de emprego e, portanto, redução das taxas de crescimento populacional, avaliando as estratégias do município para manter o ciclo de desenvolvimento econômico frente aos desafios da conservação do patrimônio natural. A avaliação considerará o cenário de transformações e redução de áreas verdes do município e suas conseqüências para os projetos pretendidos, avaliando e definindo indicadores ambientais que permitirão melhor avaliação sobre o modelo de desenvolvimento adotado.

2. OS RECURSOS NATURAIS NO MUNICÍPIO DE MACAÉ EM TEMPOS DE CRISE DO PETRÓLEO

2.1. Cobertura e uso dos solos no município de Macaé

De 2013 a 2017, a dinâmica do uso do solo em Macaé apresentou variações bem características de uma diminuição de atividades rurais e do crescimento urbano, que ainda se mantêm com valores superiores à média dos municípios vizinhos (MAPBIOMAS, 2018). Neste período podemos observar que as áreas de florestas no município aumentaram de 434 km² para 461 km²(6,2%); as áreas destinadas a agropecuária retraíram de 726,3 km² para 697,3 km²(4,0%); as áreas não vegetadas tiveram uma diminuição de 66,5 km² para 48,8 km²(27%); enquanto a área urbana do município aumentou de 37,9 km² para 42,2 km²(11%). Em 2017, podemos constatar que 51% de Macaé era composta por pastos para pecuária, 44% por florestas, 4,0% por urbanização, 0,50% por áreas de cultivo anual e perene, 0,46% por outras áreas não vegetadas e 0,12% por área de manguezal (Figura 1, Projeto MapBiomas, 2018).

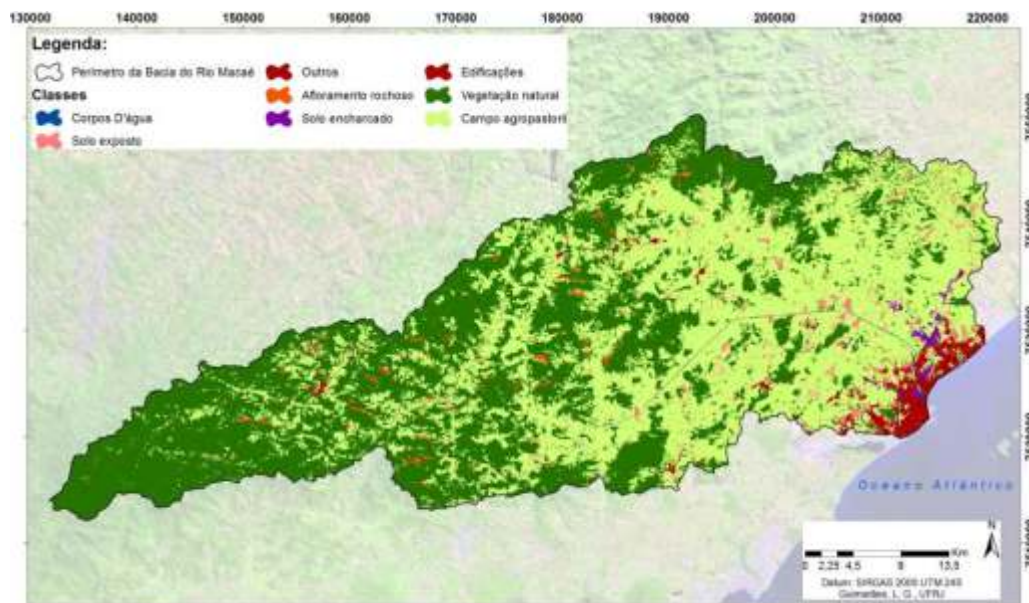
Figura 1: Mapa da cobertura e usos dos solos no município de Macaé



Fonte: MapBiomas, 2018.

O município de Macaé apresenta grandes áreas de planícies costeiras, o que favorece muito a atividade agropastoril. Dessa forma, o mesmo não segue as tendências de cobertura e usos dos solos da bacia hidrográfica do Rio Macaé, que é predominantemente de floresta. A título de comparação, a bacia hidrográfica do Rio Macaé, que tem 82% da sua área inserida no município, apresentou, em 2015, praticamente sua metade coberta por fragmentos de floresta do Bioma Mata Atlântica (46,9%) e os 50% restantes por campo agropastoril (46,8%), sendo que os demais tipos de cobertura perfazem 6,2%, incluindo solo exposto (2,4%), zona urbana (2,4%), afloramento rochoso (0,71%), solo encharcado (0,65%), corpos d'água (0,09%) e outros usos (0,05%) (GUIMARÃES, 2017) (Figura 2).

Figura 2: Uso e cobertura dos solos na bacia hidrográfica do Rio Macaé relativos ao ano de 2015, com destaque para as unidades de conservação (UCs) como a APA (Área de Proteção Ambiental), PNM (Parque Natural Municipal), PE (Parque Estadual), REBIO (Reserva Biológica)



Fonte: Guimarães, 2017.

Nas regiões serranas do município, como o distrito do Sana, podemos observar que em 2016, das 11 sub-bacias que compõem o Rio Sana, a cobertura de Mata Atlântica representa de 64% a 87% da área dos córregos Glória, Pedra Grande, Boa Sorte, Montanha, São Bento, Peito de Pombo, Alegre e Monte Alto; enquanto para os córregos Santana e Deserto somente 32% e 26% da área das bacias hidrográficas são cobertas por florestas. O córrego Santana está localizado na área urbana do Sana (7,2%) e possui parte da sua bacia usada para agricultura e pecuária (61%), da mesma forma que o córrego Deserto, que possui 73% da sua área utilizada para a atividades agropastoris (MAGALHÃES, 2017).

Já na lagoa Imboassica, em 2015, pode-se observar como principal cobertura e usos dos solos, o campo agropastoril (50,9%), seguido de urbanização (20,1%), vegetação nativa (17,6%), solos expostos (6,7%) e corpos hídricos (4,5%) (Farias, 2018). Entre os anos de 2010 e 2015, observou-se um incremento da urbanização (7,4 km² para 11,6 km²) e de solos expostos (2,8 km² para 3,9 km²). Por outro lado, durante esse período podemos observar um aumento da vegetação (6,2 km² para 10,2 km²), em parte associado a plantações de eucalipto e uma redução dos campos agropastoris (38 km² para 29 km²) (FARIAS, 2018).

Com base em dados de geoprocessamento e considerando as métricas utilizadas para definição de Áreas de Proteção Permanente (APP) e Reserva Legal do antigo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/1965), concluiu-se que cerca 75 mil hectares desmatados na Bacia do Rio Macaé estavam localizados em APPs (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2011).

As APPs são espaços territoriais protegidos, com o uso restrito e função ambiental de preservar a vegetação e seus serviços ecológicos, como o controle da umidade das chuvas e da temperatura, do lençol freático, das nascentes e dos rios; manutenção da matéria orgânica para a fauna; redução da força das águas das chuvas e do escoamento superficial, diminuindo o processo de erosão das encostas; controle da biodiversidade e

do fluxo gênico de fauna e flora. Dessa forma, o incremento da vegetação nativa de Mata Atlântica percebida no município de Macaé e, principalmente, na bacia do Rio Macaé, pode se converter diretamente em benefícios, com aumento da disponibilidade hídrica necessária ao bem-estar das populações humanas.

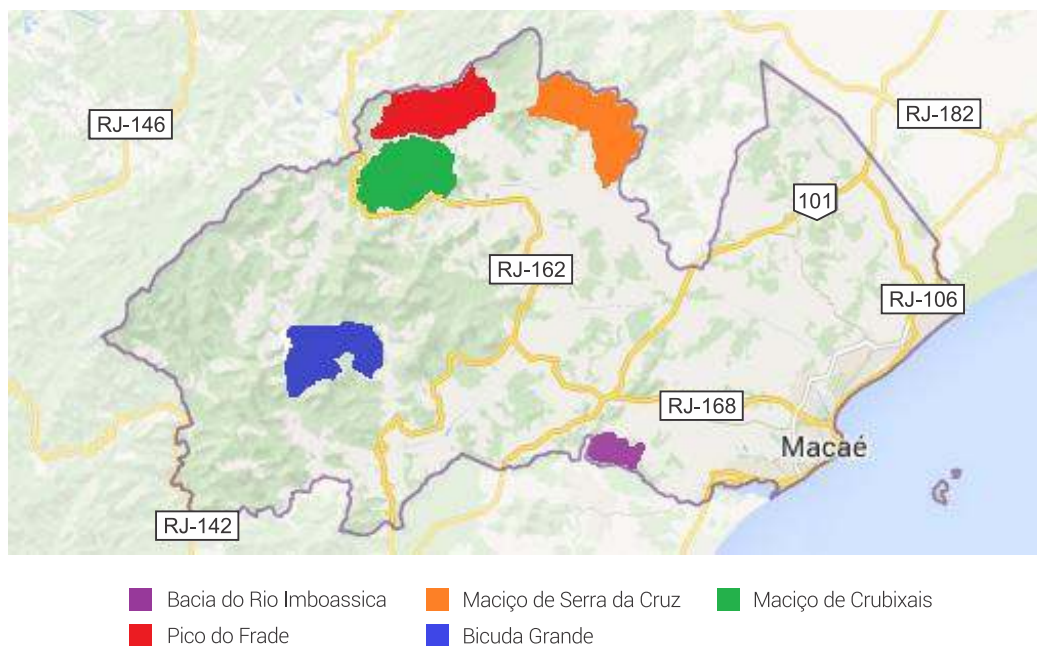
É importante pontuar que grande parte das áreas se mantém conservada pela existência de algum tipo de legislação que garanta sua conservação, na forma de criação de espaços protegidos ou não, e, portanto, depende da atuação de órgãos de fiscalização. Como espaços protegidos destacamos o Parque Municipal do Atalaia (Lei Municipal nº 1.595/1995), Reserva Biológica da União (Decreto Federal s/nº de 22 de abril 1998), Parque Estadual dos Três Picos (Decreto Estadual nº 31.343 de junho de 2002, ampliado no Decreto Estadual nº 41.990 de 12 de agosto de 2009), Área de Proteção Ambiental do Sana (Lei Municipal nº 2.172/2001), Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima (Decreto Estadual nº 29.205/2001), Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé (Lei Municipal nº 3.146/2008), ampliação de 5.178 hectares da Reserva Biológica da União (Decreto Federal s/nº 5 de junho de 2017).

No período avaliado pelo presente estudo destaca-se o último exemplo citado no parágrafo anterior, que se deve a uma atuação de uma Autarquia Federal, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e, por fim, a criação do Parque Natural Municipal da Restinga do Barreto (Decreto Municipal nº 139/2016) (Figura 2). Com relação ao caso da Ilha Colônia Leocádia e da restinga da Praia do Pecado, a questão relativa à conservação da primeira área avançou após ação direta do Ministério Público Federal, que fomentou a delimitação dos remanescentes vegetais ainda conservados na área e deflagrou as discussões que impulsionaram a criação do Parque Municipal da Restinga do Barreto. Com relação à Restinga da Praia do Pecado, a gestão pública deu um importante passo em 2014, promulgando ato municipal para a proteção da área e propôs a desapropriação da mesma pelo decreto nº 054/2014, atendendo ao apelo de movimentos sociais e da ONG S.O.S. Quanto à Praia do Pecado, porém, a situação da área permanece indefinida uma vez que a empresa proprietária do terreno não foi indenizada durante o período de vigência do decreto.

Destaca-se que o processo de ampliação da cobertura florestal no município de Macaé acompanha uma tendência de vários municípios do estado do Rio de Janeiro, o que provavelmente decorre da aplicação da legislação ambiental, da criação de unidades de conservação públicas e privadas, implantação de projetos e políticas públicas e aspectos socioeconômicos; fatores que resultam na tomada de decisão de proprietários rurais em prol da conversão de áreas agrícolas em mata, quer seja pelo abandono de parcelas com menor aptidão agrícola, dificuldades financeiras e de mão de obra e, por fim, pela busca de uma melhor qualidade ambiental das propriedades.

Cabe pontuar que a criação de unidades de conservação, visando proteger mananciais de água no município, deve ser um movimento continuado pelas gestões atuais e futuras, objetivando a manutenção da capacidade de abastecimento do Rio Macaé. Com base nisso, o Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUPEM/UFRJ) produziu documento, intitulado *Carta das Águas de Macaé* (Esteves *et al.*, 2015), reforçando a necessidade de se estabelecer em áreas prioritárias de conservação para suprimento de água, como a bacia hidrográfica da Lagoa Imboassica, os Maciços de Serra da Cruz e Crubixais e nos topos de morros em Bicuda Grande e Pico do Frade (Figura 3).

Figura 3: Mapa com áreas prioritárias para a proteção de mananciais de água no município de Macaé



Fonte: Elaboração própria dos autores, 2015.

2.2. Recursos hídricos no município de Macaé: balanço hídrico e qualidade das águas

2.2.1. Bacia do Rio Macaé

O município de Macaé tem 82% da sua área localizada na bacia do Rio Macaé. A quantidade de água (vazão) na bacia é um fator fundamental para estabelecer o balanço hídrico da bacia do Rio Macaé, o que já foi diagnosticado pelo Comitê de Bacias Hidrográficas Macaé-Ostras, através do Plano de Recursos Hídricos (PRH) (PRH, 2014). Segundo esse documento, as vazões de diversos trechos do Rio Macaé foram avaliadas e comparadas com o consumo de água pelas atividades humanas, incluindo o abastecimento humano, uso animal, irrigação e uso industrial. O abastecimento industrial e o humano são, atualmente, as principais demandas de água na bacia. A importância do balanço hídrico para o município está relacionada, principalmente, à oferta de água no trecho de Severina, onde ocorrem as principais captações para uso humano e industrial no rio Macaé (CEDAE, PETROBRAS, Termoelétricas). A oferta de água nesse trecho, em um cenário de escassez ($Q_{7,10}$: a vazão mínima durante sete dias seguidos com tempo de recorrência de 10 anos), foi estimada em $5,82 \text{ m}^3/\text{s}$, enquanto o consumo foi estimado em $3,71 \text{ m}^3/\text{s}$, resultando em um comprometimento do estoque de água de 64%, relativo ao ano de 2012, permanecendo este cenário de comprometimento das águas na região de Severina entre 60 e 80% no ano de 2017.

A qualidade das águas da bacia do Rio Macaé é outro fator de comprometimento da saúde ambiental e humana no município. A qualidade das águas está associada à emissão de espécies químicas por processos naturais e por efluentes lançados pelas atividades humanas ao longo da bacia. Estudo de Molisani *et al.* (2013a)

indicou que elementos químicos transportados ao longo da bacia do Rio Macaé, como nitrogênio, fósforo e metais pesados, são emitidos, principalmente, por iniciativas de urbanização, pecuária e agricultura, sendo o esgoto doméstico, resíduos sólidos urbanos e a criação de gado responsáveis por 53% a 99% das cargas totais emitidas de compostos químicos, principalmente para os solos ou diretamente nas águas (esgoto), indicando que as atividades humanas têm um papel fundamental na qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Macaé.

Porém, estudos indicam que as águas da bacia desse rio são de boa qualidade, à exceção dos trechos que passam por adensamentos urbanos (ex. Sana, Frade, Glicério) e na foz do Rio Macaé, que possuem a pior qualidade das águas. O PRH (2014) realizou monitoramento das águas indicando uma boa qualidade, principalmente nos trechos superior e médio da bacia, e uma deterioração a partir da porção inferior, principalmente pela presença de coliformes termotolerantes. Segundo a Resolução CONAMA n°357/2005, o enquadramento indicou que as águas podem ser classe 1 e 2 (melhor qualidade) no alto rio Macaé, exceção nos cursos à jusante dos distritos de São Pedro e do Sana, que apresentam limites compatíveis com as classes 3 ou 4 (pior qualidade), com esta condição perdurando até a foz do rio Macaé (PRH, 2014). Entre 2013 e 2014, Molisani *et al.* (no prelo) monitorou mensalmente diversos parâmetros ao longo da bacia e encontrou o mesmo cenário descrito nos estudos acima, acrescentando que as piores condições foram observadas nos rios Sana e São Pedro, devido à menor quantidade de água nesses rios, o que reduz a capacidade de diluição do lançamento de esgotos domésticos, por exemplo. Por fim, o estudo de Magalhães (2017) monitorou mensalmente, em 2016, diversos índices de qualidade das águas nas sub-bacias do Rio Sana e avaliou como boa a qualidade dos córregos, onde há maior presença de florestas; em oposição às sub-bacias na área urbana, que tiveram uma deterioração da qualidade (Classe 2 e 3).

Por outro lado, as águas subterrâneas no município de Macaé estão com a sua qualidade comprometida devido à poluição e à superexploração dos poços de água subterrânea. O estudo de Silva (2018) avaliou a qualidade das águas em 11 poços rasos e profundos ao longo do município e os resultados mostraram uma extensiva contaminação microbiológica, visto que, das 134 amostras de água coletadas, 61% apresentaram a presença de *Escherichia coli*, que é uma bactéria entérica relacionada a esgoto não tratado. Além da contaminação microbiológica, pode-se observar valores superiores aos limites da legislação para nitrato, fosfato e alguns metais. Esses resultados mostraram uma vulnerabilidade extrema, principalmente de poços rasos do Lagomar, Imboassica, Linha Azul, Engenho da Praia e Barreto, justamente em locais que não há acesso universal à água da concessionária de abastecimento, e a utilização da água de poço é fundamental nesses bairros, gerando risco à saúde humana.

A porção final e a foz do Rio Macaé são as áreas mais degradadas, pois estão na porção mais urbanizada do município. Estudos realizados na foz do Rio Macaé indicaram a contaminação de mexilhões (*Perna perna*) por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), oriundos da queima e derrame de combustíveis fósseis utilizados na navegação e na frota automobilística (SANTIAGO *et al.*, 2016). Considerando que os sedimentos podem estar contaminados, a espécie de crustáceo *Grandidierellabonnieroides* (anfípodo) foi incubada com sedimentos da foz do rio, e os resultados mostraram que a exposição induziu a mortalidade dos organismos nas regiões que recebem alta carga de esgoto doméstico sem tratamento (MOLISANI *et al.*, 2013b). A toxicidade da foz do Rio Macaé é preocupante, visto que mais de 100 espécies de peixes ali registradas ocupam o topo das cadeias alimentares (CATELANI *et al.*, 2014). Por consumirem outras espécies de peixes, podem acumular contaminantes e transferi-los para seus consumidores, o que pode ser um problema de saúde pública, uma vez

que muitas delas, no estuário e na zona costeira adjacente, são consumidas por pescadores e pela população local, podendo comprometer a atividade pesqueira, que é uma vocação econômica regional.

2.2.2. Lagoa Imboassica

Outro recurso hídrico de destaque na região é a Lagoa Imboassica, onde a urbanização e o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento ao longo das décadas vêm alterando a qualidade das águas, pelo processo de eutrofização, com efeitos deletérios para a pesca, recreação, beleza cênica e turismo. As maiores transformações na lagoa ocorreram a partir do final da década de 1990, quando as águas claras se tornaram turvas, devido ao aporte de esgoto sem tratamento, aumentando a quantidade de bactérias patogênicas como *Escherichia coli*, alterando seu estado trófico devido à produção primária desordenada de plantas aquáticas e microalgas (*fitoplâncton*) (FARIAS, 2018). Nos períodos de maior produtividade primária, ocorreram a redução dos níveis de oxigênio nas águas, acarretando diversos eventos de mortandade de peixes. Esse cenário está associado ao aporte de esgoto e ao enriquecimento, principalmente de fósforo, que atualmente é muito superior (192 µg/L) aos níveis da década de 90 (33 µg/L), explicando os altos níveis atuais de clorofila (83 µg.L⁻¹) em relação às concentrações da década de 90 (9,4 µg.L⁻¹). Mesmo com a implantação parcial da rede de coleta e tratamento de esgoto na bacia da lagoa Imboassica (Estação Mutum), ainda não se observa melhora na qualidade das águas da Lagoa. Atualmente, o cenário é de águas eutrofizadas com a dominância de *fitoplâncton* da classe *cianofíceas*, que tem como principal característica a liberação de toxinas, que podem ser tóxicas para organismos, inclusive o homem, ressaltando a urgência de se implantarem ações efetivas de redução do lançamento de esgoto e recuperação ambiental da lagoa (FARIAS, 2018). Esse cenário compromete um monumento natural do município, prioritário para a recreação e para o turismo, vocações regionais de Macaé.

3. NOVAS PROPOSTAS E ANTIGOS DESAFIOS: A REESTRUTURAÇÃO SOCIAL E ECONÔMICA NO MUNICÍPIO DE MACAÉ

Com a reestruturação econômica do município, podemos supor um cenário onde o petróleo seja o único protagonista; e outro cenário, onde várias atividades protagonizem a retomada econômica do mesmo, incluindo o petróleo, o turismo, a pesca, a agricultura orgânica e o desenvolvimento tecnológico. Essas iniciativas diversificariam a matriz econômica local, reduzindo a dependência a um único produto. Porém, para o desenvolvimento de todas essas atividades, há a necessidade de um ambiente de boa qualidade.

A reestruturação das atividades socioeconômicas no município de Macaé está relacionada ao consumo de água dos rios e do lençol freático, à ocupação e usos dos solos, à adoção de recursos geológicos, ao despejo e à diluição de efluentes nos corpos hídricos, à necessidade de clima ameno e de chuvas, à beleza cênica dos ecossistemas para o bem-estar, recreação e turismo, entre outros. Todavia, o uso dos recursos naturais pelas atividades socioeconômicas, mesmo em épocas de crise, gerou efeitos deletérios, como a supressão da vegetação nativa; o consumo desordenado de água; o despejo dos efluentes e a poluição hídrica. Se essas alterações ambientais não forem mitigadas, poderão induzir a efeitos drásticos na natureza, afetando o funcionamento e a habilidade dos ecossistemas em prover bens e serviços ecológicos e econômicos para a

população do município, incluindo a regulação do clima, a disponibilidade de água e de alimento, o *habitat* e refúgio para biodiversidade, o controle da erosão e a fertilidade dos solos, o controle de pragas e doenças, a regulação de distúrbios, a polinização, os recursos genéticos, as áreas de beleza cênica para recreação, cultura e turismo (COSTANZA *et al.*, 1997).

Uma das propostas de reestruturação econômica do município vem sendo a construção de um novo porto. Desde o Brasil Império, Macaé tem sido considerada uma localização estratégica para empreendimentos portuários, quando exerceu importante função regional, como ponto de escoamento da produção de café, carne dos rebanhos e sal. Na década de 1970, frente à descoberta de petróleo na Bacia de Campos e a escolha de Macaé como base operacional para os empreendimentos *offshore* da Petrobras, volta à pauta um projeto de desenvolvimento territorial orientado para atividades portuárias, a despeito do potencial turístico e sua vocação para produção de alimentos. A Petrobras ocupou a praia de Imbetiba com forte vocação turística, e junto com a instalação das empresas ligadas às atividades petrolíferas, desencadeou uma acentuada degradação dos ecossistemas e o início do processo de expropriação de territórios dos pescadores, a começar pela ocupação da própria Imbetiba, uma paisagem anteriormente marcada pelas embarcações de pequeno porte dos pescadores artesanais (BAU, 2015).

A chegada das empresas de atividades petrolíferas desencadeou um exponencial crescimento populacional. A ocupação desordenada acentua a degradação dos ecossistemas, principalmente a restinga, sempre preterida pelos agricultores locais. Nos últimos anos, sob a alegação de que Imbetiba não estaria sendo suficiente para atender o intenso fluxo de trabalhadores das empresas do setor *offshore*, a Petrobras passou a fazer uso sistemático do porto localizado ao lado do Mercado de Peixes, na foz do Rio Macaé (BAU, 2015), o que contribui para o cenário de degradação ambiental do estuário do rio.

É nesse contexto que acontece o projeto de instalação de um novo porto em Macaé, cuja primeira versão foi apresentada à sociedade em 2014 e que foi alvo de diversas críticas relacionadas aos impactos ambientais. O Terminal Portuário de Macaé (TEPOR) visa manter o município como polo de escoamento da produção e fornecedor de serviços e infraestrutura para as empresas que atuam no mercado de exploração de óleo e gás, com tecnologia capaz de permitir o atracamento de grandes embarcações. A localização escolhida para o projeto foi a região norte da cidade, onde trabalhadores com menor poder aquisitivo se instalam, em bairros com ordenamento precário e com pouca estrutura de serviços básicos, como fornecimento de água e esgoto, podendo o empreendimento exacerbar o atual cenário de degradação social e ambiental da região.

A Licença de Instalação expedida pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) foi alvo de ação do ICMBio, uma vez que as obras de dragagem e a criação do quebra-mar avançado iriam promover um engordamento da faixa de areia de uma lagoa costeira, localizada no Parque Nacional (PARNA) da Restinga de Jurubatiba, no município de Macaé; e que teria seu manejo prejudicado. As consequências incluem mudança na deposição de areia, que poderia afetar a foz do Rio Macaé, devido à dragagem frequente no porto, reduzindo a saída de água da foz, promovendo alterações no regime de inundações de áreas e bairros construídos ao longo do baixo Rio Macaé sem o devido ordenamento.

Em 2018, o projeto do TEPOR retorna com outro conteúdo, e junto com o porto, uma faixa de dutos foi incluída na proposta, assim como a criação de vias em uma extensa área para alocação de empresas relacionadas à exploração de petróleo e gás. Dessa forma, o novo projeto altera a faixa costeira, e agora também áreas interiores, tomada por bairros que se originaram de antigas invasões e, perpendicularmente a essa, adentra

em propriedades agropecuárias. É importante mencionar que portos são empreendimentos impactantes e imprevisíveis, cuja criação pode promover danos diversos aos ambientes costeiros e marinhos, durante todas as etapas de implantação e toda vida útil do empreendimento, causados pelas manobras de atracação e transbordo de materiais e abastecimento (ADOLF & SONG, 2010). Para se ter uma ideia do volume de pequenos acidentes, tomemos como exemplo ocorrências registradas junto ao Ministério Público Federal, como o Procedimento Administrativo nº 1.30.002.000016/2001-05, que tem por objeto 67 derramamentos de óleo, envolvendo volumes que variaram de 01 a 1.000 litros, ocorridos entre 04 de outubro de 2000 e 24 de dezembro de 2007, no Porto de Imbetiba, por ocasião do reabastecimento de embarcações a serviço da Petrobras. Esses dados impressionam e permitem dimensionar quais as consequências da instalação de um novo porto na costa macaense.

As consequências sobre a fauna marinha são incalculáveis e tomam proporções catastróficas ao considerarmos que a dragagem de material poderá promover o aumento de sedimentos em suspensão. O efeito sobre espécies, a alta diversidade de peixes, tartarugas marinhas e cetáceos da região foi bastante divulgado por pesquisadores que avaliaram o projeto. Salta aos olhos o efeito sobre um grupo especial de botos da lista brasileira de espécies ameaçadas: as toninhas ou franciscanas (*Pontoporiablainvillei*) que são alvo de ações diretas do ICMBio para sua conservação. A construção do megaporto no Açú, em São João da Barra, o complexo logístico da Barra do Furado, em Quissamã, e do TEPOR, em Macaé, irão certamente provocar o colapso de uma população isolada dessa espécie que resiste em áreas barrentas e rasas do delta do Rio Paraíba do Sul e Macaé (DANILEWICZ *et al.*, 2012). Para o caso do material em suspensão, é comprovado que, devido à capacidade de transporte das correntes de deriva litorânea na região, partículas emitidas na região da foz do Rio Macaé, inclusive na área de implantação do porto, podem ser dispersas pela costa e se depositar até à região de Búzios, ou seja, qualquer cenário de poluição induzida pelo porto poderá ter um efeito regional, desde em ecossistemas do Arquipélago de Santana até ecossistemas de recifes de coral em Búzios (GODIVA *et al.* 2010).

Cabe aqui mencionar que o TEPOR, como empreendimento portuário, não representa sozinho uma reestruturação do setor petrolífero do município. Sua associação com a instalação dos dutos de gás visa colocar Macaé alinhado ao modelo de reestruturação da cadeia produtiva do petróleo no estado do Rio Janeiro. Esse momento é marcado por uma inflexão a favor da exploração do Gás Liquefeito de petróleo do Pré-sal, visando atrair, em competição com outros municípios, algumas empresas gigantes do petróleo. O grande problema é que essa reestruturação, que pode levar até uma década para conclusão, solapa definitivamente outros modelos de desenvolvimento possíveis. Segundo Periard e Losekann (2012), a diversificação econômica é muito importante para evitar que a economia do petróleo descambe para uma economia hegemônica e geradora de pobreza, por promover uma forte diferenciação social. Conforme destacado por Piquet (2012), pode-se constituir um erro crasso investir fortemente em políticas a favor da cadeia setorial do petróleo, em detrimento da menor importância dada às políticas públicas de caráter social e de preservação ao meio ambiente.

Ao contrário do defendido acima, há uma iniciativa de um grupo privado de empreendedores, como uma proposta para dinamizar o "desenvolvimento" do município, desvirtuando o papel de fiscalizador da prefeitura, e mesmo de moderador, diante de propostas hegemônicas que possam atentar contra outros setores da sociedade, asseverando o quadro de exclusão social e perda do patrimônio natural (MARTINS *et al.* 2018). Para exemplificar esse ponto, cabe relatar, por fim, a preocupação com duas ações: (1) a cessão dos terrenos para a construção do porto e (2) a alteração a Lei Municipal Complementar nº 1.216/1989, que criou o Parque Natural Municipal e a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana (PNMAS). A primeira medida representa o

fim definitivo de uma lagoa costeira eutrofizada, que ainda guarda uma importante função social de receber volumes de água em períodos chuvosos. A segunda medida, comemorada como etapa importante na viabilização do porto, permite acomodar uma nova faixa de dutos do novo empreendimento entre a faixa de dutos da Transpetro e os limites do PNMAS. Essa alteração foi feita por meio da Lei 4.349/2017, revogando um capítulo da Lei 1.216/1989, que trata dos limites da APA, pretensamente regulamentando a liberdade da autoridade marítima, mas permitindo também o fundeio de embarcações e trânsito na APA. As consequências dessa alteração para a vida marinha, incluído populações de peixes e recifes de corais no entorno da ilha, não podem ser dimensionadas, pois além da poluição das águas, a poluição sonora em ambientes marinhos pode, muitas vezes, alcançar grandes distâncias através do meio aquoso. A soma das áreas de exclusão da APA do Arquipélago de Santana, dos dutos da Transpetro, do novo Terminal Portuário e da nova faixa de dutos tem efeito decisivo sobre a pesca artesanal e outras modalidades que utilizam a área para a captura do camarão sete barbas. O impacto sobre a pesca foi mencionado claramente no EIA/RIMA do TEPOR, setor que ainda envolve cerca de 10% da população macaense (cerca de 20.000 empregos diretos e indiretos) (EIA – TEPOR 2014). Não se sabe se esse prejuízo social pode ser compensado pelas vantagens sociais do empreendimento que pretende, durante sua fase de implantação, gerar entre 3.000 e 5.000 empregos diretos, e cerca de 900 empregos na fase de operação. O movimento de criação do porto deveria vir com um forte componente de preocupação com a criação de políticas de longo prazo, que pudessem definitivamente garantir a sobrevivência de outros modelos de desenvolvimento.

É importante destacar que todas as atividades econômicas, incluindo a relacionada ao petróleo, a serem implantadas no período de reestruturação econômica, necessitam da qualidade ambiental da região. Como exemplo, podemos citar a disponibilidade do Rio Macaé em prover água para as atividades econômicas que venham se instalar no município, e a população associada, instalada na região (PRH, 2014). As previsões do balanço hídrico em diversos cenários futuros de desenvolvimento econômico ou adoção/ou não de ações de mitigação de impactos ambientais na bacia apontam que, em 2017, permanece o comprometimento das vazões em Severina entre 60 e 80%. Porém, em 2022, esse comprometimento será entre 80 e 100%; e a partir de 2027, o consumo de água pelas atividades econômicas serão superiores à oferta de água nesse trecho ($\geq 100\%$), instalando-se uma crise hídrica no município de Macaé. Esses cenários consideram (ou não) a vazão transposta do Rio Macabu para o Rio São Pedro de 5,4 m³/s. Todavia, em caso de conflito pelo uso da água entre as duas bacias, poderá haver a redução ou a paralisação da transposição das águas, o que irá gerar um cenário crítico de escassez na bacia do Rio São Pedro e no abastecimento humano de importantes distritos, como Frade, Glicério, Córrego do Ouro, além das atividades econômicas que captam água nessa bacia hidrográfica.

4. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL BALIZANDO A REESTRUTURAÇÃO SOCIAL E ECONÔMICA DO MUNICÍPIO

Diversos autores defendem a importância de modelos que sistematizem conjuntos de informações que representam as relações de causa e efeito. Uma forma de sistematização do conhecimento descritivo do estado ou de uma resposta, temporalmente definida, é a definição de indicadores (SANTOS, 2004). Em todos os casos de aplicação de índices, o seu poder comparativo, ao ser usado como padrões e/ou metas pré-definidas é, sem dúvida, a virtude mais atrativa. Sob o aspecto ambiental, discutido no presente projeto, é possível apresentar três índices como ferramentas fundamentais para uma atuação proativa das lideranças e representantes públicos,

índices que expressam metas, como o respeito à capacidade de suporte do ambiente e às necessidades humanas básicas, sendo estes:

- Indicador de sustentabilidade hídrica: Em um cenário de reestruturação do município, teremos o aumento do consumo de água, que segundo estimativas para 2022, terá comprometimento entre 80 e 100% das águas da região de Severina no Rio Macaé, e a partir de 2027 o consumo pelas atividades econômicas serão superiores à oferta de água nesse trecho ($\geq 100\%$), instalando um cenário de crise hídrica na região e nas suas atividades econômicas. Esse índice é proposto a partir da relação entre a oferta de água no Rio Macaé, no trecho de Severina, onde há a captação de água para a sede municipal e as principais atividades industriais ($Q_{7,10} = 5,82 \text{ m}^3/\text{s}$); e o consumo para abastecimento humano e das atividades industriais ($Q_{\text{cons}} = 3,71 \text{ m}^3/\text{s}$) (PRH, 2014). Para o período de 2012 e 2017, essa relação oferta/consumo foi de 1,5 representando um comprometimento de 63% da oferta hídrica nesse trecho do rio. Esse parâmetro de sustentabilidade hídrica deve ser constantemente reavaliado, ou seja, devem ser realizadas periodicamente novas medições de vazão no trecho e estimativas do consumo humano, pois, tanto a qualidade ambiental da bacia hidrográfica e da zona costeira quanto o crescimento populacional, a criação de atividades econômicas e o PIB do município devem ser pautados nessa relação oferta/demanda hídrica, pois os cenários de escassez hídrica acontecem quando a demanda de água é maior do que a oferta, e esse índice é menor que 1, gerando um consumo $\geq 100\%$ da oferta hídrica.

- Indicador de sustentabilidade de cobertura florestal: Esse índice é proposto a partir da proporção entre a presença de florestas e os diversos usos e cobertura dos solos no município de Macaé no ano de 2017. Segundo o diagnóstico ambiental, o município tem 44,2% de fragmentos de floresta; as áreas de pastagem representam 50,5%; as áreas urbanas 4,0%, entre outros usos. Em relação à sub-bacia do Rio Sana, a maior parte das bacias hidrográficas dos córregos que alimentam esse rio tem cobertura de florestas entre 64% e 86%; enquanto na bacia do Rio Imboassica, somente 17% da cobertura é de floresta. De acordo com Banks-Leite (2014) a presença de 30% de florestas em regiões de Mata Atlântica ainda favorece a integridade taxonômica e de filogenética das comunidades desse Bioma e possivelmente traz condições favoráveis para esse ecossistema prover bens e serviços ecológicos e socioeconômicos, como a regulação do clima, fornecimento de água, controle de erosão, polinização, beleza cênica, entre outros. Desse modo, o percentual de 44% de florestas no município indica que o limiar de comprometimento do ecossistema, e conseqüentemente das atividades socioeconômicas que estão associadas a este Bioma, está próximo. Portanto, há a necessidade frequente de reavaliações da cobertura e uso dos solos do município e da bacia hidrográfica, atreladas a ações de preservação (Rio Sana) e recuperação da vegetação (Rio Macaé e Rio Imboassica), bem como a criação de corredores ecológicos por meio da implantação das áreas de APP e Reserva legal, à proteção ou revegetação de nascentes e mata ciliar dos corpos hídricos do município, além do incentivo à adoção de boas práticas nas propriedades rurais, voltadas à conservação do solo e das águas e à implantação de atividades mais sustentáveis, que garantam uma produção aliada à melhoria da qualidade ambiental.

- Indicador de sustentabilidade baseado no grau de poluição hídrica: Segundo os dados apresentados pelos diagnósticos ambientais, os ecossistemas aquáticos do município se encontram em uma fase de transição entre ambientes de boa qualidade (porção média do Rio Macaé e parte da Bacia do Rio Sana) para ambientes de

péssima qualidade (porção inferior e estuário do Rio Macaé e Rio/Lagoa Imboassica). Os indicadores de poluição hídrica mostraram que o trecho do rio onde se encontram as captações para a sede municipal não comprometem o abastecimento humano municipal. Por outro lado, as águas do lençol freático de poços no município se mostraram contaminadas, indicando vulnerabilidade para a população usuária desses recursos hídricos. Do ponto de vista de qualidade ambiental, as águas da foz do Rio Macaé já se mostram tóxicas e vêm induzindo importantes transformações na biodiversidade estuarina e marinha, devido ao esgoto lançado sem tratamento e das atividades humanas que utilizam derivados de petróleo e os lançam nessa região. A Lagoa Imboassica se mostra extremamente comprometida, devido à presença de algas tóxicas que podem dificultar os múltiplos usos desse recurso hídrico. O comprometimento da qualidade das águas nessas regiões impacta as atividades socioeconômicas, como a pesca, a recreação e o turismo, que devem ser estimuladas.

5. CONCLUSÕES

A discussão produzida no presente trabalho nos permite concluir que, durante o período da gestão considerada, um quadro de diminuição do crescimento populacional instalou-se no município, o que ainda promoveu um incremento da população acima da média de outros municípios da região e aumento do PIB, no entanto, em um quadro estável de consumo de água, mudança nos níveis de poluição dos recursos hídricos e aumento de áreas verdes.

A atual gestão pouco conseguiu avançar nas promessas realizadas com relação às áreas que historicamente figuravam como demanda dos movimentos ambientais de Macaé. Com relação ao saneamento, o quadro de obras que atende ao município tende a melhorar as condições de abastecimento e coleta de efluentes, porém políticas mais incisivas de fiscalização deveriam ser adotadas para que os moradores se conectassem à rede de esgoto.

Na tentativa de reestabelecer o ritmo de crescimento por meio de uma reestruturação da infraestrutura para a operação de empresas ligadas ao setor de petróleo e gás, seria muito importante o entendimento sobre a necessidade de qualidade ambiental do município para suprir as necessidades sociais e econômicas. A criação de concessões na área de meio ambiente, ignorando os efeitos sobre outros modelos de desenvolvimento do território e acelerando cenários futuros de escassez hídrica exemplificam como o governo pode impactar o ambiente em prol de uma atividade que tende a não ser sustentável a longo prazo.

A chegada de novos empreendimentos no município demandará uma atuação constante do executivo, por meio de ações integradas de suas secretarias, visando à manutenção das condições ambientais. Essa atuação deve ser pautada no monitoramento dos índices apresentados nesse capítulo, a fim de propiciar uma ação proativa frente às mudanças ambientais decorrentes da instalação dos empreendimentos e, principalmente, pelo uso eficiente de medidas compensatórias e mitigatórias que contrabalancem a maior demanda por recursos hídricos e alterações do uso do solo, como redução do percentual de floresta e aumento da poluição hídrica, causados por novas levas de imigrantes.

NOTAS

¹ Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio Ambiental de Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro, campus Macaé (NUPEM/UFRJ). Biólogo com doutorado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Endereço Institucional: PPGCIAC/NUPEM, Av. São José Barreto, 764 - São José do Barreto, Macaé - RJ, 27965-045. E-mail: rodr.lemes@gmail.com.

² Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio Ambiental de Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro, campus Macaé (NUPEM/UFRJ). Biólogo com doutorado em Geociências (Geoquímica Ambiental) pela Universidade Federal Fluminense. Endereço Institucional: PPGCIAC/NUPEM, Av. São José Barreto, 764 - São José do Barreto, Macaé - RJ, 27965-045. E-mail: molisanimm@yahoo.com.br.

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PGCIAC/UFRJ). Agente Ambiental e de Recursos Hídricos do Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA). Bióloga com mestrado em Biologia Animal pela Universidade Federal do Espírito Santo (PPGBAN/UFES) Endereço Institucional: PPGCIAC/NUPEM, Av. São José Barreto, 764 - São José do Barreto, Macaé - RJ, 27965-045. E-mail: gerusa.bueno@gmail.com.

REFERÊNCIAS

ADOLF, K.Y. AND SONG, S. 2010. The environmental impacts of pollutants generated by routine shipping operations on ports. *Ocean & Coastal Management*, v. 53, p. 301-311.

BANKS-LEITE, C. et al. 2014. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. *Science*, v. 345, p. 1041-1045.

BAU, E.P.L. *A Pesca artesanal em Macaé: Uma abordagem etnoictológica como subsídio para o manejo de cianídeos*. Rio de Janeiro, 2015, 74p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CARVALHO, L.J.; LOUREIRO, C.F.B. 2016. Território, desigualdade e expansão do capital: a centralidade da indústria do petróleo em Macaé/RJ. *Revista Geografar*, v.11, n.1, p.26-46.

CATELANI, P.A.; PETRY, A.C.; DI DARIO, F.; DOS SANTOS, V.L.; MINCARONE, M.M. 2014. Fish composition (Teleostei) of the estuarine region of the Macaé River, southeastern Brazil. *Check List*, v. 10, n. 4, p. 927-935.

COSTANZA, R. et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260.

DANILEWICZ et al. Abundance and distribution of an isolated population of franciscana dolphins (*Pontoporiablainvillei*) in southeastern Brazil: red alert for FMA I? *Report IWC*, SC-64-SM17.

ESTEVES, F.A. 2011. *Do índio goitacá à economia do petróleo: uma viagem pela história e ecologia da maior restinga protegida do Brasil*. Campos dos Goytacazes, Essentia.

FARIAS, R.N. (2018) *De campo a cidade: urbanização e eutrofização artificial de um ecossistema aquático costeiro (lagoa imboassica, RJ)*. Tese de Doutorado, Programa de Ciências Ambientais e Conservação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FERREIRA, M.I.P. 2011. A sociedade do hidrocarboneto: o ônus do aquecimento econômico gerado pela cadeia produtiva do petróleo e gás em Macaé - RJ. In HERCULANO, S. (Org.). *Impactos sociais, ambientais e urbanos das atividades petrolíferas: o caso de Macaé (RJ)*. Niterói: Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito (PPGSD) da Universidade Federal Fluminense, p. 169-187.

GODIVA, D.; EVANGELISTA, H.; KAMPEL, M.; LICINIO, M.; MUNITA, C. (2010) Combined use of aerogammaspectrometry and geochemistry to access sediment sources in a shallow coral site at Armação dos Búzios, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 87, p. 526-534.

GUIMARÃES, L.G. (2017) *Mudanças no uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé*. Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Ciências Ambientais e Conservação da Universidade federal do Rio de Janeiro.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2017) v4.3.8.18.9. <https://cidades.ibge.gov.br/>

MAGALHÃES S. (2017) *Avaliação dos fatores que influenciam na dinâmica de nutrientes, material particulado e vazão em pequenas bacias hidrográficas*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MARTINS, R.L., VIEIRA, T.W.M., BECKER, B.R. Políticas públicas municipais e a questão ambiental: uma análise dos mecanismos legais de proteção ambiental em Macaé. *Planejamento e Políticas Públicas* v. 50: p. 211-230, 2018.

MOLISANI, M.M.; ESTEVES, F.A.; REZENDE, C.E.; LACERDA, L.D. (2013a). Emissões naturais e antrópicas de nitrogênio, fósforo e metais para a bacia do rio Macaé (Macaé, RJ, Brasil) sob influência das atividades de exploração de petróleo e gás na Bacia de Campos. *Química Nova*, v. 36, p. 27-33.

MOLISANI, M.M.; COSTA, R.N.; CUNHA, P.; REZENDE, C.E.; FERREIRA, M.I.P.; ESTEVES, F.A. (2013b) Acute Toxicity Bioassay with the Amphipod, *Grandidierella bonnieroides* S. After Exposure to Sediments from the Urban Estuary (Macaé River Estuary, RJ, Brazil). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 90, p. 79-84.

PERIARD, T.; LOSEKANN, L. (2012) Petróleo, doença holandesa e dependência da renda petrolífera. In: MONIÉ, F., BINSZTOK, J. *A geografia e geopolítica do petróleo*. Rio de Janeiro: Mauad X.

PIQUET, R. Petróleo e desenvolvimento regional no Brasil. In: MONIÉ, F., BINSZTOK, J. *A geografia e geopolítica do petróleo*. Rio de Janeiro: Mauad X.

PRH - PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS (2014). *Plano de recursos hídricos da região hidrográfica Macaé e das Ostras*. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

PROJETO MAPBIOMAS 2018. *Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil*, Coleção 3. Disponível em <mapbiomas.org/map#coverage> Acesso em 20/10/2018.

SANTIAGO, I.U.; MOLISANI, M.M.; NUDI, A.H.; SCOFIELD, A.L.; WAGENER, A.L.; FILHO, A.L. (2016) Hydrocarbons and trace metals in mussels in the Macaé coast: Preliminary assessment for a coastal zone under influence of offshore oil field exploration in southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 103, p. 349-353.

SANTOS, R.F. (2004). *Planejamento Ambiental: planejamento e prática*. São Paulo: Oficina de textos.

SILVA, J.H. (2018) *Caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas do município de Macaé (RJ)*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa em Ciências Ambientais e Conservação da Universidade Federal do Rio de Janeiro.