

Mapeamento ambiental da bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica: subsídio para construção de planos de bacia

Environmental mapping of Imboacica Lagoon hydrographic basin as a tool to the construction of basin plans

Guilherme Sardenberg Barreto*

Resumo

Neste trabalho, é apresentado o mapa de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica, a partir do qual foram estabelecidos dois índices: (i) Circularidade – que estabelece a relação área/perímetro dos fragmentos, sendo um indicativo de qualidade ambiental; (ii) Qualidade das Águas, que se baseou nos resultados de nove parâmetros (temperatura, pH, turbidez, sólidos totais, nitrogênio amoniacal, fósforo total, DBO, oxigênio dissolvido, coliformes totais e fecais – *E. coli*), para dar suporte, com vistas aos usos preponderantes, à proposta de enquadramento necessária à gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos. Enquadramento dos corpos hídricos. Bacia hidrográfica. Índice de Circularidade. Índice de qualidade das águas.

Abstract

In the present work the map of occupation and use of land in Imboacica Lagoon hydrographic basin is presented. With the aid of this product, circularity and water quality indexes were calculated, based in: (i) the area/perimeter ratio of forest fragments; and (ii) water pH, turbidity, temperature, total solids, ammoniacal nitrogen, total phosphorus, biochemical oxygen demand, dissolved oxygen, total and fecal coliforms. The water quality was thus verified, giving support to classification according to its preponderant usages, which is necessary to adequate water resources management.

Key words: Water resources management. Water classification. Hydrographic basins. Circularity index. Water quality index.

Introdução

O ininterrupto aumento da densidade demográfica tem resultado em diversas modificações na paisagem terrestre. Avanço na ocupação das terras e variados tipos de uso trazem consigo consequências, por via de regra, negativas, ao modificar o equilíbrio

* Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental pelo IF Fluminense campus Macaé, funcionário da Empresa Pública Municipal de Saneamento de Macaé

natural dos ambientes. Expressão mais contundente do nosso *modus vivendi*, a mancha urbana expande seus limites implicando perdas ambientais, tais como diminuição da cobertura vegetal, ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e poluição das águas.

Sob a égide da Política Nacional de Recursos Hídricos, em vigor desde 1997 no Brasil, as bacias hidrográficas tornaram-se o sistema foco das discussões, inclusive evoluindo para a concessão de poder à gestão compartilhada com a sociedade civil, no palco dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) (BRASIL, 1997).

O levantamento das informações ambientais, feito por meio do geoprocessamento, com a aplicação de programas especializados que oferecem recursos para delimitação de áreas e sua classificação, possibilita reconhecer os estágios de degradação ou conservação, contribuindo para a melhoria da gestão. Neste trabalho, os dados da cobertura florestal, das condições da terra e dos recursos hídricos são analisados, em parte, quanti e qualitativamente empregando procedimentos apropriados para cada caso, qualificando-os e diferenciando-os conforme suas características, e sistematizados- os via mapeamento.

Desse modo, como resultado do estudo, foi produzido um mapeamento ambiental da Bacia Hidrográfica (BH) da Lagoa Imboacica, que possibilitou identificar, avaliar e estimar alguns elementos e recursos ambientais de forma a subsidiar as ações de gestão do Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé e das Ostras), dentre elas, o Plano de Recursos Hídricos, também conhecido como Plano de Bacia (BRASIL, 1997). Foram colhidos dados da qualidade das águas da BH, que serviram para elaboração de proposta preliminar de enquadramento com base na Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA e na categorização do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Com a delimitação dos fragmentos florestais, foram calculados seus Índices de Circularidade.

Nesse contexto, o CBH Macaé e das Ostras, pertencente à região hidrográfica VIII do estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2006) (Figura 1), elaborou no ano de 2006 seu Termo de Referência (TR) para criação do Plano de Bacia, documento este que determina os estudos, levantamento de dados, comunicação e implantação com os diversos atores pertencentes à região hidrográfica (CBH MACAÉ E DAS OSTRAS, 2008), servindo como norteador para a execução do presente trabalho.

Os limites geográficos da BH da Lagoa Imboacica encontram-se nos municípios de Macaé e Rio das Ostras do estado do Rio de Janeiro, e seu principal rio, o Imboacica, estabelece um dos limites político-administrativos entre os municípios citados.

Sua pequena dimensão é compensada no valor socioambiental atribuído ao principal exutório¹ – a Lagoa Imboacica, maior lagoa urbana de Macaé e Rio das Ostras.

¹ Uma bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, defluindo-os em uma seção fluvial única, denominada exutório. Disponível em: <<http://www.etg.ufmg.br/tim1/baciahidrografica2007.doc>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

Além da Introdução, neste trabalho são apresentadas: (i) a Metodologia para a produção do mapa de uso e ocupação da terra, para o levantamento do Índice de Circularidade dos fragmentos florestais, assim como o levantamento da qualidade das águas baseado na análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos; (ii) os Resultados e Discussão, que expõem o mapa de uso e ocupação da terra fazendo o perfil da bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica e a representação de cada classe em relação ao tamanho total da bacia, discutindo sua espacialização. Sobre a qualidade das águas, apresentam-se os resultados das análises com base em parâmetros físicos, químicos e biológicos. Reunidos os dados, procedeu-se o cálculo do Índice de Qualidade das Águas, apresentando um mapa com as indicações em cores do retrato da qualidade obtido.

Metodologia

Elaboração do mapa de uso e ocupação das terras da BH da Lagoa Imboacica

O mapa foi elaborado com base nas imagens satélite QuickBird (cedidas pelas prefeituras) de alta resolução espacial (0,60m) e banda pancromática, dos meses de abril (Rio das Ostras) e maio (Macaé) de 2007, projeção UTM, datum SAD 69. Base cartográfica planialtimétrica cedida pela Prefeitura de Macaé, em formato digital, na escala de 1:2000 para a área do entorno da Lagoa Imboacica (ocupação urbana alta densidade).

As diferentes classes de uso foram definidas e aferidas em campo com o Sistema de Posicionamento Global (GPS), ETrex Vista, marca Garmin e anotações em caderneta de campo.

Para construção dos mapas, na escala de 1:5000, as imagens QuickBird foram agrupadas e ajustadas com as bases cartográficas planialtimétricas. Seguiu-se a manipulação dos dados no Software ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006), definindo *shapes* para cada classe. Para cada *shape* foi produzida uma tabela com objetivo de produzir planilhas e tabelar os dados no programa Excel. A editoração e a apresentação das tabelas e mapas foram realizadas nos programas Corel DRAW 12.0 e InDesigner CS2.

Elaboração do Índice de Circularidade dos fragmentos florestais da BH

A cobertura vegetal florestal sobre a terra produz diversos efeitos positivos como: enriquecimento do solo pela liberação de nutrientes e produção de serrapilheira² (BECKER *et al.*, 2006), manutenção da biodiversidade (VIANA, 1998), sustentação

² A serrapilheira compreende, principalmente, o material de origem vegetal (folhas, flores, ramos, cascas, frutos e sementes) e, em menor proporção, o de origem animal (restos animais e material fecal) depositado na superfície do solo de uma floresta. Atua como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e com matéria orgânica. Este processo é particularmente importante na restauração da fertilidade do solo nas áreas em início de sucessão ecológica. Disponível em: <http://www.arvoresbrasil.com.br/?pg=reflorestamento_mata_ciliar_indicadores>. Acesso em: 21 abr. 2010.

mecânica evitando o surgimento de ravinas e voçorocas (processos erosivos) (SILVA; BACCARO, 2003), regularização do regime dos cursos d'água e da qualidade dela (GUERRA; CUNHA, 2005).

Contudo, para expansão dos diversos usos da terra, em especial a agricultura e pecuária, foi necessária a supressão de cobertura florestal em larga escala, restando fragmentos em áreas de difícil acesso ou, aquelas ainda não utilizadas ou aproveitáveis para estes fins. Esta supressão, geralmente, causa degradação como as perdas de solos, de fertilidade e o assoreamento dos cursos d'água (MILLWARD; MERSEY, 2001 *apud* LIESENBERG; PONZONI, 2003). Provoca, também, o aumento do fluxo de água na superfície, facilitando o assoreamento dos mananciais e depreciando a qualidade da água (SILVA, 1994 *apud* NASCIMENTO, 2004). Há ainda a perda da biodiversidade, e, sobretudo, da quantidade de espécimes, em função da perda de área (hábitat) como afirma a Teoria de Darlington (BUENO, 2004).

Além da diminuição da capacidade de suporte para garantia de sobrevivência das espécies, um dos impactos negativos mais estudados da fragmentação é o efeito de borda, que, dentre outros fatores, atinge negativamente a biodiversidade (BUENO, 2004).

A largura do efeito de borda pode mudar em função das características do ambiente contíguo. O que não muda, no entanto, é a relação geométrica, na qual as áreas mais arredondadas apresentam melhor relação perímetro/área que as mais alongadas.

Bueno (2004) apresenta uma figura de sua autoria bastante didática sob este aspecto (Figura 1), estabelecendo uma comparação da relação perímetro/área entre um círculo, um quadrado e um retângulo, na qual aqueles com a forma mais arredondada tendem a possuir maior espaço protegido, importante fator para biodiversidade.

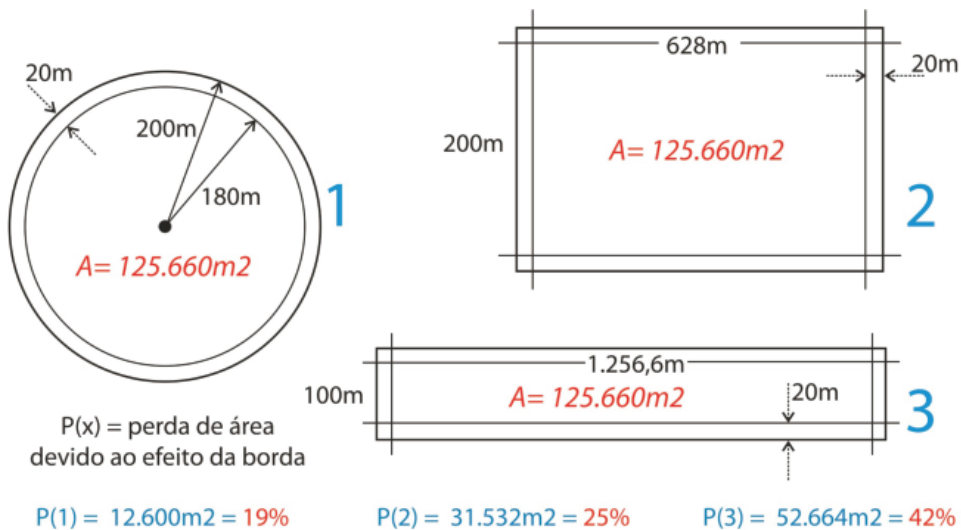


Figura 1: Perda de área: relação geométrica entre diferentes formatos
 Fonte: Bueno, 2004

Neste trabalho foi utilizada metodologia semelhante a de Nascimento (2004), conforme a equação 1:

$$IC = \frac{2 \times \sqrt{\pi \times S}}{P} \quad (\text{eq. 1})$$

onde:

IC – índice de circularidade, de 0 a 1;

S = área, em metros quadrados, do fragmento;

P = perímetro, em metro linear, do fragmento.

Levantamento de qualidade das águas da BH

Em outubro de 2009, foi realizada uma campanha de coleta em 6 pontos, definidos com base na elaboração do mapa de uso e ocupação da terra, de acordo com sua significância. Como o relevo da BH é praticamente homogêneo, de baixada litorânea, entremeado por colinas suaves, o rio Imboacica não pode ser dividido em alto, médio e baixo cursos. Esse cenário implica uma drenagem sem turbilhonamento, apresentando-se em vários trechos como ambiente praticamente lântico³, o que interfere no resultado dos parâmetros (ESTEVES, 1998). A Figura 2 apresenta os pontos de coleta na BH.

³ Lântico: Que vive em águas paradas. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

Bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica

localização dos pontos de coleta

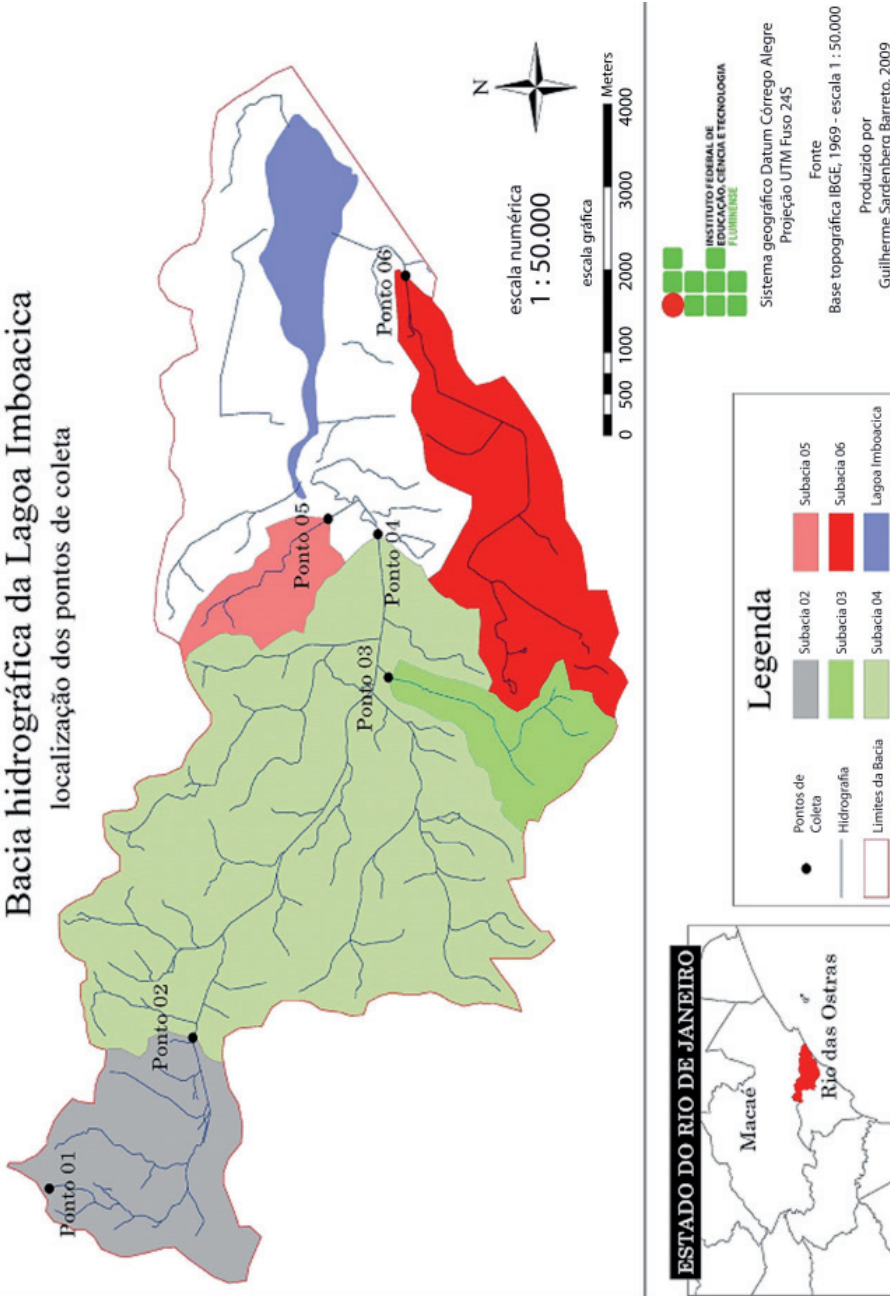


Figura 2: Bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica, com a rede de drenagem atualizada, os pontos de coleta de água e suas respectivas sub-bacias contribuintes
Fonte: Barreto, 2009

Foram realizadas análises em laboratório de parâmetros conforme Quadro 1, assim como medições *in situ* de oxigênio dissolvido (OD), turbidez, temperatura e condutividade.

O IQA foi estabelecido com base na avaliação dos nove parâmetros descritos no Quadro 1, considerando suas curvas médias de variação da qualidade das águas, atribuindo um peso para cada parâmetro. O valor do IQA foi calculado empregando o procedimento descrito por Von Sperlin (2007) e aplicado na BH do rio Macaé por Pinheiro (2008), em planilha eletrônica, alimentada com os parâmetros obtidos na coleta, após a introdução das equações e intervalos de valores. A aplicação desse procedimento tem como objetivo tornar possível o referencial para o CBH Macaé e das Ostras, uma vez que Pinheiro (2008) realizou pesquisa semelhante na BH do rio Macaé, contígua à BH foco do presente estudo.

Quadro 1: Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos – (*w*)

	Parâmetro	Peso <i>W_i</i>
01	Oxigênio Dissolvido (%OD)	0,17
02	Coliformes fecais (NPM/100ml)	0,15
03	pH	0,12
04	DBO (mg/L)	0,10
05	Nitratos (mg/L No ₃)	0,10
06	Fosfatos (mg/L Po ₄)	0,10
07	Temperatura (°C)	0,10
08	Turbidez (UNT)	0,08
09	Resíduos totais (mg/L)	0,08

Fonte: ANA, 2005

Os parâmetros possuem seus respectivos pesos (*w*), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Quadro 2).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a equação 2 (ANA, 2005; PINHEIRO, 2008):

$$IQA = \prod_{i=0}^9 q_i^{w_i} \quad (\text{eq. 2})$$

Onde:

IQA – índice de qualidade das águas, 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido por meio da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1 (ANA, 2005; PINHEIRO, 2008).

Os valores finais do IQA são expressos em categorias de qualidade e podem ser representados por cores, facilitando a assimilação dos resultados. Abaixo, a classificação adotada pela CETESB (Quadro 2).

Quadro 2: Níveis de qualidade segundo classificação do IQA adotados pela CETESB.

CLASSIFICAÇÃO DO IQA	
Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB, 2006

Resultados e discussão

O uso e a ocupação da terra na BH – construção do mapa

Com a interpretação das imagens satélite e calibração em campo, foram definidas as diferentes classes de uso e ocupação da terra.

Algumas classes de uso foram agrupadas, como os fragmentos de mata secundária em estágios inicial e médio e pastagem/pasto sujo, para facilitar a visualização do mapa. O pasto sujo é característico de solo em descanso para uso futuro. É a segunda fase de transição, culminando na formação da capoeirinha (VELOSO, RANGEL-FILHO E LIMA, 1991).

Na Figura 3 é apresentado o mapa de uso e ocupação da terra da BH da Lagoa Imboacica e na Figura 4 os percentuais de cada classe em relação à área total da BH. Já na Tabela 1 os agrupamentos das classes de uso e suas respectivas dimensões em hectare (ha).

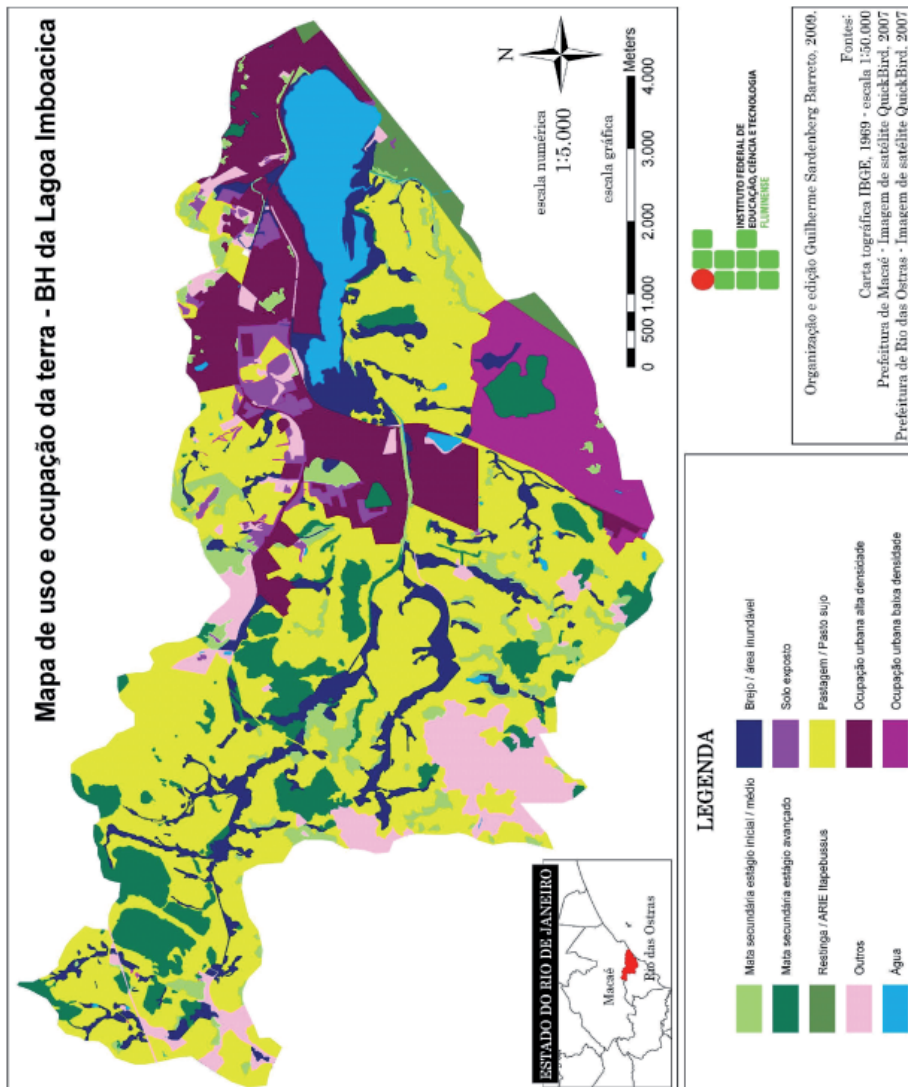


Figura 3: Mapa de uso e ocupação da BH da Lagoa Imboacica
Fonte: Barreto, 2009

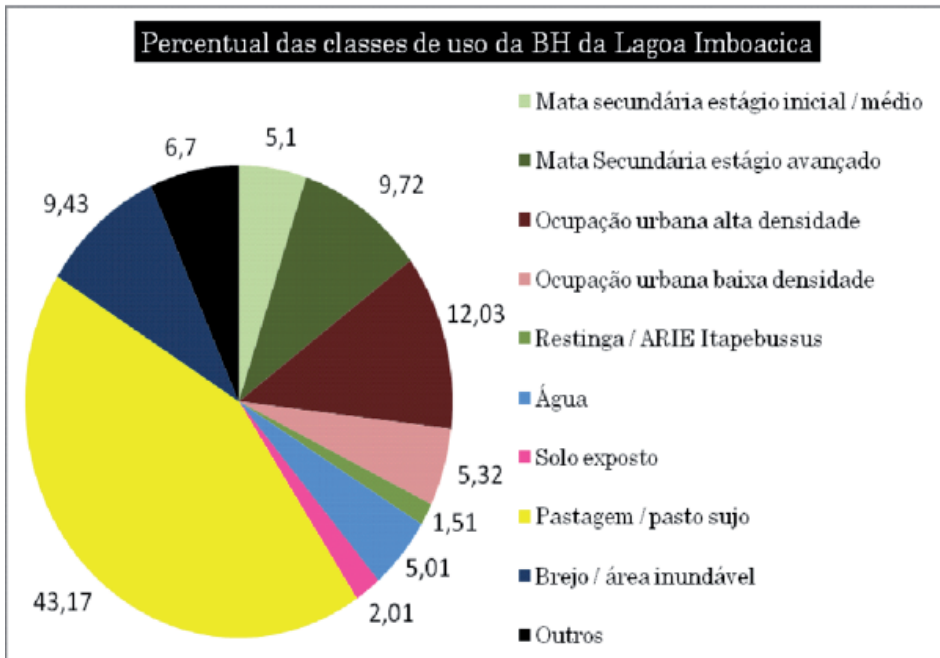


Figura 4: Percentuais das Classes de uso e ocupação do BH da Lagoa Imboacica.

Fonte: Barreto, 2009

Tabela 1: Classes de Uso da Bacia Hidrográfica da Lagoa Imboacica

CLASSE	ÁREA	PERCENTUAL
	(HECTARE)	
Mata secundária estágio inicial / médio	295,58	5,10
Mata secundária estágio avançado	563,87	9,72
Restinga / ARIE Itapebussus	87,55	1,51
Água	290,55	5,01
Brejo / área inundável	547,19	9,43
Solo exposto	116,73	2,01
Pastagem / pasto sujo	2.504,39	43,17
Ocupação urbana alta densidade	697,89	12,03
Ocupação urbana baixa densidade	308,69	5,32
Outros	388,76	6,70
TOTAL da BH da Lagoa Imboacica	5.801,20	100,00

Fonte: Barreto, 2009

O resultado evidencia a degradação florestal sofrida, cuja vegetação original cedeu lugar principalmente às pastagens, que somadas aos brejos/área inundáveis perfazem 53,6% da área total da BH, que é de 58 km². Esse cômputo pode ser levado em consideração já que o gado tem livre acesso a essas áreas. A grande área de pastagem e a quase ausência de mata ciliar tornam possível a contaminação das águas do rio e dos seus afluentes por meio da lixiviação dos dejetos, lançados no solo. Já o fato de, em alguns trechos, haver pouca correnteza e volume d'água, implica risco de grande acúmulo de matéria orgânica, criando ambiente favorável à eutrofização. No entanto, a pequena intensidade da correnteza diminui a possibilidade de contaminação à jusante.

A evolução da mancha urbana é evidente nas últimas décadas (DIAS, 2005). Como reflexo da ocupação no Brasil (IBGE, 2000), está mais concentrada na faixa litorânea, no entorno da Lagoa Imboacica. Há apenas 12,03% da ocupação de alta densidade em toda BH (praticamente 700 ha) mas seus efeitos são sentidos com muita expressividade. Os dois municípios, onde se situa a BH, estabeleceram suas áreas de expansão industrial (comercial/empresarial) no entorno da lagoa. O reflexo é percebido na diminuição da qualidade das águas desse corpo hídrico, e as medidas atenuadoras (mitigadoras) sugerem necessidade de aumento nos investimentos para intervenção como redes de coleta e estações de tratamento. No entorno da lagoa, há a obrigatoriedade de instalação de sistemas terciários para tratamento de esgoto sanitário, devido à necessidade de remoção de nitrogênio e fósforo (conforme Diretriz FEEMA/INEA 215 revisão 4).

As regiões colonizadas por macrófitas⁴ funcionam como remediadoras dos impactos resultantes do lançamento de efluentes e da lixiviação⁵. Torna-se, portanto, fundamental para o equilíbrio do ecossistema da lagoa a permanência dos brejos perilagunares, assim como os brejos à montante, às margens do rio Imboacica e seus afluentes. Por outro lado, como o corpo receptor da BH é um ambiente fechado, que estabelece conexão com o mar esporadicamente (abertura da barra de areia), qualquer sedimento que esteja disponível para escoamento superficial pelas chuvas acumula-se no fundo, diminuindo a profundidade do corpo hídrico e propiciando processos de colmatação e ampliação das áreas cobertas por macrófitas, principalmente as taboas (*Typha dominguensis*). A diminuição do espelho d'água acentua a degradação da lagoa

⁴ As macrófitas aquáticas são plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados com água. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/macrofitas.html>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

⁵ Refere-se a ação solubilizadora de água misturada com cinzas dissolvidas (lixívia) constituindo uma solução alcalina eficaz na limpeza de objetos, mas, em geoquímica ou geologia de modo geral, usa-se para indicar qualquer processo de extração ou solubilização seletiva de constituintes químicos de uma rocha, mineral, depósito sedimentar, solo, etc. pela ação de um fluido percolante. Disponível em: <<http://ig.unic.br/glossario/verbete/lixiviacao.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

e acelera seu processo natural de transformação em brejo (ESTEVES, 1998). Embora o percentual de solo exposto represente apenas 2,01% da BH, em números absolutos são mais de 116 ha concentrados nas proximidades da lagoa. Fica evidente a necessidade de controle e manejo das macrófitas no ecossistema lagunar.

A grande quantidade de brejo é característica do relevo de baixada. Seu percentual é expressivo e devem ser discutidas propostas de proteção, com fim de manter o potencial do lençol freático na BH.

A área de florestas, em diferentes estágios, corresponde a 14,82 da BH. Florestas em estágio avançado perfazem quase 10% de seu total.

Índice de Circularidade

Reunindo os dados de área e perímetro dos fragmentos de mata, e utilizando a fórmula específica, foi possível estabelecer o Índice de Circularidade, dividido em seis grupos (Tabela 2). Esses cálculos seguiram a metodologia apresentada por Nascimento (2004). Há predominância de fragmentos com IC 0,6 (27,92%) e 0,7 (29,05%), o que pode ser um indicativo para propostas de criação de Corredores Ecológicos (CEs) entre eles, desde que a localização favoreça tal fato.

Tabela 2: Índices de Circularidade, número de ocorrência de fragmentos florestais e seu respectivo percentual

Índice de Circularidade	Fragmentos florestais	
	Número de ocorrência	Percentual (%)
Menor que 0,4	1	0,38
0,4 e 0,5	56	21,13
0,6	74	27,92
0,7	77	29,05
0,8	47	17,74
0,9	10	3,78
TOTAL	265	100

Fonte: Barreto, 2009

O mapa com a identificação do IC de cada fragmento e sua espacialização na BH serve para dar suporte à proposta de criação de CEs (Figura 5).

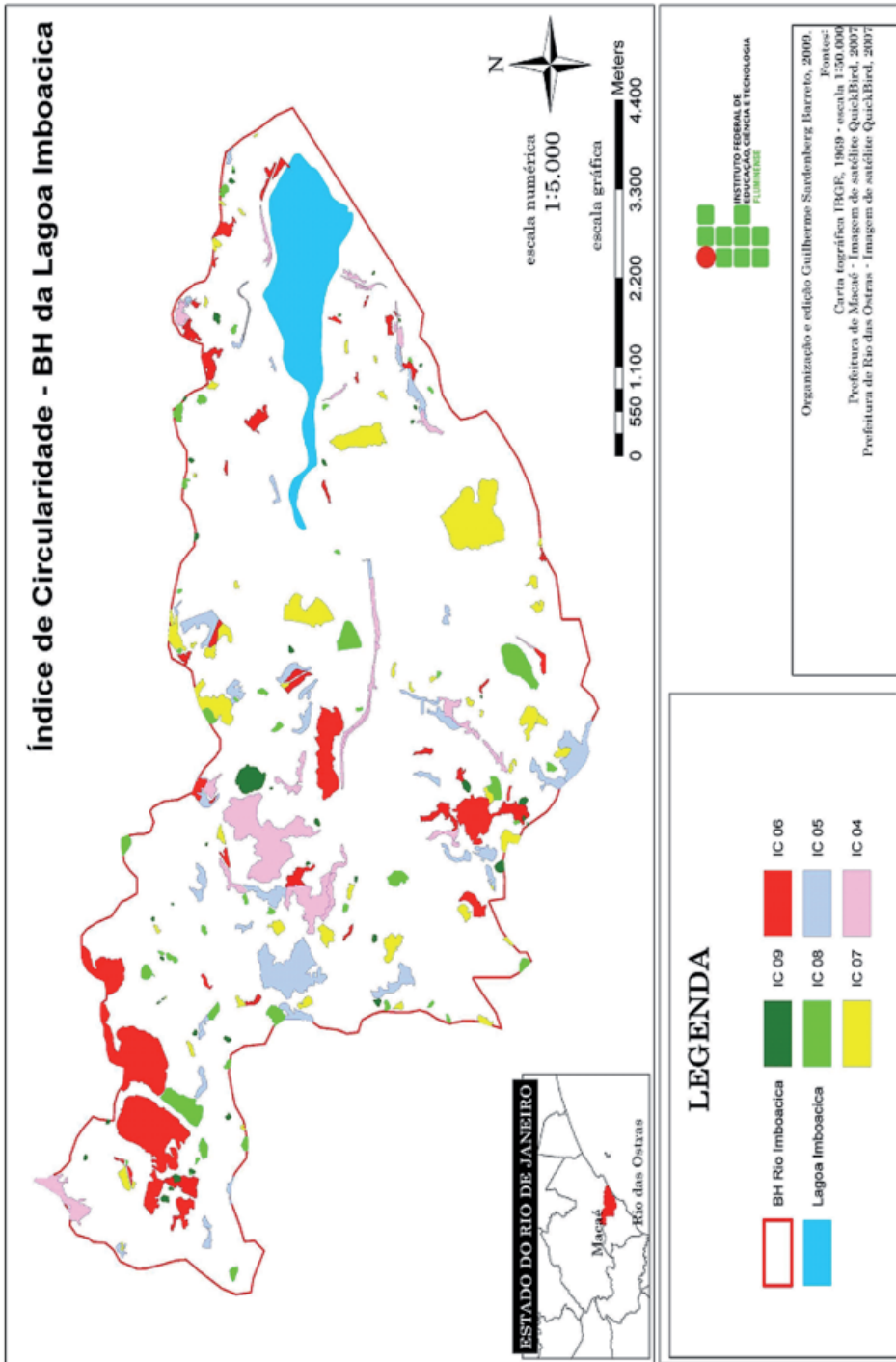


Figura 5: Espacialização dos fragmentos conforme seus Índices de Circularidade
Fonte: Barreto, 2009

A qualidade das águas na BH

A partir dos dados levantados nos seis pontos de coleta, foi possível estabelecer o IQA da BH. Os dados dos parâmetros, com base na discussão dos resultados, refletiram o uso e ocupação da terra à montante do ponto de coleta, tido como exutório. Destacam-se os pontos 04 e 05 como aqueles mais impactados e com maior potencial para causar degradação na Lagoa Imboacica, já que o primeiro é a “foz” do rio homônimo, e o segundo é um afluente direto.

Percebe-se um padrão de água de ambiente lântico, com diferentes tempos de retenção, o que implicaria escolher um índice mais específico, já que o IQA foi desenvolvido para ambientes lóticos (PINHEIRO, 2008). No entanto, esse índice foi utilizado para efeito de comparação com o IQA proposto por Pinheiro (2008) para o rio Macaé, servindo ao CBH Macaé e das Ostras no que tange ao enquadramento. Fazem-se necessários, portanto, mais estudos sobre a hidráulica da BH.

Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Os resultados do IQA indicam dois níveis para a qualidade da água da BH da Lagoa Imboacica: (i) regular; e (ii) boa. De forma pedagógica, atribui-se cor a cada nível de qualidade (Quadro 3). A espacialização dos resultados no mapa da BH da Lagoa Imboacica serve para facilitar a identificação dos tomadores de decisão dos municípios de Macaé e Rio das Ostras, como também para os representantes no CBH Macaé e das Ostras (Figura 6). Ressalta-se a necessidade de realizar outras campanhas com objetivo de recalcular o IQA da BH para fins de acompanhamento da qualidade de suas águas.

Quadro 3: Resultados do IQA da BH da Lagoa Imboacica, com a cor correspondente ao referencial do nível de qualidade

PONTO DE COLETA	IQA	PONDERAÇÃO	CATEGORIA
Ponto 01	55	51 < IQA = 79	Boa
Ponto 02	53	51 < IQA = 79	Boa
Ponto 03	61	51 < IQA = 79	Boa
Ponto 04	48	36 < IQA = 51	Regular
Ponto 05	39	36 < IQA = 51	Regular
Ponto 06	53	51 < IQA = 79	Boa

Fonte: Barreto, 2009

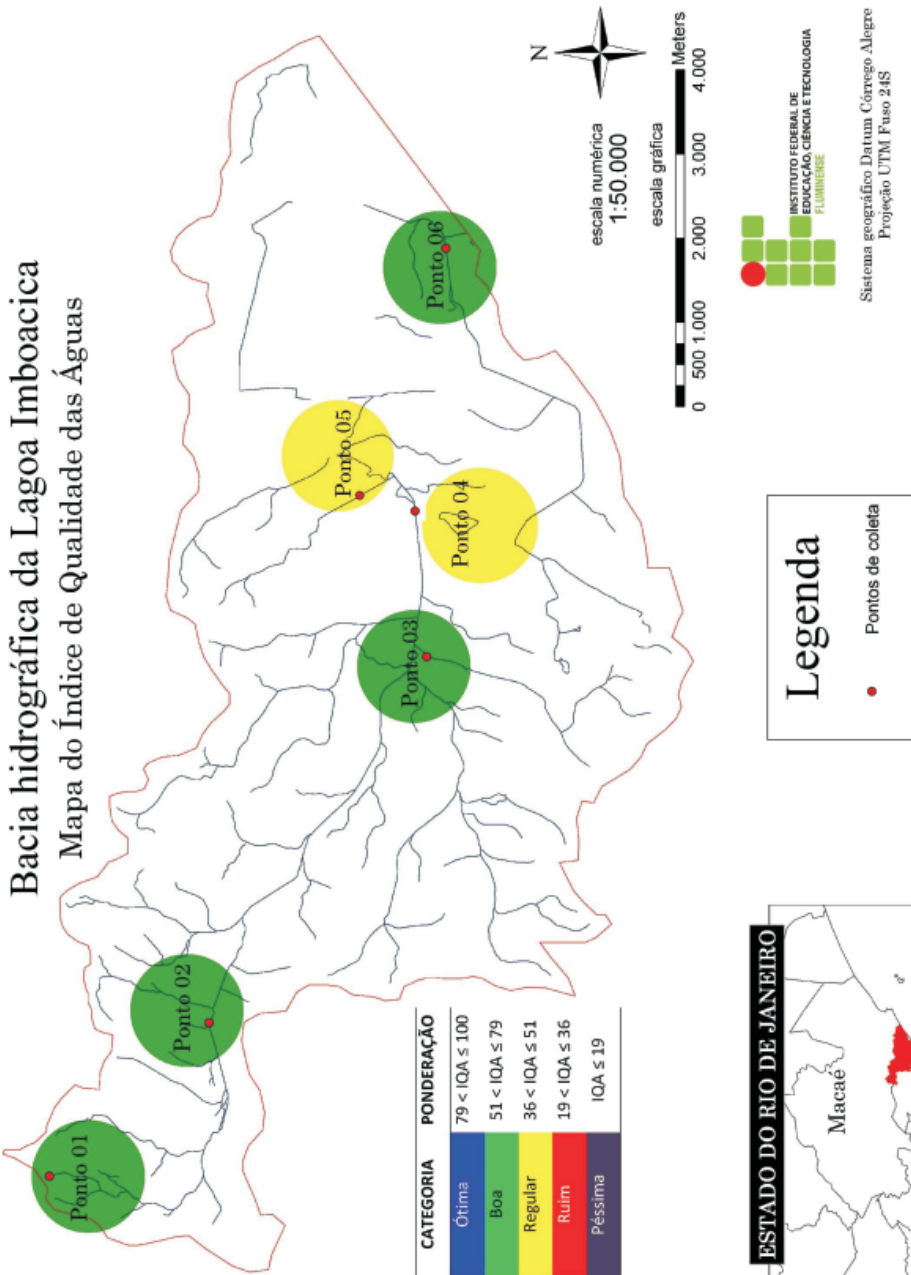


Figura 6: Espacialização dos resultados do IQA na BH da Lagoa Imboacica, utilizando as cores correspondentes ao referencial do nível de qualidade.
Fonte: Barreto, 2009

Os resultados mostram que os pontos 04 e 05, que apresentaram qualificação REGULAR, necessitam maior atenção imediata, visto que a análise reflete tão somente uma fotografia desse cenário. É justamente à montante dos dois pontos, onde se concentram as atividades humanas de ocupação residencial e comercial (empresas).

A constante movimentação de terra, a expansão acelerada da mancha urbana, as novas instalações empresariais, o crescimento do fluxo de pessoas (por conseguinte, carros, ônibus e caminhões de carga) e as descargas pontuais de efluentes não tratados ou tratados inadequadamente resultam na perda de qualidade das águas do trecho final do rio Imboacica, ponto 04. É oportuno frisar que os pontos 04 e 05 drenam diretamente para a Lagoa Imboacica, onde há atividades de contato primário, como recreação e, também, pesca para subsistência e pequena comercialização (BARCELOS, 2009).

Análise das conformidades e proposta preliminar de enquadramento

Com base nos resultados dos parâmetros, foram analisadas as conformidades aos valores estabelecidos na Resolução nº 357/05 do CONAMA (Quadro 4).

Quadro 4: Conformidade dos parâmetros a Resolução 357/05 CONAMA

Pontos de coleta	Parâmetros não conformes	
	CLASSE I	CLASSE II
PONTO 01	OD, coliformes fecais	OD
PONTO 02	OD	OD
PONTO 03	OD	OD
PONTO 04	OD, fósforo total, turbidez	OD, fósforo total
PONTO 05	OD, coliformes fecais, DBO, fósforo total, turbidez	OD, DBO. Fósforo total
PONTO 06	OD, DBO	OD, DBO

Fonte: Barreto, 2009

Os dados do Quadro 4 mostram que todos os pontos apresentaram não conformidade em relação ao oxigênio dissolvido. Quanto aos coliformes fecais, os pontos 01 (nascente) e 05 apresentaram não conformidade. Fósforo total aparece não conforme nos pontos 04 e 05 para a Classe I. Já a turbidez, somente para a Classe II. Por fim, a DBO está não conforme nos pontos 05 e 06, para as duas classes: 115 mg/L, ou seja, quase 40 vezes acima do permitido para Classe I (3mg/L) e mais de 20 vezes acima

do permitido para a Classe II (5mg/L); 6 mg/L, o dobro do permitido para Classe I e bastante próximo do permitido para Classe II, respectivamente.

Na BH não há captação de água superficial para abastecimento público. Os usos preponderantes são a dessedentação e pequenas lavouras de subsistência (área rural), e contato primário assim como pesca amadora na Lagoa Imboacica.

A lagoa sofre as agressões provenientes de uma expansão urbana desordenada, carente de infraestrutura, principalmente no território pertencente ao município de Macaé. A verticalização da orla lagunar, que interfere ao barrar os ventos, sombrear a orla, aumentar o fluxo de veículos e a quantidade de efluentes domésticos, agrava o problema, sendo incompatível com as perspectivas de melhoria da qualidade do ecossistema. Na tentativa de tornar esse espelho d'água balneável, com fomento à prática náutica e contemplação, a taxa de ocupação e a verticalização terão que, necessariamente, ser contidas.

Na medida em que não há abastecimento para consumo humano, todos os outros usos são permitidos em águas enquadradas nas Classes I e II da Resolução 357 de 2005 do CONAMA, a saber: (i) proteção das comunidades aquáticas; (ii) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho - conforme Resolução CONAMA n. 274, de 2000; e (iii) aquicultura e atividade de pesca.

Considerando: (i) o mapeamento da BH; (ii) os resultados das análises físicos, químicas e biológicas; e (iii) os usos aqui descritos, com destaque para o contato primário e a pesca amadora na Lagoa Imboacica, a proposta preliminar é de enquadramento para TODA BH da Lagoa Imboacica em ÁGUA DOCE - CLASSE I.

Conclusão e Recomendações

Os dados levantados para a elaboração do presente trabalho indicam que se a dinâmica do crescimento da mancha urbana em direção ao continente continuar no mesmo ritmo, utilizando os mesmos princípios de ocupação e uso da terra, os ecossistemas da BH da Lagoa Imboacica estarão comprometidos no que diz respeito à (i) perda da qualidade de suas águas; (ii) diminuição da biodiversidade devido aos impactos decorrentes da supressão da cobertura florestal; (iii) ocupação de áreas brejosas para viabilizar instalação de aparelhos urbanos, impermeabilizando o solo; (iv) descarte de resíduos sólidos; (v) e lançamento de efluentes sem tratamento adequado.

Com os dados físicos, químicos e biológicos da qualidade da água, foi possível identificar que os pontos que ultrapassam os níveis legais exigidos são exatamente os que drenam a área urbana (pontos 04 – “foz” do rio Imboacica; e 05 – manilha do asfalto da RJ 106).

Quanto à cobertura florestal ainda existente, é possível investir na conectividade dos fragmentos, por meio das APPs tipo Faixa Marginal de Proteção, ou mesmo

utilizando áreas nuas entre eles. Os 859,45 hectares de cobertura florestal, perfazendo um total de 14,82%, podem servir de estímulo para alcançar os 20% de Reserva Legal (BRASIL, 1965), como uma das primeiras metas de recuperação para a área. Praticamente todos os brejos apresentam formações iniciais de vegetação ou matas paludosas. Por oportuno, na análise positiva da condição ambiental, soma-se seu percentual (9,43%) aos da cobertura florestal, perfazendo total de 24,25%.

O retrato da qualidade da água da BH, ao identificar em que níveis se encontram os parâmetros analisados, mostra que para enquadrar a BH às exigências da Classe I os investimentos devem se concentrar, inicialmente, nos pontos 04 e 05. Esse enquadramento encontra justificativa no uso intenso da Lagoa Imboacica, exutório da BH, como recreação, esportes náuticos e pesca amadora.

Recomenda-se:

- Implementar medidas de gestão integrada das águas da BH com as condições de uso e ocupação da terra, em especial aquelas relativas ao controle dos efluentes da área urbana e a conectividade possível dos fragmentos;

- Realizar levantamento, por parte das prefeituras, principalmente em Macaé (município onde se concentram as maiores fontes de poluição para lagoa), da infraestrutura existente, estimativa de contribuintes de carga orgânica, ETEs existentes e em funcionamento, empresas com licença ambiental (averiguação do atendimento das condicionantes) e sistemas de tratamento de efluentes funcionando e outras informações pertinentes à identificação de fontes poluidoras;

- Criar, cada prefeitura envolvida, com a participação do CBH Macaé e das Ostras, programa de remediação e recuperação, com cronograma definido e metas para curto, médio e longo prazos;

- Implantar programa de remediação e recuperação;

- Iniciar um programa de coletas nos pontos 04, 05 e 06. O ponto 06 – canal da Peleja, receberá os efluentes tratados de um novo loteamento residencial;

- Realizar a identificação de fauna e flora nos fragmentos maiores (em destaque os quatro maiores) e naqueles em que o Índice de Circularidade apresenta valores iguais a 0,8 e 0,9 (21,52% dos fragmentos);

- Implantar um programa de recuperação da nascente do rio Imboacica (exploração do valor simbólico) – cercamento da área; enriquecimentos da flora; monitoramento;

- Iniciar a discussão entre os municípios e o estado sob a perspectiva da “Lagoa que queremos”. A verticalização na orla da lagoa no município de Macaé e o já intenso tráfego colaboram expressivamente para a degradação desse corpo hídrico e devem ser contidos e mitigados;

- Realizar estudos continuados e discussões, por meio do CBH Macaé e das Ostras, com os proprietários de terras e sitiantes, na perspectiva de lhes “apresentar” o rio Imboacica e sua BH.

Referências

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA/SPR, 2005. 179p.

BARCELOS, J. Comunicação pessoal com o pescador tradicional Jorge Barcelos (Tio Jorge) em contínuas ocasiões, 2009.

BECKER, C.G. *et al.* Composição vegetal e o acúmulo de serrapilheira em um fragmento de Cerrado. 2006. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br>>. Acesso em: 28 nov. 2008.

BRASIL. Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Brasília, 1965.

BRASIL. Lei das Águas – Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 12 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. DOU 09 de janeiro de 1997.

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

CBH MACAÉ E DAS OSTRAS. Comitê de Bacias Hidrográficas. Resolução nº 07, de 04 de março de 2008. Aprova o Termo de Referência para elaboração do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras, 2008.

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. 2005. 115p. Monografia (Licenciatura em Geografia) - CEFET/Campos, Campos dos Goytacazes, 2005.

ESRI. Environmental Systems Research Institute, INC. ArcGIS para Windows. Versão 9.2. 2006.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2a.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 601p.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 472p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa da distribuição da população urbana no Brasil até o ano 2000.

NASCIMENTO, M.C. Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Alegre, ES. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

PINHEIRO, M.R.C. Avaliação dos usos preponderantes e qualidade da água como subsídios para os instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos aplicada à Bacia Hidrográfica do Rio Macaé. 2008. Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental) - CEFET/Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2008.

RIO DE JANEIRO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI). Resolução nº 18, de 08 de novembro de 2006. Aprova a definição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, J.B.; BACCARO, C.AP.D. Mecanismos e condicionantes hidrogeomorfológicos da erosão nas vertentes: implicações na sustentabilidade ambiental no domínio do Cerrado. Uberlândia: Instituto de Geografia, UFU, 2003.

VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.R.L.; LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada de um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.

VIANA, V.M. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. São Paulo: USP. Departamento de Ciências florestais da ESALQ, 1998. (Série técnica IPEF).

VON SPERLIN, M. Estudos e modelagem da qualidade da água em rios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. v.7: 588 p.