

REVISTA **ineana**

VOLUME 1  
NÚMERO 1  
JANEIRO-JUNHO  
2012

1



## **GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Sérgio Cabral Filho, governador**

**Luiz Fernando Pezão, vice-governador**

### **SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE**

**Carlos Minc, secretário**

### **INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE**

**Marilene Ramos, presidente**

**Denise Marçal Rambaldi, vice-presidente**

#### **DIRETORIA DE INFORMAÇÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL**

**Carlos Alberto Fonteles de Souza, diretor**

#### **DIRETORIA DE GESTÃO DAS ÁGUAS E DO TERRITÓRIO**

**Rosa Maria Formiga Johnsson, diretora**

#### **DIRETORIA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

**Ana Cristina Henney, diretora**

#### **DIRETORIA DE BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS**

**André Ilha, diretor**

#### **DIRETORIA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL**

**Luiz Manoel de Figueiredo Jordão, diretor**

#### **DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS**

**José Marcos Soares Reis, diretor**

ISSN 2238-2496

REVISTA **ineana**

VOLUME 1  
NÚMERO 1  
RIO DE JANEIRO - RJ  
JANEIRO-JUNHO  
2012

## REVISTA INEANA

### CONSELHO EDITORIAL

Alceo Magnanini, presidente  
Rosa Maria Formiga Johnsson  
Marco Antonio Ribeiro Pessoa  
Tânia Machado

### PRODUÇÃO EDITORIAL

Gerência de Informação e Acervo Técnico (GEIAT/DIMAM)

### COORDENAÇÃO EDITORIAL

Tânia Machado

### REVISÃO

Elisa Menezes

### NORMALIZAÇÃO

Josete Medeiros

### PRODUÇÃO GRÁFICA E DIAGRAMAÇÃO

Conceito Comunicação Integrada

### IMPRESSÃO

Gráfica Duo Print

### CAPA

Fêmea de *Brachyteles arachnoides* (muriqui do Sul), maior primata brasileiro, encontrado na região Sudeste (Rio de Janeiro, porção oriental de Minas Gerais, São Paulo e nordeste do Paraná). Ameaçado de extinção, o muriqui é o candidato oficial do Estado do Rio de Janeiro a mascote das Olimpíadas de 2016. Foto: Daniel Luz.

© Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Av. Venezuela, 110 – Saúde  
CEP 20081-312 – Rio de Janeiro – RJ

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e informações contidas nesta publicação, desde que citada a fonte. Os artigos são de inteira responsabilidade de seus autores.

Tiragem: 2 mil exemplares

Disponível também em

<http://www.inea.rj.gov.br/publicacoes/publicacoes.asp>

---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do INEA

---

R454 Revista Ineana/Instituto Estadual do Ambiente.  
--- v.1, n.1 (jan./jun. 2012)- ---Rio de Janeiro: INEA, 2012-  
ISSN: 2238-2496  
1. Meio ambiente – Rio de Janeiro. 2. Meio ambiente – Periódicos. I. Título.  
CDU 628(815.3)

---

7

## **FAUNA E RECURSOS FAUNÍSTICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CONSIDERAÇÕES**

ALCEO MAGNANINI  
NORMA CRUD MACIEL  
ADELMAR F. COIMBRA FILHO

31

## **USO DE ÍNDICES DESCRITIVOS E PREDITIVOS PARA DIAGNÓSTICO DE CORPOS D'ÁGUA**

FÁTIMA DE FREITAS LOPES SOARES  
FLÁVIO JOAQUIM DE SOUZA  
LEONARDO FIDALGO TELLES RODRIGUES  
LEONARDO DAEMON D'OLIVEIRA SILVA  
MARCO ANTONIO RIBEIRO PESSOA  
MAURICIO FRANCISCO SOARES  
PATRÍCIA DOMINGOS

47

## **RISCOS AMBIENTAIS ENVOLVENDO O TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS PARA AS ÁGUAS CAPTADAS PELA ETA GUANDU, RJ**

VIVIANE JAPIASSÚ VIANA  
ROSA MARIA FORMIGA JOHNSSON  
CARLOS EDUARDO STRAUCH

65

## **AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: PORTO AÇU**

PAULINA M. PORTO SILVA CAVALCANTI  
HELIANA VILELA DE OLIVEIRA SILVA  
EMILIO LÈBRE LA ROVERE

O conhecimento técnico existente por trás de todas as ações de gestão ambiental da SEA/INEA, quer sejam de preservação, conservação ou recuperação, foi o motivo primeiro que nos levou à criação de uma revista técnica. Estruturado há apenas três anos, o INEA, ao reunir as instituições ambientais estaduais – FEEMA, SERLA e IEF –, compôs um corpo respeitado e produtivo de analistas ambientais e desenhou uma instituição original, baseada na integração de saberes e de atuação, o que reflete a visão inovadora que o Governo Sérgio Cabral tem conferido ao Estado do Rio de Janeiro.

Este novo desenho institucional tem exigido a adoção de novos métodos e a revisão constante de suas práticas, de forma que a interdisciplinaridade adquira crescente espaço na organização, na formação de seu corpo funcional e na atuação do Instituto.

Estimular a formação de uma cultura crítica no meio técnico, por meio do debate multidisciplinar das questões ambientais, é, assim, não apenas um dever, e sim um reconhecimento do trabalho e da importância desses profissionais, especialistas de diferentes gerações que “pensam” o ambiente desde os tempos em que a palavra “sustentabilidade” representava apenas uma grande incógnita. Eis o segundo motivo.

A produção constante de ideias e o aperfeiçoamento técnico levam, necessariamente, à divulgação e à troca intelectual, essenciais a um órgão que ambiciona consolidar-se como um gestor ambiental de referência, capaz de exercer um papel estratégico na agenda de desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro. Como veículo de divulgação e propagação da produção técnica do Instituto, pretendemos, com a Ineana, ampliar a disseminação de conhecimentos relevantes e, ao mesmo tempo, incentivar o diálogo com outros campos técnicos da área ambiental, além de compartilhar com a

sociedade o conhecimento produzido intramuros. Este, o terceiro motivo.

Por tudo isso, a Ineana nasce com o nome do órgão que lhe dá origem. Carrega em si o desenho institucional e a missão de compartilhar o conhecimento técnico produzido pelo seu corpo de especialistas, incentivando o debate com outras instituições, de forma a ampliar o espaço interdisciplinar da difusão de análises, propostas e soluções para enfrentar os problemas gerados pelo nosso desenvolvimento.

Nossa proposta é reunir, em uma revista, profissionais interessados em refletir sobre sua atuação, participar de debates e propostas de soluções. Queremos que a Ineana seja um veículo de divulgação de olhares e perspectivas multidisciplinares, interrelacionados e complementares, voltados para o conhecimento. Queremos ser um instrumento de divulgação dos saberes que compõem o órgão executivo ambiental do Estado do Rio de Janeiro.

Os artigos deste primeiro número da Ineana refletem a variedade do conhecimento reunido pelo corpo técnico do INEA, assim como as questões que precisam ser expostas, debatidas, aprimoradas. Com eles, os autores iniciam um caminho de diálogo e intercâmbio de ideias, uma estrada a ser trilhada em conjunto com a sociedade. Todos os artigos foram analisados e aprovados pelo Conselho Editorial da Ineana – formada por especialistas do Instituto –, cuja avaliação prima pela qualidade científica, originalidade e atualidade dos textos apresentados.

O primeiro artigo, de autoria de três renomados especialistas – um patrimônio humano da nossa instituição –, Alceo Magnanini, Ademar Coimbra e Norma Crud Maciel, discorre sobre os recursos faunísticos dos diversos ambientes, trata da lacuna de conhecimentos existentes sobre a fauna fluminense, avalia a gravidade da inexistência, nos órgãos oficiais, de setores especializados

para tratar o tema, e faz diversas proposições para solução dos problemas.

No segundo artigo, a gerente de Qualidade de Água, Fátima de Freitas Lopes Soares, e sua equipe apresentam as metodologias propostas para o cálculo dos índices ou indicadores de qualidade das águas, uma forma de traduzir para o público não especializado a interpretação dos resultados do monitoramento das águas, condição *sine qua non* para uma gestão eficiente dos ecossistemas aquáticos.

O transporte de produtos perigosos, sobretudo na Rodovia Presidente Dutra, expõe os rios Paraíba do Sul, Guandu, seus principais afluentes e, conseqüentemente, a Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu a sérios riscos ambientais. Este é o tema do terceiro artigo, escrito a seis mãos pela diretora Rosa Formiga, pelo chefe do Serviço de Emergências Ambientais, Carlos Eduardo Strauch, e pela especialista em Meio Ambiente da FETRANSPOR, Viviane Japiassú Viana.

O quarto e último artigo relata a Avaliação Ambiental Estratégica do Complexo do Açú, uma iniciativa pioneira da Secretaria de Estado do Ambiente, que pretendeu dar uma nova abordagem para a gestão ambiental estadual. O trabalho foi elaborado pela gerente de Qualidade do Ar do INEA, à época, Paulina M. Porto Silva Cavalcanti, e pelos pesquisadores da COPPE/UFRJ, Heliana Vilela de Oliveira Silva e Emilio Lèbre La Rovere.

Esperamos que a leitura da Ineana contribua para o avanço do debate, do entendimento e do enfrentamento dos desafios que o desenvolvimento nos impõe.

**Marilene Ramos,**  
presidente do Instituto Estadual  
do Ambiente (INEA)

**Carlos Minc,**  
secretário de Estado do Ambiente (SEA)



# FAUNA E RECURSOS FAUNÍSTICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CONSIDERAÇÕES

ALCEO MAGNANINI  
NORMA CRUD MACIEL  
ADELMAR F. COIMBRA FILHO

As garças brancas,  
outrora abundantes  
nas lagoas,  
banhados e margens  
fluviais, hoje  
aparecem isoladas  
em ambientes  
antropizados e  
poluídos, disputando  
até restos de lixo  
com os urubus

**RESUMO:** A base da extensa bibliografia somada à experiência dos autores permitiu a realização deste artigo que visa a colaborar para uma ação mais efetiva em prol da proteção da riquíssima biodiversidade fluminense. Os assuntos pertinentes à fauna são analisados no que tange tanto aos preconceitos, conceitos, sucessivas situações ao longo da história e importância como patrimônio natural, quanto no concernente aos serviços ambientais que prestam ao homem e na urgência de ser mais eficientemente cuidados pelos governos. Os complexos *habitats* faunísticos do Estado são grupados em três grandes categorias: 1. Ambientes marítimos, 2. Ambientes das baixadas litorâneas e 3. Ambientes interioranos florestais. A situação de cada ambiente e dos respectivos ecossistemas é sinteticamente exposta, com menção das espécies mais destacadas. Ao final, em conclusões, são apresentadas sugestões e seis propostas versando sobre: estudos, legislação estadual, áreas protegidas, apoio da comunidade científica fluminense, financiamentos e convênios. Objetivando facilitar o acesso de interessados nos assuntos, é apresentada uma lista de referências bibliográficas, longa mas não esgotante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fauna, Recursos faunísticos do Estado, Espécies ameaçadas de extinção.

## 1. Introdução

Esta contribuição, sob a forma de considerações, se baseia em trabalhos, publicados ou não, dos autores, de modo a ter seu texto consolidado e atualizado como um documentário sobre a fauna do Estado do Rio de Janeiro que possibilite ação oficial mais efetiva em prol da proteção da riquíssima biodiversidade fluminense. Esse é o único objetivo dos autores.

Para um determinado espaço geográfico, a palavra fauna *lato sensu* tem sido usada para englobar todas as espécies de animais selvagens, indígenas, nativos, naturais que nele ocorrem, excluindo-se as espécies alienígenas ou exóticas, sejam estas invasoras, introduzidas, amansadas, domésticas ou alçadas (termo zootécnico que significa retornadas ao estado selvagem).

Cabe ressaltar a exceção tradicional, cientificamente injustificável, aliás, como é a exclusão da espécie *Homo sapiens* e suas formas filogenéticas das questões relacionadas à fauna, isto porque a imensa maioria dos humanos ignora que nossa espécie está classificada como Primata e, por conseguinte, faz parte da Primatologia. Academicamente, somos categorizados como recursos humanos ou culturais e excluídos dos recursos faunísticos. Foi até criada como ciência autônoma uma Antropologia que não faz mais parte da Zoologia. Na realidade, etimologicamente, as palavras “fauna”, “faunístico” e “animais” englobam todos os organismos zoológicos, vivos ou mortos, terrestres, marinhos e dulcícolas, além daqueles que vivem na atmosfera, como as espécies voadoras de aves, morcegos e insetos. Todavia, são simplesmente ignorados quando se fala em planejamento e gestão de fauna, não só o vasto espectro de outras formas zoológicas microscópicas, entre elas a dos protozoários e também inúmeras outras, tais como a maioria de invertebrados chamados de animais inferiores, artrópodes principalmente.

Diz-se, comumente, que a flora é reflexo do clima e que a fauna reflete a diversidade e a riqueza da vegetação. Isso parece ser confirmado com a observação de que os diversos ecossistemas nos biomas brasileiros propiciam *habitats* adequados a um elevado número de formas zoológicas, das quais numerosas delas certamente sequer foram descobertas. Entretanto, assinala-se a contradição desse

ditado ao considerarmos a existência de centenas de espécies que têm distribuição geográfica muito ampla, ocorrendo nos mais diversos ecossistemas. A universalidade do dito tradicional de que a flora é o principal fator determinante da fauna é também invalidada pela existência da rica fauna aquática, quer marinha, quer dulcícola, plena de espécies animais ainda desconhecidas e por esse motivo geralmente esquecidas.

## 2. Considerações gerais

Ao tempo da chegada dos antigos navegantes portugueses ao Brasil, cerca de 97% da área total do Estado do Rio de Janeiro estava recoberto de florestas densas. Decorridos apenas 510 anos, restam menos de 10% da área original das densas florestas que existiam. E, desta ínfima fração remanescente, certamente já muito alterada sob o ponto de vista florístico e estrutural, provavelmente não existe mais um único hectare que não tenha sofrido algum impacto antrópico danoso para a fauna, levando-se em conta não apenas a destruição direta, como também a grande diversidade de impactos ambientais indiretos. Mesmo nas matas consideradas em bom estado de conservação, podem ter acontecido impactos ambientais indiretos como extração de madeiras, palmitos, plantas ornamentais, plantas medicinais, abate ou captura de animais selvagens e aves principalmente, queda de chuvas ácidas, ocorrência de poluição sonora ou térmica, aumento de teores de poluentes físicos, químicos e radiativos na atmosfera e nos rios etc.

Todas essas intervenções humanas no ambiente natural podem tornar crítica a situação de espécies bióticas, em especial as da fauna que dependam de ambiente florestal equilibrado para sobreviver. A falta desse equilíbrio certamente concorre para uma simplificação gradativa da biota selvagem regional, tornando a mesma exposta ao risco de desaparecimento. Dada a abundância de formas endêmicas características da Mata Atlântica, compreende-se a importância e a responsabilidade das instituições oficiais quanto à defesa da biodiversidade. É prioritária e urgente a seleção de áreas relativamente amplas, ainda disponíveis, indispensáveis para garantir refúgios à nossa fauna já tão ameaçada. Somente

se oficialmente preservadas, essas áreas poderão salvar o endemismo de formas geológicas, florísticas ou faunísticas de grande valor científico e turístico, inclusive legando às futuras gerações pelo menos uma parcela da natureza, como nossa herança faunística e de diversas formas bióticas que hoje estão em perigo crítico de extinção.

É importante frisar que o nosso patrimônio zoológico, anteriormente riquíssimo, é atualmente um dos mais prejudicados e dilapidados recursos naturais do território do Estado do Rio de Janeiro, sendo significativo o elevado número de espécies da fauna fluminense em perigo crítico de desaparecimento.

Os topônimos ainda hoje registrados nos mapas do Estado atestam a anterior abundância da fauna regional, como por exemplo: Araras – alusão às araras que existiam; Araruama (lagoa, cidade) – corruptela de araruma, ave (provavelmente *Ara ararauna*), há muito desaparecida das matas do Estado), ou arauama = lagoa de conchas; Búzios, Armação dos Búzios – moluscos de concha cônica; Macuco, Cachoeiras de Macacu – referente ao macuco (*Tinamus solitarius*), espécie muito rara em matas fluminenses, mas potencialmente de fácil reintrodução em diversas áreas oficiais já protegidas no Estado; Carapebus do goitacá carapeba = peixe+us = muito; Capivari – referente ao maior roedor do mundo, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*); Conceição de Jacaréi – do tupi iacaré+i = água, ou pequeno rio; Cachoeira do Veado – com significado óbvio na Serra da Bocaina; Muriqui, Muqui – alusão ao muriqui ou muqui, o maior primata do Novo Mundo (*Brachyteles arachnoides*); Pirai, Barra do Pirai em tupi, rio dos peixes; Poço das Antas – referência à anta (*Tapirus terrestris*); Quatis do tupi = nariz pontudo, relativo ao coati ou quati (*Nasua sp*); Rio das Ostras – com significado óbvio; Serra da Onça – em Cardoso Moreira, como referência ao jaguar (*Panthera onca*).

É interessante observar que no brasão oficial do Estado do Rio de Janeiro figura uma águia de asas abertas que, a julgar pelas possantes garras, só pode ser o uiraçu (*Harpia harpyja*). Aliás, na cumeada ornada com águias do Palácio do Catete do Rio, por isso também conhecido como “Palácio das Águias”, na verdade os ornamentos são uiraçus. Também no município do Rio de Janeiro, e até no interior da grande urbe, persistem referências à outrora relativa

“A extraordinária fauna brasileira deveria merecer tratamento condizente com sua qualificação de inestimável herança natural, cuja riqueza é reconhecida internacionalmente”

abundância de espécies da fauna. Repare-se, por exemplo, no significado dos nomes: Catete (bairro) – referência aos catetes, catetos ou caititus (porcos-do-mato do gênero *Tayassu*); Maracanã (rio; bairro) – alusão às ararinhas (*Aratinga sp*), chamadas na região de maracanãs; Jacarepaguá (bairro) – vale ou baixada dos jacarés (*Caiman latirostris*) espécie ameaçada e reintroduzida, na década de 60 na lagoa de Marapendi; Guaratiba (praia) – local, pouso de guarás (*Eudocimus ruber*); Inhaúma (bairro) – de anhuma, anhima (*Anhima cornuta*), grande ave aqui extinta; Paquetá (ilha) – atribuído por diversos autores à presença de pacas (*Agouti paca*); Andaraí (bairro) – provável corruptela do tupi andira (morcegos) + í (pequeno rio ou água); Sernambetiba (praia) – relativa ao sernambi (*Donax hanleyanus*), molusco comestível; Camorim (lagoa) – de camori, nome indígena do peixe conhecido como robalo (*Centropomus parallelus*; *C. undecimalis*). Por sua vez, o município do Rio de Janeiro tem no brasão oficial as figuras estilizadas de dois golfinhos que só podem ser dois botos-cinza (*Sotalia guianensis*).

A extraordinária fauna brasileira deveria merecer tratamento condizente com sua qualificação de inestimável herança natural, cuja riqueza é reconhecida internacionalmente. Todavia ela continua ainda parcialmente inventariada nos seus valores

intrínsecos, o que não nos permite seu desfrute de modo inteligente e condizente com o potencial que pode ser oferecido ao país e à humanidade

Atualmente, a diversidade da fauna fluminense comentada neste artigo só é observada em locais onde a pressão humana ainda não degradou em demasia os ecossistemas naturais. Saliente-se que as informações aqui expostas foram baseadas em estudos sumários devido à carência de conhecimentos adequados, sobretudo quanto às necessidades ecológicas de cada espécie. Dados sobre hábitos, comportamento, reprodução e alimentação, entre outros, ainda são insuficientes para se poder programar a reintrodução de espécies em locais desocupados, ou para permitir a preservação das espécies ameaçadas de extinção. Lembre-se, igualmente, que a maioria das observações foi efetuada em *habitat* já bastante danificado pela interferência humana, onde certamente já estão bastante alteradas as inter-relações das espécies.

Mesmo enquanto a destruição do *habitat* prossegue velozmente, fica bem demonstrada a lacuna de conhecimentos acerca da fauna fluminense com as recentes descobertas de novas espécies e subespécies, identificação de endemismos etc., podendo-se citar como exemplos: con-con (*Formicivora littoralis* Gonzaga & Pacheco, 1990), avezinha de restinga cuja distribuição geográfica abrange pequenas áreas de seis municípios da Região dos Lagos; lagarto-da-cauda-verde (*Cnemidophoro littoralis* Rocha, Araújo, Vrcibradic & Costa, 2000) conhecido em apenas três áreas de restinga: na Barra de Maricá em Jurubatiba (municípios de Macaé, Carapebus e Quissamã) e em Grussaí (município de São João da Barra), bem como a aranha-andarilha-das-dunas (*Trachelopachys ammobates* Platnick & Rocha, 1995) e as espécies novas de peixes, como o peixinho-das-nuvens (*Leptolebias citrinipinnis* Costa, Lacerda & Tanizaki, 1988), do brejo-entre-cordões-de-restinga, em Maricá, o cambeva-do-Mendanha (*Trichomycterus giganteus* Lima & Costa, 2004), o bagrinho-do-rio-Guandu (*Trichomycterus potshi* Barbosa & Costa, 2003), o bagrinho-do-rio-Macabu (*Trichomycterus caipora* Lima, Lazzarotto & Costa, 2008) e dezenas de outras espécies que poderiam ser arroladas.

No passado, há cinco séculos, as terras do Brasil eram denominadas de Terra das Palmeiras, ou Pindorama ou de Terra dos Papagaios, onde os

indígenas, em liberdade total, encontravam abrigos seguros e fáceis, água cristalina em abundância, ar puro, caça abundante e variada, pescado à fartura, frutos e raízes à espera da mão para serem colhidos, usufruindo de paisagens naturais, em meio a um clima agradável sem fenômenos extremos. Então, como hoje em dia, aliás, o único inimigo natural do homem era... um outro homem.

Façamos uma especulação: como seria, aos olhos de um estudioso atual da natureza, a imagem do Rio de Janeiro antes da chegada dos colonizadores europeus? Com toda a certeza, ele veria, extasiado, uma paisagem intensamente perfumada, quase totalmente recoberta por densas florestas tropicais, detentoras de uma indescritível fitodiversidade e de uma extraordinária riqueza faunística, exponenciada por bandos imensos de borboletas, de aves e de peixes. Nas baías, nos alagados, nos rios, nas lagoas, as terras fluminenses teriam então o aspecto de uma justaposição virtual da Amazônia e do pantanal mato-grossense, tal a onipresença inalterada da biota nativa. Efetivamente, do que deve ter sido aquela opulenta riqueza da biota selvagem, hoje podemos ter apenas uma pálida idéia quando lemos as narrações deslumbradas escritas pelos naturalistas estrangeiros que, reparem bem, só nos visitaram decorridos dois séculos da chegada dos navegantes portugueses. Não pode haver dúvida de que, há apenas 510 anos, aqui houve um verdadeiro éden ecológico, um paraíso tropical.

E para o futuro? O que nos estará destinado? Obviamente, não poderá haver o retorno ao paraíso original primitivo, mesmo porque isso seria uma restauração ambiental impossível. Dificilmente, conseguiremos manter o atual purgatório, dentro do qual vivemos todos encadeados pelo consumismo, pelo imediatismo, pelo competitivismo, pelo globalismo etc., que é o que caracteriza a nossa “desHumanidade” com seus maus usos, vícios e desperdícios. Todavia, como tais situações conjunturais são instáveis, com mutações imprevisíveis, ainda existe a possibilidade, embora pouco provável, de uma inversão dos comportamentos individuais e coletivos. Não se dispenho de bola de cristal, não há futurologia possível e apenas podemos afirmar com certeza que o futuro está sendo moldado no presente. A todos nós cabe uma parcela de contribuição para alicerçar o que se queira construir.

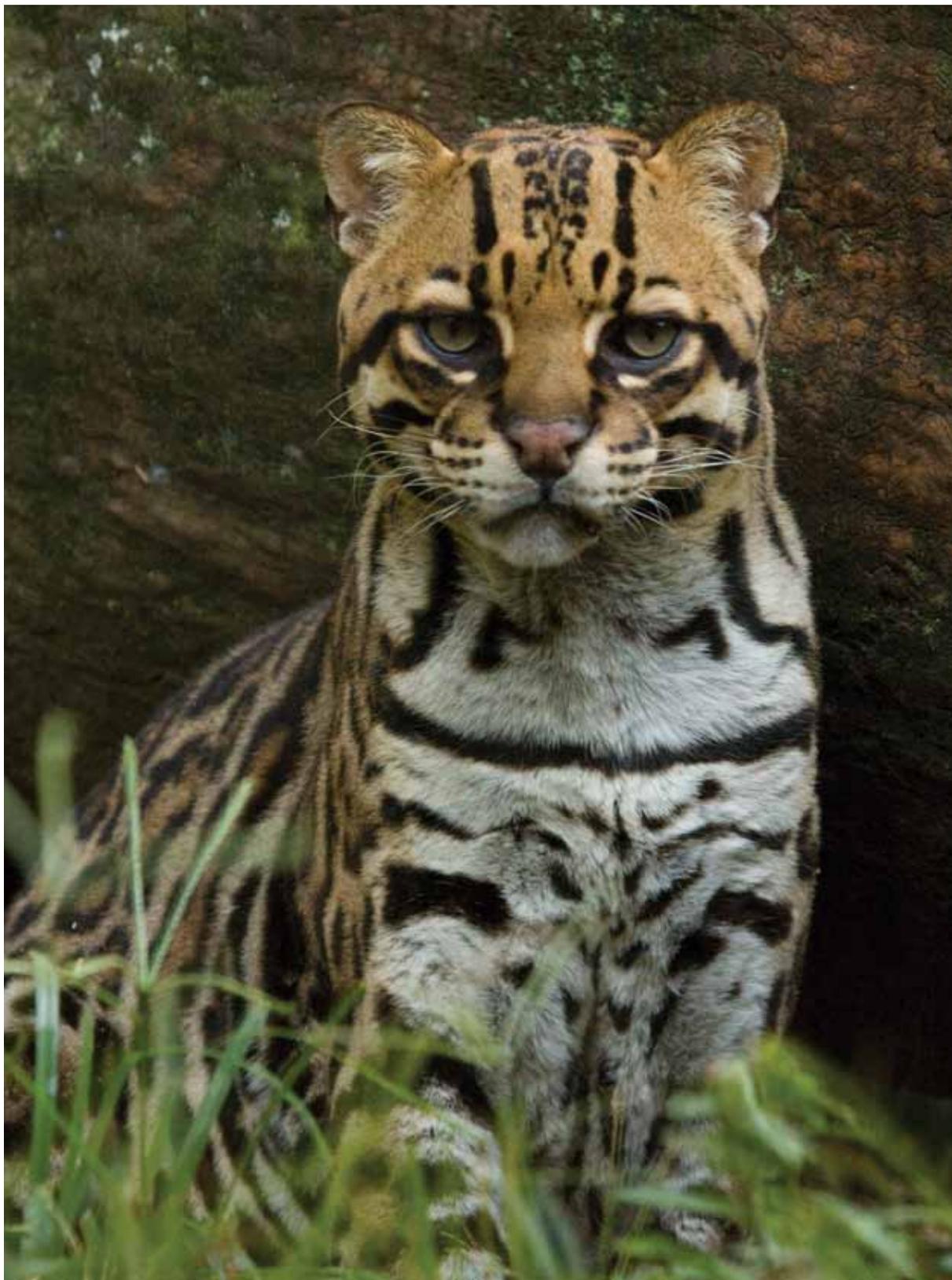


Foto: Gustavo Pedro

Podendo atingir um metro de comprimento, a jaguatirica é o nosso maior felino selvagem, depois do jaguar (ou onça-pintada) e da suçuarana (ou puma). Seu nome, de origem indígena, significa "jaguar-que-foge"

“A adequada utilização dos recursos da fauna deve obediência a parâmetros legislativos, ecológicos e econômicos”

Podemos ajuizar como grave o fato de que os setores oficiais brasileiros de proteção ambiental, em geral, ainda não disponham de órgãos exclusivos para o tema fauna e que sejam especializados e equipados. Isto, por si só, demonstra o segundo plano a que são relegadas as questões concernentes à riquíssima fauna brasileira nos diversos níveis governamentais responsáveis pelos recursos naturais. A consequência inevitável é o aumento da problemática faunística, já complexa, dificultando e até mesmo impedindo a adoção de soluções criteriosas, competentes e responsáveis.

A adequada utilização dos recursos da fauna deve obediência a parâmetros legislativos, ecológicos e econômicos para prevenir e garantir a preservação do patrimônio faunístico contra perdas, degradação e desperdícios nas áreas sem proteção especial. Efetivamente ela deve contribuir para preservar a integridade dos ecossistemas, garantido assim a permanência da diversidade biológica dos lugares. E, para isso, é essencial estabelecer eficientes relacionamentos transversais entre todos os níveis de governo, visando assegurar maior eficiência, economia, agilidade e qualidade dos serviços prestados à população.

Para beneficiar a fauna em geral, cumpre executar enérgica ação de prevenção e controle contra danos, degradação e perdas faunísticas, procurando, por outro lado, promover a recuperação e a restauração devidas pelo desaparecimento de espécies, decorrente, ou não, de atividades antrópicas. Tal como sucede com os demais recursos

naturais, é indispensável adotar medidas que assegurem uma participação efetiva dos cidadãos na solução de questões pertinentes à preservação dos recursos faunísticos. O paradigma de regiões e áreas zoogeográficas e de refúgios da fauna começa a ser adotado como base para estudos, planejamento e execução de planos, programas e projetos. Essas iniciativas são da maior importância para os trabalhos pertinentes à salvaguarda do patrimônio natural fluminense e somente agora estão sendo planejadas de modo mais atento. Os recursos da fauna, para os espaços que não dispunham de proteção especial e que forem suscetíveis de utilização legal, deverão ter planejamento com base em parâmetros legislativos, ecológicos e econômicos, tendo em vista prevenir ações contra a degradação e a perda desses recursos, devendo o Poder Público estabelecer as indispensáveis limitações e controle.

### 3. Nossos recursos faunísticos

No Estado do Rio de Janeiro, é possível agrupar os grandes *habitats* faunísticos em três grandes categorias: ambientes marítimos, ambientes das baixadas litorâneas e ambientes interioranos florestais. Para cada um deles, eis a síntese da situação:

#### 3.1 Ambientes marítimos

Abrangem os ecossistemas costeiros, os insulares e os praianos, desde a superfície do oceano, nas praias, até o seu fundo no limite da borda submarina da plataforma continental. Até aproximadamente um século atrás, as baleias ainda eram relativamente comuns no litoral do Rio de Janeiro, e, em passado relativamente recente, existiam numerosos locais para a extração de óleo dos cetáceos. A proteção desses enormes mamíferos aquáticos marinhos no litoral fluminense certamente poderia resultar em excelente atração turística. No passado, havia espécies que procuravam a Baía de Guanabara para se reproduzir. Aliás, nomes como Ponta da Armação (Niterói), Ponta do Arpoador e Armação dos Búzios remanescem como exemplos. Todavia, a caça sem qualquer critério reduziu de tal modo o número desses grandes cetáceos, que tornou impraticável qualquer exploração econômica. As espécies mais observadas desses animais no litoral

fluminense eram: baleia-franca (*Eubalena australis*) e minke (*Balaenoptera bonaerensis*).

Ao longo do litoral fluminense ocorrem outras espécies de golfinhos, algumas aparecem inclusive nas baías de Guanabara, Sepetiba e Angra dos Reis. Algumas espécies, há alguns anos foram assinaladas na costa fluminense, como a franciscana (*Pontoporia blainvillei*) também chamada de golfinho-amarelo ou golfinho-do-rio-da-prata. É uma espécie de rio que vive no mar e cuja distribuição geográfica ao norte é em Itaúnas, Espírito Santo, e ao sul o Golfo San Matías, norte da Patagônia, Argentina. As fêmeas têm seus filhotes no extremo leste do Rio de Janeiro (Campos). O *World Wildlife Fund for Nature* (WWF) considera esse pequeno cetáceo um dos mais ameaçados do mundo.

Também têm chegado às nossas praias outros mamíferos marinhos, tais como leão-marinho-do-sul (*Otaria byronia*), com registros no Brasil, desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, onde são muito mais frequentes; o lobo-marinho-sul-americano (*Arctocephalus australis*), com registros até o sul da Bahia, mas são muito mais frequentes no sul do país, principalmente no Rio Grande do Sul, e o lobo-marinho-subantártico (*Arctocephalus tropicalis*), que no Brasil está presente nos estados de Alagoas, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e ano após ano a ocorrência da espécie no Brasil parece estar aumentando, provavelmente relacionada ao aumento populacional e/ou eventos climáticos cíclicos. É frequente que alguns animais se percam do grupo, desviados pelas correntes ao seguirem cardumes.

Quanto às tartarugas marinhas, a costa do Rio de Janeiro é visitada por quatro espécies: tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*). Todas estão na categoria “vulnerável” à extinção.

Apesar de portarias específicas de proibição da captura de indivíduos bem como a coleta de ovos, as tartarugas sofrem conspícua redução nas populações, morrendo, inclusive, presas às redes de espera. A tartaruga-verde é a mais visível de todas, pois costuma se aproximar dos costões rochosos para se alimentar das algas que ali crescem. Atualmente, os pontos do litoral fluminense onde essa tartaruga ainda pode ser vista são a praia das Tartarugas,

no município de Casimiro de Abreu, no litoral de Cabo Frio, e principalmente na Prainha e na Ilha Grande, em Angra dos Reis. Segundo velhos pescadores da Vila de Aventureiro, há cerca de sessenta anos se colhiam ovos de tartaruga em ninhos feitos na Praia do Sul, reserva biológica do mesmo nome localizada na Ilha Grande. Atualmente, segundo pescadores do litoral Norte, apenas poucas tartarugas desovam na barra da lagoa de Carapebus, em Macaé, e praias próximas a Atafona, em São João da Barra, mas são logo abatidas e comidas assim como seus ovos.

No Estado do Rio de Janeiro, as lagostas (*Palinurus argus*; *P. echinatus*; *P. laevicauda*) não são exploradas comercialmente, havendo geralmente a pesca esportiva, junto aos costões rochosos, principalmente em Angra dos Reis e Cabo Frio. O mesmo acontece com os polvos (*Octopus vulgaris*). Já as lulas (*Loligo brasiliensis*) são pescadas comercialmente ao largo de Cabo Frio. São importante recurso econômico para as populações da Ilha Grande, nos meses de dezembro e janeiro, quando são pescadas e vendidas grandes quantidades deste molusco. Os camarões (*Penaeus brasiliensis*; *P. kroyeri*; *Farfantepenaeus paulensis*) são explorados comercialmente em vários pontos do litoral, notadamente em Macaé, Atafona, Guaxindiba, Baía de Sepetiba e Angra dos Reis. Num passado não distante, a Baía de Guanabara e a lagoa de Maricá foram grandes produtoras de camarões. Até 1950, antes das obras de saneamento, o sistema lagunar de Maricá era o maior produtor de camarões no litoral fluminense. Com uma produção anual de 3.416 toneladas, abastecia os entrepostos de pesca de Niterói e da Praça XV, além de municípios vizinhos.

Apesar da redução sensível da pesca nos últimos anos, numerosas espécies de peixes ainda são encontrados no litoral fluminense. Sem comprometimento dos estoques, estima-se um potencial de produção na faixa de 265.000 a 290.000 toneladas anuais. Destas, 195.000 toneladas são de variadas espécies pelágicas e de 70.000 a 95.000 toneladas são de numerosas espécies demersais.

Os sambaquis, testemunhos do que era a alimentação dos nossos indígenas da costa, ao mesmo tempo da fauna existente naquela época e revelam que 98% do material consumido eram constituídos por restos de peixes e raias. Em um estudo da sua

composição vê-se que alguns deles, como miragaia (*Pogonias cromis*), raia (*Dasyatis guttata*), raia-viola (*Rhinobatos horkelii*) e outras espécies – atualmente na categoria em perigo – foram itens importantes da alimentação do indígena e hoje têm ocorrência escassa na Baía de Guanabara, devido aos graves problemas de poluição. Também a pesca da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), que foi no passado fator econômico importante, atualmente tornou-se inexpressiva.

Os habitats marinhos insulares abrangem ilhas e ilhotas ao longo da costa ou em baías. A fauna e a flora das rochas existentes muito se aproximam daquelas dos costões rochosos continentais. São diversos os gêneros e espécies de moluscos, como cracas, caramujos, ostras, mexilhões, mariscos, além de caranguejos-das-pedras, anêmonas, ouriços, poliquetas, e muitos outros animais, além de vegetais, como diversas algas. A diferença entre as populações de cada espécie depende das suas exigências ecológicas limitadas pela salinidade, temperatura, turbidez, oxigênio, níveis de poluição e, principalmente de fontes de alimento. Muitas formas marinhas procuram abrigo e alimentação nesses ambientes rochosos, locais popularmente chamados de “comedias”, tornando-os extremamente atraente para pescadores esportivos.

Na parte terrestre do ambiente marinho, a fauna varia em função do tipo de ilha e da área que abarca. Assim, é possível encontrar lagartos, diversas espécies de aves marinhas, de ratos selvagens e comensais, além de numerosos artrópodes, como insetos, aranhas e escorpiões. Atobás (*Sula leucogaster*) e fragatas ou tesourões (*Fregata magnificens*) nidificam nas ilhas Cagarras, do Francês, de Cabo Frio etc. Dentro da Baía de Guanabara são comuns ninhais de trinta-réis-de-bico-vermelho (*Sterna hirundinacea*). Também podem ser observadas outras aves como gaivotões (*Larus dominicanus*), gaivota-rapineira (*Catharacta stercorarius*), vira-pedras ou piru-piru (*Haematopus palliatus*), agachadeira (*Arenaria interpres*), maçarico-pintado (*Actitis macularia*), maçarico-branco (*Calidris alba*), batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*), batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*).

Muitas outras espécies de aves marinhas ocorrem na costa do Estado do Rio de Janeiro, sem, contudo, serem comuns, como o imponente albatroz-real (*Diomedea epomophora*). Nos meses de julho/

agosto, em função do mau tempo por longo período (grandes frentes frias), são vistas nas praias numerosas aves marinhas mortas, inclusive pinguins (*Spheniscus magellanicus*). Embora enfraquecidos, alguns pinguins são arrastados pelas correntes e conseguem chegar ainda vivos a praias do Estado do Rio de Janeiro.

As ilhas de grandes dimensões, como a Ilha Grande ou a Ilha do Governador, abrigaram, em passado recente, uma fauna relativamente variada e abundante. Ainda no ano de 1817, Spix e Martius comentavam ter sido a Ilha do Governador destinada à caça pelo Rei D. João VI, uma vez que ali ainda era frequente a presença de veados (*Mazama americana*) e porcos-do-mato (*Tayassu tajacu*). É extenso o registro bibliográfico relativo a mamíferos, aves, répteis, peixes, moluscos e crustáceos, que ocorriam na Ilha Grande.

### 3.2 Ambientes das baixadas litorâneas

Abrangem as praias e costões rochosos, desde o limite inferior (da preamar até a crista da berma litorânea) e as restingas e seus banhados, rios, lagoas e ilhas inclusos.

Na zona de arrebentação das ondas, ocorrem tatuís (*Emerita brasiliensis*, *Lepidopa richmondi*) e sernambis (*Donax hanleyanus*), importantes invertebrados integrantes da grande cadeia alimentar desse ecossistema. Depois da arrebentação, acham-se presentes a pulga-da-praia (*Orchestoidea brasiliensis*), a cicindela-da-praia (*Cicindela nivea*) e o besourinho-da-praia (*Phaleria brasiliensis*), consideradas presas importantes para alimentação de diversos animais dos ecossistemas praianos.

No trecho mais alto da praia, distante da constante ação das marés, pode-se observar exemplares de maria-farinha (*Ocypode quadrata*), que ali cavam tocas. Frequentam também essa área diversas aves, durante o dia, e mamíferos, à noite. Podem ser encontrados o gaivotão (*Larus dominicanus*), a coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), o gavião-carcará (*Caracara plancus*), o gavião-pinhê (*Milvago chimachima*), o urubu comum (*Coragyps atratus*), o urubu-caçador (*Cathartes aura*), o maçarico (várias spp. de Charadriidae), dentre outros. Mamíferos como o gambá (*Didelphis aurita*), a cuíca (diversos gêneros e espécies), o rato-do-mato (vários gêneros e espécies), a cotia (*Dasyprocta agouti*) e a paca (*Cuniculus paca*). Esta

última, atualmente, só frequenta praias de restingas nos lugares distantes dos centros urbanos, onde ainda existam matas remanescentes que lhes forneçam abrigo e segurança. Em tempos passados, até jaguares ou onças-pintadas (*Panthera onca*) e suçuaranas (*Puma concolor*) chegavam às praias em busca de presas. A área de crista das praias, onde começa a surgir vegetação, nas grandes marés de equinócio, é atingida pelas ondas e muitas vezes erodida. Nela foram e são construídas as estradas de acesso às praias, onde são encontradas aranhas de diversas espécies, inclusive a verdadeira viúva-negra (*Latrodectus mactans*), formigas e outros invertebrados como o tatuzinho-de-areia (*Tylos niveus*), o gafanhoto-verde (*Tropidacris grandis* – Romaleidae), a barata-do-coqueiro (*Mecistomela marginata*), além do caranguejo-maria-farinha (*Ocypode albicans*). A ave chamada de peruinho (*Anthus lutescens*) e diversas cobras também podem ser encontrados nesta faixa. Aliás, somente neste habitat pode ser encontrada a lagartixa-branca-da-praia (*Liolemus lutzae*), que atualmente está em perigo de extinção.

Os gravatás da restinga proporcionam condições de vida a diversos animais, notadamente artrópodes, como aranhas, baratas-de-mato, escorpiões, além de répteis, como cobras e lagartos. As espécies de anfíbios bromelícolas/bromelígenas, entre as quais a perereca-de-capacete (*Aparasphenodon brunoi*), vêm se tomando cada vez mais escassas pela intensa degradação nas áreas litorâneas continentais do Estado do Rio de Janeiro.

As restingas, quando não degradadas, também são muito ricas em aves, dentre as quais pode-se destacar: o gavião-acauã (*Herpetotheres cachinans*), quiri-quiri (*Falco sparverius*), o gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), o gavião-pinhé (*Milvago chimachima*), o gavião-peneira (*Elanus leucurus*), o gavião-pombo (*Leucopternis polionotus*), o gavião-do-mangue (*Rostrhamus sociabilis*), o gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*), o anu-branco (*Guira guira*), o anu-preto (*Crotophaga ani*), a alma-de-gato (*Piaya cayana*), o tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*), tiê-galo (*Tachyphonus cristatus*), o tiê-sangue (*Ramphocelus bresileus*), o verão ou príncipe (*Pyrocephalus rubinus*), o guaxe (*Cacicus haemorrhous*), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), o tico-tico-rei (*Coryphospingus cucullatus*), o tico-tico-rei-cinza

“ Para beneficiar a fauna em geral, cumpre executar enérgica ação de prevenção e controle contra danos, degradação e perdas faunísticas ”

ou a cravina (*Coryphospingus pileatus*), a rolinha (*Columbina* spp.), a juriti (*Leptotila* spp.), o urubu-de-cabeça-preta, o de cabeça-vermelha e o de cabeça-amarela (*Coragyps atratus*; *Cathartes aura*; *C. burroviannus*), o pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), a pomba-trocal (*Patagioenas speciosa*), o sanhaço (*Thraupis* spp.), o coleiro ou o papa-capim (*Sporophila* spp.), a cambacica (*Coereba flaveola*), a maria-cavaleira (*Myiarchus ferox*), o bico-chato-amarelo e o bico-chato-de-orelha-preta (*Tolmomyias flaviventris*; *T. sulphurescens*), o gaturamo ou vivi (*Euphonia chlorotica*; *E. violácea*; *E. pectoralis*; *Chlorophonia cyanea*), o saí azul (*Cyanerpes cyaneus*; *Dacnis cayana*), o saíra (*Tangara cyanocephala*; *T. cayana*; *T. peruviana*, esta última endêmica à faixa costeira do sudeste brasileiro); o sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), o sabiá-do-barranco (*Turdus leucomelas*), o sabiá-de-coleira (*Turdus albicollis*), o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), o picapauzinho (*Veniliornis spilogaster*), o vite-vite (*Hylophilus thoracicus*), a coruja (*Athene cunicularia*; *Tyto alba*; *Pulsatrix koeniswaldiana*; *Glaucidium brasilianum*), o bacurau (*Nyctidromus albicollis*; *Chordeiles acutipennis*; *Hydropsalis brasiliiana*) e várias famílias de beija-flores (*Eupetonema macroura*; *Amazilia fimbriata*; *Chlorostilbon aureoventris* *Phaethornis idaliae*), entre tantos outros.

O sabiá-da-praia (*Mimus gilvus*) é a única ave considerada realmente característica desse ecossistema. Mas devido à captura ininterrupta desta espécie – muito caçada pelo excelente canto – e à

degradação irracional da vegetação das praias, um outro pássaro, o sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), está aparecendo no mesmo *habitat*.

Embora dezenas de espécies de borboletas habitam as restingas, apenas três delas são endêmicas e se destacam por serem escassas, ameaçadas de extinção e somente ocorrerem nesse ecossistema. A borboleta-da-restinga (*Parides ascanius*) é a espécie mais conhecida por ser o único invertebrado incluído na lista oficial de espécies brasileiras ameaçadas de desaparecimento. Os animais mais frequentemente observados na restinga são os lacertídeos, principalmente o teiú (*Tupinambis teguixin*), que é a maior espécie do Estado e o calango-comum (*Tropidurus torquatus*). Também são comuns algumas espécies de caramujos, especialmente o da espécie *Cochlorina aurisleporis*, uma das presas mais apreciadas pelo mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), cuja ocorrência se dá em toda área natural desse primata no Estado do Rio de Janeiro. O estágio de degradação que ora alcança quase todas as restingas fluminenses está exterminando de modo acelerado a fauna característica destes ecossistemas.

Nos *habitats* dos banhados e lagoas, abrangendo depressões brejosas entre cordões de restingas, a fauna é abundante e notável. As espécies de peixes que neles ocorrem são variadas como as

de tainhas, paratis, robalos, carapicus, savelhas, mama-reis e barrigudinhos, entre outras. Em 1903, a lagoa de Araruama era muito rica em camarões, peixes e até tartarugas, que entravam pelo Canal de Itajuru. Lontras (*Lutra longicaudis*) e jacarés (*Caiman latirostris*) também eram relativamente comuns, pois ainda dispunham de farta alimentação. Nas lagoas de baixo teor salino, como a de Cabiúnas, ainda existia razoável população de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) há alguns anos.

Até hoje, os fundos de muitas dessas lagoas litorâneas abrigam grandes depósitos de conchas. O samanguaiá (*Anomalocardia brasiliensis*), ainda abundante em Saquarema, é consumido desde os tempos pré-históricos. Nas lagoas como as da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, há muitos moluscos comestíveis, como unhas-de-velho (*Tagelus plebeius*) e enormes berbigões (*Tivela macroides*). Na lagoa Feia, antes do rebaixamento de nível pela ação do homem, eram abundantes o itã (*Anodontites trapesialis*), o mexilhão (*Diplodon beskeanus*) e o corondó (*Pomacea canaliculata*), espécies palatáveis de água doce. O corondó também é importante alimento de duas aves paludícolas, malacófagas, que não competem diretamente entre si por ele. Nos lugares mais rasos, o carão (*Aramus guarauna*) se alimenta de indivíduos

Esta lindíssima borboleta ocorre em ambientes florestais. Pertence a um grupo de borboletas ninfalídeas que mostram, no verso das asas posteriores, figuras formando 08, 80 ou 88



Foto: Alceo Magnanini

menores desses moluscos, enquanto que nas partes mais fundas, quando o molusco sobe à superfície para respirar, é predado pelo gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*).

Bandos imensos de aves chegam constantemente às lagoas. Entre tantas aves, pode-se citar o pato-do-mato (*Cairina moschata*), o pato-de-crista (*Sarkidiornis melanotus*), a marreca-toicinho (*Anas bahamensis*), o ananai ou pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), o irerê, a asa-branca ou canelaira (*Dendrocygna* spp.), o bico-roxo (*Nomonyx dominica*), a águia-pescadora (*Pandion haelietus*), o colhereiro (*Platalea ajaja*), a garça (*Ardea* spp., *Egretta* spp.), o maguari (*Ardea cocoi*), a cegonha (*Ciconia maguari*), o jaburu ou cabeça-seca (*Mycteria americana*), o arapapá (*Cochlearius cochlearius*), o socó (*Tigrisoma* sp.), a viuvinha (*Colonia colonus*), o currutiú (*Certhiaxis cinnamomeus*), o bate-bico (*Phleocryptes melanops*), a jaçanã (*Jacana jacana*), o frango-d'água-azul (*Porphyrio martinica*), o biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), a saracura (dos gêneros *Aramides*, *Rallus*, *Porzana*, *Laterallus*, *Pardirallus*) e muitas outras aves, além das migratórias vindas do Hemisfério Norte.

Diversas cobras, caranguejos, aranhas, mosquitos, sapos, rãs, pererecas e libélulas são também encontrados, fazendo parte de importantes cadeias bióticas responsáveis pelo equilíbrio ambiental.

Devido a drenagens, dragagens, aterros, canalizações e poluição dos cursos d'água, a fauna dos brejos vem sendo inexoravelmente destruída. As alegações mais usadas para essas atividades são as necessidades de saneamento ou de obter mais áreas para loteamento. A classe mais atingida é a dos anfíbios (sapos, rãs e pererecas) e a ordem dos quelônios (tartarugas, cágados e jabutis). Em Búzios e Cabo Frio, inúmeras lagoas rasas estão sendo aterradas. Assinale-se que nas margens da lagoa da Ferradura, por exemplo, foram coletadas duas carapaças do cágado-do-litoral (*Acanthochelys radiolata*) espécie cuja ocorrência não constava mais para aquele local.

As baixadas eram originalmente pantanosas e quase completamente cobertas por floresta alta e densa, com pequenos riachos de fluxo lento, de águas marrom-escuras ou claras, sombreados por floresta baixa. Porém, grandes trechos de mata foram derrubados, a seguir tornaram-se área de cultivo até serem abandonados. Com a modificação ambiental decorrente do desaparecimento da floresta e da drenagem

para ocupação da terra ou controle dos mosquitos, a fauna nativa terrestre e dos riachos foi desaparecendo. Essa é a principal ameaça à existência do engraçadinho (*Hyphessobrycon flammeus*), um peixe Caracídeo de 2,5 cm de comprimento que não é mais encontrado no Estado do Rio de Janeiro desde 1980. Outro exemplo é o *Characidium grajahuense*, espécie nova que foi descrita em junho de 1943 com base em dois exemplares coletados no riacho que abastece a caixa d'água do bairro do Grajaú, na cidade do Rio de Janeiro. Trata-se do rio Joana, também chamado de rio do Perdido, Morcego ou Andaraí, pertencente à bacia do rio Maracanã, que deságua na Baía da Guanabara. O trecho situado a montante da caixa d'água está inserido nas encostas florestadas do maciço da Tijuca pertencentes ao Parque Nacional da Tijuca, caracterizado como área de preservação hídrica desde o período do Império. Por ter distribuição geográfica restrita à Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a espécie foi incluída na lista de espécies ameaçadas do Estado do Rio de Janeiro e do município. A espécie *Harttia rhombocephala* foi descrita em 1939 com base em um exemplar coletado no rio Farias, que deságua diretamente na Baía de Guanabara e não é mais encontrado em nenhum outro rio.

Os habitats fluviais e lacustres (abrangendo rios, canais, lagos, açudes e represas) se assemelham muito ao habitat das lagoas. As aves aquáticas e os peixes que os frequentam são praticamente os mesmos. Nos trechos onde há contribuição de água doce, aparecem lambaris (*Astianax* spp.), traíras (*Hoplias malabaricus*), acarás (*Geophagus brasiliensis*), muçuns (*Synbranchus marmoratus*), entre outros. Nos lagos, podem se abrigar espécies provenientes de rios que extravasam na época da cheia. É, por exemplo, o caso da lagoa Feia, que antes das obras de retificação e drenagem, realizadas pelo antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), recebia numerosas espécies do rio Paraíba do Sul, como o piau (*Leporinus copelandii*), piabanha (*Brycon insignes*), o sairu (*Cyphocharax gilbert*) e outros. Muitos lagos artificiais e barragens, como a represa de Ribeirão das Lajes, foram povoados com espécies vindas de outras regiões. O introduzido tucunaré (*Cichla* spp.) é um dos exemplos e muitas vezes tais espécies exóticas causam grandes transtornos para a fauna nativa.

“O maior dano causado aos rios deve-se à poluição provocada por diversas fontes, que afetam todo o ecossistema fluvial”

Em relação à fauna fluvial, a mais abundante e diversificada foi, no passado, a do rio Paraíba do Sul, onde, conforme levantamento biológico realizado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), em convênio com a extinta Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), existiam cerca de 100 espécies de peixes. Hoje, várias delas desapareceram e outras estão ameaçadas de extinção, como a piabanha (*Brycon insignes*), peixe que deu seu nome ao importante rio que passa pela cidade de Petrópolis, o surubim-do-paraíba (*Steindachneridion parahybae*); a pirapitinga-do-Paraíba (*Brycon opalinus*), endêmica dos rios de cabeceira da bacia do Paraíba do Sul; o tiburé ou piau-beiçudo (*Leporinus thayeri*); o cascudo-leiteiro (*Pogonopoma parahybae*), endêmico do rio Paraíba; o cascudo-do-Paraíba (*Delturus parahybae*) e outros.

Obviamente, o maior dano causado aos rios deve-se à poluição provocada por diversas fontes, que afetam todo o ecossistema fluvial. A destruição das cadeias alimentares mata indivíduos adultos, alevinos, larvas de insetos e toda sorte de animalculos e também elimina a vegetação fluvial das margens e a submersa, que cresce junto com as algas sobre as rochas submersas. O resultado é visível nas deformações dos exemplares das espécies fluviais e na esterilização e morte de exemplares de peixes e de numerosos outros animais. Os rios Pomba, Muriaé e Pirapitinga foram tristes palcos de intensa mortalidade de peixes devido a acidentes industriais.

Iniciativas conservacionistas da maior importância são as tarefas pertinentes a repovoamentos e reintroduções de espécies, tanto florísticas, como

faunísticas. Para se concretizar esse desiderato tornam-se indispensáveis conhecimentos adequados e considerável experiência especializada para que os projetos adequados possam se desenvolver de modo criterioso. Apenas para exemplificar, seria o caso do dano para a avifauna do Parque Nacional da Tijuca que está sendo dizimada pelo excesso de predação exercido por populações sem controle de coatis (*Nasua nasua*), macacos-prego (*Cebus nigrurus*), gambás (*Didelphis aurita*) e várias cuícas arborícolas (Didelphidae). Todos são sabidamente ávidos predadores de diversas formas zoológicas – desde invertebrados até aves maiores – e hoje concorrem para acentuada eliminação de espécies escassas. No caso do dourado (*Salminus maxillosus*), voraz peixe carnívoro da bacia do Prata introduzido, em 1945, no rio Paraíba do Sul, sem qualquer estudo anterior mais criterioso, temos outro exemplo de acentuada depleção nas populações de acarás (*Geophagus brasiliensis*), lambaris (*Astianax* spp.), e muitas outras espécies nativas, como a piabanha (*Brycon insignes*) e o piau (*Leporinus copelandii*). Presentemente, a situação se agrava com as presenças do tucunaré (*Cichla* spp.), piauçu (*Leporinus macrocephalus*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), tambaqui (*Colossoma macroponum*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), bagre-africano (*Clarias gariepinus*) entre outros. O bagre-africano é um predador noturno que causou uma invasão silenciosa em rios e lagos do Sudeste. Rios como o Guandu, Tinguá, Iguaçu, Macaé, assim como suas bacias hidrográficas, estão infestadas de bagres-africanos em diversas fases de crescimento, prova irrefutável da capacidade reprodutiva da espécie fora das águas nativas.

Além dos gravíssimos problemas causados pela poluição de diversos tipos, pela devastação das matas ciliares e formações ripárias, que em passado ainda relativamente recente guarneciam os rios, nos deparamos com vastos assoreamentos em diversos trechos. Estes assoreamentos causam prejuízos inegáveis no que se refere a, pelo menos, dois recursos pesqueiros, importantes se forem explorados de modo racional. Na altura de São Fidélis, trecho final do rio Paraíba, ocorrem a manjuba (*Anchoiella lepidentostole*) e a chamada lagosta de São Fidélis, que é na verdade um pitu (*Macrobrachium carcinus*) de 48 cm. O pitu desce o rio e vai desovar na foz, no manguezal, enquanto a manjuba percorre 90 km até

São Fidélis, saindo de um ambiente com cerca de 32 a 35% de salinidade, para desovar na água doce. Desde 1989, a Colônia de Pesca tenta repovoar o rio, já que esse pitu é muito prolífico e desova várias vezes por ano. No trecho baixo do rio Paraíba do Sul, próximo à localidade São Fidélis, também é realizada uma pesca intensiva da manjuba.

Atualmente, poucos rios no nosso Estado dispõem de recobrimentos florestais adequados à manutenção das suas bacias, com fluência hídrica equilibrada. Uma das ações mais drásticas foi a rápida retificação do curso do rio São João pelo extinto DNOS, com a mata ciliar arbórea de grande porte sendo totalmente arrasada e os meandros perdidos. O resultado foi uma perda incalculável para a biodiversidade. Todos os rios fluminenses deveriam ser tratados como assunto de alto valor estratégico. Atualmente, a Alemanha já tem consciência do grande erro que foi retificar rios e canais e lá estão sendo recompostos os meandros e restauradas as matas ciliares.

A destruição da cobertura florestal fluminense já reduziu a vazão hídrica de todos os pequenos caudais do Estado do Rio de Janeiro, embora se devesse saber que sem florestas não há rios perenes. Este importante fato está afetando de modo acentuado as nossas bacias hidrográficas, onde anteriormente vivia uma fauna rica. Pode-se afirmar que a ininterrupta devastação das matas ciliares e ripárias e à constante caça, inclusive a de subsistência, foram os maiores responsáveis pela drástica redução da biodiversidade da fauna fluminense.

As populações de quelônios ribeirinhos e paludícolas também estão seriamente ameaçadas. A lista oficial das espécies em perigo novamente ignorou por completo a situação desses animais de biologia praticamente desconhecida, cujo desaparecimento é silencioso e simultâneo ao do *habitat* em que vivem.

Os manguezais (abrangendo o lavado, o arvoredo e o apicum) relacionam-se com toda uma cadeia alimentar (fitoplâncton, zooplâncton, bentos e nécton). É neles que larvas de várias espécies de valor econômico – como as de siris, ostras, mexilhões e caranguejos – encontram local ideal para criadouro e onde peixes anádromos buscam terreno para reprodução ou apenas alimentação abundante. Recentemente, devido aos aterros e poluição, o peixe conhecido por maria-da-toca (*Bathigobius soporator*) desapareceu dos manguezais remanescentes da

Baía de Guanabara. A espécie vive nos manguezais assim também os turus e caramujos, o cafezinho (*Melampus coffeus*), o zig-zag (*Neritina zig-zag*) e animais de importância econômica como o siri-azul (*Callinectes sapidus*) – o maior da espécie, com 15 cm de envergadura – o caranguejo-verdadeiro (*Ucides cordatus*) e o guaiamu (*Carcinoma guanhumi*). Este crustáceo pode ser facilmente criado e engordado em tanques artificiais, porém, para se reproduzir, a fêmea necessita desovar na água do mar pois as larvas fazem parte do plâncton e, só após algumas fases retornam ao manguezal. Por isso, torna-se impraticável a salvaguarda desses animais sem a presença de manguezais. Todos os caranguejos, mesmo os considerados de pouca importância comercial, são elos importantes de cadeias alimentares nos manguezais. Aves vistosas, como o guará (*Eudocimus ruber*), visitavam os manguezais no passado, chegando a dar nome ao local onde eram abundantes como Guaratiba. Atualmente, a espécie é observada apenas em manguezais amazônicos, especialmente no litoral do Amapá, no delta do Parnaíba (PI) e, de uns anos para cá, no litoral paulista de Iguape, Cubatão e na Ilha Comprida, onde, recentemente, doze indivíduos tentaram se estabelecer nos manguezais.

Principalmente em função da caça e da perda de *habitats* úmidos (*wetlands*), o jaburu (*Mycteria americana*) e a cegonha ou tabuiaíá (*Euxenura maguari*) estão quase ausentes do território fluminense. São ainda frequentadores da vasa lodosa do lavado os grandes maçaricos migratórios, de bicos e pernas longas (*Numenius phaeopus*, *Catoptrophorus semipalmatus*, *Tringa melano-leuca*, *T. flavipes*, *T. solitaria*, *Limosa haemastica*). Já no extenso apicum de Guaratiba, seja de dia, seja à noite, quando a maré vaza, ali vão descansar centenas de maçaricos pequenos (*Calidris alba*, *C. canutus*, *Charadrius* spp., *Arenaria interpres*, *Pluvialis squatarola*, *P. dominica*).

Como dado positivo sobre a fauna, foi observado o aumento da população de colhereiro (*Platalea ajaja*), que evoluiu de um grupo com oito indivíduos, em 1978, em Magé, recôncavo da Baía de Guanabara, para vários grupos, um deles com cerca de 60 indivíduos alimentando-se em Cabo Frio. Foi igualmente anotada a presença de flamingos (*Phoenicopterus ruber*), visitando o recôncavo da baía de Guanabara e depois a praia da Brisa, na baía de Sepetiba em 2007, voltando a se repetir



Foto: Gustavo Pedro

No Sudeste do Brasil, o mico-leão-dourado, símbolo mundial da luta pela preservação de espécies ameaçadas, sobrevive na natureza principalmente na Reserva Biológica Nacional de Poço das Antas, em Casimiro de Abreu, Estado do Rio de Janeiro

a visita, em 2008. A maioria das aves que visita a lagoa também procura o manguezal, brejos e estuários para se alimentar.

### 3.3 Ambientes interioranos florestais

Abrangem matas costeiras, de encostas, de altitude e de vertentes do Paraíba, trechos fluviais e campos de altitude.

Em certas áreas, a cobertura vegetal ainda guarda pujante fitofisionomia florestal, embora corretamente não se possa rotulá-la de “virgem”, “primitiva”, ou “primária”. A maioria dessas áreas está incluída em Unidades de Conservação da Natureza (UCs). Em função do seu grau de conservação ambiental proporcionam situações especiais favoráveis à existência de uma fauna local ainda relativamente rica.

As matas alto-montanas albergam espécies endêmicas próprias de serras altas, geralmente acima dos 1.400 metros de altitude. Tais matas devem ser preservadas de todo tipo de alterações ambientais, tais como desmatamentos, abertura de estradas, linhas de transmissão, mirantes, hotéis etc. para que não altere ecologicamente o ambiente. No caso de se querer aproveitá-las também para o chamado ecoturismo, devem ser evitadas aberturas de trilhas danosas ao ecossistema, que não tenham sido planejadas de modo criterioso, com base em princípios ecológicos, com preferência para passarelas rústicas que evitem alteração da vegetação rasteira e compactação do solo pelo pisoteio dos visitantes.

Numerosos animais percorrem os ambientes florestais, desde as matas de baixadas até aquelas situadas em alturas elevadas, tais como a onça-pintada ou jaguar (*Panthera onca*), a suçuarana (*Puma concolor*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), o jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), a anta (*Tapirus terrestris*), o veado-mateiro (*Mazama americana*), o veado-catingueiro (*Mazama gouazoupira*), o queixada (*Tayassu pecari*), o caitetu (*Pecari tajacu*), a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), a preguiça (*Bradypus torquatus*; *B. variegatus*), o furão (*Galictis cuja*, *G. vittata*), o miqui (*Brachytheles aracnoides*), o guariba (*Alouatta fusca*), o guigó (*Callicebus personatus*), o sagui (*Callithrix aurita*; *C. flaviceps*), o macaco-prego (*Cebus nigritus*), o mico-leão (*Leontopithecus rosalia*), o jupará (*Potos flavus*), cuíca (*Caluromis spp.*), a catita

(*Gracilinanus spp.*; *Marmosa spp.*; *Monodelphis spp.*), o ouriço-cacheiro (*Coendou prehensilis*), o tamanduá (*Myrmecophaga tetradactyla*), morcegos frugívoros, insetívoros e piscívoros, tatus (*Dasybus novencinctus*, *Cabassous tatouay*, *Euphactus sexcinctus*), o caxinguelê (*Sciurus aestuans*), dezenas de espécies de ratos-do-mato e da taquara, o gavião-de-penacho (*Spizaetus ornatus*), o pega-macaco (*S. tyrannus*), o jaó (*Crypturellus noctivagus*), o macuco (*Tinamus solitarius*), o tururim (*Crypturellus soui*), o inhambuagaçu (*Crypturellus obsoletus*), a maritaca (*Pionus maximiliani*), o tiriba (*Pyrrhura cruentata*, *P. frontalis*, *P. leucotis*), papagaios (*Amazona amazona*, *Amazona rhodocorytha*), o pavó (*Pyroderus scutatus*), o bicudo (*Sporophila maximiliani*), o curió (*Sporophila angolensis*) etc.

Uma numerosa representação de répteis e batráquios – como cágados, cobras, lagartos, sapos, pererecas – ainda é encontrada. Muitos desses animais sobrevivem, hoje em dia, apenas em lugares pouco acessíveis, geralmente serranias, na maioria das vezes em áreas reduzidas, certamente pouco suficientes para a sua reprodução e sobrevivência. Além disso, estão também sujeitos a ocorrências fatais, como incêndios, ação predadora de caçadores e alterações ecológicas causadas aos habitats, como é o caso, no momento, do perigo de desaparecimento que ronda a grande lagoa do Pântano da Malhada, em Búzios. Várias espécies aproveitaram a “desertificação antrópica” e invasões dos biomas de cerrado e de caatinga já atingem ecossistemas fluminenses expandindo assim distribuições geográficas de alguns dos mamíferos, aves e répteis daqueles biomas. O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), por exemplo, começou colonizando as matas alto-montanas da região do Itatiaia, em alturas elevadas, como 2.400 metros de altitude, e hoje já há registros desse animal no nível do rio Paraíba, que passou a ter predominância de ambientes campestres acultuados ao invés dos anteriores ambientes florestais. Outras espécies menos desejáveis como a cascavel (*Crotalus durissus*) entraram no Rio de Janeiro pelo município de Valença e hoje estão tão bem aclimatadas que já se reproduzem.

O processo de invasão das aves é o mais estudado e mais numeroso em exemplos e data do início do século passado, continuando até o presente. Entre os exemplos estão o gavião-peneira

(*Elanus leucurus*), a coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), a seriema (*Cariama cristata*), o sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), o joão-bobo (*Nystalus chacuru*), a casaca-de-couro-da-lama (*Furnarius figulus*), o tucano-toco (*Ramphastoto*), a garça-vaqueira (*Bubulcus íbis*), a asa-branca (*Patagioenas picazuro*) e a lavadeira (*Fluvicola nengeta*) – para citar alguns dos mais visíveis na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sendo contudo a lista muito mais extensa. Outras espécies, outrora representantes da fauna regional, não têm sido mais registradas há muitos anos, como o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o tatu-canastra (*Priodontes maximus*), o ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*), a jacutinga (*Aburria jacutinga*), o mutum (*Crax blumenbachii*), a arara-vermelha (*Ara chloropterus*), o socó-boi-riscado (*Tigrisoma fasciatum*), a saíra-apunhalada (*Nemosia rourei*) etc. Para estas últimas, resta agora a esperança de possíveis redescobertas, como aconteceu com o raro formigueiro-de-cabeça-negra (*Formicivora erythronota*), encontrado em capoeira baixa, de sub-bosque denso, próximo de manguezais em Angra dos Reis, em 1988, bem distante de Nova Friburgo, local onde se supunha que ele tivesse sido coletado pela primeira vez, bem como com o tietê-coroa (*Calyptura cristata*), observado durante dias no Garrafão, Teresópolis, em 1996.

Também nessa região, em altitudes abaixo de 1.400 metros, ocorrem vários endemismos, tanto de invertebrados como de vertebrados. Uma borboleta (*Prepona deithile*) é um dos exemplos de endemismo. Dentre as aves, observam-se numerosas espécies das famílias dos tinamídeos, psitacídeos, formicariídeos, cotingídeos, pipriídeos e furnariídeos. Podem ser citados também, por exemplo, o fruxu (*Neopelma aurifrons*), o papa-mosca-de-olheiras (*Phylloscartes oustalet*), o estalinho (*Phylloscartes difficilis*), a garrincha-chorona (*Oreophylax moreirae*), o fura-barreira (*Hylocryptus rectirostris*), o periquito-rico (*Brotogeris tirica*), e o papo-branco (*Biatas nigropectus*), um raro formicariídeo. Já o cotingídeo saudade ou assobiador somente ocorre no território fluminense, onde existem duas espécies; uma em Itatiaia (*Tijuca atra*), e outra em Tinguá (*T. condita*).

Dentre os mamíferos endêmicos mais citados encontram-se algumas espécies de marsupiais representados por diversas cuícas. Alguns batráquios,

como sapos, rãs e pererecas, já se encontram ameaçados ou vulneráveis, considerando a pequena área geográfica em que ocorrem, mantendo apenas reduzidas populações nesses lugares. Como exemplos, podem ser citados: o sapinho-de-barriga-vermelha (*Melanophryniscus moreirae*), do planalto de Itatiaia, espécie endêmica e abundante e o sapo-pulga (*Psyllophryne didactyla*), que é a menor espécie conhecida (mede apenas 1 cm), e só ocorre em Tinguá. Outras espécies de batráquios endêmicos, como rãzinhas terrestres, sapinhos de chifre e pererecas, ocorrem em Itaguaí e Teresópolis,

Dos quelônios, o cágado-de-pescoço-de-cobra (*Hydromedusa tectifera*) só não está totalmente extinto porque ocorre em outros estados do Sul do País. O mesmo acontece com o cágado-da-serra (*Hydromedusa maximiliani*), que vive em rios de águas torrenciais e claras, como forma típica de riachos de lugares altos. O cágado-de-Hoge (*Mesoclemmys hogei*) ocorre em áreas baixas da bacia do rio Paraíba do Sul. Endêmica do rio Paraíba, esta espécie já se encontra muito afetada pelo desmatamento das margens dos cursos d'água. O cágado-de-rio (*Phrynops geoffroanus*) encontra-se em situação crítica, devido aos constantes acidentes ambientais graves no rio Paraíba, Pomba e Muriaé, que prejudicam enormemente a espécie.

Na natureza, o papel desempenhado pelos quelônios deve ser muito amplo e de extrema importância, porém é muito pouco conhecido e por esse motivo pouco valorizado. É imperiosa a necessidade de estudos para se conhecer, de modo aprofundado, qual o papel desses répteis nos ecossistemas que habitam e não qualificá-los pelo aspecto.

Em muitas áreas florestadas do Estado ainda sobrevivem vários mamíferos, como o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), o coati (*Nasua nasua*), a cuíca (*Monodelphis domestica*; *Philander opossum*; *Marmosops incanus*), a cuíca-d'água (*Chironectes minimus*), o mico (*Calithrix* spp.), o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), o irara-papa-mel (*Eira barbara*), o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), o caxinguelê (*Sciurus aestuans*), o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), além de numerosas espécies de morcegos, como o morcego-pescador (*Noctilio leporinus*), o morcego-bombachudo (*Chrotopterus auritus*), o morcego-beija-flor (*Glossophaga soricina*), o morcego-focinhudo (*Anoura caudifer*), o morcego-fruteiro (*Sturnira lilium*), o

morcego-de-cara-branca (*Artibeus lituratus*), o morcego-borboleta-escuro (*Myotis nigricans*), o morcego-borboleta-avermelhado (*Myotis ruber*), o morcego-borboleta-grande (*Eptesicus brasiliensis*), o morcego-orelhudo (*Histiotus velatus*), o morcego-das-palmeiras (*Lasiurus ega*), o morcego-das-casas (*Tadarida brasiliensis*), o morcego-de-cauda-grossa (*Molossus molossus*) e muitos outros.

Esses mamíferos voadores alimentam-se de frutos, insetos, néctar, pólen, e até de peixes, mas são temidos e odiados pelo povo que ignora o importante papel que desempenham na natureza, como na polinização, dispersão de sementes e o extraordinário trabalho de combate aos insetos de todo tipo. Certas flores somente frutificam depois de polinizadas por morcegos. Das 130 espécies que ocorrem no Brasil, apenas três são hematófagas e ocorrem no território fluminense. Onde há mata densa, não há proliferação da espécie mais prejudicial dessas espécies hematófagas, como o vampiro (*Desmodus rotundus*), que ataca principalmente os animais domésticos. As outras duas espécies de morcegos hematófagos (*Diaemus youngi* e *Diphylla ecaudata*) atacam espécies de animais selvagens.

As serpentes, como a surucucu-pico-de-jaca (*Lachesis muta*), a jararaca-verde (*Bothriopsis bilineata*), a cotiara-estrela (*Bothrops fonsecai*) e a jararaca-pintada (*Bothrops neuwiedi*), tão perseguidas quanto os morcegos, estão se tornando raras também pela destruição do ambiente, especialmente a jararaca-verde, raríssima no território fluminense.

O ambiente florestal abriga grande número de espécies e que representam importante recurso alimentar para corujas, gaviões, cobras e até para os gatos do mato, como ratos-do-mato (*Akodon montensis*; *A. reigi*; *Bibimys labiosus*; *Delomys collinus*; *D. dorsalis*; *Holochilus brasiliensis*; *Juliomys pictipes*; *J. rimofrons*; *Necomys lasiurus*; *Nectomys squamipes*; *Oecomys catherinae*; *Oryzomys angouya*; *O. laticeps*; *Oxymycterus dasytrichus*; *O. judex*; *Rhipidomys mastacalis*; *Thaptomys nigrita* - família Cricetidae) e ratos-de-espinho e do-bambu (*Kannabateomys amblyonyx*; *Phyllomus lundii*; *P. medius*; *P. nigrispinus*; *Euryzygomatomys spinosus*; *Trinomys bonafidae*; *T. dimidiatus*; *T. iheringi*; *T. panema*; *T. eliasi*, conhecido apenas na restinga de Maricá - família Echimyidae).

Repare-se que há ainda uma grande lista de animais que são implacavelmente caçados mesmo desobedecendo aos dispositivos da Lei de Proteção

“ Os morcegos desempenham importante papel na natureza, com a polinização, a dispersão de sementes e um extraordinário trabalho de combate aos insetos de todo tipo ”

à Fauna (Lei Federal nº 5.197/67), pois ganharam no passado a conotação de espécie cinegética. São os mamíferos: cotia (*Dasyprocta aff. leporina*), paca (*Cuniculus paca*), queixada (*Tayassu pecari*), caititu ou cateto (*Tayassu tajacu*), tatu-galinha (*Dasytus novemcinctus*), tatu-de-rabo-mole (*Cabassous tatouay*), tatu-peba ou peludo (*Euphractus sexcinctus*), tatu-mirim (*Dasytus septemcinctus*), ouriço-caixeiro (*Coendou prehensilis*), preá (*Cavia aepurea*; *C. fulgida*) e gambá (*Didelphis aurita*). Entre as aves, o mutum (*Crax blumenbachii*), o macuco (*Tinamus solitarius*), o jaó (*Crypturellus noctivagus*), jacutinga (*Aburria jacutinga*) e o paruru (*Claravis godefrida*) já são raros ou extintos no Estado. A jacutinga quando da frutificação do palmito procurava nos palmais os coquinhos da juçara, numa migração vertical. Há meio século, o paruru (*Claravis godefrida*) aparecia nos arredores de Teresópolis, na época da frutificação do taquaruçu e da criciúma, em bandos de 50 a 100 indivíduos. Também eram consideradas espécies cinegéticas, por serem abundantes, o uru (*Odontophorus capueira*), o inhambu-xintã (*Crypturellus tataupa*), a codorna-buraqueira (*Nothura maculosa*), a jacupemba (*Penelope supercilialis*), e outras aves como as pombas: pomba-trocal (*Patagioenas speciosa*),

pombão (*Patagioenas picazuro*), pomba-amargosa (*Patagioenas plumbea*), pariri (*Geotrygon montana*), juriti (*Leptotila rufaxilla*; *L. verreauxi*), pucaçu (*Patagioenas cayennensis*), e os patos e marrecas: pato-do-mato (*Cairina moschata*), pato-de-crista (*Sarkidiornis sylvicola*) marreca-pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), marreca-toicinho (*Anas bahamensis*), paturi-preta (*Netta erythrophthalma*), marreca-de-bico-roxo (*Nomonyx Dominica*), irerê (*Dendrocygna viduata*), asa-branca (*Dendrocygna autumnalis*) etc.

Invertebrados como as borboletas, por sua beleza, foram perseguidos e caçados aos milhões para confecção de bijuterias e bandejas. Na Região Metropolitana do Rio, a espécie conhecida como príncipe-dos-ninfalídeos (*Agrias c. claudina*) é um exemplo de como a caça pode levar uma borboleta à extinção. Em algumas porções da Mata Atlântica no Sudeste brasileiro, como, por exemplo, no Parque Nacional da Tijuca, ela desapareceu, só não estando extinta porque sobrevivem populações no Sul do Brasil. Belas borboletas sobrevivem ainda graças às áreas preservadas, como em remanescentes florestais no município de Tinguá, em Nova Iguaçu, no Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro, e no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, em Teresópolis.

Muitos outros animais têm que ser considerados para a conservação da fauna no ambiente florestal, como abelhas, mangangás, marimbondos, vespas, gafanhotos, serras-pau, cigarras, mutucas, esperanças, bichos-pau, louva-a-deus, aranhas-caranguejeiras e armadeiras, caramujos e muitos milhares de outros mais, sem nos esquecermos daqueles indivíduos da microfauna de solo que atuam na ciclagem de nutrientes por fragmentação e ingestão de material presente na liteira (*Arachnida*, *Insecta*, *Collembola*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Isoptera*, *Orthoptera*, *Thysanura*, *Thricoptera*, *Hemiptera*, *Diplopoda*, *Chilopoda* e *Malacostraca*) e que são ignorados na sua extrema importância para o processo de equilíbrio ambiental.

Para reforçar o acima mencionado, neste momento, por exemplo, três espécies novas de Coleópteros Cerambicídeos estão sendo apresentados à Ciência com base em material coletado em 2006, a 1.200 m de altitude, no Parque Nacional de Itatiaia (*Bebelis leo* Miguel A. Monné e Marcela

L. Monné 2010), na Represa Rio Grande, que fica no Parque Nacional da Tijuca, em 1961 (*Potiatuca carioca* Miguel A. Monné e Marcela L. Monné 2010) e em Nova Friburgo, em 1969 (*P. serrana* Miguel A. Monné e Marcela L. Monné 2010).

#### 4. Conclusões

- As espécies mais significativas da fauna nativa fluminense estão em situação realmente de perigo crítico. Isto é devido à multissecular degradação sofrida por todos os ecossistemas naturais, à poluição de diversos tipos, que afetam todo ambiente, ao extrativismo diuturno sem controle, inclusive a caça e pesca ditas de subsistência. Qualquer atividade humana que aumente essas causas deve ser investigada rigorosamente e fiscalizada sem interrupção.
- Toda ação que vise evitar o empobrecimento da fauna nativa depende fundamentalmente de quanto se conhece a respeito desses animais e do nível de conscientização ecológica de todos. Neste caso é de grande importância a educação formal e a informal.
- As áreas protegidas por legislação específica, além de insuficientes, não abarcam todos os tipos de *habitat*, que deveriam estar devidamente preservados. Problemas de ordem fundiária impedem ou dificultam sobremaneira o controle dessas áreas, bem como tornam precária a fiscalização pelas autoridades.
- Há também o problema muito sério pertinente à ocorrência de grande número de espécies raras e/ou ameaçadas, vivendo fora das áreas oficialmente protegidas.
- Nos espaços antropizados de uso especial, mas não dominante, tais como os das atividades industriais, de geração e transporte de energia, bem como, em todas as suas modalidades, os de extrativismo, os de atividades agropastoris e os de silvicultura, devem ser obrigatórios o uso de procedimentos adequados à manutenção dos recursos da fauna.
- Uma política estadual oficial sobre a fauna deve ser planejada para urgente implantação, através de estudos, planos, programas e projetos, obedecendo a dois princípios: 1º) Devem ser

elaborados de forma articulada com os governos federal, estaduais e municipais, incluindo aqueles vizinhos ao Estado do Rio de Janeiro, conforme cada caso; 2º) Os planos, programas e projetos das demais políticas sobre recursos naturais, os Planos Diretores dos municípios, os Planos de Microbacias Hidrográficas e os Planos de Desenvolvimento Rural Sustentável devem guardar estreita relação com os planos, programas e projetos pertinentes aos recursos faunísticos.

Face ao acima exposto, algumas propostas podem ser formuladas:

- a) que sejam realizados estudos mais abrangentes e aprofundados sobre a fauna em geral, procurando enfatizar as relações e inter-relações faunísticas com o ambiente;
- b) que seja aprovada legislação estadual criteriosa sobre a fauna fluminense, abrangendo uma política de Estado para a sua proteção, supletiva à legislação federal e que inclua de modo especial os níveis municipais;
- c) que sejam estudadas, criteriosamente, áreas a serem mantidas bem preservadas, para que complementem as de categoria de proteção integral;
- d) que a comunidade científica fluminense trabalhe na elaboração de lista atualizada da situação conservacionista do maior número possível de espécies faunísticas;
- e) que entidades financiadoras de projetos ambientais (FINEP, CNPq, CIRM, FAPERJ etc.) subvençionem projetos integrados relativos à flora, fauna, geologia, geomorfologia, conservação da natureza, educação ambiental, correlacionando-os aos ecossistemas, principalmente se preocupando com a questão da invasão de espécies exóticas nocivas e agressivas;
- f) que se efetivem convênios entre todos os órgãos interessados nos recursos da fauna, visando à adoção de critérios para o estabelecimento de um modelo “turismo ecológico”, com a indispensável implantação de estruturas adequadas à efetivação desse moderno tipo de recreação (torres, mirantes, trilhas com passarela etc.), sem agressão e danos aos ecossistemas e às paisagens.

## Referências bibliográficas

Evidentemente, existe uma vastíssima bibliografia versando sobre a fauna fluminense e constitui um ditame acadêmico que pelo menos parte dela sempre seja listada no final de cada trabalho. Entretanto, como não temos outro propósito que o de contribuir para uma ação oficial mais efetiva em prol da proteção da riquíssima biodiversidade fluminense, apenas mencionamos os trabalhos que pudemos consultar.

- AGUIRRE, A. C. **O mono Brachyteles arachnoides (E. Geoffroy)** : situação atual da espécie no Brasil. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1971. 53p.
- ALBUQUERQUE, I. R.; LOPES, M. R. **Blataria em bromélia (Dyctioptera)**. **R. bras. Biol.**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 873-890, 1976.
- AMARAL, A. do. **Serpentes do Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, 1978. 246 p.
- ANDRADE, L. de; SICILIANO S.; CAPISTRANO L. Movimentos e atividades do boto *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) na baía de Guanabara. In: REUNIÃO DE TRAB. DE ESPECIAL. EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 2., 1987, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: FBCN, 1987. p. 49-56.
- ARAUJO, A. F. B. de. Padrões de divisão de recursos em uma comunidade de lagartos de restinga. In: LACERDA, L. D. et al. (Orgs.). **Restinga: origem, estrutura, processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 327-342.
- ARAUJO, D. S. D. de; MACIEL, N. C. **Os Manguezais do recôncavo da baía de Guanabara**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1979. 113 p. (Cadernos FEEMA. Série técnica 10/79)
- AVILA-PIRES, F. D. Recursos faunísticos do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n.10, p. 20-28. 1975.
- \_\_\_\_\_. **The type locality of Chaetomys subspinosus** (Olfers, 1818). **R. bras. Biol.**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 177-179, 1966.
- \_\_\_\_\_. Tipos de mamíferos recentes no Museu Nacional. **Arq. Mus. Nac.**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 161-191, 1968.
- \_\_\_\_\_.; GOUVEA, H. Mamíferos do Parque Nacional de Itatiaia. Rio de Janeiro. **Arq.**

- Mus. ac. N. S.**, Rio de Janeiro, n. 291, p. 1-29, 1977.
- BARROSO, L. V. Diagnóstico ambiental da lagoa de Araruama. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 30-65, 1987.
- BOKERMANN, W. C. A. Anfíbios. In: CARVALHO, J. C. de M. **Atlas da fauna brasileira**. Rio de Janeiro: IBDF, 1978. p. 77-83.
- BOROBIA, M.; GEISE, L. Ocorrência de uma *Balaenoptera edeni* (baleia de Bryde) na baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. PRIMERA REUNIÓN DE TRABAJOS DE EXPERTOS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMERICA DEI SUR.1., junho 1984, Buenos Aires. **Actas**. Buenos Aires: [s.n.], 1984.
- BUCHERL. W. Caçando “viúvas-negras”. In: BÜCHERL, Wolfgang. **Acúleos que matam**. Rio de Janeiro: Kosmos, 1980.152 p.
- CABRERA, A. Catalogo de los mamíferos de America deI Sur. **R. Mus. Arg. Ci. Natur. Bernardino Rivadavia**, n.1/2, p. 732-1957, 1961.
- CALLAGHAM, C. J. Studies on restinga butterflies II. Notes on population structure of *Menander felsina* (Riodinidae). **Jour. Lepid. Soc.**, Cambridge, n. 1, p. 37-48, 1978.
- CARVALHO, A. L. Nota prévia sobre os hábitos de uma interessante “perereca” bromelícola do litoral sudeste brasileiro. **O Campo**, Rio de Janeiro, p. 25-26, ago. 1939.
- \_\_\_\_\_. Novo gênero e nova espécie de peixe anual de Brasília, com uma nota sobre os peixes anuais da Baixada Fluminense, Brasil. **B. Mus. Nac. N. S. Zoologia**, p. 201: 1-10, 1959.
- CARVALHO, C. T. O veado campeiro (Mammalia, Cervidae): situação e distribuição. **B. Tec. Inst. Flor.**, São Paulo, n. 7, p. 9-22, 1973.
- \_\_\_\_\_. **Dicionário dos mamíferos do Brasil**. São Paulo, Nobel. 1979. 135 p.
- \_\_\_\_\_. Ocorrência de mamíferos marinhos no Brasil. **B. Tec. Inst. Flor**, São Paulo, n. 16, p. 13-32, 1975.
- CARVALHO, J. C. M. New fossorial bug of the genus *Scaptorius* Perty, 1820 (Hemiptera, Cydnidae). **B. Mus. Nac. N. S. Zoologia**, Rio de Janeiro, n.110, p. 1-6.
- CASTRO, A. L. Sobre a ocorrência do gênero *Tylos* no litoral brasileiro (Isopoda, Tyliidae). Rio, **B. Mus. Nac. N. S. Zool.**, Rio de Janeiro, n. 107, p 1-7.
- CENTRO EMPRESARIAL DE ESTUDOS ECONOMICOS E SOCIAIS DO RIO DE JANEIRO. **O meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro**: levantamentos e conclusões. Rio de Janeiro. 1986.
- COIMBRA FILHO, A. F. Fauna: In: CENTRO DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Floresta da Tijuca**. Rio de Janeiro. 1966. p. 102-152.
- \_\_\_\_\_. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Rio de Janeiro, 1971. p. 13-98.
- \_\_\_\_\_. Situação da fauna na Floresta Atlântica. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n.19, p. 89-110, 1984.
- \_\_\_\_\_.; ALDRIGHI, A. D. A restauração da fauna do Parque Nacional da Tijuca. **Publ. Avuls. Mus. Nac.**, n. 57, p. 1-30, 1971.
- \_\_\_\_\_.; ALDRIGHI, A. D. Restabelecimento da fauna do Parque Nacional da Tijuca. **Brasil Florestal**, v. 11, n. 3, p. 19-33, 1972.
- \_\_\_\_\_.; MAGNANINI, A. Animais raros ou em vias de desaparecimento no Brasil. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, v. 19, n. 19, p. 149-177, 1968.
- \_\_\_\_\_.; MARTINS H. F. Nova contribuição ao restabelecimento da fauna do Parque Nacional da Tijuca. **Brasil Florestal**, v. 4, n. 16, p. 7-25, 1973.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**: versão 9/8/2009. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 6 ago. 2010.
- CORREA, M. **O sertão carioca**. Rio de Janeiro: Inst. Hist. Geogr. Brasil, 1936. 487p.
- COSTA, W. J. E. M. A ameaça de extinção de peixes anuais raros do Estado do Rio de Janeiro: gênero *Cynolebias* Steindachbner, 1976. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n.19, p. 164-166, 1984.
- CRUZ, A. G.; PEIXOTO, A. L. Notas sobre *Cynolebias constancia* Myers, 1947 (Osteichthyes, Cyprinodontidae, Rivulinae). **R. bras. Biol.**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 377-379, 1976.

- FONSECA, P. S. M. A redescoberta da *Formicivora* (= *Myrmotherula*) *erythronotus*. **O Charão**. Rio de Janeiro, 1989. p. 15-20
- GEISEL, L. **Distribuição geográfica e estimativa populacional dos botos da baía de Guanabara**. 1984. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1984.
- GOELDI, E. A. **Os mamíferos do Brasil**. Rio de Janeiro: Alves, 1983. 81p.
- GONÇALVES, C. R. Formigas das praias e restingas do Brasil. In: **Restingas: origem, estruturas, processos**. Niterói, CEUFF, 1984. p. 373-378.
- ICMBIO. **Parque Nacional de Itatiaia: informes de pesquisa**. Itatiaia, 2010.
- IZECKSOHN, E. Algumas considerações sobre o gênero *Euparkerella*, com a discussão de três novas espécies (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). **R. bras. Biol.**, v. 48, n.1, p. 59-74. 1988.
- JORGE PADUA, M. T.; AUDI, A. Espécies de fauna silvestre ameaçadas de extinção: sua ocorrência e proteção nos Parques Nacionais e Reservas Federais. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n.19, p.49-80, 1984.
- LAMEGO, A, R. **O Homem e a serra**. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. 454 p. (Biblioteca Geográfica Brasileira, 8)
- \_\_\_\_\_. **O Homem e a Guanabara**. Rio de Janeiro: IBGE, 1964. 408 p. (Biblioteca Geográfica Brasileira, 5)
- LEITÃO, C. F. M. **Zoogeografia do Brasil**. Mossoró: Fund. Guimarães Duque, 1980. 650 p. (Col. Mossoroense, 111)
- LERY, J. **Viagem à terra do Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1980. 303 p.
- LIMA, H. **Notícia histórica e geografia de Angra dos Reis**. 3. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: São José, 1976. 346 p.
- LODI, L. F.; BERGALLO, H. G. Presença da baleia franca (*Eubalaena australis*) no litoral brasileiro. **Boletim FBCN**. Rio de Janeiro, n.19, p. 167-163, 1984.
- \_\_\_\_\_.; SICILIANO, S.; CAPISTRANO, L. Primeiro registro de *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Platanistoidea) no litoral Norte do Rio de Janeiro. In: REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 2., 1987, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: FBCN, 1987. p. 69-70.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF : MMA; Belo Horizonte : Fundação Biodiversitas, 2008. 2v. (Biodiversidade, 19).
- MACIEL, E. **Aves do município do Rio de Janeiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2009. 407p.
- MACIEL, N. C. A fauna da restinga do Estado do Rio de Janeiro: passado, presente e futuro. Proposta de preservação. In: **Restinga: origem, estrutura, processos**. Niterói, CEUFF. 1984. p. 285-304.
- \_\_\_\_\_.; ARAUJO, D.; MAGNANINI, A. Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro): contribuição para o conhecimento da fauna e flora. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n. 19, p. 126-148, 1984.
- MAGNANINI, A. Desmatamento e erosão na Serra do Mar. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 80-81, 1977.
- \_\_\_\_\_. Uma chave para seleção de espécies vegetais ou animais ameaçadas de extinção. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n.18, p. 49-55, 1983.
- \_\_\_\_\_.; COIMBRA FILHO, A, F. **Aves da restinga**. Rio de Janeiro : Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza, 1962. 49 p.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. **Animais da praia**. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza, 1964. 64 p.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Avifauna da Reserva Biológica de Jacarepaguá (Est. da Guanabara, Brasil). **Vellozia**, Rio de Janeiro, v. 1, n.4, p.147-166, 1964.
- \_\_\_\_\_.; DRUMOND DE ANDRADE, C.; MARIGO, L. C. **Mata Atlântica**, Rio de Janeiro: ACM, 1984.
- \_\_\_\_\_.; NEHAB, M. A. F. **Atlas de elementos ambientais**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1981. 31p. (Série Congressos, 06/81)
- MITCHELL, M. **Observations of birds in Southeastern Brazil**. Toronto: University of Toronto, 1957.
- MOOJEN, J. **Os roedores do Brasil**. Rio de Janeiro : Inst. Nac. Livro. 1952.

- NOVAIS, F. C. Sobre as aves de Sernambetiba, Distrito Federal, Brasil. **R. bras. Biol.**, v.10, n.2, p. 199-208, 1958.
- OLIVEIRA, J. A.; FERREIRA, M. G. S. **Informes sobre a manjuba (*Anchoviella lepidenbostole*) no trecho do rio Paraíba do Sul, entre os municípios de São João da Barra e S. Fidélis**. Rio de Janeiro: SUDEPE, 1986. 15 p.
- OLIVEIRA, L. et al. Observações biogeográficas e hidrobiológicas sobre a Lagoa de Maricá. **Mem. Inst. Osw. Cruz**, v.63, n. 2, 3 e 4, p. 171-227, 1955.
- OTERO, L. S. Borboletas In: **Livro do Naturalista**. Rio de Janeiro: FAE, 1986, 112 p.
- \_\_\_\_\_. *Parides ascanius* (Cramer, 1775), borboleta ameaçada de extinção. In: **Restingas: Origens, Estruturas e Processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 369-371.
- PACHECO, J. F. Acréscimo à lista de aves do município do Rio de Janeiro, **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, n. 23, p. 104-120, 1988.
- PEIXOTO, O. L. Anfíbios anuros associados às bromélias nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, 1977. 55 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1977.
- PERACCHI, A. L.; ALBUQUERQUE, S. T. Lista provisória dos quirópteros dos Estados do Rio de Janeiro e Guanabara. **R. bras. Biol.** v. 31, n. 3, p. -413, 1971.
- PINTO, Olivério Mário de O. M. O. **Catálogo das aves do Brasil e lista dos exemplares que as representam no Museu Paulista**. São Paulo: Museu Paulista, 1938-1944. 2 v.
- REIS, N. R. et al. **Mamíferos do Brasil**. Londrina, 2006. 437 p.
- \_\_\_\_\_. **Morcegos do Brasil**. Londrina, 2007. 253 p.
- RHODIN, A. G. J.; MITTERMAYER, R. A. & SILVA, R. R. Distribution of the South American Chelid Turtles *Platemys radiolata* and *P. spixii*. **Copeia**, v. 3, n. 1, p. 780-785, 1984.
- ROCHA, C. F. D. Distribuição geográfica de *Liolaemos lutzae*. Um lagarto endêmico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. **Boletim FBCN**, v. 21, p. 163-167, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Liolaemus lutzae*; um problema para manejo e conservação. **Boletim FBCN**, v. 20, p.106-108, 1985.
- SANTOS, N. D. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. L V-Odonata da região de restingas do Recreio dos Bandeirantes. **Atas Soc. Biol.**, p. 103-108, 1965.
- \_\_\_\_\_. Contribuição ao conhecimento da fauna do Estado da Guanabara. Notas sobre Cenagrídeos (Odonata) que se criam em bromélias. **Atas Soc. Biol.**, v. 10 n. 3, p. 83-85, 1966.
- SANTOS, R. S. Consideração sobre a ictiofauna do rio Paraíba do Sul. **Boletim FBCN**, v.18, p. 82-84, 1983.
- SCHIRCH, P. F. Contribuição ao conhecimento da fauna na Serra dos Órgãos. **B. Museu Nac.**, v. 8, p. 77-87, 1932.
- SICILIANO, S.; ANDRADE, L. & CAPISTRANO, L. Observações sobre a presença de *Tursiops truncatus* e *Steno brenadensis* na baía de Guanabara, Rio, Brasil. In: REUNIÃO DE TRABALHO DE ESPECIALISTAS EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL, 2., 1987. **Anais...** Rio de Janeiro: FBCN, 1987. 85 p.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Brasília: UnB, 1985. 2 v.
- \_\_\_\_\_.; PABST, L. As aves do Rio de Janeiro (Guanabara). Lista sistemática anotada. **Arq. Mus. Nac.**, v. 53, p. 99-160, 1968.
- \_\_\_\_\_.; TEIXEIRA, D. M. Notas sobre aves brasileiras raras ou ameaçadas de extinção. **Publ. Avulsa Mus. Nac.**, n. 62, 1979.
- SILVA, F. **Mamíferos silvestres do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fund. Z.B. R.G.S., 1984. 245p.
- SILVA, J. B. A. Memórias sobre a pesca das baleias e extração de seu azeite, com algumas reflexões a respeito de nossas pescarias. In: **Memórias Econômicas da Acad. Real de Ciências de Lisboa**. Rio de Janeiro: FBCN, 1977. p. 388-412.
- SILVA, R. R. A Conservação de Quelônios no Brasil. **Boletim FBCN**, v.73, p.73-81, 1981.
- SILVEIRA, E. K. P. Notas sobre a fauna original de vertebrados florestais nos maciços montanhosos da Guanabara. **B. Geogr.**, v. 27, n.203, p. 67-84, 1968.
- \_\_\_\_\_. Ocorrência de algumas espécies de aves e mamíferos na região da lagoa de Marapendi, integradas na biota local. **B. Geogr.**, v.24, n.188, p. 734-748, 1965.

- \_\_\_\_\_. Ocorrência de mamíferos da fauna original nas áreas do sudeste brasileiro. **B. Geogr.**, v. 24, n. 187, p. 626-641, 1965.
- SOUZA, D. G. S. **Todas as aves do Brasil**: guia de campo para identificação. Feira de Santana: Dall, 1998. 258 p.
- SPIX, J. V.; MARTIUS, C. F. P. **Viagem pelo Brasil de 1817-1920**. São Paulo : Itatiaia, 1981. v.1
- TINOCO, R. Bromélias-refúgio para a vida. **R. Geogr.** Univ. Rio de Janeiro, v.27, p. 32-49, 1976.
- ULE, E. A vegetação de Cabo Frio. **B. Geogr.** n. 200 p. 21-32, 1967. v. 8, n.11, p. 341-474, 1955.
- VANZOLINI, P. E.; AB-SABER, A. N. Divergence rate in South American lizards of the genus *Liolaemus* (Sauria, Iguanidae). **Pap. Avulsos Zool.** São Paulo, v. 21, p.205-208, 1968.
- VAZ, S. M. Contribuição ao estudo da fauna de mamíferos do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. **Boletim FBCN**, v.16, p. 104-114, 1981.
- \_\_\_\_\_. Lista preliminar sobre mamíferos existentes na Serra do Tinguá. **Boletim FBCN**, v.19, p.149-154, 1984.
- \_\_\_\_\_. Mamíferos do Rio de Janeiro. **Boletim FBCN**, v. 20, p. 80-89, 1985.
- VENTURA, P. E. **Aves da Baixada de Guaratiba**. 114 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mimeografado.
- VIEIRA, C. C. Lista remissiva dos mamíferos do Brasil. **Arq. Zool.** São Paulo, v. 8, n. 11, p. 341-474,1955.
- WETZEL, R. M.; AVILA-PIRES, F. D. Identification and distribution of the recent sloths of Brazil. **R. bras. Biol.**, v. 40, n.4, p. 831-836, 1980.
- WIED-NEUWIED, M. **Viagem ao Brasil dos anos de 1815 a 1817**. São Paulo : Nacional, 1958. 536p.

## Sobre os autores

### Alceo Magnanini

Engenheiro agrônomo formado pela primeira turma da Escola Nacional de Agronomia, atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), especializado em Ecologia e Conservação da Natureza. Ocupou, entre outros cargos, a direção do Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro, e a presidência da Fundação Brasileira de Conservação da Natureza. Atualmente é assessor da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP) do INEA.

### Norma Crud Maciel

Licenciada em História Natural pela extinta Faculdade Nacional de Filosofia Ciências e Letras da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), pós-graduada em Análise Ambiental e Gestão Territorial pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas. É chefe do Serviço Aplicado de Ecologia (DIBAP/INEA).

### Adelmar F. Coimbra Filho

Licenciado em História Natural pela Universidade do Estado do Rio do Janeiro (UERJ) e mestre em Zoologia pela UFRJ. Fundador das Sociedades Brasileiras de Botânica, de Zoologia e de Primatologia, além de pertencer a diversas outras sociedades científicas e conservacionistas no Brasil e no exterior. Atualmente é assessor da DIBAP/INEA.



# USO DE ÍNDICES DESCRITIVOS E PREDITIVOS PARA DIAGNÓSTICO DE CORPOS D'ÁGUA

FÁTIMA DE FREITAS LOPES SOARES  
FLÁVIO JOAQUIM DE SOUZA  
LEONARDO FIDALGO TELLES RODRIGUES  
LEONARDO DAEMON D'OLIVEIRA SILVA  
MARCO ANTONIO RIBEIRO PESSOA  
MAURICIO FRANCISCO SOARES  
PATRÍCIA DOMINGOS

**RESUMO:** A gestão dos ambientes aquáticos tem se tornado cada vez mais uma questão preponderante devido à crescente aceleração na degradação dos corpos d'água. Entretanto, a informação obtida com a avaliação e a interpretação dos dados de qualidade de água, necessária para o acompanhamento das condições dos corpos hídricos é, em geral, compreendida quase que exclusivamente por especialistas, o que inibe sua utilização pelos tomadores de decisões responsáveis pela definição das políticas de uso dos recursos hídricos. Entre as propostas para permitir a tradução das informações produzidas pelos especialistas em qualidade de água, em uma linguagem acessível a um público não técnico, está o desenvolvimento de índices ou indicadores de qualidade de água. Estes índices visam integrar, num único valor, a informação descrita originalmente por um conjunto extenso de variáveis. O Instituto Estadual do Ambiente (INEA), através de sua Gerência de Qualidade de Água (GEAG), realiza monitoramento nos diferentes corpos d'água do Estado do Rio de Janeiro. Este trabalho apresenta as metodologias propostas pela GEAG para o cálculo de índices. Esses índices justificam-se pela capacidade que possuem de sintetizar a informação sobre qualidade de água através de uma única expressão numérica ou linguística, dotada de significado para o público em geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores ambientais, Índices de qualidade de água, Monitoramento de qualidade de água, Informação ambiental sintetizada para gestão da qualidade de água.

Rio Canoas, em São Conrado: um dos pontos onde o INEA já realizou campanhas de amostragem para detectar a qualidade da água

## 1. Introdução

A água é um recurso natural imprescindível para a humanidade, entre outras razões, por ser um elemento cujo consumo diário é vital para a sobrevivência de todos os indivíduos. Além do consumo direto, a água é usada em quase todas as atividades desenvolvidas pelo homem, como irrigação, produção de alimentos, processos químicos industriais, geração de energia, navegação, harmonia paisagística entre outros.

Nas últimas décadas, a humanidade tem testemunhado uma crescente aceleração na degradação dos corpos d'água, consequência de usos indiscriminados como lançamento de resíduos líquidos e sólidos, destruição de áreas alagadas e matas ciliares e a crescente redução da cobertura vegetal, afetando a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas (Tundisi, 2003).

A gestão dos ecossistemas aquáticos é, portanto, cada vez mais um tema preponderante, tendo entre outras finalidades a de acompanhar as condições e a disponibilidade desses recursos, definindo seus usos e propondo melhorias.

Entretanto, a informação obtida com avaliação e interpretação dos dados de qualidade de água, necessária para o acompanhamento das condições dos corpos d'água é, em geral, compreensível quase que exclusivamente por especialistas, o que impede sua utilização pelos tomadores de decisões responsáveis pela definição das políticas de gestão ambiental. Entre as propostas para permitir a tradução das informações produzidas pelos especialistas em qualidade de água em uma linguagem acessível a um público não técnico está o desenvolvimento de índices ou indicadores de qualidade de água. Estes índices visam integrar, num único valor, a informação descrita originalmente por um conjunto extenso de variáveis.

A Gerência de Qualidade de Água (GEAG) monitora os diferentes corpos d'água do Estado do Rio de Janeiro realizando medições em campo e coletando amostras para análises posteriores a cargo da Gerência de Laboratórios (GELAB), no âmbito da Diretoria de Informação e Monitoramento Ambiental (DIMAM) – Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Os resultados deste monitoramento representam uma coleção de dados sobre estes ecossistemas aquáticos, cuja análise e interpretação constituem importante fonte de informação para tomadas de decisão, no âmbito da gestão ambiental

pública e, ao mesmo tempo, devem ser disponibilizadas para o público em geral, atualizando a população sobre a evolução das condições ambientais de nossas praias, rios e lagoas. O esforço em avaliar os resultados do monitoramento e traduzir sua interpretação e conclusões para uma linguagem acessível ao grande público tem sido uma busca desta gerência. Nesta perspectiva, há um interesse em procurar exprimir tais informações por meio de índices, que vêm sendo construídos em função da realidade de nossos ecossistemas aquáticos fluminenses. A construção desses índices, e seus usos como forma de divulgação, têm o objetivo de disponibilizar com uma frequência regular a informação analisada e interpretada sobre as condições dos ecossistemas monitorados.

O desenvolvimento de índices de qualidade da água justifica-se pela capacidade que possuem de sintetizar a informação através de uma única expressão numérica ou linguística, dotada de significado para o público em geral. Esta expressão representa a avaliação de vários parâmetros, a ponderação de importância de cada um e a conclusão diagnóstica resultante, substituindo uma lista de inúmeras variáveis e seus valores isolados.

São conhecidos e utilizados diversos índices para apresentar resultados e diagnósticos em qualidade de água, principalmente para ecossistemas continentais.

Dentre as finalidades do uso de índices de qualidade de água, apresentadas por Ott (1978 apud Araújo, 2000), destacam-se

- ordenação de áreas geográficas: comparação de condições ambientais em diferentes áreas geográficas;
- imposição de normas: determinação do cumprimento ou não da legislação ambiental;
- análise de tendências: avaliação de mudanças na qualidade ambiental em determinado período de tempo e acompanhamento da qualidade dos recursos hídricos superficiais;
- informação ao público: informe à população sobre as condições de qualidade ambiental em determinado ecossistema;
- pesquisa científica: redução de uma grande quantidade de dados, atuando como ferramenta para o estudo dos fenômenos ambientais;
- identificação dos problemas de qualidade de água que demandem estudos especiais em trechos de rios;

- servir de instrumentos para a gestão dos recursos hídricos.

Poderíamos, numa primeira abordagem, separá-los em duas categorias, incluindo aqueles que utilizam dados biológicos, que podem ser chamados de bióticos e aqueles que não utilizam.

## 2. Índices Abióticos

Os índices que não incorporam dados biológicos são utilizados mais amplamente do que os índices bióticos. Na década de 70, surgiu o IQA-NSF, cujos estudos foram financiados pela *Nacional Sanitation Foundation*, que combinou a opinião de 142 especialistas na seleção de nove variáveis, suas curvas de normalização e seus pesos relativos para composição do índice final. (Tabela 1)

Tabela 1 - Variáveis e seus respectivos pesos utilizadas no IQA-NSF	
PARÂMETROS	PESOS
OD	0,17
Coliformes Fecais	0,15
pH	0,12
DBO <sub>5</sub>	0,10
Nitrogênio	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

A Companhia Estadual de Saneamento Básico de São Paulo (CETESB) e o Instituto Mineiro de Gestão de águas (IGAM) vêm utilizando o IQA-NSF com algumas modificações. Entre elas a substituição no cálculo do somatório pelo produtório dos valores normalizados das nove variáveis ambientais.

Segundo Duarte et al. (1997) o método produtório mostrou-se mais restritivo que o somatório, considerando-se três lagoas naturais no Rio Grande do Norte.

Os resultados finais são expressos em cinco categorias: “Excelente”, “Bom”, “Médio”, “Ruim” e “Muito Ruim” (CETESB, 1997).

Destacam-se ainda os índices Tróficos, sendo o IET (Índice do Estado Trófico), de Carlson (1977),

aplicado para ambientes lênticos, bastante utilizado. Este índice utiliza clorofila e a transparência pelo disco de Secchi, que se mostra adequada a ambientes temperados. O Índice de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1984) para ambientes tropicais inseriu o fósforo como mais uma variável e permite uma avaliação do nível de enriquecimento. Nürnberg (1996) estabeleceu um índice para avaliar o estado trófico considerando concentração de nutrientes, clorofila e espécies de peixes, além de medidas de anoxia do corpo d’água. O índice da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) (1982) estabelece, a partir de nutrientes, clorofila e transparência, uma classificação para lagos que considera as médias anuais dos resultados.

## 3. Índices Bióticos

Índices que incorporam dados biológicos são menos difundidos. O uso de espécies como indicadores tem a vantagem de reduzir a lentidão da detecção da resposta global do ecossistema ao distúrbio (Beyruth, 2000). Entretanto, a obtenção de dados biológicos sobre as comunidades de interesse com qualidade e confiabilidade, pressupõe um tempo maior de análise de amostras e a formação de analistas que possam realizar quantificação e principalmente identificação correta dos grupos de organismos de interesse.

Dentre os índices que elegeram indicadores biológicos alguns se destacam, como o Índice de Integridade Biótica (IIB), proposto inicialmente por Karr (1981), definido como integrador dos fatores ecológicos e ambientais e que considera a comunidade de peixes como indicador. Com frequência, utiliza-se a fauna sésil como bioindicador (Schäffer, 1984, Friedrich, 1990, Knoblen et al., 1995 e Mason, 1995 apud Araújo, 2000). Araújo (2000) aponta ainda o RIVPACS III (Sistema de Classificação e Predição de Invertebrados de Rios, sigla do nome em inglês – *River Invertebrate Prediction And Classification System*) como um dos instrumentos de bioavaliação mais utilizados atualmente pelas autoridades do Reino Unido e da Austrália em seus programas nacionais de avaliação da qualidade da água em mais de 8 mil trechos de rios (Walley & Hawkes, 1996; Wright et al., 1993, apud Araújo, 2000).

Índices específicos para determinados contaminantes, frequentemente pesticidas, utilizam, sobretudo a fauna como indicador biológico em ambientes lóticos. Araújo (2000), trabalhando no Laboratório da Agência Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (atual GELAB – Gerência de Laboratórios do INEA), contribuiu com a estruturação de um índice que tem como referência a macrofauna bentônica, ao propor o Índice Biológico do Rio de Janeiro (IBAR), voltado para os rios do Estado e criado dentro do projeto FEEMA/Gtz por Friedrich, Coring & Araújo em 1995 (dados não publicados).

Este índice, entretanto, não utiliza a categoria taxonômica de espécie em função da ausência de conhecimento de um inventário completo de espécies de macroinvertebrados bentônicos e sua autoecologia no Brasil (Araújo, 2000).

As comunidades de microalgas planctônicas e perifíticas também vêm sendo utilizadas como descritores/indicadores de qualidade de água. Recentemente, Padisák et al. (2006) estabeleceu um índice (Índice Ecológico Q) que informa o “status” ecológico de diferentes lagos húngaros, utilizando a abordagem de associação de espécies, como proposto por Reynolds (2002).

Microalgas foram incorporadas a índices bióticos como indicadores de qualidade de água ou indicadores de nível trófico em diversas propostas de índices (Nygaard, 1949; Sládeček, 1973; Padisák et al., 2006, dentre outros) que foram aplicados em alguns reservatórios do nordeste do Brasil, revelando resultados distintos.

Vários são os índices citados na literatura, e aplicados em outras regiões do mundo, que utilizaram diatomáceas como indicadoras (Coste & Ayphassorho, 1991; Lenoir & Coste, 1996; Watanabe et al., 1986 e Kelly & Whitton, 1995, Citados PNMA II - MMA, 2010 e Wu, 1999, citado em Carraro, 2009).

No Brasil, alguns trabalhos selecionaram microalgas como indicadores de qualidade da água, destacando-se Lobo et al. (2002), que consideraram as diatomáceas epilíticas e Salomoni et al. (2006) que utilizaram diatomáceas no rio Gravataí.

Os esforços feitos pela GEAG para desenvolver índices descritores ou preditivos buscaram, sempre que possível, explorar a totalidade dos dados disponíveis, selecionando aqueles de maior relevância

ecológica. Dessa forma, os índices utilizaram dados biológicos (comunidade fitoplanctônica) e também dados físico-químicos.

Neste trabalho, serão apresentados quatro índices desenvolvidos pela GEAG, que vêm sendo utilizados como ferramenta de gestão e divulgação da informação dos corpos d’água considerados.

#### 4. Índice Preditivo de Mortandade de Peixes da Lagoa Rodrigo de Freitas

Encravada na malha urbana de uma área de alta densidade populacional na cidade do Rio de Janeiro, a Lagoa Rodrigo de Freitas é isolada do mar pelas praias de Ipanema e Leblon. Comunica-se com o mar pelo canal do Jardim de Alah e recebe despejos de origem doméstica, classificando-se como eutrófica (OECD, 1992). Reduzida a apenas 50% de sua área original, possui hoje 2,2 km<sup>2</sup> de área, 2,8 m de profundidade média e máxima de 4 m. A rede coletora de esgoto foi expandida após melhorias feitas em 2001, com a instalação de galerias de cintura, que eliminaram parte desses despejos em tempo seco. Entretanto, ainda acontecem eventos de mortandade de peixes, que atraem atenção da mídia nacional e levam os órgãos públicos de gestão ambiental a intensificar esforços para seu controle.

O monitoramento sistemático conduzido pelo INEA neste sistema aquático data da década de 70 (iniciado pela antiga FEEMA) e, desde 2002, tem frequência mínima semanal. O monitoramento é feito através de coletas semanais qualitativas e quantitativas do fitoplâncton e de nutrientes, e duas vezes por semana das demais variáveis abióticas como: salinidade, temperatura e oxigênio em toda a coluna d’água, além da transparência (disco de Secchi). Todas as coletas foram realizadas em quatro estações de amostragem e, a partir de 2010, em oito estações. A vantagem da incorporação do dado biológico deve-se à alta sensibilidade dos organismos vivos, o que permite informar sobre a integridade do ambiente aquático (Reynolds, 2002; Padisák et al., 2006), sobretudo quando voltado para a preservação de fauna e flora.

A realização de um monitoramento sistemático busca fornecer subsídios para a proposição de



“ Os esforços feitos pela GEAG para desenvolver índices descritores ou preditivos buscaram, sempre que possível, explorar a totalidade dos dados disponíveis, selecionando aqueles de maior relevância ecológica ”

Os dados obtidos no mês são avaliados através do Índice de Conformidade, que considera a aderência dos resultados aos critérios da proposição de classificação dos corpos d'água da Resolução CONAMA 357/05 para a classe II.

O valor obtido na amostragem do último mês de um desses parâmetros é denominado por (V). A razão do valor (V) pelo Padrão (P) equivale ao subíndice de conformidade no determinado parâmetro, assim como o Índice de Conformidade Geral para uma lagoa é a média das razões dos cinco parâmetros descritos na tabela anterior.

Este índice integra o boletim de Qualidade de Água de Jacarepaguá, elaborado e disponibilizado mensalmente no site do INEA, e acessível através do endereço [www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br).

O percentual de desvio em relação ao padrão gera uma classificação de conformidade em quatro categorias: satisfatório, regular, ruim ou péssimo.

O índice, assim como os subíndices, respeita as regras de classificação, conforme a Tabela 3.

Se $(V) / (P) \leq 1,00$	Satisfatório
Se $1,00 < (V) / (P) \leq 1,50$	Regular
Se $1,50 < (V) / (P) \leq 2,00$	Ruim
Se $(V) / (P) > 2,00$	Péssimo

As figuras 2 e 3 são exemplos da aplicação do índice aos dados do Complexo Lagunar de Jacarepaguá (Lagoas de Jacarepaguá, Camorim, Tijuca e Marapendi) em dezembro de 2010.

O Índice de Conformidade para o Complexo Lagunar de Jacarepaguá passou a ser utilizado a partir de junho de 2010 e vem sendo aplicado, até agora, de forma satisfatória, representando adequadamente as condições vigentes neste sistema ecológico.

## 6. Índice DE Balneabilidade

A elaboração deste índice foi amparada nas premissas contidas na resolução CONAMA 274/2000, referente aos critérios de balneabilidade em águas brasileiras. O indicador microbiológico adotado a partir de 2011 em todas as praias do Estado do Rio de Janeiro é o *Enterococcus*, analisado através do método Enterolert.

São considerados para o cálculo do índice os últimos cinco resultados de *Enterococcus*, em cada praia, além das informações da última vistoria visual realizada nesta mesma praia em pontos pré-mapeados onde existam fatores de importante influência na qualificação e balneabilidade dessas praias.

O uso de variáveis subjetivas na composição de índices aparece na literatura como uma opção para inserir nessas metodologias fatores que não sejam expressos quantitativamente, porém devem ser considerados no cálculo do índice (Conesa, 1997 apud Lermontov, 2009).

Para cada praia o Índice parte de 100 pontos e cada característica importante amparada na Resolução CONAMA 274/2000 equivale a um valor que será decrescido deste total inicial (Tabela 4).

Lagoa de Jacarepaguá					Lagoa de Camorim				
Parâmetros	Valor (V)	Padrão(P)	VIP	Classificação	Parâmetros	Valor (V)	Padrão(P)	VIP	Classificação
C.Fecais (NMP/100ml)	54.000	2.500	21,6	Péssimo	C.Fecais (NMP/100ml)	32.000	2.500	37	Péssimo
OD (mg/L)	4,4	(4,0 a 9,0)	1,3	Regular	OD (mg/L)	2,8	(4,0 a 9,0)	1,8	Ruim
Fósforo Total (mg/L)	0,7	0,186	3,8	Péssimo	Fósforo Total (mg/L)	0,80	0,186	4,3	Péssimo
Nitrato (mg/L)		0,700			Nitrato (mg/L)		0,700		
N.Amoniacal (mg/L)	1,9	0,700	2,7	Péssimo	N.Amoniacal (mg/L)	2,5	0,700	3,6	Péssimo
Índice / Classificação Geral			7,3	Péssimo	Índice / Classificação Geral			11,6	Péssimo

Figura 2 - Aplicação do índice aos dados do Complexo Lagunar de Jacarepaguá

Lagoa da Marapendi					Lagoa da Tijuca				
Parâmetros	Valor (V)	Padrão(P)	VIP	Classificação	Parâmetros	Valor (V)	Padrão(P)	VIP	Classificação
C.Fecais (NMP/100ml)	160.000	2.500	64,0	Péssimo	C.Fecais (NMP/100ml)	880.000	2.500	352	Péssimo
OD (mg/L)	3,3	(4,0 a 9,0)	1,8	Ruim	OD (mg/L)	3,5	(4,0 a 9,0)	1,8	Ruim
Fósforo Total (mg/L)	0,8	0,186	4,0	Péssimo	Fósforo Total (mg/L)	0,51	0,186	2,7	Péssimo
Nitrato (mg/L)		0,700			Nitrato (mg/L)		0,700		
N.Amoniacal (mg/L)	3,8	0,700	5,4	Péssimo	N.Amoniacal (mg/L)	3,1	0,700	4,5	Péssimo
Índice / Classificação Geral			18,8	Péssimo	Índice / Classificação Geral			90,2	Péssimo

Figura 3 - Aplicação do índice aos dados do Complexo Lagunar de Jacarepaguá

Tabela 4 - Valores das características avaliadas no índice de balneabilidade	
CARACTERÍSTICA EM UMA DETERMINADA PRAIA	VALORES DECRESCIDOS
Menos de 80% dos resultados nas últimas 5 amostras inferior a 100 <i>Enterococcus</i> NMP/100ml	31
Último resultado superior ou igual a 400 <i>Enterococcus</i> NMP/100ml	31
Ocorrência de extravasamento de águas pluviais até a areia	4
Ocorrência de extravasamento de águas pluviais até o mar	6
Percepção de odor no extravasamento de águas pluviais	6
Percepção de cor no extravasamento de águas pluviais	6
Observação de lixo na areia	2
Observação de lixo na areia	4
Ocorrência de chuva em até 24 horas antes da coleta	3
Ocorrência de chuva em até 48 horas antes da coleta	1
Observação de espuma concentrada no mar	2
Observação de coloração diferente do usual no mar	4
Total	100

O resultado da soma de cada praia, ou seja, o IBP desta praia, será o resultado do valor inicial 100, decrescido do total dos valores para uma determinada praia, resultando no índice desta praia naquela data (Tabela 5).

Tabela 5 - Critérios para a classificação do índice	
IBP >= 80	Recomendada ao banho de mar
70 <= IBP <80	Recomendada ao banho de mar com restrição
IBP <70	Não recomendada ao banho de mar

O índice tem sido aplicado e vem sendo ferramenta importante na união dos dados de bacteriologia, neste caso, *Enterococcus*, com os resultados das vistorias visuais realizadas.

O índice de balneabilidade fica disponível semanalmente no site do INEA, recomendando ou não o banho nas praias do Estado (Figura 4).

## 7. IQAFAL – Índice Fuzzy de Qualidade de Água para Ambiente Lótico

A maioria dos índices de qualidade de água foi desenvolvida por especialistas, aplicando metodologias estatísticas a partir da escolha de variáveis de

qualidade de água e da ponderação de suas importâncias, com a atribuição de pesos. As metodologias tradicionais não têm se mostrado eficientes para representar o conhecimento de natureza mais subjetiva sobre as variáveis usadas na avaliação da qualidade dos ambientes aquáticos.

A lógica nebulosa pode ser uma alternativa para modelagem de índices de qualidade de água, pois fornece outra abordagem para lidar com questões em que os objetivos não estão bem definidos e as informações não são precisas (Chau, 2006). A lógica nebulosa é uma metodologia que tem sido utilizada no desenvolvimento de índices de qualidade de água, (Lermontov, 2009; Icaga, 2007; Ocampo-Duque et al., 2006), por ser capaz de capturar com maior precisão o conhecimento dos especialistas e sua percepção subjetiva, adquirida a partir da experiência profissional. Além disso, essa metodologia possibilita eliminar ou minimizar o efeito eclipse, descrito como a atenuação da influência de valores muito ruins de um determinado parâmetro, frente ao comportamento equilibrado dos outros, (Silva e Jardim, 2006) muito comum nos índices tradicionais.

As variáveis utilizadas na construção do sistema nebuloso são chamadas de variáveis linguísticas. Os termos linguísticos representam conjuntos nebulosos definidos por funções de pertinência, descritas por curvas que definem os contornos dos conjuntos nebulosos. As propriedades semânticas do conceito

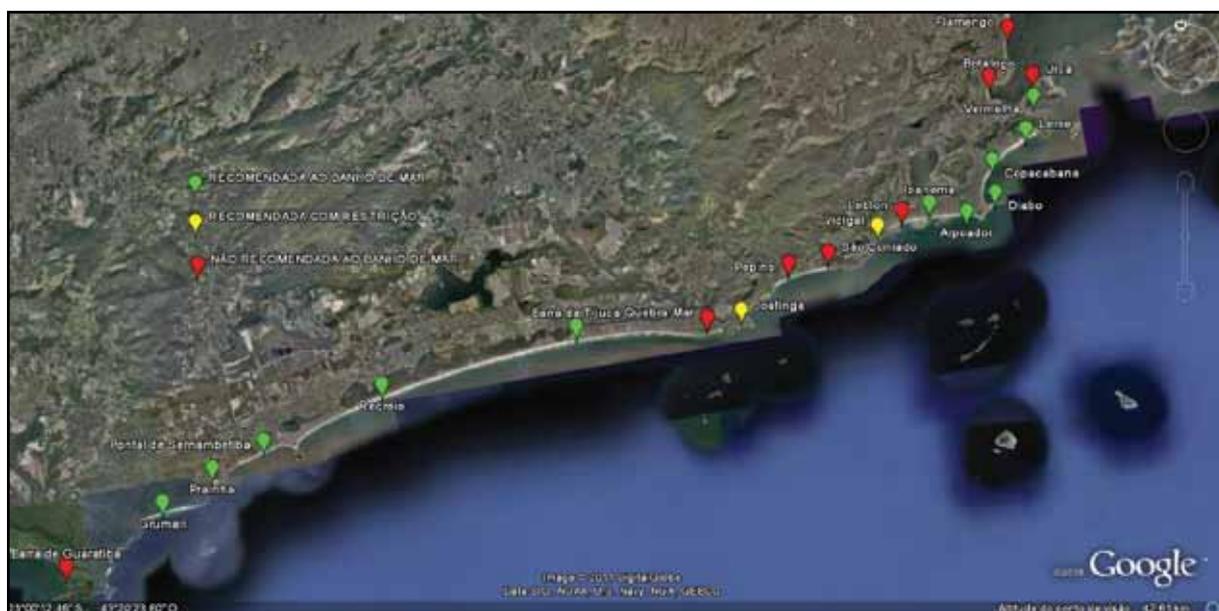


Figura 4 – Índice de Balneabilidade disponível no site do INEA

(termo linguístico) são descritas pelo contorno do respectivo conjunto nebuloso; portanto, quanto mais próxima a curva da função de pertinência estiver do comportamento do fenômeno em estudo, melhor e mais preciso é o desempenho do modelo fuzzy na representação do mundo real.

A Figura 5 ilustra graficamente os conceitos de variável linguística, universo de discurso, termos linguísticos e função de pertinência. Neste exemplo, a variável linguística (temperatura) foi particionada em três valores (termos linguísticos) associados aos conceitos “Baixa”, “Média” e “Alta”, para os quais foram construídos conjuntos nebulosos descritos por duas funções de pertinência trapezoidais e uma triangular. Observa-se que as temperaturas entre 15° C e 25° C pertencem aos conjuntos nebulosos “Baixa” e “Média” simultaneamente, assim como as temperaturas entre 25° C e 30° C pertencem aos conjuntos nebulosos “Média” e “Alta” simultaneamente. A Lógica Nebulosa (Zadeh, 1965) estendeu a teoria dos conjuntos e lógica booliana, que trata o mundo real como tendo apenas duas classes (verdadeiro ou falso), inserindo o conceito de verdade

parcial, onde um elemento pertence ao conjunto com um grau de pertinência associado. Ao contrário da teoria tradicional dos conjuntos, o conceito de pertinência na lógica fuzzy permite que um elemento pertença parcialmente a mais de um conjunto ao mesmo tempo e não obrigatoriamente a um único conjunto.

A partir dos conjuntos nebulosos são criadas bases de regras, que combinam os valores das variáveis linguísticas entre si, resultando em valores que representam o entendimento subjetivo que o especialista tem da combinação dessas variáveis nas suas diferentes condições. Isso torna possível criar um modelo onde o resultado da combinação de diferentes variáveis tenha um comportamento não linear mais próximo dos fenômenos ambientais.

Uma das grandes vantagens desse modelo reside na possibilidade de capturar, com formalismo matemático, conceitos derivados de termos linguísticos como, por exemplo, conforto e satisfação. (Oliveira, 1999).

O IQA<sub>FAL</sub> (Índice Fuzzy de Qualidade de Água para Ambiente Lótico), baseado em lógica nebulosa

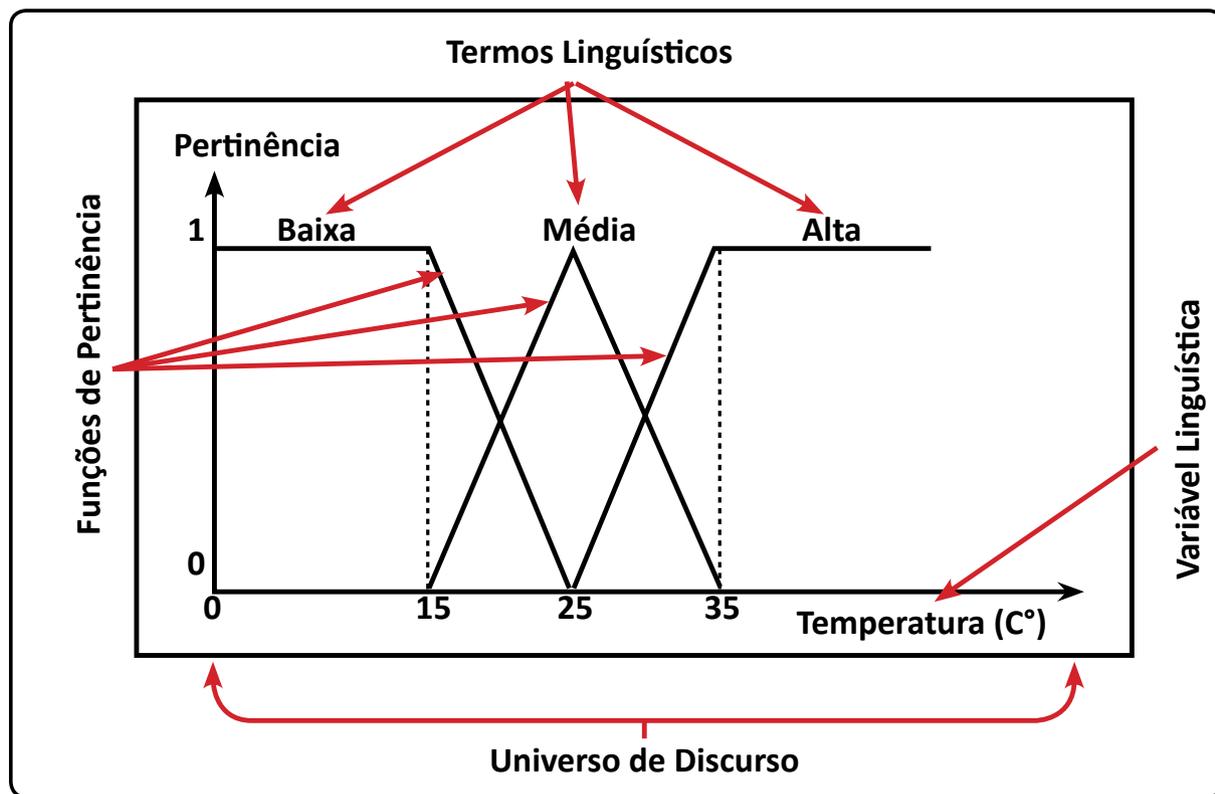


Figura 5 - Representação gráfica dos conceitos de variável linguística, universo de discurso, termos linguísticos e função de pertinência



Foto: Acervo INEA

O índice de balneabilidade das praias do Estado é disponibilizado semanalmente no site do Inea  
– Praias do Sossego e Piratininga, em Niterói

(Pessoa, 2010), foi desenvolvido com essa perspectiva e contou com a contribuição de especialistas em qualidade de água da GEAG/INEA.

O desenvolvimento do IQA<sub>FAL</sub> foi realizado nas cinco etapas a seguir, não necessariamente de forma sequencial:

1. Escolha das variáveis de qualidade de água (variáveis linguísticas);
2. Definição dos universos de discursos onde foram definidos os universos de discursos e os conjuntos nebulosos para cada variável de qualidade de água;
3. Definição das funções de pertinência de cada conjunto nebuloso;
4. Determinação dos subíndices usados como entradas para o índice de qualidade de água final e as variáveis de qualidade de água que compõem os subíndices;
5. Construção das bases de regras antecedente, e consequente para cada subíndice e para o índice final o IQA<sub>FAL</sub>.

O IQA<sub>FAL</sub> utiliza sete variáveis de qualidade de água na sua formulação (Tabela 6): duas variáveis biológicas, que descrevem as condições do ecossistema aquático a partir das flutuações quantitativas e qualitativas de uma comunidade; duas variáveis químicas, que representam o potencial de eutrofização do ambiente, assim como o grau de contaminação por lançamentos domésticos; duas variáveis representativas da dinâmica de oxigênio (disponibilidade e consumo) e uma variável indicadora do grau de contaminação da água por esgoto, que

representa indiretamente o nível de risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica.

Tabela 6 - Variáveis de qualidade de água utilizadas no IQA <sub>FAL</sub>	
TIPO	NOME
Biológicas	Índice de Diversidade de Shannon-Weaver
	Densidade de Cianobactérias
Nutrientes	Fósforo Total
	Nitrogênio Amoniacal
Oxigênio	Oxigênio Dissolvido
	Demanda Bioquímica de Oxigênio
Bacteriológica	Coliformes Fecais (Termotolerantes)

Usando-se lógica fuzzy, a modelagem com mais de quatro variáveis de entrada não costuma ser prática, devido ao crescimento exponencial das regras, o que torna difícil a criação e gerenciamento das mesmas. Neste trabalho, optou-se por usar subsistemas fuzzy com duas variáveis de entrada, dividindo-se as sete variáveis de qualidade de água escolhidas em grupos de duas que deram origem a subsistemas fuzzy, denominados subíndices, que, por sua vez, foram usados como entrada para o índice final (Figura 6).

Na última etapa foram criadas as bases de regras para cada subíndice e para o índice final, o IQA<sub>FAL</sub> (Tabela 7).

O IQA<sub>FAL</sub> já foi aplicado aos dados dos rios Paraíba do Sul e Guandu (Pessoa, 2010) e aos dados

Tabela 7 - Base de regras para o IQA <sub>FAL</sub>						
		SUBÍNDICE DESPEJOS DOMÉSTICOS				
		Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
SUBÍNDICE TRÓFICO	Excelente	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Ruim
	Bom	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Ruim
	Regular	Bom	Regular	Regular	Ruim	Péssimo
	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Péssimo
	Péssimo	Regular	Ruim	Ruim	Péssimo	Péssimo

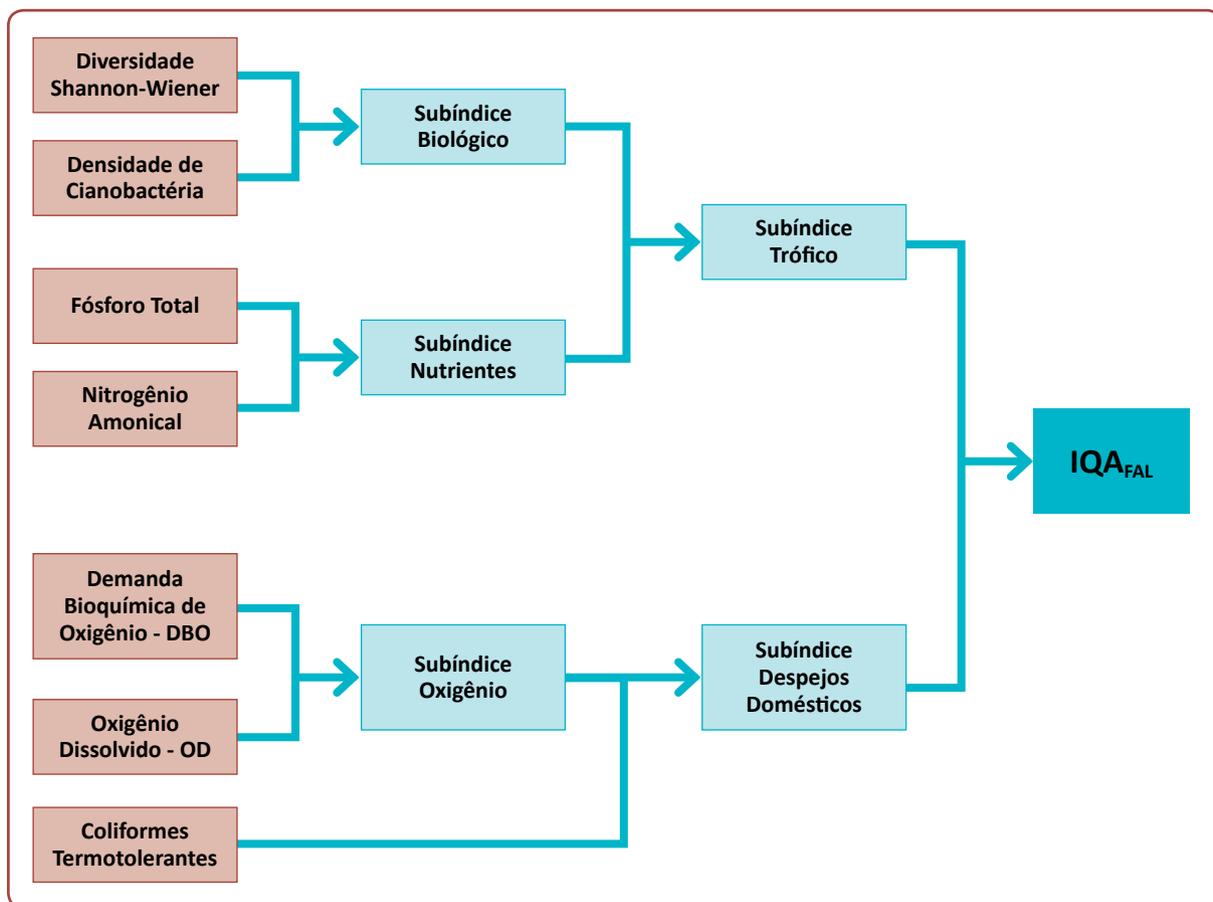


Figura 6 - Fluxograma dos subíndices que formam o IQA<sub>FAL</sub>.

de três rios da bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas (Coimbra, 2011). Nos três casos os resultados do IQA<sub>FAL</sub> foram agrupados em cinco classes (Tabela 8) (IGAM, 2005) e contabilizados os percentuais de resultados do índice que ocorreram dentro de cada uma das classes.

Tabela 8 - Classes do IQA <sub>FAL</sub> desenvolvido pelo IGAM (IGAM, 2005)	
NÍVEL DE QUALIDADE	FAIXA
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	zero ≤ IQA ≤ 25

As composições dos percentuais de resultados do IQA<sub>FAL</sub> nas respectivas classes, em cada estação, foram plotadas em gráficos tipo pizza que são apresentados em um mapa temático junto com a

hidrografia, a divisão política e as sedes municipais. Assim, é possível ter uma visão da variação espacial ao observar as proporções percentuais dos resultados do IQA<sub>FAL</sub> nas diferentes classes ao longo das estações de amostragem.

Nos rios Paraíba do Sul e Guandu os maiores percentuais de resultados do IQA<sub>FAL</sub> estão na classe “Ruim”. A estação de amostragem PS-410, localizada na saída do Reservatório de Funil, é uma exceção, já que nessa estação o maior percentual dos resultados do IQA<sub>FAL</sub> está na classe “Bom” (Figura 7).

A aplicação do IQA<sub>FAL</sub> aos dados das estações de amostragem nos rios Paraíba do Sul e Guandu revela que os resultados desse índice coincidem com a percepção que se tem da qualidade desses ambientes aquáticos revelada pelos especialistas em qualidade de água dessa instituição em seus relatórios (FEEMA, 2002; INEA, 2008).

Como se observa nos mapas temáticos, os resultados do IQA<sub>FAL</sub> correspondem à qualidade da água descrita em (FEEMA, 2002) no qual o OD e DBO

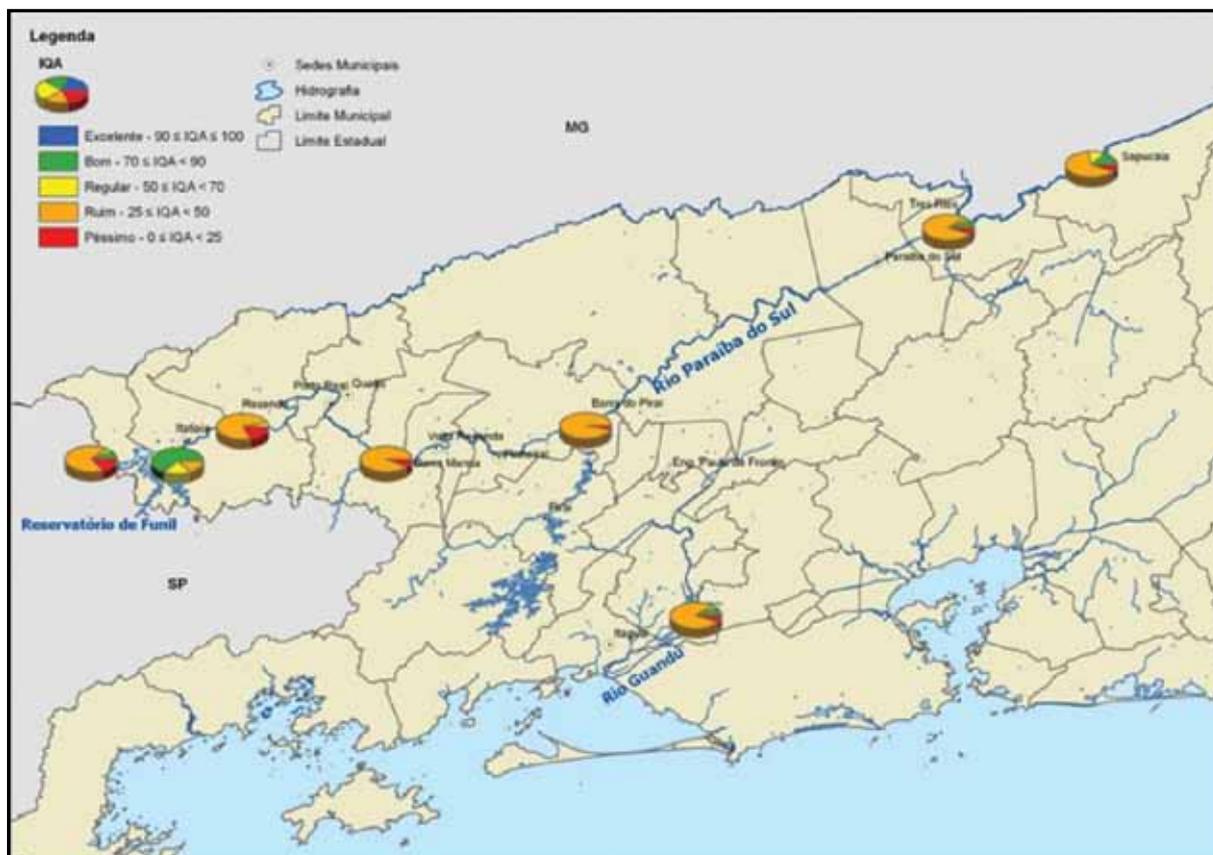


Figura 7 - Mapa com os percentuais de resultados do IQA<sub>FAL</sub> em cada categoria, nas estações de amostragem

indicam baixo nível de poluição orgânica, devido ao fator de diluição promovido pela alta vazão do rio. Esse trecho do rio Paraíba do Sul sofre, entretanto, o impacto do lançamento de esgotos sanitários, o que se verifica pelas elevadas concentrações de Coliformes Termotolerantes (FEEMA, 2002). No IQA<sub>FAL</sub>, a análise dos subíndices separadamente, mostrou ser o parâmetro Coliformes Termotolerantes que está determinando a maior ocorrência dos resultados desse índice na classe “RUIM”, em quase todas as estações de amostragem.

A aplicação do IQA<sub>FAL</sub> às bacias contribuintes da Lagoa Rodrigo de Freitas mostrou que o índice é sensível na detecção de alterações da qualidade da água, para o conjunto de dados utilizados. Cabe comentar que se trata de uma bacia de categoria distinta daquela do rio Paraíba do Sul, caracteriza como urbana de pequena dimensão, com rios de, no máximo, segunda ordem.

Doze dos quatorze pontos de coleta dos três rios estudados apresentaram o maior percentual de resultados do IQA<sub>FAL</sub> em categorias piores (“RUIM”

e “PÉSSIMO”). As duas exceções ocorreram nos pontos MC085 e CB085 (nas cabeceiras dos rios Macacos e Cabeça, respectivamente), nos quais os resultados do IQA<sub>FAL</sub> apresentaram-se na faixa de valores da categoria “BOM”.

Nestes diferentes cenários, o índice mostrou-se adequado para descrever e diagnosticar as condições gerais de distintos ambientes lóticos. As conclusões alcançadas pela aplicação do índice vêm sendo chanceladas pelo corpo técnico do INEA e descritas nos relatórios anuais elaborados no âmbito dessa instituição.

## Referências bibliográficas

- ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica, usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **R. bras. Biol**, São Carlos, v. 58, n. 4, nov. 1998.
- ARAÚJO, P. R. P. **Estudo do macro invertebrado bentônicos para avaliação da qualidade da**

- água dos Rios Paraíba do Sul e Guandu, com relevância para análise de deformidades morfológicas em larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera).** 2000. Tese (Doutorado em Biologia Parasitária)-Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000.
- BAPTISTA D. F. Uso de macro invertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecol. Brasiliensis*. v.12, n.3, p. 425-441, 2008.
- BEYRUTH, Z. As algas e a previsão da qualidade ambiental: represa do Guarapiranga. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABES, 2000.
- CARLSON, R. E. **A trophic state index for lakes.** Minneapolis: University of Minnesota, 1977. 17p. (Contribution, 141).
- CARRARO, F. G. P. **Estrutura do Fitoplâncton e a sua utilização como indicador de condições ecológicas no Reservatório de Pedra, Bahia.** 2009.57f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- CETESB. Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico. **Consolidação da seleção de índices e indicadores de qualidade da água.** [S.l.:s.n.] Disponível em:< <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/indices.htm>>>. Acesso em: 12 mar. 2011.
- COIMBRA, Carolina Mendes. **Avaliação da metodologia IQAFAL nas bacias contribuintes da Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ, Brasil.** 2011. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- CONESA FERNANDES-VITORA, V. **Methodological Guide for Environmental impact Evaluation.** 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1997. 412 p.
- DUARTE, M. A. C. et al. **Utilização dos índices do estado trófico (IET) e de qualidade da água (IQA) na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim: Extremóz e Jiqui (RN)-Análise preliminar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Foz do Iguaçu. *Anais... Foz do Iguaçu: ABES, 1997.*
- KRUK, C. et. al. Classification schemes of phytoplankton: selecting an ecological approach for the analysis of species temporal replacement. *Journal Plankton Research*, v. 24, p. 901-912, 2002.
- LERMONTOV, A. **Novo Índice de Qualidade das Águas com uso da lógica e inferência nebulosa.** 2009. Tese (Doutorado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos)-Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, n. 22, p.143-170, 1986.
- NÜRNBERG, G. K. Trophic state of clear and colored, soft and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake and Reservoir Management*, n.12, p. 432-447, 1996.
- NYGAARD, G. Hydro biological studies on some Danish ponds and lakes. Part II. The 505 quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. K. *Svenska Danke Vidensk akad. Selskab*: v. 7, p. 1-293, 1949.
- OECD. **Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control.** Paris: [s.n.], 1982. 154p.
- PADISÁK, J. et al. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia*, v.553, p. 1-14, 2006.
- PESSOA, M. A. R. **IQA<sub>FAL</sub>-Índice de qualidade de água para ambiente lótico.** 2010. Dissertação (Mestrado em Geomática)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- PNMA II. **Subcomponente monitoramento da qualidade da água.** Disponível: <[www.cprh.pe.gov.br/.../pnma2/...agua/selecaoIndiceIndicadores.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/.../pnma2/...agua/selecaoIndiceIndicadores.pdf)>. Acesso em: fev. 2011.
- REYNOLDS, C. S. et al. Towards classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, v. 24, p. 417-428, 2002.

- \_\_\_\_\_. **Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory.** [S.l.]: Ecology Institute, 1997. 371p.
- SALOMONI, S. E. et al. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, Bucareste, v. 559, p.233–246, 2006.
- SLÁDEČEK, A. System of water quality from the biological point of view. **Archiv fur Hydrobiologie, Beiheft Ergebnisse der Limnologie**, Heft, v. 7, p. 1-218, 1973.
- TOLEDO JÚNIOR, A. P. et al. Aplicação de modelos simplificados para avaliação da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 1983, Camboriú. **Anais...** São Paulo: ABES, 1983.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: Rima, 2001. 248 p.

## Sobre os autores

### Fátima de Freitas Lopes Soares

Especialista em Qualidade de Água pela *Technische Universität Dresden* (Alemanha) e em Sedimentos e Dragagem pelo *Bundesanstalt für Gewässerkunde*, Koblenz, (Alemanha), gerente de Avaliação de Qualidade de Água (GEAG) da Diretoria de Informação e Monitoramento Ambiental (DIMAM) do INEA.

### Flávio Joaquim de Souza

Doutor em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), professor-adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em Lógica Fuzzy, Neurofuzzy, Redes Neurais e Algoritmos Genéticos.

### Leonardo Fidalgo Telles Rodrigues

Pós-graduado em Estatística pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas, analista ambiental da GEAG/DIMAM/INEA.

### Leonardo Daemon d'Oliveira Silva

Mestre em Planejamento Ambiental pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), analista ambiental da Assessoria Técnica da Presidência do INEA.

### Marco Antonio Ribeiro Pessoa

Mestre em Engenharia de Computação pela UERJ e pós-graduado em Análise de Sistemas pela PUC-Rio, analista ambiental da GEAG/DIMAN/INEA.

### Mauricio Francisco Soares

Engenheiro civil e sanitário pela UERJ, analista ambiental da GEAG/DIMAN/INEA.

### Patrícia Domingos

Doutora em Biotecnologia Vegetal pela UFRJ, professora-adjunta da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), analista ambiental da GEAG/DIMAN/INEA.



# RISCOS AMBIENTAIS ENVOLVENDO O TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS PARA AS ÁGUAS CAPTADAS PELA ETA GUANDU, RJ

VIVIANE JAPIASSÚ VIANA  
ROSA MARIA FORMIGA JOHNSON  
CARLOS EDUARDO STRAUCH

Ferrovias e rodovias cruzam os rios Paraíba do Sul, Guandu e Santana: acidentes com transportes de produtos perigosos colocam em risco as águas captadas pela ETA Guandu e que servem de abastecimento público

**RESUMO:** No Estado do Rio de Janeiro, o transporte rodoviário de produtos perigosos correspondeu a 42% dos atendimentos a emergências realizados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) nos últimos 23 anos. Dentre as diversas rotas de tráfego desses produtos, destaca-se a Rodovia Presidente Dutra, que percorre as imediações dos rios Paraíba do Sul e Guandu, e seus principais afluentes, expondo a Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu a riscos ambientais, tanto a montante da transposição do rio Paraíba do Sul quanto a montante do ponto de captação da Companhia Estadual de Águas e Esgoto (CEDAE). Este artigo identifica riscos de poluição das águas captadas pela estação de tratamento, decorrentes de acidentes no transporte de produtos perigosos nas principais vias terrestres dessa região hidrográfica. São analisados, em particular, os trechos da Rodovia Presidente Dutra que oferecem alto risco de poluição para as águas captadas pela estação de tratamento, de modo a fornecer subsídios para a elaboração de um plano de contingência, ainda por ser elaborado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Risco ambiental, Transporte de produtos perigosos, Poluição das águas, ETA Guandu, RJ

## 1. Introdução

O abastecimento da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é hoje extremamente dependente das águas que chegam à Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu, operada pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE). Essas águas são majoritariamente provenientes da bacia vizinha do rio Paraíba do Sul. Até 160 m<sup>3</sup>/s deste rio, em seu trecho médio, assim como quase a totalidade da vazão de um de seus afluentes, o rio Pirai, são transpostos para a bacia do rio Guandu para geração de energia elétrica no Complexo Hidrelétrico de Lajes, na vertente atlântica da Serra do Mar (Sistema Light-Guandu). Essa transposição, implantada a partir de 1952, criou uma oferta hídrica relevante na bacia receptora do rio Guandu, que se tornou o principal manancial de abastecimento de água da RMRJ, com cerca de 9 milhões de habitantes, e de várias indústrias, termelétricas e outras atividades ali situadas (CAMPOS, 2005).

Por ser dependente de parte das bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu, a ETA Guandu está permanentemente exposta a acidentes ambientais<sup>1</sup>. Observa-se, nesses trechos, forte presença de plantas industriais bem como intensa atividade de transporte terrestre de produtos perigosos<sup>2</sup> (rodoviário, ferroviário e dutoviário), fabricados e/ou utilizados por essas indústrias.

O exemplo mais expressivo da vulnerabilidade dessa região foi o acidente da empresa Servatis, ocorrido em 2008, que provocou um vazamento de pelo menos 8 mil litros do pesticida endosulfan no rio Pirapetinga, atingindo o rio Paraíba do Sul em seu trecho médio, em Resende (FEEMA, 2008). Esse acidente implicou na interrupção da transposição e da captação de água em todos os municípios abastecidos pelo rio Paraíba do Sul, a jusante de Resende, afetando mais de 1,37 milhões de habitantes; o vazamento afetou, ainda, sensivelmente a ictiofauna do rio Paraíba do Sul, causando a mortandade de dezenas de toneladas de peixes (FEEMA, 2008). Tal ocorrência mostra o quanto é difícil controlar o risco de acidentes ambientais em fontes fixas (polos industriais) que margeiam os corpos d'água da bacia.

Mais complexo ainda é o controle de riscos de produtos perigosos (fontes móveis), uma vez que

não é possível prever o local do acidente, sobretudo em um contexto de maior intensificação do transporte desses produtos. Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2005), os acidentes que envolvem produtos perigosos ocorrem com frequência cada vez maior em rodovias e afetam não apenas os seus usuários, mas também as populações lindeiras, o comércio, a indústria e o ambiente. Em várias ocorrências, os efeitos do acidente não se limitam apenas à região do entorno e atingem locais mais distantes, que acabam por receber a poluição, através dos rios, resultando, por vezes, em verdadeiras catástrofes ambientais. Para fazer frente ao problema, são requeridas medidas de alcance imediato, não só corretivas, como também preventivas, visando à redução de riscos e das consequências impactantes.

No Estado do Rio de Janeiro, a atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos foi responsável por 42% dos 1.491 atendimentos a emergências entre 1983 e junho de 2011. Os atendimentos foram realizados pelo Serviço de Operações de Emergência (SOPEA), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), antigo Serviço de Controle de Poluição Acidental da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (SCPA/FEEMA). Dentre as diversas rotas de tráfego desses produtos, destaca-se a Rodovia Presidente Dutra, parte da BR-116, também conhecida como Via Dutra, que percorre imediações dos rios Paraíba do Sul e Guandu, e seus principais afluentes.

Este artigo identifica riscos de poluição das águas do rio Guandu, a montante da captação da ETA Guandu, decorrentes de acidentes no transporte de produtos perigosos nas principais vias terrestres, na região hidrográfica contribuinte do rio Guandu (parte das bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu). Foram excluídos deste estudo riscos associados ao modal dutoviário devido à escassez de dados. São analisados, em particular, os trechos da Rodovia Presidente Dutra que oferecem alto risco de poluição das águas captadas pela estação de tratamento, de modo a fornecer subsídios para a elaboração de um plano de contingência, inexistente até o momento<sup>3</sup>.

O desenvolvimento da pesquisa compreendeu extensa revisão bibliográfica e ampla consulta a especialistas, sobretudo para o desenvolvimento da metodologia simplificada de análise de risco. Já a

aplicação da metodologia exigiu um levantamento histórico de acidentes junto aos principais órgãos envolvidos com o tema – INEA, CEDAE, DNIT e Corpo de Bombeiros–, além de entrevistas e pesquisa de campo.

## 2. Transporte de produtos perigosos no Estado do Rio de Janeiro

Segundo o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2011), os acidentes ambientais no território brasileiro ocorreram principalmente no transporte rodoviário, correspondendo a 33% do total de acidentes reportados ao órgão no período de 2006 a 2010. Ressalte-se que o modal rodoviário corresponde a mais de 60% da matriz de transportes do país (GEIPOT, 2000).

Conforme indicado anteriormente, esta predominância de acidentes rodoviários é ainda mais intensa no território fluminense. Duas rodovias federais constituem as principais rotas utilizadas para o transporte de produtos perigosos: a BR-101, que atravessa 12 estados brasileiros entre Rio Grande do

Norte e Rio Grande do Sul, também conhecida como Rodovia Rio-Santos, e a Rodovia Presidente Dutra, considerada a rodovia mais importante do Brasil por conectar as metrópoles de São Paulo e Rio de Janeiro, principais polos industriais do país.

Segundo dados da Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito (2009), a BR-116 foi a rodovia federal, em território fluminense, que apresentou a maior razão entre “número de acidentes” e “extensão de rodovia” (11,48 por km), seguida pela BR-101 que apresentou uma distribuição anual de 7,26 acidentes por quilômetro de extensão.

Utilizando-se dos dados da FEEMA/SCPA (hoje INEA/SOPEA), Strauch (2004) indica que líquidos inflamáveis (Classe 3) estavam envolvidos em 35% dos acidentes ambientais em rodovias, no período de 1983 a 2003, seguidos das substâncias corrosivas (Classe 8) e dos gases (Classe 2), que compreenderam 25% e 9% do total, respectivamente (Figura 1).

Esses dados confirmam a tendência no cenário federal durante o período de 2006 a 2010, quando os líquidos inflamáveis corresponderam a 29,5% dos acidentes com produtos perigosos no Brasil (IBAMA, 2011).

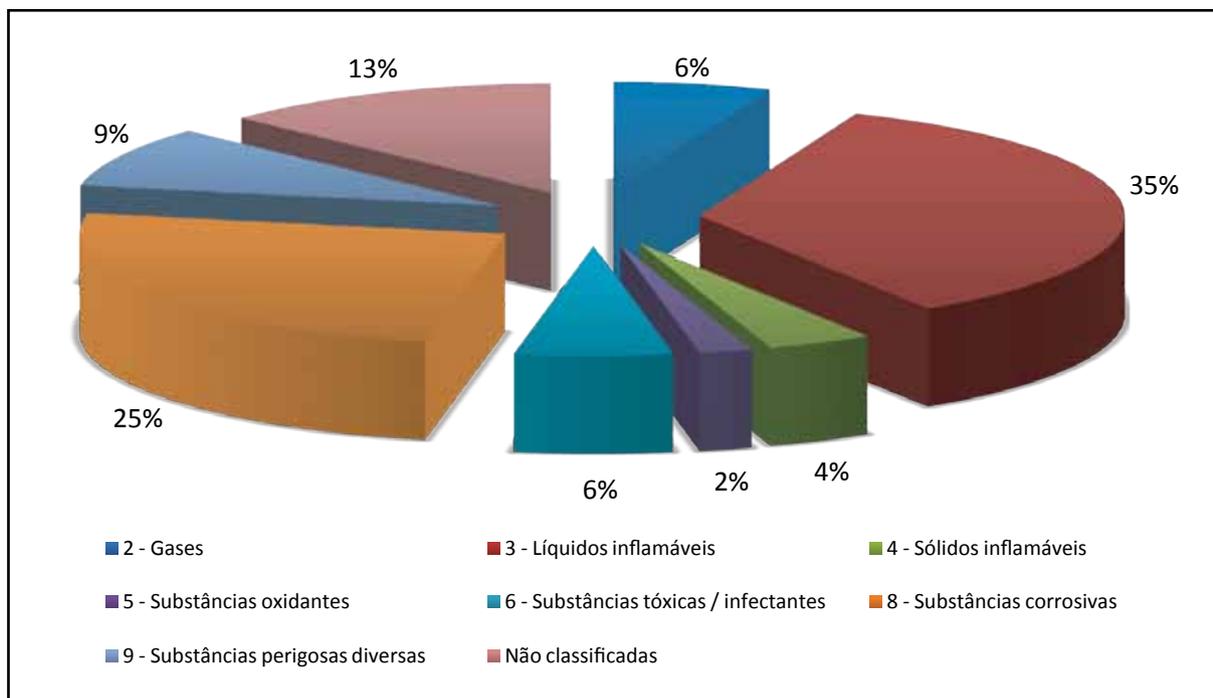


Figura 1 – Classes de risco dos produtos perigosos envolvidos em acidentes rodoviários no Estado do Rio de Janeiro (1983-2003)  
Fonte: Strauch, 2004

### 3. Delimitação da área de estudo

Para a definição da rede hidrográfica que pode transportar poluição acidental para o rio Guandu, no ponto de captação da ETA Guandu, foram utilizados vários estudos, em especial o Plano Estratégico de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (2006) e o Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul (2006).

Todos os rios inseridos na bacia hidrográfica do rio Guandu, a montante da captação da ETA Guandu, bem como as águas transpostas da bacia do Paraíba do Sul apresentam risco potencial de poluição para as águas captadas pela estação de tratamento. Todavia, devido à extensão desta região hidrográfica, que abrange inclusive o Estado de São Paulo (Figura 2), delimitamos o estudo a sua parte fluminense, que compreende:

a) O rio Guandu, seus formadores (Ribeirão das Lajes e rio Santana) e seus afluentes de primeira ordem (rios São Pedro, Macacos, Ipiranga e

Queimados), área mais crítica para poluição acidental pela proximidade da ETA Guandu;

b) O rio Paraíba do Sul, em seu trecho fluminense, entre a barragem de Funil e Santa Cecília, onde cerca de dois terços de sua vazão é transposta para a bacia do Guandu (até 160 m<sup>3</sup>/s), fazendo com que a qualidade de suas águas interfira diretamente na qualidade das águas do rio Guandu; e

c) O rio Piraí, afluente do rio Paraíba do Sul, que tem parte de suas águas igualmente transpostas para a bacia do Guandu.

A transposição tem importância vital para a disponibilidade hídrica do rio Guandu cuja vazão aumentou de 20 m<sup>3</sup>/s para 160 m<sup>3</sup>/s, resultado de um sofisticado conjunto de obras (Complexo Paraíba do Sul - Lajes) que compreende reservatórios de acumulação de água, usinas hidrelétricas, estações elevatórias, entre outros.

Portanto, todas as atividades instaladas na bacia, inclusive a ETA Guandu, não seriam possíveis sem a disponibilidade hídrica proporcionada

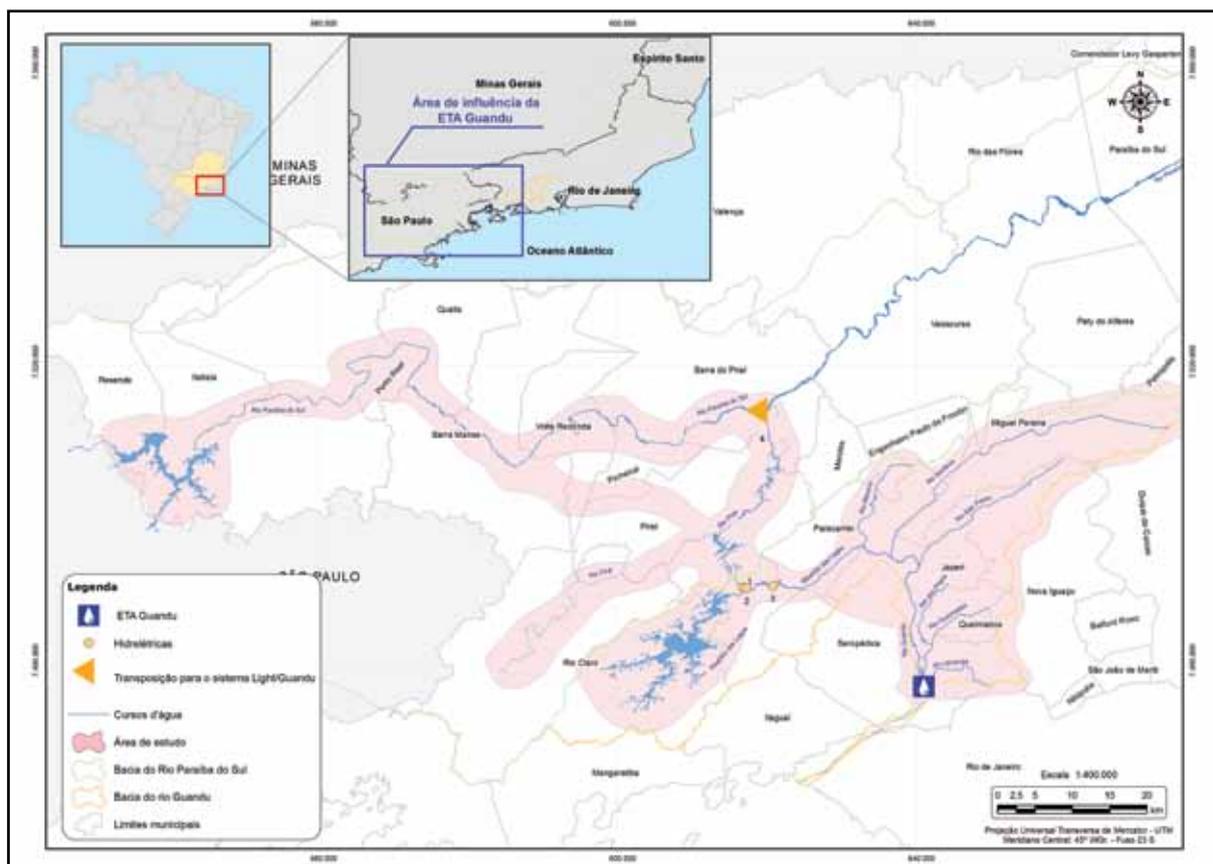


Figura 2 – Localização da área de estudo nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu  
Fonte: Viana, 2009

pela transposição. A ETA Guandu é atualmente a maior do mundo em termos de capacidade, responsável pelo abastecimento de 8,5 milhões de pessoas nas cidades do Rio de Janeiro e Itaguaí, e nos municípios da Baixada Fluminense. No entanto, trabalha em condições extremas, motivo pelo qual a CEDAE pretende ampliar sua capacidade em 30%.

A captação da ETA Guandu está localizada a jusante de diversas indústrias e outras atividades poluidoras, tanto na bacia do rio Paraíba do Sul, sobretudo no Médio Paraíba do Sul, quanto na bacia do Guandu, a montante da captação. Nogueira (2011), com base no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos do Inea, identificou 291 atividades industriais potencialmente causadoras de poluição accidental. Fazem parte desse universo diversas categorias de indústria: alimentícia, automotiva, metalúrgica, mineração, nuclear, petróleo, portuária, posto de gasolina, química, siderúrgica, transporte, têxtil e outras. Este parque industrial tem participação expressiva no PIB do estado fluminense, é diverso, de grande porte e vem se intensificando, o que resulta no aumento do risco de acidentes de fontes fixas (planta industrial) e móveis (transporte de matérias-primas e produtos industriais), com impactos potenciais para a captação da CEDAE na ETA Guandu.

#### 4. Concepção da metodologia de análise de risco

Em função da escassez de dados disponíveis sobre acidentes ambientais, foi necessário conceber uma metodologia simplificada de análise de risco. Utilizando-se da técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR), Viana (2009) adaptou a metodologia

de modo a efetuar uma análise qualitativa de risco ambiental, para um determinado trecho de rodovia ou ferrovia, a partir da frequência e da gravidade dos acidentes no transporte de produtos perigosos<sup>4</sup>.

O risco de poluição accidental das águas captadas pela ETA Guandu (CEDAE), como finalmente concebido, pode ser representado pela seguinte fórmula:

$$\text{Risco} = F \times G$$

Onde,

**F** é a frequência da ocorrência de acidentes ambientais com produtos perigosos em um determinado trecho da via de estudo; e,

**G** é a gravidade do acidente ou grau de exposição de um determinado corpo d'água a acidentes ambientais no mesmo trecho.

##### 4.1 Gravidade ou exposição

Neste estudo, gravidade refere-se à severidade de acidentes ocorridos nos trechos das ferrovias e rodovias inseridas na área de estudo ou, ainda, ao grau de exposição à poluição accidental dos rios drenantes ou contribuintes do rio Guandu.

A classificação de gravidade ou exposição foi estabelecida em função da possibilidade de carregamento de produtos perigosos para o rio Guandu: quanto maior a possibilidade de poluição, maior a gravidade do trecho ou ponto de estudo. Por exemplo, em trechos de cruzamento de rodovias ou ferrovias com o rio Guandu, ou com seus formadores (rio Santana e Ribeirão das Lajes), a gravidade deve ser considerada alta, pois um acidente envolvendo o derramamento de produtos perigosos nesses trechos afetaria diretamente a qualidade de suas águas.

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos valores numéricos e critérios atribuídos a cada categoria de gravidade ou exposição.

Tabela 1 - Categorias de gravidade ou exposição		
VALORES ATRIBUÍDOS	GRAVIDADE DO ACIDENTE OU GRAU DE EXPOSIÇÃO DO CORPO D'ÁGUA	CRITÉRIOS
1	Baixa	Trechos de rodovia ou ferrovia onde não há cruzamento com o rio Guandu, seus formadores, afluentes primários nem contribuintes (Paraíba do Sul e Pirai)
2	Média	Trechos de rodovia ou ferrovia onde há cruzamento com afluentes primários do rio Guandu ou com os rios Paraíba do Sul e Pirai
3	Alta	Trechos onde rodovias ou ferrovias cruzam o rio Guandu ou um de seus formadores (Santana e Ribeirão das Lajes)

## 4.2 Frequência de acidentes

Para determinar a frequência de acidentes e critérios e valores correspondentes, considerou-se, por um lado, o número de ocorrência de acidentes por quilômetro de via, durante todo o período de análise. Por outro lado, foi necessário proceder à divisão da rodovia em trechos, de modo a otimizar a análise (Tabela 2).

A pesquisa bibliográfica indicou que não existe um padrão pré-fixado para a determinação dos trechos. Após sucessivas simulações e discussão com especialistas, foi definida uma divisão em trechos iguais e poucos extensos de 5 km, considerados como os mais adequados aos objetivos deste estudo.

A determinação da frequência de acidentes foi finalmente definida com base nas informações disponíveis, a saber, o banco de dados do SOPEA/INEA sobre acidentes com produtos perigosos no Estado do Rio de Janeiro. É importante notar que esses dados, na área de estudo, são limitados à Rodovia Presidente Dutra, a partir de 1988.

## 4.3 Categorias de risco

Foram consideradas quatro categorias de risco (baixo, médio, alto e muito alto), resultantes do produto do valor atribuído à frequência de ocorrência

de acidentes, no trecho analisado, pelo valor atribuído à gravidade ou exposição dos corpos d'água a acidentes com produtos perigosos naquele mesmo trecho (Tabela 3).

## 5. Resultados e discussão

Na área de estudo, foram identificadas 14 vias (duas ferrovias e 12 rodovias) que transportam produtos perigosos, sendo a Rodovia Presidente Dutra a principal delas.

Embora a coleta de dados tenha sido a fase mais longa e trabalhosa desta pesquisa, a escassez de informações limitou a aplicação da metodologia, na sua plenitude, para todos os modais selecionados. A análise completa pôde ser realizada somente para a Rodovia Presidente Dutra; para cada um dos seus trechos foi determinado o risco associado (muito alto, alto, médio ou baixo). Para as demais rodovias e ferrovias, foi possível identificar apenas os pontos de alta e média gravidade (severidade de um acidente em um determinado trecho em função de maior ou menor proximidade do rio Guandu, seus afluentes primários e rios contribuintes).

Tabela 2 - Determinação da frequência de acidentes entre 1988 e 2011, por trecho

VALOR ATRIBUÍDO	FREQUÊNCIA DE ACIDENTES	Nº DE ACIDENTES POR TRECHO	Nº DE ACIDENTES POR KM
1	Baixa	1 acidente	até 0,2
2	Média	2 a 5 acidentes	entre 0,2 e 1,0
3	Alta	Mais de 5 acidentes	> 1,0

Fonte: Viana, 2009, atualizado

Tabela 3 - Matriz de risco (frequência X gravidade)

		GRAVIDADE DO ACIDENTE PARA CORPOS D'ÁGUA		
		Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)
FREQUÊNCIA DO ACIDENTE	Baixa (1)	Risco baixo (valor total igual a 1)	Risco baixo (valor total igual a 2)	Risco médio (valor total igual a 3)
	Média (2)	Risco baixo (valor total igual a 2)	Risco médio (valor total igual a 4)	Risco alto (valor total igual a 6)
	Alta (3)	Risco médio (valor total igual a 3)	Risco alto (valor total igual a 6)	Risco muito alto (valor total igual a 9)

Fonte: Viana, 2009

Todos os resultados são apresentados graficamente, em mapas, para facilitar a visualização.

### 5.1 Identificação de trechos de alta e média gravidade em ferrovias

Dentro da área de estudo foram identificadas duas ferrovias que realizam o transporte de produtos perigosos: a MRS Logística e a Ferrovia Centro-Atlântica S.A. (FCA).

Com extensão de 1.674 km de malha, a MRS Logística interliga os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, alcançando inclusive os portos de Itaguaí e Santos. De acordo com a MRS Logística, no trecho fluminense da ferrovia circulam diariamente 28 trens com 132 vagões cada. Entre as diversas mercadorias transportadas, destacam-se os produtos perigosos como granéis minerais de enxofre, amônia e óleo diesel.

Como a MRS cruza quase todos os corpos d'água inseridos na área de estudo, inclusive os formadores do rio Guandu (Ribeirão das Lajes e rio Santana), vários pontos de cruzamento foram considerados de alta gravidade, segundo critérios estabelecidos pela metodologia adotada.

Quanto à FCA, ela constitui o principal eixo de conexão ferroviária entre as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, cruzando 316 municípios em sete estados brasileiros e com acesso a portos localizados nos estados da Bahia, São Paulo e Rio de Janeiro. Embora haja predominância de cargas destinadas à indústria siderúrgica, a FCA transporta produtos perigosos como granéis minerais de enxofre, amônia, óleo diesel, gasolina, álcool e outros derivados de petróleo. Contudo, essa ferrovia cruza somente os rios Paraíba do Sul e

Piraí, contribuintes do rio Guandu através da transposição.

Dados do SOPEA/INEA não apresentaram referências ao atendimento de acidentes ambientais envolvendo ferrovias na área de estudo. Já dados da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT, 2007) mostram que nenhum acidente envolvendo a MRS e FCA resultou em danos ambientais. As duas ferrovias foram, portanto, classificadas apenas quanto à gravidade do acidente para os corpos d'água (Tabela 4 e Figura 3).

### 5.2 Identificação de trechos de maior gravidade em rodovias (exceto Rodovia Presidente Dutra)

Mediante a combinação de mapas rodoviários, geodados e pesquisa de campo, foi possível identificar 12 rodovias federais e estaduais que cruzam corpos d'água da área de estudo. Ressalte-se que a análise da Rodovia Presidente Dutra é analisada adiante, com mais detalhes.

Somente duas rodovias, de um total de 11, apresentam pontos de alta gravidade de acidentes ambientais, por cruzarem o rio Guandu ou seus formadores (rio Santana e Ribeirão das Lajes). A RJ-125 (Rodovia Ary Schiavo) cruza tanto o rio Guandu, no limite entre os municípios de Japeri e Seropédica, quanto o rio Santana, na altura de Japeri. Já a RJ-127 cruza dois corpos d'água na área de estudo: Ribeirão das Lajes (gravidade alta) e rio Macaco (gravidade média).

As demais rodovias apresentam gravidade média em função de seu cruzamento com afluentes ou contribuintes do rio Guandu, com destaque para o rio Paraíba do Sul que é cruzado por sete rodovias (Tabela 5 e Figura 4).

Tabela 4 - Gravidade ou exposição das águas captadas pela ETA Guandu a acidentes ambientais com produtos perigosos em ferrovias

FERROVIA	SITUAÇÃO	GRAVIDADE OU EXPOSIÇÃO
MRS	<b>Bacia do rio Guandu:</b> formadores do rio Guandu (Ribeirão das Lajes e rio Santana) e afluentes (rios Macaco, São Pedro, Queimados e Rio dos Poços) <b>Bacia do rio Paraíba do Sul:</b> rios Paraíba do Sul e Piraí	Alta
FCA	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média

Fonte: Viana, 2009

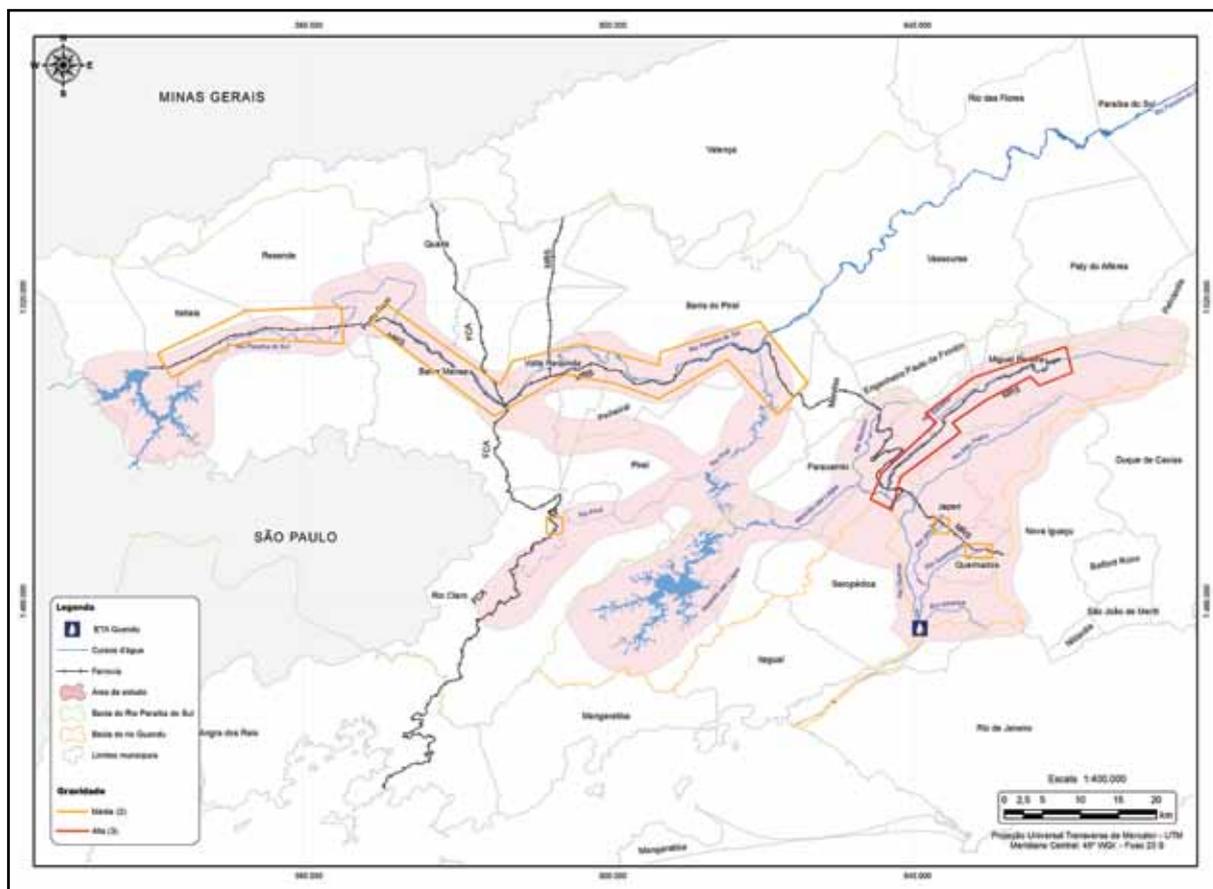


Figura 3 – Identificação de trechos de alta e média gravidade de acidentes ambientais com ferrovias  
 Fonte: Viana, 2009

Tabela 5 - Exposição das águas captadas pela ETA Guandu a acidentes ambientais em rodovias (exceto Rodovia Presidente Dutra)			
BACIA	RODOVIA	SITUAÇÃO DA RODOVIA EM RELAÇÃO AOS CORPOS D'ÁGUA	GRAVIDADE OU EXPOSIÇÃO
Bacia do rio Guandu	RJ-125	Cruza os rios Guandu e Santana	Alta
	RJ-093	Cruza o rio São Pedro	Média
	RJ-127	Cruza o rio dos Ribeirão das Lajes	Alta
		Cruza o rio dos Macacos	Média
RJ-105	Cruza o rio Ipiranga	Média	
Bacia do rio Paraíba do Sul	RJ-145	Cruza os rios Piraí e Paraíba do Sul	Média
	BR-393	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
	RJ-157	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
	RJ-141	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
	RJ-159	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
	RJ-161	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
	RJ-153 / BR-494	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média

Fonte: Viana, 2009



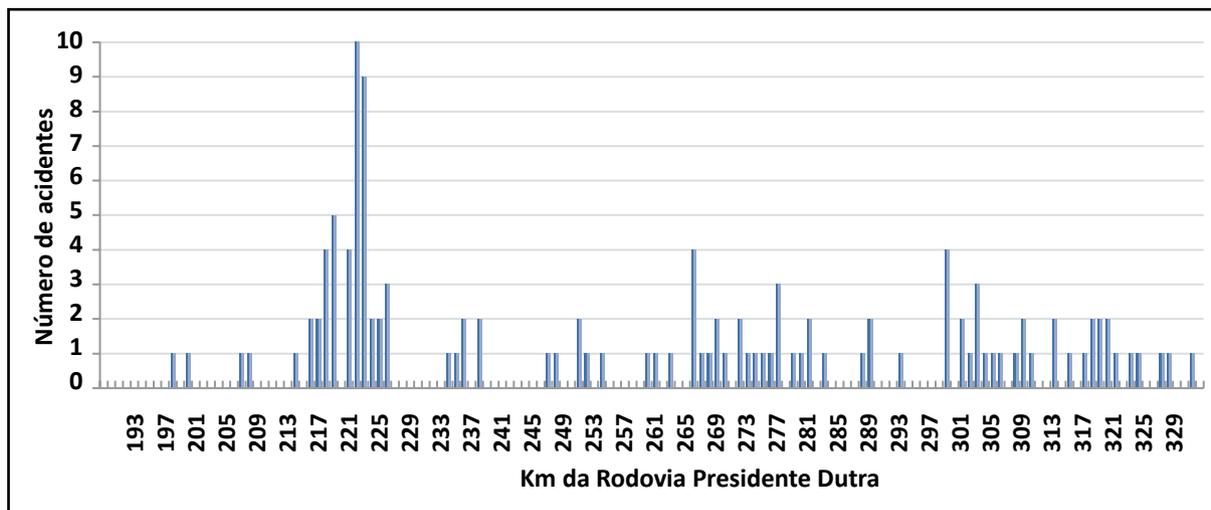


Figura 5 – Atendimento a acidentes ambientais na Rodovia Presidente Dutra, entre 1988 e junho de 2011  
Fonte: SOPEA/INEA

Laboratório de Hidrologia/COPPE; mapa rodoviário do Estado do Rio de Janeiro, disponibilizado pelo DNIT; plano de emergência para atendimento a acidentes com produtos perigosos na Via Dutra – trecho Rio de Janeiro (Lisboa da Cunha, 2000); e Strauch (2004).

Dentre os 29 trechos, apenas um foi classificado como de muito alta exposição ou gravidade; cinco possuem alta exposição (cruzamento com os rios Guandu, Santana ou Ribeirão das Lajes); sete apresentam exposição média (cruzamento com afluentes primários do rio Guandu ou seus contribuintes da bacia do Paraíba do Sul); e 17 apresentam exposição baixa (nenhum cruzamento com os corpos d'água da área de estudo).

#### 5.3.4 Determinação do risco

A determinação do risco de cada trecho da Rodovia Presidente Dutra foi obtida através da fórmula de cálculo, multiplicando-se o valor atribuído à frequência de acidentes pelo valor atribuído à gravidade ou exposição dos corpos d'água.

Dos 29 trechos, apenas um apresentou risco muito alto; quatro trechos são de alto risco, 12 de risco médio e outros 12 trechos apresentam baixo risco (Tabela 6). Estes resultados podem ser igualmente visualizados na Figura 6.

## 6. Conclusões e recomendações

Este estudo buscou identificar riscos de poluição das águas captadas pela ETA Guandu, decorrentes de acidentes no transporte de produtos perigosos, nas principais vias terrestres dessa região hidrográfica. Sua motivação deveu-se, por um lado, à importância estratégica da ETA Guandu para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, responsável pelo abastecimento de 85% da população ali situada. Por outro, as extensas malhas ferroviária e, sobretudo, rodoviária nas regiões hidrográficas que drenam ou contribuem para o rio Guandu constituem rotas importantes de produtos perigosos no país e apresentam riscos de poluição acidental aos corpos d'água; muitos afluentes e contribuintes do rio Guandu são margeados ou atravessados por ferrovias e rodovias, com destaque para a Presidente Dutra.

A transposição das águas dos rios Paraíba do Sul e Pirai para o rio Guandu aumenta consideravelmente a exposição a acidentes podendo afetar a ETA Guandu, em função da intensa atividade industrial no trecho médio do rio Paraíba do Sul, e o transporte de produtos perigosos ao longo do rio Paraíba do Sul. No entanto, o sistema de transposição pode servir também como uma defesa para acidentes de maior gravidade nessa região,

**Tabela 6 - Riscos de acidente ambiental com produtos perigosos, potencialmente poluidores do rio Guandu, na Rodovia Presidente Dutra**

TRECHO	KM	SITUAÇÃO	G	F	RISCO
1	190 - 195	Cruza o rio Queimados no km 194	Média (2)	Baixa (1)	Baixo (2)
2	195 – 200	Cruza o rio Guandu no km 199 Cruza o Rio dos Poços no km 198	Alta (3)	Baixa (1)	Médio (3)
3	200 – 205	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)
4	205 – 210	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)
5	210 – 215	Cruza Ribeirão das Lajes no km 215 + 080 e o margeia deste ponto até o km 218 + 800	Alta (3)	Baixa (1)	Médio (3)
6	215 – 220	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Alta (3)	Médio (3)
7 a	220 – 225	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Alta (3)	Médio (3)
7 b	220 – 225	Margeia o Ribeirão das Lajes	Alta (3)	Alta (3)	Muito alto (9)
8	225 - 230	Margeia o rio Paraíba do Sul a partir do km 230	Média (2)	Alta (3)	Alto (6)
9	230 – 235	Cruza o rio Pirai em 4 pontos (quilômetros 232, 233, 234 + 100 e 234 + 700) Margeia o Ribeirão das Lajes do km 230 ao km 231	Alta (3)	Baixa (1)	Médio (3)
10	235 – 240	Cruza o rio Pirai no km 237 Cruza a Represa de Santana no km 236	Alta (3)	Média (2)	Alto (6)
11	240 – 245	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)
12	245 – 250	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)
13	250 – 255	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)
14	255 – 260	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)
15	260 – 265	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)
16	265 – 270	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Alta (3)	Médio (3)
17	270 – 275	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Alta (3)	Médio (3)
18	275 – 280	Margeia o rio Paraíba do Sul do km 278 ao km 280	Média (2)	Alta (3)	Alto (6)
19	280 – 285	Margeia o rio Paraíba do Sul do km 280 ao km 285	Média (2)	Média (2)	Médio (4)
20	285 – 290	Margeia o rio Paraíba do Sul do km 285 ao km 285	Média (2)	Média (2)	Médio (4)
21	290 – 295	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)
22	295 – 300	Cruza o rio Paraíba do Sul no km 297	Média (2)	Médio (2)	Médio (4)
23	300 – 305	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Alta (3)	Médio (3)
24	305 – 310	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)
25	310 – 315	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)
26	315 – 320	Proximidade da represa de Funil (rio Paraíba do Sul) no km 317	Média (2)	Alta (3)	Alto (6)
27	320 – 325	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Alta (3)	Médio (3)
28	325 – 333	Não há cruzamento com corpos d'água	Baixa (1)	Média (2)	Baixo (2)

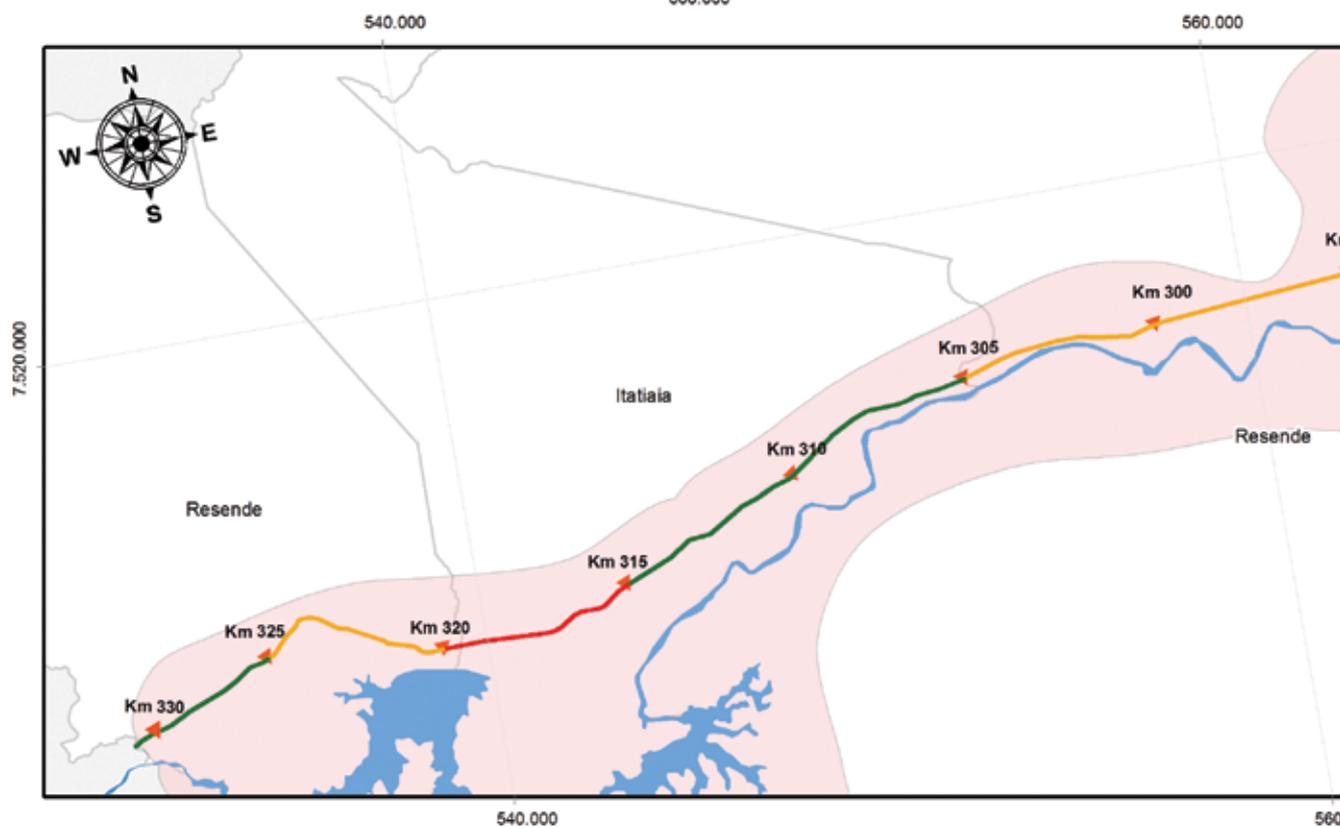
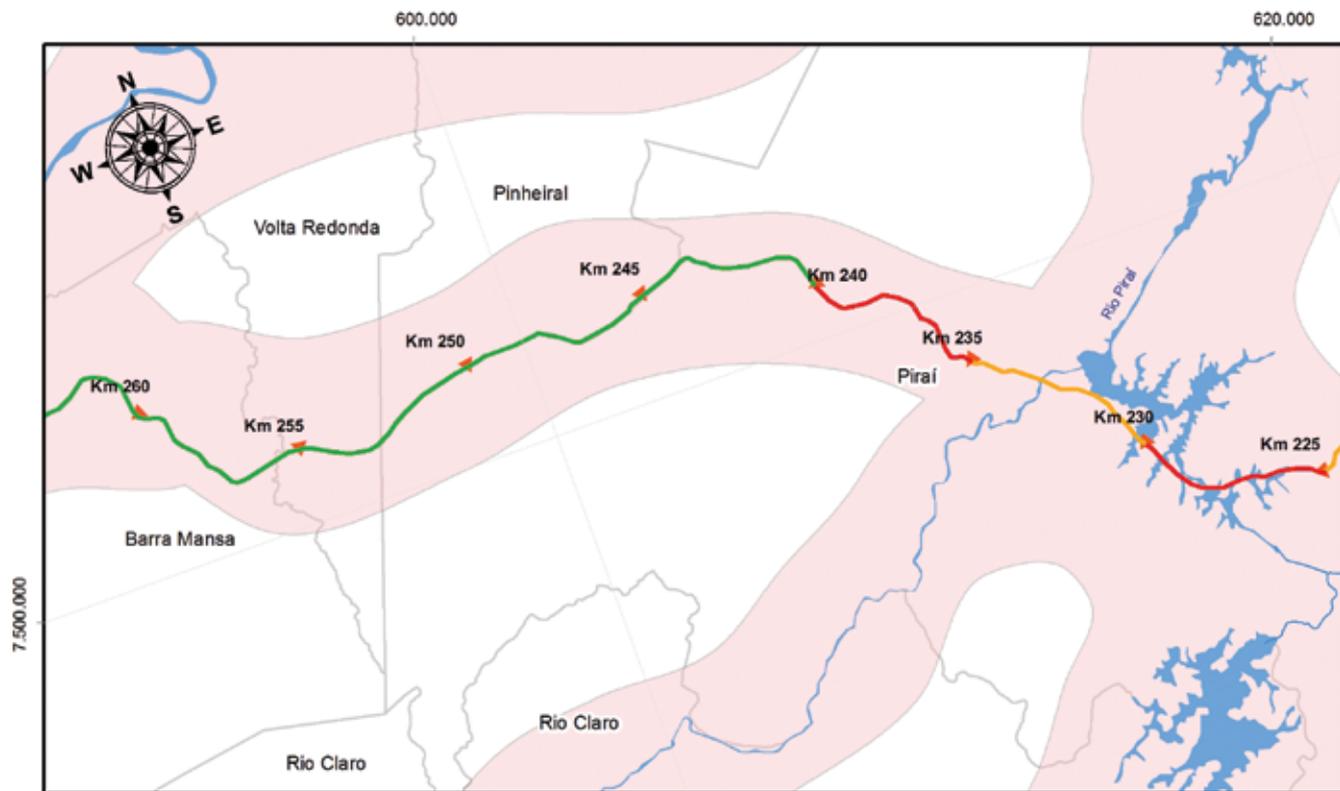
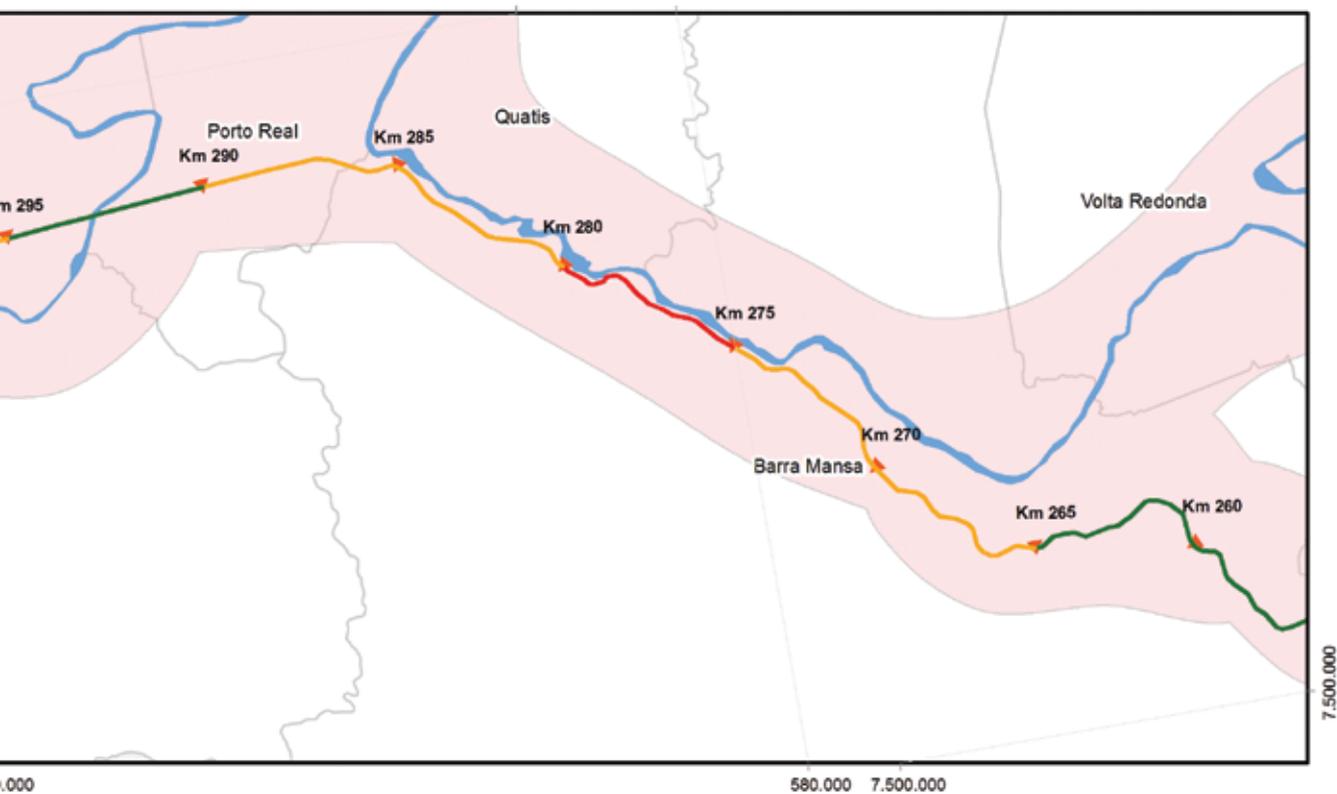
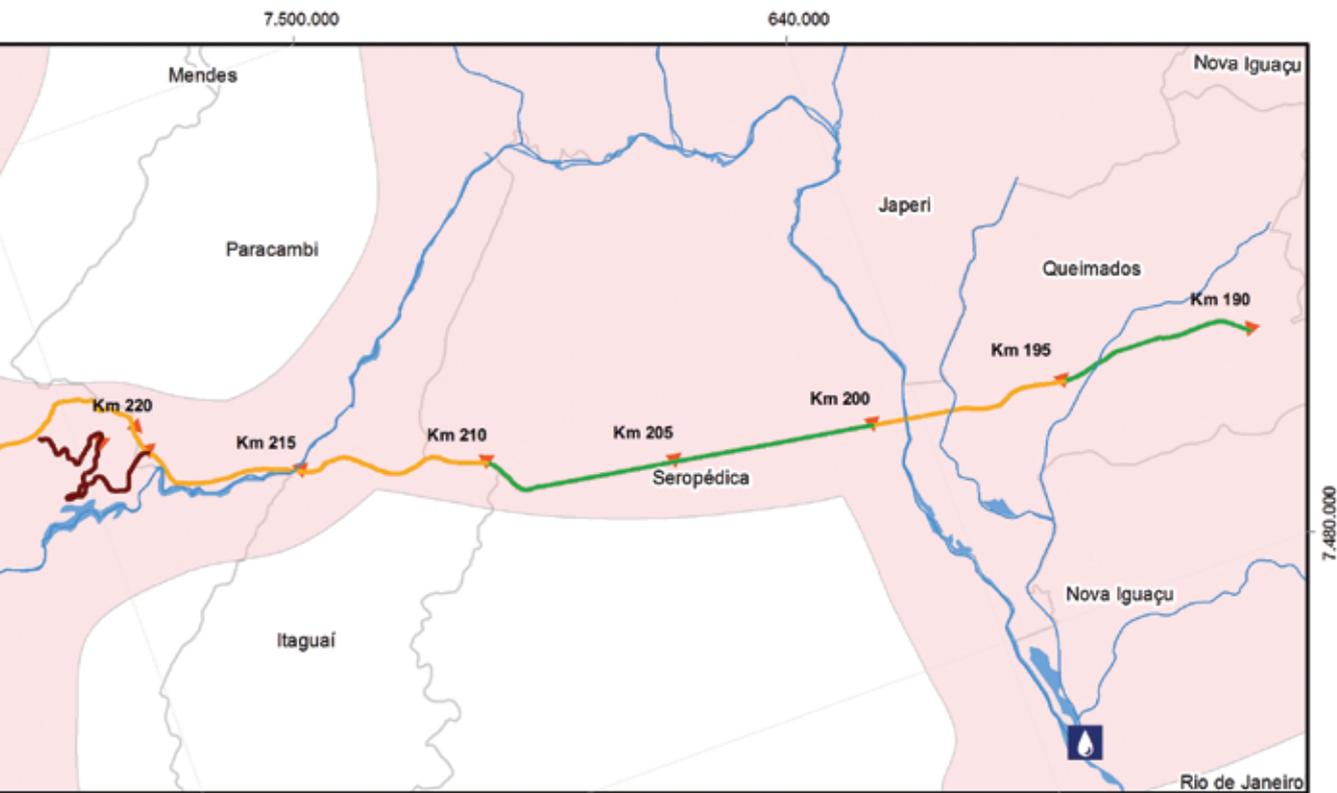
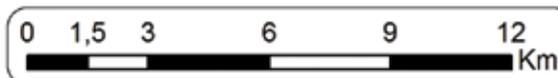


Figura 6 – Riscos de acidente ambiental com produtos perigosos na Rodovia Presidente Dutra  
 Fonte: SOPEA/INEA





Escala 1:170.000



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 io Central: 45° WGr. - Fuso 23 S

como o ocorrido em 2008 com o endosulfan; na ocasião, o bombeamento das águas do rio Paraíba do Sul foi interrompido para evitar a poluição do rio Guandu.

A metodologia de análise de risco foi concebida de forma simplificada, principalmente em função da limitada disponibilidade de dados estatísticos de acidentes ambientais. Foi possível a sua aplicação plena (uma combinação da frequência de acidentes e a gravidade ou exposição dos corpos d'água), somente para a Rodovia Presidente Dutra; para as demais vias que transportam produtos perigosos na área de estudo (duas ferrovias e 11 rodovias), foram apenas identificados seus pontos de gravidade ou exposição.

No modal ferroviário, merece particular atenção a MRS Logística; embora não existam registros de acidentes causando danos ambientais, a mesma cruza ou margeia quase todos os corpos d'água da área de estudo, resultando em alta exposição para as águas do Guandu.

A extensa malha rodoviária na área de estudo apresentou somente duas vias com trechos de alta gravidade ou exposição a acidentes ambientais (RJ-125 e RJ-127); as outras nove rodovias apresentaram um grau médio de exposição para as águas do rio Guandu.

Quanto à Rodovia Presidente Dutra, segmentada em 29 trechos de estudo, o trecho 7 b (Serra das Araras, sentido Rio de Janeiro) teve seu risco classificado como muito alto. Trata-se de um trecho de curvas bastante acentuadas que apresenta a maior concentração de acidentes envolvendo produtos perigosos, justamente em segmentos que margeiam o Ribeirão das Lajes, um dos corpos d'água formadores do rio Guandu.

Outros quatro trechos foram considerados críticos, por oferecerem alto risco de acidentes ambientais. São eles: trecho 8, na altura da Serra das Araras, margeando o rio Paraíba do Sul a partir do km 230; trecho 10, que cruza a Represa de Santana, no km 236, e o rio Pirai logo após o km 237; trecho 18, no município de Barra Mansa, às margens do rio Paraíba do Sul; e trecho 26, que cruza o Reservatório de Funil e o rio Paraíba do Sul, no município de Itatiaia.

É importante notar que o risco real de acidentes ambientais dos trechos estudados pode ser ainda mais severo, pois os dados disponíveis, além de serem parciais, são somente do INEA; esses excluem as ocorrências com produtos perigosos explosivos (Classe 1) e materiais radioativos (Classe 7), que não são de sua responsabilidade. Além do mais, é possível que ocorrências de acidentes de menor porte não tenham sido notificadas ao SOPEA/INEA.

Em suma, a análise de risco efetuada, embora qualitativa e simplificada, permitiu vislumbrar uma situação preocupante de riscos de acidentes ambientais podendo afetar a qualidade das águas captadas pela ETA Guandu, principalmente diante da ausência de uma política mais robusta de prevenção e redução de acidentes por fontes móveis de poluição na área de estudo. Para complementar esta pesquisa, recomenda-se que sejam mapeadas outras fontes potenciais de poluição tais como o transporte de produtos perigosos por dutos e a atividade crescente de transporte de efluentes líquidos industriais para tratamento em outras localidades.

Uma análise quantitativa de riscos demandaria estudos de modelagem que fossem capazes de simular a dispersão de poluentes, para cada tipo de produto perigoso, em diferentes trechos dos rios até o ponto de captação da ETA Guandu. Para tanto, é necessário, entre outros, identificar e quantificar os produtos que circulam nas vias na região, uma tarefa complexa, diante da escassez e da dispersão de dados. No entanto, o Instituto de Pesquisa Rodoviária do DNIT está à frente de um sistema *on-line*, recentemente implantado, no qual as empresas cadastram as rotas de transporte dos produtos perigosos; os dados ficam disponíveis para consulta no site do Instituto<sup>5</sup>.

Por fim, é fortemente recomendada a elaboração de um plano de emergência e contingência que considere os riscos associados a fontes fixas e móveis de poluição das águas do rio Guandu. Este plano é essencial para que os atores envolvidos no atendimento às emergências estejam devidamente preparados e possam minimizar os danos ambientais de possíveis acidentes,

evitando a interrupção do abastecimento de água da RMRJ. Com esse objetivo, o Comitê Guandu elencou como prioridade a elaboração de um plano de contingência abrangendo toda a Região Hidrográfica II do Estado do Rio de Janeiro, na qual se insere a bacia do rio Guandu; o mesmo deverá ser iniciado até o segundo semestre de 2012. Vale ainda mencionar o estudo sobre eventos críticos na bacia do rio Paraíba do Sul, coordenado pela Agência Nacional de Água (ANA), em fase avançada de elaboração, que dará importantes subsídios para um futuro plano de contingência na região.

Nesse contexto de prevenção e mitigação de acidentes ambientais, ressaltamos, finalmente, os trabalhos da Comissão Estadual do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2), no Rio de Janeiro, que está elaborando um protocolo único para o atendimento a emergências ambientais no Estado. Esta iniciativa irá reduzir o tempo de resposta a emergências, possibilitando a minimização dos danos ambientais resultantes do acidentes de fontes fixas e móveis.

## Referências Bibliográficas

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim: relatório final do diagnóstico*. Brasília, 2006.
- ANTT. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. *Anuário estatístico - ANTT, 2007*. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em out. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO. *Portal vias seguras*. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.vias-seguras.com>>. Acesso em: mar. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2*. Brasília, 2007.
- CAMPOS, J. D. *Desafios do gerenciamento dos recursos hídricos nas transferências naturais e artificiais envolvendo mudança de domínio hídrico*. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Recursos Hídricos)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- CUNHA, Ricardo Lisboa. *Plano de emergência para atendimento a acidentes com produtos perigosos na Via Dutra - trecho Rio de Janeiro*. Documento técnico elaborado para a FEEMA. Rio de Janeiro, FEEMA, 2000.
- DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos*. Rio de Janeiro, 2005.
- FEEMA. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. *Lauda técnico sobre os impactos na ictiofauna e no abastecimento público provocado pelo acidente ambiental ocorrido na Indústria Servatis S.A., versão 22-12-08*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/downloads/Acidente\\_Servatis\\_Lauda\\_Impacto\\_Ictiofauna\\_22\\_12\\_08.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/downloads/Acidente_Servatis_Lauda_Impacto_Ictiofauna_22_12_08.pdf)>. Acesso em: out. 2011.
- \_\_\_\_\_. *Plano de emergência das bacias do Guandu e Paraíba do sul*. Rio de Janeiro, 1985.
- FORMIGA-JOHNSON, R.M. *Alocação de água e participação em situações de escassez: um relato da experiência de gestão compartilhada dos reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul*. Trabalho apresentado no Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, 2., 2008, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: [s.n.], 2008.
- FUNDAÇÃO COPPETEC. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. *Plano de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul: síntese do diagnóstico*. Rio de Janeiro, 2006.
- GEIPOP. EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES.

- Anuário Estatístico dos Transportes (2000)*. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br>>. Acesso em: out. 2008.
- IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Relatório de acidentes ambientais 2010*. Brasília, 2011. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergencias\\_ambientais/relatorio\\_acidentes\\_2010.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergencias_ambientais/relatorio_acidentes_2010.pdf)>. Acesso em: ago. 2011.
- INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Relatórios de vistoria do Serviço de Operações em Emergências Ambientais (SOPEA) referentes ao período de 1988 a 2011*. Rio de Janeiro, 2011. Documento de circulação interna.
- MORGADO, C. R. V. *Elementos de segurança ambiental*. Rio de Janeiro: Fundação Bio-Rio, 2002.
- NOGUEIRA, M.A.R.B. *Intensificação dos eventos hidrológicos extremos e a ETA Guandu: uma análise qualitativa da vulnerabilidade*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- STRAUCH, C.E. *Acidentes com produtos perigosos no transporte rodoviário no estado do Rio de Janeiro: propostas de melhoria nas ações que visam as respostas emergenciais*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- VIANA, V. J. *Riscos Ambientais associados ao transporte de produtos perigosos na área de Influência da ETA Guandu-RJ*. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- WUILLAUME, E. C. *A transferência de carga poluidora entre bacias hidrográficas decorrente da utilização dos serviços terceirizados de tratamento de efluentes líquidos*. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos na Escala Municipal e da Bacia Hidrográfica)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

## Notas

<sup>1</sup> Adotamos aqui o conceito da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2009) que define acidente ambiental como “qualquer evento anormal, indesejado e inesperado, com potencial para causar danos diretos ou indiretos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger”.

<sup>2</sup> Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), produto perigoso é todo produto químico que representa risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente; são os produtos classificados pela Organização das Nações Unidas (ONU) e publicados no “Modelo de Regulamento

- Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos conhecido como *Orange Book*” (sítio do DNIT - <http://ipr.dnit.gov.br/pp/infosgerais.php>, acessado em outubro de 2011).

<sup>3</sup> Foram identificados somente três estudos que tratam de emergência na área de estudo: Plano de emergência das bacias do Guandu e Paraíba do Sul (FEEMA, 1985); Plano de emergência para atendimento a acidentes com produtos perigosos na Via Dutra – trecho Rio de Janeiro (Lisboa da Cunha, 2000); Acidentes com produtos perigosos no transporte rodoviário no estado do Rio de Janeiro: propostas de melhoria nas ações que visam as respostas emergenciais (Strauch, 2004).

<sup>4</sup> A APR, *Preliminary Hazard Analysis (PHA)*, objetiva prever e identificar os riscos envolvidos em determinado empreendimento, tanto na fase de implantação quanto na fase de operação (Morgado, 2002). Esta pesquisa busca identificar os pontos críticos das vias de transporte terrestre de produtos perigosos, considerando que o perigo em todas as situações é o mesmo: o derramamento de produtos perigosos nos corpos d’água estudados.

<sup>5</sup> Atualmente existem aproximadamente 500 empresas cadastradas, mas a expectativa é que este número aumente gradativamente, pois o cadastramento é obrigatório e está sendo intensificado. Inclusive a partir de 2012, todas as empresas são obrigadas a fornecer as coordenadas (latitude e longitude) dos locais de origem das rotas dos transportes de produtos perigosos (sítio do DNIT - <http://ipr.dnit.gov.br>, acessado em outubro de 2011).

## Sobre os autores

### Viviane Japiassú Viana

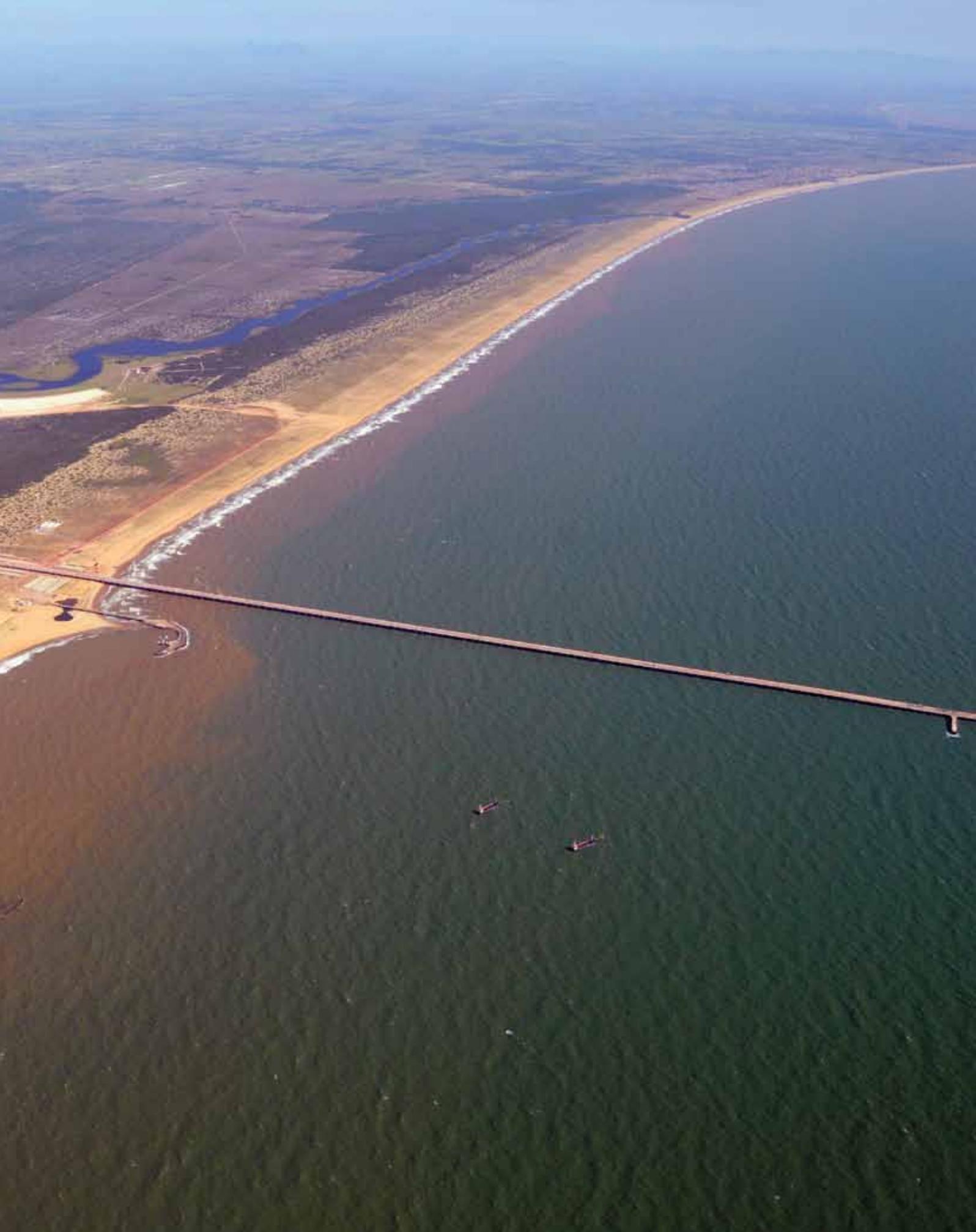
Mestre em Engenharia Ambiental e doutoranda em Meio Ambiente pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), especialista em Meio Ambiente da Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro (FETRANSPOR).

### Rosa Maria Formiga Johnsson

Mestre e doutora em Ciências e Técnicas Ambientais pela *Université Paris XII* (França), professora-adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ, diretora de Gestão das Águas e do Território do INEA.

### Carlos Eduardo Strauch

Mestre em Engenharia Ambiental pela UERJ, chefe de Serviço de Operações de Emergência da Diretoria de Informação e Monitoramento Ambiental (DIMAM) do INEA.



# AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: PORTO AÇU

PAULINA M. PORTO SILVA CAVALCANTI  
HELIANA VILELA DE OLIVEIRA SILVA  
EMILIO LÈBRE LA ROVERE

**RESUMO:** Este trabalho relata a iniciativa pioneira da Secretaria de Estado do Ambiente de solicitar, *ex ante*, a realização de uma Avaliação Ambiental Estratégica do Complexo do Açú, elaborada por entidade independente (consórcio da ARCADIS Tetraplan com o Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente do Instituto Alberto Luís Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE/UFRJ)), instrumento facilitador de decisões na etapa subsequente de Licenciamento Ambiental, motivada pelos investimentos programados em logística e atividades industriais, pretendendo dar uma nova abordagem para a gestão ambiental estadual, a partir da análise da cumulatividade e sinergia dos impactos e riscos ambientais estratégicos das diferentes iniciativas previstas no Programa de Investimentos da Região Norte Fluminense. Este artigo apresenta, como estudo de caso ilustrativo do potencial da AAE enquanto instrumento de gestão ambiental, os resultados da análise de cumulatividade e sinergia dos impactos do Complexo do Açú na qualidade do ar da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Planejamento Ambiental, Avaliação Ambiental Estratégica, Impactos Cumulativos e Sinérgicos.

Vista aérea do aterro hidráulico, da ponte e do canteiro de obras do Porto Açú

## 1. Contextualização

### 1.1 A Avaliação Ambiental Estratégica: um novo instrumento de gestão ambiental

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) tem sido um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) de maior importância para avaliar os efeitos de projetos estruturantes no Brasil. Todavia, embora prevista na legislação corrente, a consideração dos impactos cumulativos e sinérgicos de um conjunto de projetos, como é o caso de diferentes empreendimentos que compõem um complexo industrial, não tem sido realizada na fase de planejamento, quando ainda há possibilidade de intervenções para adequação *vis-à-vis* aos condicionantes ambientais que possam se apresentar.

Para lidar de forma preventiva, ainda na fase de planejamento de Políticas, Planos e Programas (PPP), uma nova ferramenta, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), vem sendo utilizada com repercussões positivas em vários países, inclusive de forma compulsória, e, mais recentemente, em diversas iniciativas em alguns estados brasileiros, como São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia.

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) tomou a iniciativa de estabelecer alguns elementos conceituais, visando orientar o uso da AAE nos processos de planejamento dos principais setores governamentais, consolidados na publicação “Avaliação Ambiental Estratégica” (MMA, 2002). Neste documento, a AAE é definida como:

*“o procedimento sistemático e contínuo de avaliação da qualidade do meio ambiente e das consequências ambientais decorrentes de visões e intenções alternativas de desenvolvimento incorporadas em iniciativas tais como a formulação de Políticas, Planos e Programas (PPP), de modo a assegurar a integração efetiva dos aspectos biofísicos, econômicos, sociais e políticos, o mais cedo possível aos processos públicos de planejamento e tomada de decisão”* (Partidário, 1999, in MMA, 2002).

Por esta definição, observa-se que a AAE conjuga os princípios da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), procedimento sistemático, proativo e participativo, com a natureza contínua e estratégica inerente aos processos decisórios e, ainda, com os pressupostos contidos no conceito de desenvolvimento sustentável.

A AAE, com seu enfoque mais estratégico e abrangente, supre deficiências da AIA de projetos. Apesar de não guardar relação com o licenciamento ambiental, estabelece melhores condições para a avaliação de impacto ambiental de políticas, planos, programas (PPP) e também de projetos estruturantes, trazendo uma série de benefícios, destacando-se (LIMA/COPPE/UFRJ, 2007):

- visão abrangente das implicações socioambientais na implementação das PPP governamentais, sejam pertinentes ao desenvolvimento setorial ou aplicadas a uma determinada região;
- segurança de que as questões ambientais serão devidamente tratadas e que os objetivos das políticas setoriais de desenvolvimento e de proteção ambiental estarão em harmonia;
- facilitação do encadeamento de ações ambientalmente estruturadas no processo de planejamento;
- processos de formulação de políticas e planejamento integrados e ambientalmente sustentáveis;
- antecipação dos prováveis impactos das ações e projetos que serão realizados para a implementação das PPP que estão sendo avaliadas;
- melhor contexto para a avaliação de impactos ambientais cumulativos e sinérgicos a serem gerados pelas referidas PPP;
- identificação antecipada das consequências das PPP, visando eliminar, reduzir, mitigar ou compensar os impactos negativos e potencializar os positivos.

### 1.2 O Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro e a Gestão Ambiental

Hoje, o Estado do Rio de Janeiro é detentor de uma situação econômica favorável, com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 222 bilhões, ocupando, assim, a segunda posição no *ranking* nacional (12,6% do PIB brasileiro). Porém, esta realidade não foi uma constante na história fluminense das últimas décadas, ao contrário, até que se iniciou um processo de intensa recuperação, capitaneado pelo surgimento da economia do petróleo. O crescimento do setor petrolífero repercutiu positivamente sobre outros segmentos, principalmente na indústria naval e no setor petroquímico e, mais recentemente, na sua logística.

O Estado do Rio de Janeiro possui graves problemas estruturais, muitos deles derivados da sua própria evolução política e econômica. No entanto, a expectativa para os próximos cinco anos é de investimentos públicos e privados, de capital nacional e estrangeiro, da ordem de R\$ 155 bilhões, com 50% dos recursos a serem desembolsados entre 2011 e 2016 (FIRJAN e Governo do Estado, *in* O Globo, 31/12/2010), o que o torna o Estado de maior destaque no atual cenário econômico brasileiro, com objetivos de implantação de novas plantas ou de modernização e expansão das existentes.

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro que, historicamente, abrigava a maior parte das atividades econômicas e condicionava o próprio desenvolvimento do Estado, vem seguindo ritmo distinto, com o avanço, em especial, da Região Norte Fluminense, que deve receber R\$ 83 bilhões dos investimentos acima mencionados.

A proposta da gestão pública, estabelecida a partir de 2007, de remodelar a administração estadual e consolidar um novo modelo de gestão voltado aos resultados, com foco na profissionalização da gestão, tem na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços (SEDEIS) o apoio à implantação dos projetos estruturantes, como o Complexo do Açú: Polo Industrial e Logístico de grande dimensão, em instalação no Norte Fluminense, no município de São João da Barra, empreendimento capitaneado pelo grupo EBX, envolvendo suas subsidiárias LLX e MMX, com investimentos de R\$ 2 bilhões, abrangendo, principalmente, porto, retroporto, termoeletrica, mineroduto, pelletização, duas siderúrgicas, indústria automobilística e outras atividades do setor minero-industrial.

Segundo estudo realizado pelo Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS) (2009), o Brasil tem uma das piores infraestruturas de logística entre os países do BRIC (grupo formado por Brasil, Rússia, Índia e China). São 41 portos marítimos e 16 portos fluviais. Existem mais de 2000 portos no mundo, com 36% do tráfego envolvendo produtos a granel líquidos (óleo, derivados de petróleo e químicos), 24% de granéis secos (carvão, ferro, grãos, bauxita e fosfato) e 40% de cargas variadas.

Dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ) (2010) dão conta de que nos últimos anos o comércio exterior permeou

“ Levando em consideração que 95% do comércio exterior brasileiro passam pelos portos (...) novos investimentos no setor são oportunidades que se apresentam favoráveis na atual conjuntura econômica ”

as discussões nos setores de produção, logística e transporte do país. As exportações brasileiras saltaram de US\$ 73,2 bilhões, em 2003, chegando ao pico de US\$197,9 bilhões em 2008, fechando 2009 com o valor de US\$ 153 bilhões. As importações, por sua vez, saíram de US\$ 48,3 bilhões, em 2003, para o seu maior valor, em 2008, com US\$ 173 bilhões, encerrando 2009 com US\$ 127 bilhões. Em 2010, as estimativas preliminares da Associação de Comércio Exterior do Brasil (AEB) refletem a retomada após a crise mundial, com novo pico das exportações, chegando a US\$ 202 bilhões, superando por pequena margem o valor de 2008. Levando em consideração que 95% do comércio exterior brasileiro passam pelos portos e que o sistema portuário foi identificado como o principal gargalo à necessária expansão dos embarques de produtos brasileiros para o exterior, novos investimentos no setor são oportunidades que se apresentam favoráveis na atual conjuntura econômica vivida pelo Estado do Rio de Janeiro.

Por outro lado, nas duas últimas décadas, a siderurgia nacional tem atraído intensos investimentos, tanto a partir de capital nacional, quanto de investidores estrangeiros, buscando atender não apenas ao mercado interno, como, também, a uma maior parcela do mercado externo. Os resultados

apresentados no ano de 2008 mostram a importância deste setor industrial na economia nacional. Com uma produção de 33,7 milhões de toneladas de aço bruto, o Brasil ocupava a nona posição no *ranking* da produção mundial. As exportações chegaram a valores próximos a US\$ 4,4 bilhões, representando 17,6% do saldo comercial brasileiro. Além disso, a siderurgia nacional possui grande importância no desenvolvimento industrial, sendo a base de toda uma estrutura de importantes segmentos da economia, tais como a indústria automobilística, de bens de capital e de construção civil (IABr, 2009).

É nessa perspectiva que o Complexo Industrial Portuário do Açu está concebido de forma duplamente estratégica ao país, ao ofertar novas logísticas na região Sudeste e ao construir um complexo minero-metálico, privilegiando o espaço do Norte Fluminense e o do Estado do Rio de Janeiro com um inédito conjunto de empreendimentos produtivos complementares, respondendo às demandas múltiplas da matriz produtiva e cumprindo papel relevante na exportação de minério de ferro e, ao mesmo tempo, em seus desdobramentos industriais e de serviços (AAE Açu, 2009).

Trata-se de projeto privado estruturante, de porte incomum, com fortes efeitos multiplicadores, com recursos da ordem de US\$ 36 bilhões e obedecendo a um ciclo longo de maturação de investimentos, entre 2007 e 2025. Integra um rol de iniciativas que dão sustentação ao Plano de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro, rumo a uma maior diversificação de sua base produtiva e a uma nova organização espacial (AAE Açu, 2009).

Com tais características antevem-se mudanças de patamar na trajetória de evolução do Norte Fluminense, no seu ambiente, no perfil de sua matriz produtiva, no ritmo de seu crescimento, quer em termos de sua riqueza, quer de sua população. Nesses termos, a implantação do Complexo envolve decisões de natureza estratégica, essencialmente privadas, mas também rigorosamente públicas, impondo compartilhamentos colaborativos entre o privado e o público, de maneira a garantir resultados exitosos (AAE Açu, 2009).

Nesse contexto, surge a iniciativa pioneira da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) de solicitar a realização da Avaliação Ambiental Estratégica do Complexo do Açu, motivada pelos investimentos programados em logística e atividades industriais,

pretendendo dar uma nova abordagem para a gestão ambiental estadual, a partir da análise da cumulatividade e sinergia dos impactos estratégicos das diferentes iniciativas previstas no Programa de Investimentos do Grupo EBX, na Região Norte Fluminense. O Estado do Rio de Janeiro participa desse movimento com programas de vigoroso recrudescimento econômico, ao mesmo tempo em que fortalece sua conduta ambiental, cuidando de seus recursos naturais na perspectiva de processos sustentáveis. Para a SEA:

*“O desenvolvimento de uma AAE objetiva construir um ‘cenário desejado’, cujas hipóteses contemplem uma atuação dos entes envolvidos, permeado por uma estratégia que garanta resultados socioambientais favoráveis para a região de inserção, podendo, assim, se constituir em instrumento de efetiva orientação e subsídio ao processo de tomada de decisões envolvido com a implantação e operação desse conjunto de empreendimentos” (SEA, 2008).*

## 2. A AAE do Complexo Industrial Portuário do Açu (AAE Açu)

A aplicação do instrumento AAE ao Complexo do Açu ficou a cargo de uma parceria entre a empresa Arcadis/Tetraplan e o Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA/COPPE/UFRJ), com o objetivo de:

- antever a nova trajetória de desenvolvimento regional em intensidade inédita, respondendo à Política de Polos de Desenvolvimento, do Estado do Rio de Janeiro;
- acelerar a inserção regional do Complexo, otimizando o capital local e os programas de Governo;
- promover a implantação progressiva, até 2025, das Unidades Integrantes do Complexo, com controle, cumprindo cronogramas adequados;
- garantir a qualidade socioambiental da região de interesse, considerando processos sinérgicos e cumulativos;
- envolver a diversidade e complexidade dos atores públicos/privados participantes.

Mesmo tratando-se de empreendimento privado, suas características, associadas à logística de

transporte rodo/ferro/marítimo integrada a uma cadeia minero-metálica; ao porte, tanto em termos de infraestrutura econômica, como de unidades industriais e de serviços; e à função que deverá representar na dinâmica econômica do estado e da região Sudeste, que irão impor transformações de tamanha magnitude e importância, com alto valor estratégico, compondo parcerias de diversas modalidades com o Poder Público, são suficientes motivações para justificar a aplicação do instrumento da AAE (Figura 1).

Na verdade, de certa forma, em termos de repercussões rumo ao crescimento econômico e desenvolvimento social, com atitudes sustentáveis, o empreendimento converge para os objetivos das políticas de desenvolvimento regional, que objetivam a desconcentração da produção e dos empregos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. No Norte Fluminense, considerando a natureza e porte do Complexo, quatro vetores integrados são destaques:

- competitividade empresarial com processos sustentáveis;

- sustentabilidade socioambiental;
- inserção regional; e
- governança convergente.

A estrutura metodológica para aplicação desta AAE envolveu cinco etapas, como consta na Figura 2.

Dessa forma, a AAE do Complexo Açú tem início com a definição conceitual do Objeto AAE (primeira etapa), no sentido de conhecer os projetos perspectivas, identificar seu porte em termos de investimentos e empregos, em uma dimensão plena, seu potencial poluidor e poder de transformação. Nesses termos, dispõe-se da motivação estratégica que justifica a AAE (Figura 3).

Na segunda etapa são definidos os condicionantes legais, considerando a legislação vigente em vários aspectos pertinentes ao Complexo Açú — zona costeira, atividades portuárias e industriais previstas, recursos hídricos, Unidades de Conservação (UCs), Área de Preservação Permanente (APP), organização territorial, entre outras, nos níveis federal, estadual e municipal, objetivando descrever o

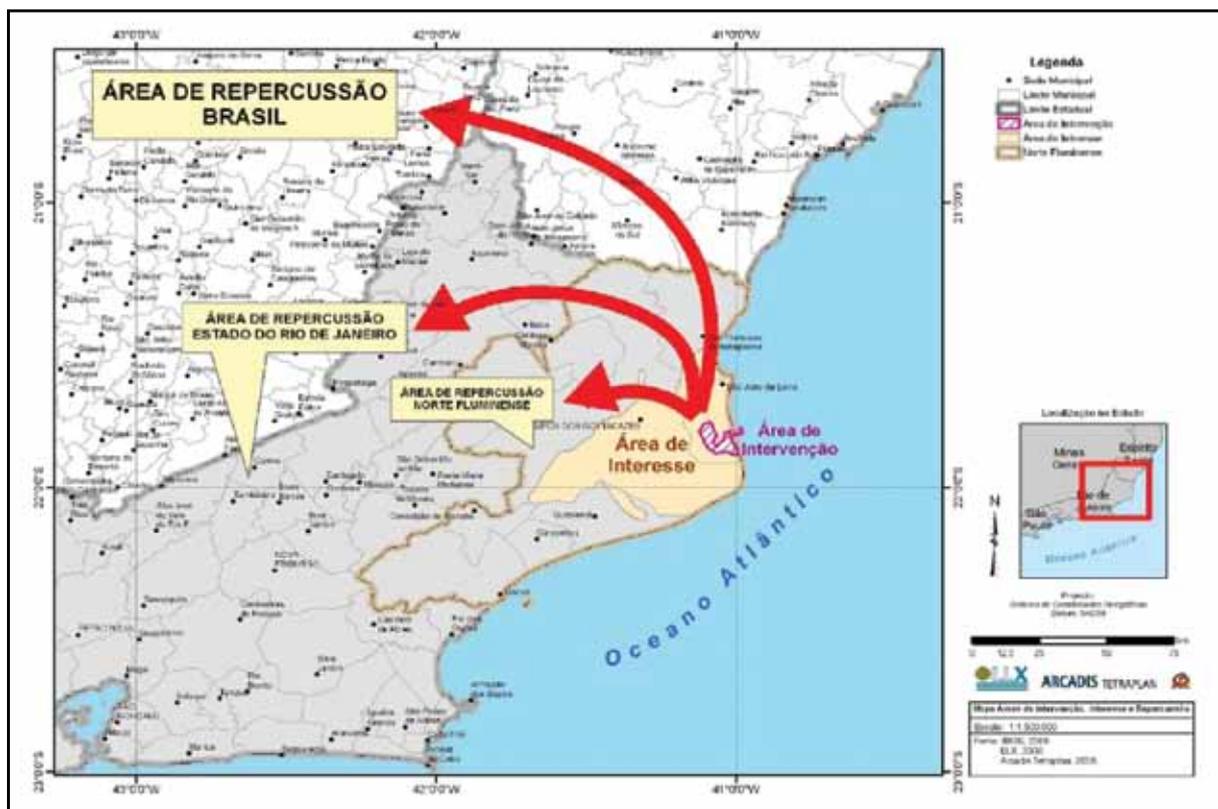


Figura 1 - Níveis de Repercussões do Complexo Açú  
Fonte: AAE Açú - 2009



Quadro 1 - Fatores Críticos de Análise	
<b>QUALIDADE AMBIENTAL</b>	<b>ECOSSISTEMAS</b>
Características e Qualidade do Ar Águas e Macrodrenagem Suporte Físico Saneamento Básico Riscos Ambientais	Dinâmica Costeira e Marinha Diversidade da Fauna e Flora Terrestre
<b>ORDENAMENTO E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL</b>	<b>DESENVOLVIMENTO HUMANO</b>
Rede e Hierarquia Urbanas Uso e Ocupação do Solo Zoneamentos Dinâmica Populacional	Educação Saúde Renda Habitação Grupos Vulneráveis
<b>DINÂMICA ECONÔMICA</b>	<b>INFRAESTRUTURA DE SUPORTE</b>
Valor Adicionado / PIB Exportações Empregos	Energia Transportes
<b>GOVERNANÇA</b>	
Atores Intervenientes Suporte Governamental Capacitação Municipal	

Fonte: AAE Açú - 2009

Na sequência, exercita-se o futuro da região, antevendo-se a entrada dos empreendimentos integrantes do Complexo Açú, desde o Terminal Portuário com suas instalações, até as diversas indústrias e serviços com gradientes de complementaridade e interdependência tecnológica / mercadológica e os efeitos resultantes, de forma acumulada e também sinérgica, permitindo uma visão abrangente das transformações — Cenário Configuração Plena do Complexo —, comparativamente a uma situação em que as tendências atuais seguem seu curso, sem os projetos previstos integrantes do Objeto AAE — Cenário de Referência.

Segundo a AAE Açú (2009), o Cenário Referencial foi prospectado a partir do comportamento socioeconômico histórico do Rio de Janeiro e dos municípios do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes e São João da Barra, porém, considerando o patamar mais elevado que esses recortes territoriais alcançarão dadas as novas forças emergentes decorrentes: (i) dos investimentos públicos e privados que estão ocorrendo no Estado e região; (ii) do crescimento contínuo do setor petrolífero, que vem determinando uma nova posição da região Norte Fluminense no panorama econômico fluminense e brasileiro; e (iii) das políticas estaduais, incluindo incentivos a diversos setores da região,

especialmente à cana-de-açúcar e reflorestamentos, que encontram, no aquecimento de demandas nacionais e internacionais por esses produtos, fatores para sua ampliação com maior eficiência.

Já o Cenário Prospectivo, com o Complexo Açú pleno, considera adicionalmente a essas novas forças já em atuação a implantação gradativa do Complexo Açú, com todos os módulos industriais previstos e com o terminal portuário, portanto, em sua configuração plena, a partir de sua curva de investimentos até 2025. Duas etapas distinguem-se nesse processo de evolução futura: (i) os investimentos iniciais, considerando o Porto, o Mineroduto Minas-Rio e a Usina Termoelétrica (UTE) que, por estarem com seus licenciamentos ambientais aprovados e em curso para implantação, constituem-se em dados concretos do futuro da região; e (ii) os investimentos sucessivos na área industrial e outros empreendimentos constituintes do Complexo, bem como a entrada em operação dos mesmos (AAE Açú, 2009).

As dinâmicas regional e local podem ser captadas por alguns indicadores dos fatores críticos mais importantes, como os que mostram as atividades produtivas e a riqueza acumulada (PIB), comportamento populacional, números da infraestrutura econômica, do desenvolvimento humano, e da zona costeira com ecossistemas frágeis, impondo

cuidados analíticos na identificação de ameaças e potencialidades. Nesse panorama há, também, sinalizações importantes que devem ser registradas para embasar a avaliação da atualidade e antecipar trajetórias na construção dos cenários futuros e antevisão das repercussões. Importa o conhecimento situacional abrangente, compondo um referencial próprio para posteriores monitoramentos, considerando-se o princípio da continuidade da utilização da AAE. Diante dessa perspectiva, objetiva-se estabelecer análises comparativas em marcos temporais distintos, a partir dos quais possam ser estabelecidas bases para se antever os efeitos ou impactos (AAE Açú, 2009).

A partir da identificação e classificação das relações indicadas, foram alinhadas as opções estratégicas para o desenvolvimento do Complexo Açú na sua área de interesse (Quadro 2).

Com esse conhecimento organizado sobre o futuro, propostas são estruturadas de forma a facilitar decisões e reduzir riscos socioambientais, além de se propor diretrizes para o empreendedor e recomendações para o governo. A AAE Açú (2009) destaca, entretanto, a interação e a complementaridade existentes entre esses dois conjuntos, ou seja, são necessários esforços, tanto na esfera empresarial, quanto na governamental, para operacionalizar as ações elencadas para alcançar os objetivos de sustentabilidade pretendidos para a região.

### 3. Análise de Cumulatividade e Sinergia e a Qualidade do Ar

Apresentado o escopo da AAE, serão agora destacados os aspectos metodológicos do estudo

sobre análise de cumulatividade e sinergia, utilizando-se como referência a análise dos pressupostos relacionados à qualidade do ar, parte integrante do fator crítico “*qualidade ambiental*”. Inicialmente, são apresentadas as características climatológicas e a qualidade do ar da região, seguindo-se a caracterização das atividades previstas para o Complexo Açú, a construção dos cenários e, posteriormente, a análise ambiental da cumulatividade e sinergia dos efeitos dos poluentes envolvidos, destacando-se as premissas utilizadas para aplicação de modelagem matemática, finalizando com as recomendações para o empreendedor e para o governo.

Dessa forma, a análise foi realizada considerando-se os seguintes cenários: (i) Cenário Tendencial, abordando somente o Porto, o Mineroduto Minas-Rio e a Usina Termoelétrica (UTE) que já possuem algum tipo de licença ambiental; e (ii) o Cenário Pleno, envolvendo todo o Complexo Açú, com abordagem temporal segundo a implantação sucessiva das várias unidades industriais previstas, ou seja: (a) Cenário 2010, (b) Cenário 2015, (c) Cenário 2020 e (d) Cenário 2025.

Cabe destacar que por ocasião da realização da AAE, alguns projetos de engenharia já estavam sendo elaborados e algumas licenças ambientais já haviam sido obtidas, como é o caso do Terminal Portuário, UTE Porto do Açú a carvão mineral e o Mineroduto. Entretanto, considerou-se haver tempo hábil para se avaliar alternativas aos projetos e, ao mesmo tempo, oferecer opções de desenvolvimento regional, ambas de natureza estratégica, rumo às finalidades maiores da aplicação da AAE de apoio à tomada de decisões.

**Quadro 2 - Opções Estratégicas para o Complexo Açú**

A	Competitividade com Sustentabilidade Ambiental	H	Gestão dos Recursos Hídricos e Macrodrenagem
B	Inserção do Complexo no Desenvolvimento do Norte Fluminense e na sua Gestão Costeira	I	Gestão de Resíduos e Efluentes
C	Articulações Institucionais para o Suprimento de Demandas	J	Gestão de Riscos
D	Ordenamento Territorial para o Desenvolvimento Sustentável	K	Redes de Informação e Conhecimento
E	Compensação e Capacitação Municipal	L	Interação e Participação Social
F	Observatório da Zona Costeira do Açú	M	Apoio a Grupos Vulneráveis
G	Conservação dos Recursos Naturais		

Fonte: AAE Açú - 2009

### 3.1 Caracterização Climatológica

No Estado do Rio de Janeiro, evidencia-se uma marcante diversidade climatológica, sobretudo quando se considera a dimensão total de seu território. Não somente as temperaturas médias são fortemente influenciadas pela associação relevo-altitude, mas, também, o regime e a distribuição dos totais pluviométricos são notoriamente modificados, segundo a posição do local, se a barlavento ou a sota-vento, dos ventos úmidos carreados pelas circulações de brisas marítimas na maior parte do ano.

Na região do litoral Norte Fluminense, o domínio de massas de ar polar migratórias de inverno pode levar a elevados valores de pressões atmosféricas, próximas de 1030 hPa, o que significa a presença de ar muito frio na região. Por outro lado, no verão, a formação de áreas de convergência atmosférica sobre o oceano podem reduzir as pressões atmosféricas a valores próximos de 1000 hPa. Vale destacar que esta área encontra-se na trajetória de deslocamentos de frentes frias em todas as épocas do ano, o que pode resultar em significativas variações de pressão atmosférica em curto intervalo de tempo, sobretudo em rápidas passagens frontais. De acordo com as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para a região de Macaé, foi observado que a temperatura média anual varia de 21°C, em julho, a 26°C, em fevereiro.

Quanto à umidade, observa-se um padrão sazonal diferenciado entre as estações: os meses de inverno apresentam-se relativamente mais secos do que os meses de verão. Entretanto, a variabilidade anual é de apenas 2%, com os maiores valores na faixa de 82%, em setembro e outubro, e mínimos de cerca de 80%, de maio a agosto. Devido às condições de maritimidade, altitude e regimes atmosféricos, as características evaporativas médias da região variam de um máximo de 108 mm, em janeiro, a um mínimo de 85,5 mm, em junho, com uma amplitude anual de 22,5 mm.

A avaliação dos totais pluviométricos e do número de dias de chuva, ao longo do ano, indica dois períodos distintos: o “chuvoso”, de novembro a janeiro, e o “seco”, de junho a agosto. Também, segundo as Normais Climatológicas do INMET, pode-se estabelecer para a área de estudo um máximo de precipitação de 181,6 mm, em dezembro, contra um mínimo de precipitação de 38,2

mm, em agosto. O total pluviométrico anual atinge 1.177,6 mm.

De modo geral, a circulação regional predominante está associada à borda oeste-sudoeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, com ventos variando de NE (para SW) a E (para W), em praticamente todos os meses do ano, com intensidade moderada e forte e baixo índice de calmaria (Figura 4).

Essas características de relevo, altitude, cobertura do solo e maritimidade, próprias das baixadas litorâneas fluminense, associadas às condições meteorológicas que predominam na região, propiciam um escoamento atmosférico eficiente, ocasionando uma boa capacidade de dispersão para os poluentes ali emitidos.

### 3.2 Diagnóstico da Qualidade do Ar

A região do Açu apresenta uma série histórica relativamente pequena de dados de monitoramento da qualidade do ar. As únicas informações sobre concentrações de poluentes correspondem ao monitoramento que vem sendo realizado na estação Porto do Açu, em operação contínua, desde 18/11/2007.

De maneira geral, o conjunto de resultados de concentração dos vários poluentes medidos demonstra que, no período, não ocorreram violações aos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela legislação ambiental vigente. As concentrações da maioria dos poluentes são baixas e não se observam variações expressivas. Tal comportamento indica que existe uma continuidade no perfil de emissão e não há influência de fontes significativas de emissão de poluentes atmosféricos. Além disso, vale destacar, também, que os dados de vento registrados indicam que a região possui uma boa capacidade de dispersão.

Dentre os poluentes monitorados, os que apresentam níveis de concentração mais significativos são material particulado e ozônio. Provavelmente, as concentrações de material particulado estão associadas à ressuspensão de partículas em vias não pavimentadas ou à ocorrência de queima de resíduos. Já o ozônio, por ser um poluente secundário, apresenta um caráter mais regional e pode estar associado a emissões que ocorrem em áreas mais distantes. Vale ressaltar que apesar das condições meteorológicas favoráveis à formação de ozônio

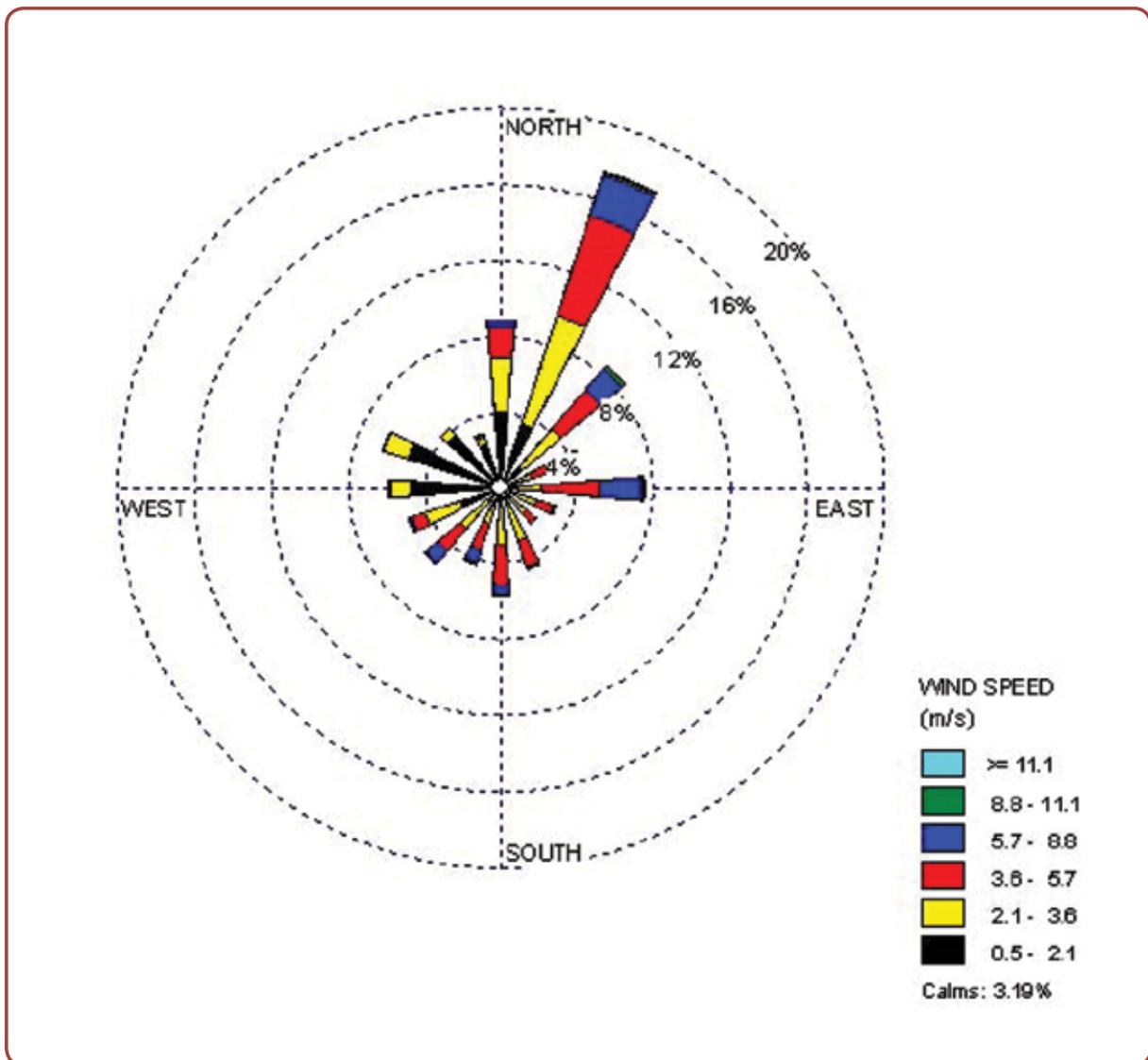


Figura 4 - Rosa dos Ventos da Região do Complexo Açú  
 Fonte: AAE Açú - 2009

durante o verão e parte da primavera, os índices registrados estiveram abaixo dos padrões nacionais de qualidade do ar.

### 3.3 Características das Emissões Atmosféricas

#### 3.3.1 Complexo Industrial

A configuração industrial potencial do Complexo do Açú é composta por diversos módulos industriais e de serviços, em conjunto com o módulo portuário: o Núcleo Base (Quadro 3) e dois cinturões que o envolvem, abrangendo as atividades

compatíveis com esse Núcleo, ocupando áreas disponíveis para novos empreendimentos (Quadro 3).

Ressalta-se que as tipologias industriais previstas para o Complexo configuram-se, na sua maioria, como de alto potencial poluidor do ar.

Na questão de poluição ambiental, o princípio da prevenção é a melhor medida a ser adotada: redução da geração de poluentes na fonte e não o tratamento pós-geração (US-EPA/AP-42, 1995). De forma que sob a ótica do desenvolvimento sustentável devem ser priorizadas as medidas de prevenção, privilegiando aquelas que eliminem ou reduzam a

Quadro 3 - Configuração do Núcleo Base		
MÓDULOS INDUSTRIAIS	CAPACIDADE PRODUÇÃO / MOVIMENTAÇÃO / ESTOCAGEM	ÁREA OCUPADA (HA)
Usina Siderúrgica I	10 MTPA	1.500
Usina Siderúrgica II	6 MTPA	1.000
Cimenteiras	6 MTPA	150
Usina de Pelotização	42 MTPA	500
Indústria Automobilística	250.000 veículos/ano	200
UTE	5.400 MW	500
Pátios	8 Mm <sup>3</sup> /54 mtpa / 330.000 TEU/ano	250
Total	-	4.100

Fonte: AAE Açu - 2009

geração de poluentes e incentivando a adoção de tecnologias mais limpas (EI, 2009).

Nesse contexto, os resultados da AAE do Complexo Industrial e Portuário do Açu apontaram para o paradigma da Ecologia Industrial (EI), como vetor básico para orientar a concepção, a seleção e a constituição do Complexo, visando compatibilizar competitividade e atitudes sustentáveis ambientalmente.

Assim, os princípios básicos que orientaram a sua realização envolveram: (i) transformar os processos produtivos lineares (ciclos abertos) em processos cíclicos, em que os resíduos de um processo são utilizados como matéria-prima ou fonte de energia de outros; (ii) reduzir a demanda por matérias-primas, água e energia; (iii) reduzir a devolução de resíduos à natureza – efluentes, resíduos e emissões; e (iv) reduzir o impacto ambiental dos sistemas industriais, integrando-os ao ambiente.

O controle da emissão de poluentes do ar consiste, basicamente, na redução do lançamento de poluentes primários, que causam efeitos adversos mesmo sem reagir na atmosfera, ou até quando reagem e formam os poluentes secundários.

Os poluentes atmosféricos podem ser eliminados, em alguns casos, até na sua quase totalidade, com a substituição do combustível ou mudança de equipamentos e, também, com modificações de processo. Nesse sentido, foram estabelecidos alguns requisitos básicos:

- a poluição deve ser controlada na fonte, seja com o uso de equipamentos de controle do tipo "fim de tubo", seja utilizando processos menos

poluidores, dentro do "Princípio de Prevenção à Poluição";

- a existência de tecnologias disponíveis para a redução da emissão de poluentes para os diversos processos produtivos.

Da mesma forma, foram definidas as seguintes premissas:

- utilização de critérios de capacidade de suporte do meio, ou seja, considerar o grau de saturação da região do Açu para definir os níveis aceitáveis de qualidade do ar gradativamente à implantação dos empreendimentos;
- proposição de limites de emissão com base em tecnologias ambientalmente adequadas, abrangendo todas as fases, desde a concepção, instalação, operação e manutenção das unidades até a utilização de matérias-primas e insumos;
- adoção de tecnologias de controle de emissão de poluentes atmosféricos em bases técnica e economicamente viáveis e acessíveis, ou seja, já desenvolvidas em escala que permitam sua aplicação prática;
- utilização das informações técnicas e mensurações disponíveis no Brasil, bem como o levantamento bibliográfico do que está sendo praticado aqui e no exterior, em termos de fabricação de equipamentos, exigências dos órgãos ambientais licenciadores, uso efetivo dos equipamentos de controle e custos envolvidos.

Assim, inicialmente, adotou-se o gás natural como combustível em todas as unidades do

Complexo (com exceção da UTE a carvão, responsável por 2.100 MW), por ser este um combustível com menor teor de carbono, praticamente isento de material particulado e, também, de enxofre, eliminando a formação e emissão de compostos de enxofre para a atmosfera.

Adicionalmente, para todas as tipologias industriais previstas foram adotadas tecnologias limpas, admitindo-se o emprego das melhores tecnologias de processos (*Best Available Technology* - BAT).

Os principais poluentes atmosféricos, cujos limites são estabelecidos pela legislação ambiental em vigor, são o material particulado, os óxidos de nitrogênio e o dióxido de enxofre.

Quanto às emissões de gases no processo siderúrgico, a fonte mais relevante é a coqueria. A alternativa proposta no sentido de eliminar as emissões mais nocivas dessa etapa do processo industrial foi o emprego da tecnologia “*heat recovery*”. Nela, os gases produzidos durante a coqueificação, parcialmente queimados, são captados e dirigidos para os canais descendentes, construídos nas paredes laterais dos fornos, sendo posteriormente queimados (combustão secundária), com ar (secundário) admitido à câmara situada abaixo do fundo do forno. Essa concepção de projeto permite que o calor contido nesses gases seja ainda utilizado para a coqueificação do carvão. Portanto, a coqueificação se dá a partir do topo e a partir do

fundo da massa de carvão a coqueificar, livre de emissões gasosas.

Esse fato torna a vedação dos fornos mais simples, mais barata e de manutenção mais fácil, o que contribui, significativamente, para a consideração de que as coquerias com recuperação de calor sejam mais aceitas, quando avaliadas sob os critérios ambientais. Com isso, evitam-se as tradicionais, que possuem uma unidade carboquímica para recuperar subprodutos, como o benzeno, cujas propriedades carcinogênicas são comprovadas.

A maioria das fontes de emissões atmosféricas identificadas nas várias unidades industriais do Núcleo Base do Complexo é constituída por equipamentos de combustão externa, necessários aos processos produtivos. Desse modo, foram consideradas as melhores tecnologias de controle (*Best Available Control Technology* - BACT), seguidas das melhores práticas operacionais, para os processos de combustão.

No Quadro 4, comparativamente, os limites de emissão propostos para as principais fontes de combustão externa preconizados na Resolução CONAMA 382 e pelo Banco Mundial.

### 3.3.2 Porto e Pátios Logísticos

Quanto às atividades portuárias, as pilhas de estocagem de minério constituem a principal fonte de emissões atmosféricas, emitindo grande

Quadro 4 - Limites de Emissão					
UNIDADE DE PRODUÇÃO		RESOLUÇÃO CONAMA 382 (mg/Nm <sup>3</sup> )		LIMITES COMPLEXO AÇU (mg/Nm <sup>3</sup> )	
		NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Coqueria		700	800	400	500
Sinterização		700	600	400	500
Alto-forno		N.E.	N.E.	625	550
CTE		350	600	350	500
Pelotização		700	N.E.	400	300
Forno de Clínquer		650	N.E.	350	80
UTE a Carvão		750*	2.000*	150	200,5
UTE a Gás Natural		50	-	50	-
Processos de geração de calor a partir da combustão externa do gás natural	Potência térmica nominal menor que 70 MW	320	-	200	-
	Potência térmica nominal maior ou igual a 70 MW	200	-	200	-

\* Limites estabelecidos pelo Banco Mundial  
N.E – Não estabelecido

quantidade de material particulado. Há que se considerar, também, as emissões fugitivas, provenientes do tráfego, nas vias internas do pátio, os pontos de transferência de material pulverulento e outros.

Quanto aos gases, pode-se afirmar que os veículos e máquinas de apoio que servem ao porto, principalmente os movidos a diesel, bem como os navios aportados constituem uma significativa fonte de emissão de  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$  para a atmosfera.

O Terminal de Gás Natural Liquefeito previsto deverá utilizar a água do mar para realizar a operação de regaseificação do gás natural, evitando, assim, a queima de combustível em caldeiras para a geração de energia necessária ao processo.

### 3.4 Análise dos Impactos Cumulativos e Sinérgicos

A avaliação dos impactos das emissões atmosféricas provenientes da implantação do Complexo do Açú foi realizada utilizando-se a técnica de modelagem matemática. Dentre as metodologias indicadas pela CEQ (*Council on Environment Quality*), esta é a ferramenta recomendada para quantificação de impactos na qualidade do ar.

Assim, foi desenvolvida a simulação da dispersão de poluentes a partir das condições atmosféricas locais e das emissões atmosféricas provenientes das principais fontes, em suas condições máximas de operação, para cada cenário modelado, que permitiu estimar a contribuição dos poluentes na qualidade do ar da área de influência do Complexo.

O modelo de dispersão utilizado foi o AERMOD (EPA, 2004), no qual se admite que a dispersão da pluma tenha uma distribuição normal ou gaussiana, tanto na direção  $y$  (transversal à direção do vento), como em  $z$  (perpendicular a  $x$  e  $y$ ). Esta distribuição gaussiana para um poluente atmosférico é encontrada a partir de uma solução para a equação de difusão de Fick (Lamarsh, 1983; Sellers, 1974). Trata-se de um aprimoramento do modelo ISC3 (*Industrial Source Complex*), aplicável a áreas urbanas ou rurais, terrenos planos ou com variações topográficas, emissões a baixos ou elevados níveis de altitude, contando com a capacidade de trabalhar com diferentes tipos de fontes (pontual aérea ou volumétrica).

O modelo AERMOD é considerado, atualmente, a mais completa e eficiente ferramenta utilizada para os estudos de dispersão atmosférica relacionados à avaliação de impactos na qualidade do

ar. Suas propriedades possibilitam avaliar desde as emissões provenientes das fontes pontuais, como as chaminés, até as fontes difusas e emissões fugitivas, originadas no transporte, beneficiamento e estocagem de matérias-primas e produtos.

Com base numa imagem georeferenciada foi delimitada a área de estudo, com 30 por 30 km, situada entre as coordenadas UTM a SW: 267160/7567416 e a NE: 297160/7597416 (Figura 5).

Foram utilizados para as simulações os dados meteorológicos horários referentes a um ano de medições. Tal estação está localizada no *site* do Complexo, exatamente na área de estudo.

Quando do licenciamento ambiental da UTE Porto do Açú, foi apontado que o impacto a ser causado na qualidade do ar da região é bastante significativo, entretanto, especial atenção tem sido dedicada aos óxidos de nitrogênio, por dois motivos: (i) as concentrações medidas de ozônio na região registram valores elevados, embora não ultrapassem o padrão de qualidade do ar estabelecido; e (ii) em termos de tecnologias de controle de emissão, este poluente é o que requer os mais vultosos investimentos por parte das empresas.

Sendo assim, para a avaliação da cumulatividade de impactos, adotou-se como indicador as concentrações de óxidos de nitrogênio, embora seja necessário reconhecer que os impactos causados, tanto pelas emissões de dióxido de enxofre, quanto de material particulado tenham, igualmente, grande relevância.

No Cenário Tendencial, a única fonte significativa de emissão de óxidos de nitrogênio é a UTE a carvão, com capacidade de geração de 2.100 MW. Este cenário considera além da UTE, o Porto e o Mineroduto Minas-Rio, pois com seus licenciamentos ambientais aprovados, ou em curso, constituem-se em dados concretos do futuro da região. Dessa forma, as emissões atmosféricas das fontes da UTE Porto do Açú utilizadas foram aquelas fornecidas pelo EIA/RIMA:  $8,82 \cdot 10^3$  t/ano.

No EIA foi considerada a concentração máxima de emissão de  $150 \text{ mg/Nm}^3$  de óxidos de  $\text{NO}_x$  nas chaminés das caldeiras, proporcionado por um conjunto de ações de controle: (i) configuração de chama na caldeira; (ii) queimadores *low NO<sub>x</sub>*; (iii) reinjeção de ar de combustão; e (iv) sistema de denitrificação catalítica (SCR).

Na modelagem realizada na AAE para avaliar o impacto das emissões atmosféricas provenientes



Figura 5 - Área de Estudo  
Fonte: Imagem Google - 2008

da operação da UTE, os valores de concentração de  $\text{NO}_x$  foram remetidos à média anual, de forma a serem comparados ao padrão legal de qualidade do ar —  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Os resultados obtidos alcançaram a concentração máxima de  $13,7\mu\text{g}/\text{m}^3$  na área do Complexo, decrescendo à medida que se distanciam das fontes de emissão, chegando a valores bem reduzidos, de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  ou menos (Figura 6).

É importante ressaltar que apesar das elevadas emissões de  $\text{NO}_x$ , inerentes à queima de combustível, as concentrações de longo período nas proximidades da UTE encontram-se abaixo do padrão de qualidade do ar, evidenciando a eficácia dos controles propostos no licenciamento ambiental.

Assim sendo, para o Cenário Tendencial é possível inferir que o impacto na qualidade do ar

decorrente das atividades industriais consideradas não atinge a área urbana de São João da Barra e Campos.

O Cenário Prospectivo foi projetado considerando-se não só a operação dos empreendimentos previstos no Cenário Tendencial, como, também, os demais projetados para compor o Complexo do Açu, segundo o respectivo cronograma de implantação, com eventos programados para 2010, 2015, 2020 e 2025.

No Cenário 2010, apenas estarão em operação a primeira etapa do mineroduto e parte das atividades do Porto, que não representam acréscimos às emissões de  $\text{NO}_x$ . Entretanto, as emissões de material particulado serão aumentadas, principalmente na área portuária, com impacto apenas local proveniente das emissões das pilhas de estocagem de minério.

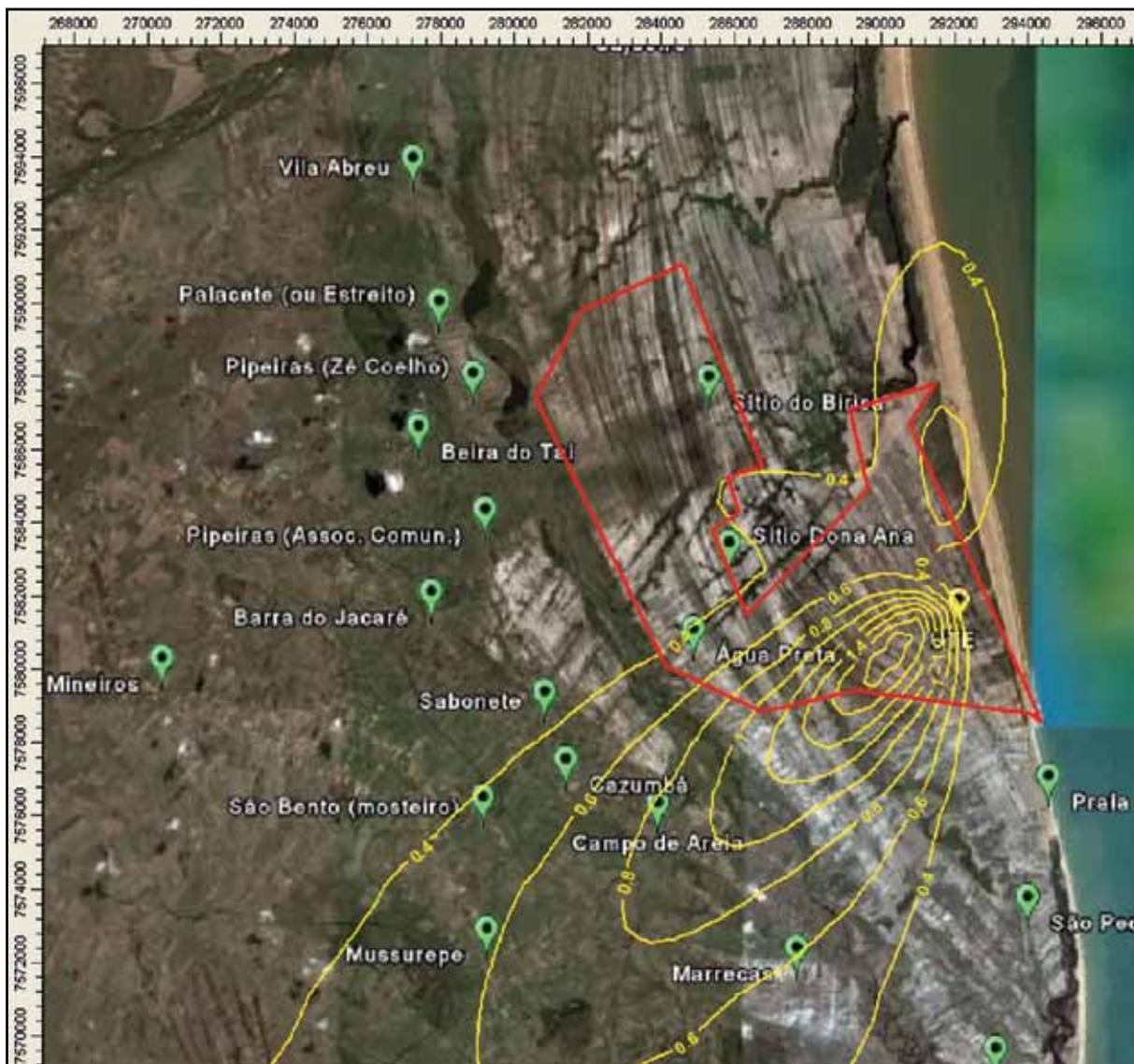
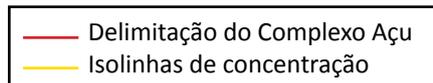


Figura 6 - Cenário Tendencial – Concentração de longo período de  $\text{NO}_x$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 Fonte: LIMA/COPPE/UF RJ - 2008



No Cenário 2015, a análise das tipologias industriais previstas revelou que, uma vez estabelecida a premissa de utilização do gás natural como combustível para as fontes de combustão que se fizerem necessárias, apenas as emissões provenientes da UTE a carvão, da siderúrgica e da pelletização são significativas (Quadro 5).

As atividades siderúrgicas, nesta etapa, são responsáveis por 75% das emissões de  $\text{NO}_x$ . O estudo de simulação da dispersão dos poluentes permitiu estimar que a máxima concentração

atinge a marca de  $39,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e ocorrerá na área interna do Complexo. Na área de entorno, as concentrações decrescem e a pluma de poluentes não alcança os centros urbanos da região. A Figura 7 apresenta as isolinhas de concentração obtidas a partir do estudo de simulação da dispersão de  $\text{NO}_x$  emitidos pela UTE, pelletização, siderúrgicas e cimenteira.

Para o Cenário 2020, com a implantação da UTE a gás natural e o aumento da produção siderúrgica, verifica-se um acréscimo significativo das

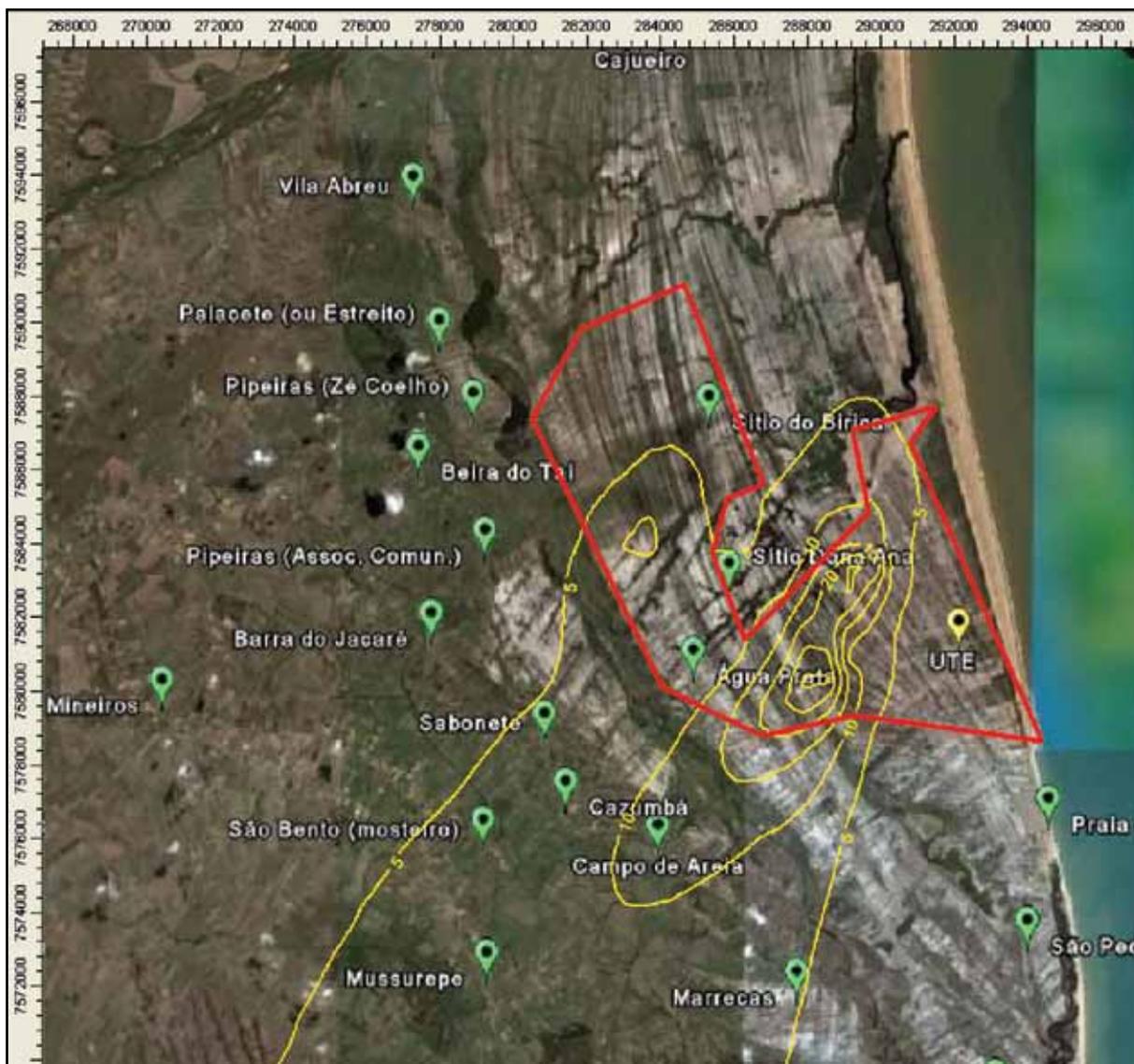
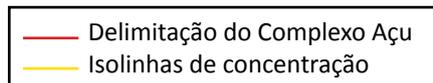


Figura 7 - Cenário 2015 — Concentração de longo período de  $\text{NO}_x$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ - 2008



emissões de  $\text{NO}_x$ , em relação ao Cenário 2015, cerca de 60% (Quadro 6).

A máxima concentração estimada de longo período para o  $\text{NO}_x$ , considerando-se as fontes potenciais de emissão, foi  $39,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , chegando a praticamente 40% do valor estabelecido pela legislação como padrão de qualidade do ar —  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Também, neste cenário, observa-se que as concentrações decaem à medida que se afastam das fontes de emissão (Figura 8).

Enquanto houve acréscimo expressivo de emissões de  $\text{NO}_x$ , em termos de qualidade do ar o acréscimo nas concentrações de longo período foi de apenas  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , revelando que, em termos de cumulatividade, o impacto das emissões na região é inexpressivo em relação ao cenário anterior (2015).

Já no Cenário 2025, todas as premissas adotadas anteriormente permanecem, mas com o aumento da produção siderúrgica e de cimento, as

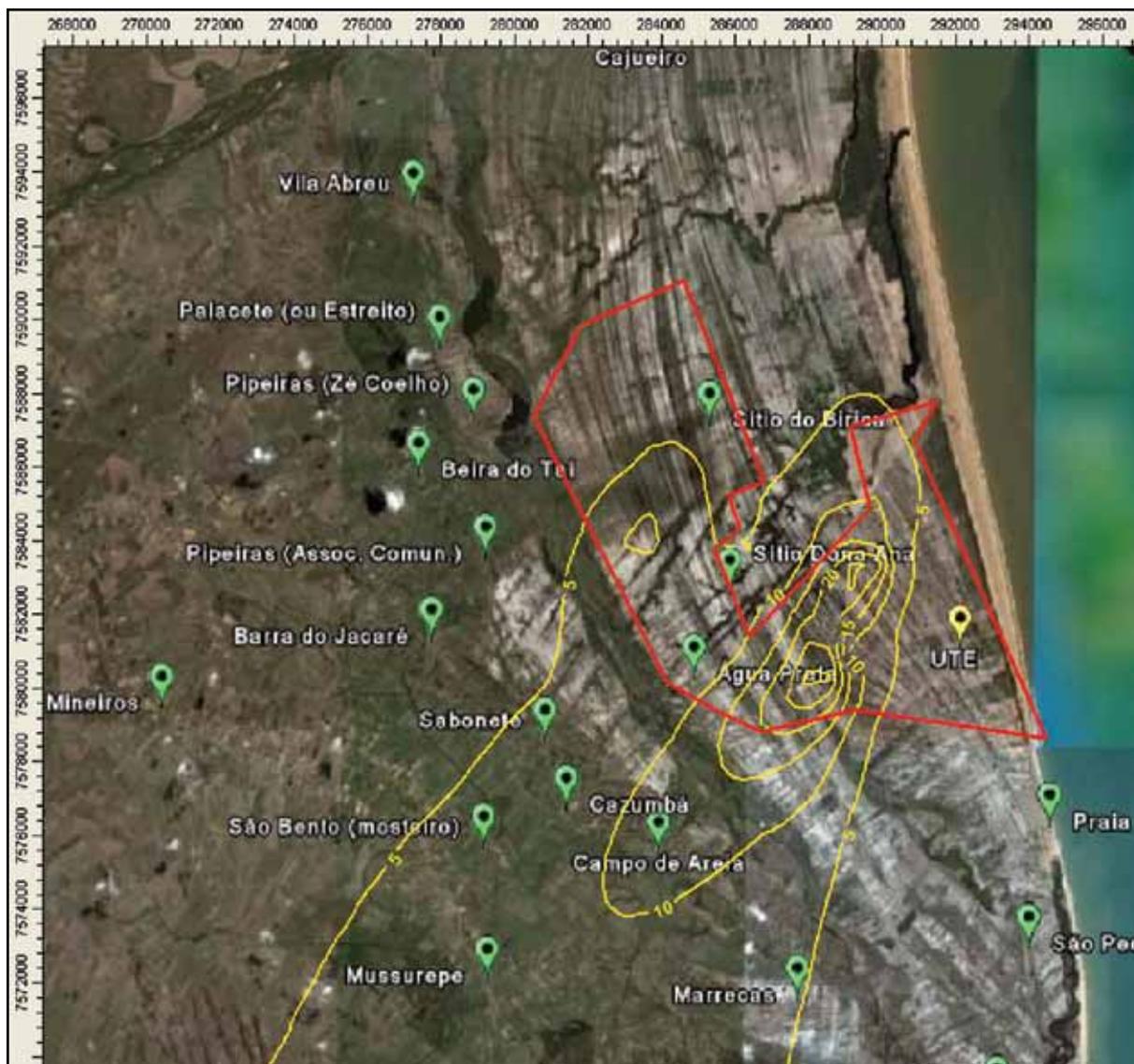
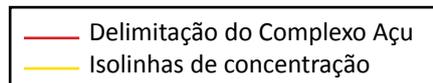


Figura 8 - Cenário 2020 – Concentração de longo período de  $\text{NO}_x$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ - 2008



emissões sofrem um acréscimo de 20% em relação ao cenário anterior (2020).

Exatamente como nos cenários anteriores, o setor siderúrgico é responsável pela maior parte das emissões, ou seja, 73% do total emitido (Quadro 7).

Nesta situação, as emissões são oito vezes maiores em relação ao Cenário Tendencial. Por sua vez, a máxima concentração estimada de longo período para  $\text{NO}_x$ , considerando-se as

fontes potenciais de emissão, foi  $50,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , correspondendo à metade do valor estabelecido como padrão de qualidade do ar —  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 9).

O Quadro 8 resume o inventário preliminar de emissões de  $\text{NO}_x$  das unidades que compõem o Complexo, considerando-se apenas as fontes potenciais de emissão.

O Quadro 9 ilustra a análise comparativa entre os cenários.

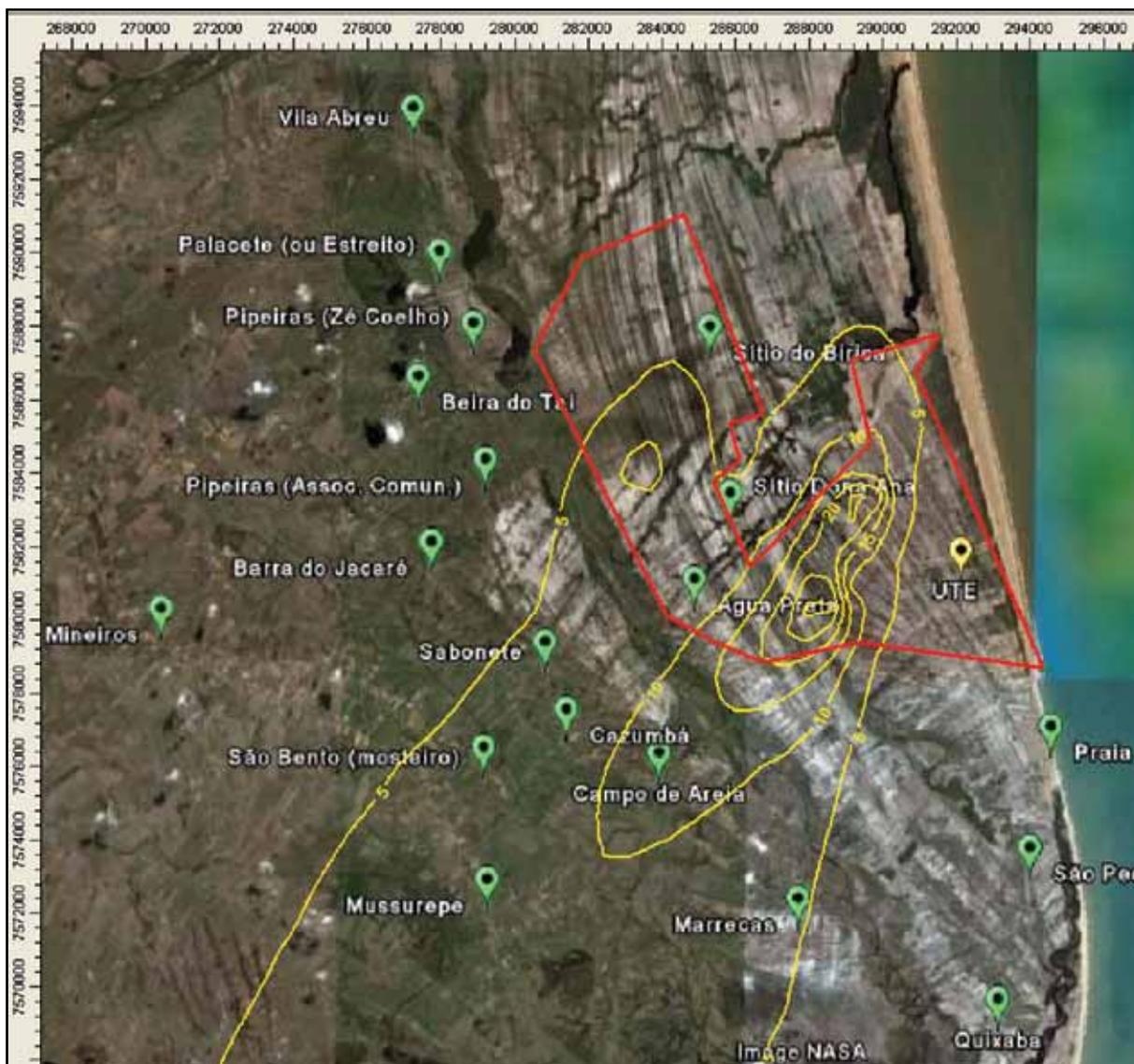


Figura 9 - Cenário 2025 – Concentração de longo período de  $\text{NO}_x$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ - 2008

— Delimitação do Complexo Açú  
 — Isolinhas de concentração

Quadro 5 - Emissões de $\text{NO}_x$ – Cenário 2015		
ATIVIDADE INDUSTRIAL	PRODUÇÃO	EMIÇÃO DE $\text{NO}_x$ ( $\times 10^3$ t/ano)
UTE carvão	2100 MW	8,82
Pelotização	42 Mt pellets	10,69
Siderúrgica 1	4 Mt aço	14,11
Siderúrgica 2	3 Mt gusa	4,64
Cimenteira	2 Mt cimento	0,35
Total	–	38,61

Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ - 2008

**Quadro 6 - Emissões de NO<sub>x</sub> – Cenário 2020**

ATIVIDADE INDUSTRIAL	PRODUÇÃO	EMIÇÃO DE NO <sub>x</sub> (x10 <sup>3</sup> t/ano)
UTE carvão	2100 MW	8,82
UTE GN	3300 MW	8,78
Pelotização	42 Mt pellets	10,69
Siderúrgica 1	7 Mt aço	24,70
Siderúrgica 2	1 Mt gusa 3 Mt aço	5,22
Cimenteira	4 Mt cimento	0,70
Total	–	58,91

Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ - 2008

**Quadro 7 - Emissões de NO<sub>x</sub> – Cenário 2025**

ATIVIDADE INDUSTRIAL	PRODUÇÃO	EMIÇÃO DE NO <sub>x</sub> (x10 <sup>3</sup> t/ano)
UTE carvão	2100 MW	8,82
UTE GN	3300 MW	8,78
Pelotização	42 Mt pellets	10,69
Siderúrgica 1	10 Mt aço	35,29
Siderúrgica 2	1 Mt gusa 3 Mt aço	5,22
Cimenteira	6 Mt cimento	1,35
Total	-	70,15

**Quadro 8 - Comparação dos Cenários**

CENÁRIOS	EMIÇÃO DE NO <sub>x</sub> (x10 <sup>3</sup> t/ano)	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE NO <sub>x</sub> NA QUALIDADE DO AR (µg/m <sup>3</sup> )
Tendencial	8,81	2,2
Prospectivo	Cenário 2010	8,81
	Cenário 2015	38,61
	Cenário 2020	58,91
	Cenário 2025	70,15

**Quadro 9 - Análise Comparativa dos Cenários**

IMPACTO	CENÁRIO TENDENCIAL 2025	CENÁRIO PROSPECTIVO COM COMPLEXO 2010	CENÁRIO PROSPECTIVO COM COMPLEXO 2015	CENÁRIO PROSPECTIVO COM COMPLEXO 2020	CENÁRIO PROSPECTIVO COM COMPLEXO 2025
Emissões de NO <sub>x</sub> (x10 <sup>3</sup> t/ano)	8,81	8,81	38,61	58,91	70,15
Concentração de óxidos de nitrogênio na qualidade do ar (µg/m <sup>3</sup> )	2,2	2,2	39,08	39,12	50,72

Legenda: ■ Muito significativo ■ Significativo ■ Pouco significativo ■ Irrelevante

### 3.5 Subsídios para Tomada de Decisão

Os resultados da Avaliação Ambiental Estratégica podem contribuir de duas formas no contexto do processo de tomada de decisão: a primeira, envolvendo os responsáveis pelo empreendimento, na definição da estrutura produtiva; e a segunda, o órgão ambiental nos procedimentos de licenciamento ambiental, com aporte de conteúdo técnico para orientar as condicionalidades futuras envolvendo o Complexo como um todo.

O Complexo do Açú é constituído de um Núcleo Base, cujas atividades industriais previstas são caracterizadas por apresentarem, em sua maioria, alto potencial poluidor, razão pela qual foram estabelecidas algumas premissas básicas envolvendo a utilização de tecnologias limpas e combustível menos poluente, tendo como referência o princípio da prevenção, de forma a não comprometer a capacidade de suporte da região. Nesse sentido, cabe destacar alguns aspectos relevantes a serem observados pelos decisores:

Quanto à tecnologia:

- à exceção da UTE a carvão, todas as demais unidades produtivas devem utilizar o gás natural como combustível, de forma a minimizar as concentrações de partículas em suspensão e dióxido de enxofre na atmosfera;
- a regaseificação deve ser realizada em circuito aberto, utilizando a água do mar para troca de calor, evitando, ao máximo, a queima de combustível;
- as duas siderúrgicas devem adotar a tecnologia “*heat recovery*”, para atenuar as emissões da coqueria, a fonte mais relevante de gases no processo siderúrgico;
- os queimadores de todas as fontes de combustão devem possuir design apropriado a baixas emissões de NO<sub>x</sub>, além do uso de controles adicionais;
- todas as indústrias devem adotar em seu processo produtivo as melhores tecnologias de controle disponíveis (BACT - *Best Available Control Technology*).

Quanto ao controle de emissões:

- as pilhas de estocagem devem conter barreiras para prevenir o arraste eólico das emissões pulverulentas;
- os navios aportados devem ser supridos de energia elétrica gerada no Complexo, suspendendo a operação das caldeiras para evitar emissões de NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>;
- a frota que circula na área do Complexo deverá comprovar que suas emissões obedecem aos limites propostos pelo CONAMA.

Quanto à qualidade do ar:

- adotar limites de emissão das fontes potenciais considerando a cumulatividade e sinergia dos impactos causados na qualidade do ar da região do Complexo e seu entorno;
- implantar um Plano de Gestão da Qualidade do Ar na área do Complexo, fundamentado em um modelo compartilhado e participativo, envolvendo poder público, empreendedores, comunidade e sociedade civil organizada;
- implantar e operar uma rede de monitoramento da qualidade do ar integrada, composta por estações de amostragem de material particulado e de gases, de forma a não haver sobreposição de estações das várias empresas lá situadas e abranger a maior área de influência possível, incluindo o monitoramento de parâmetros meteorológicos.

Quanto à gestão ambiental:

- adotar medidas no sentido de evitar o adensamento populacional a sudoeste do Complexo;
- definir o enquadramento das áreas do Estado do Rio de Janeiro nas classes I, II e III, de acordo com a Resolução CONAMA 03/90, em seu Art. 8º, de forma a serem devidamente adotados os padrões primários ou secundários de qualidade do ar;

- elaborar o “*Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar, visando providências dos governos de Estado e dos Municípios, assim como entidades privadas e comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave iminente risco à saúde da população*” quando da ocorrência de altas concentrações, caracterizando os Níveis de Atenção, Alerta e Emergência, conforme estabelecido na Resolução CONAMA 03/90;
- estabelecer política de compensação de emissões de gases do efeito estufa;
- adotar medidas no sentido de atender às normas da IMO (*International Maritime Organization*) quanto às emissões atmosféricas provenientes dos navios que utilizam o porto.

#### 4. Conclusão

A aplicação do instrumento da AAE, integrada ao processo de planejamento, favorece a avaliação da cumulatividade e sinergia dos impactos e a consequente proposição de diretrizes e recomendações para a instância posterior de avaliação ambiental dos projetos específicos dos empreendimentos previstos, contribuindo para avançar na eficiência do licenciamento ambiental dessas atividades produtivas.

A gestão da qualidade do ar deve ser incorporada na fase de planejamento dos grandes programas, públicos ou privados, preferencialmente orientada para resultados. A inclusão de instrumentos mais modernos de gestão, como a AAE, permite agregar crescimento econômico e qualidade de vida, indo além da mera postura “*comando e controle*”.

Embora conste da Resolução CONAMA 01/86 a exigência de avaliação de cumulatividade e sinergia, esta não tem sido considerada na prática, impossibilitando uma análise integrada de diferentes projetos nos estudos de impacto ambiental.

Dessa forma, para a viabilização do Complexo, com base nas melhores tecnologias disponíveis e a exemplo do que já ocorre em alguns setores

industriais do país, foram consideradas as emissões atmosféricas características de cada atividade poluidora, avaliando o impacto causado na qualidade do ar quando da operação conjunta de todas as unidades previstas.

Foram estabelecidos limites de emissão, muitas vezes bem mais restritivos do que aqueles previstos na legislação ambiental vigente, visando limitar as tecnologias a serem adotadas, no sentido de evitar que uma unidade industrial que venha a se implantar pioneiramente utilize alternativas tecnológicas que não garantam o desempenho esperado e inviabilizem a implantação das demais.

Da mesma forma, foram estimadas somente as concentrações de NO<sub>x</sub>, o principal poluente, com o objetivo de avaliar os impactos cumulativos e sinérgicos provenientes da operação concomitante das várias unidades industriais, cujos resultados apontaram para a viabilidade do Complexo.

É importante ressaltar que as emissões de material particulado, bem como de dióxido de enxofre, também são significativas, merecendo especial atenção durante todo o processo de implantação das unidades, no sentido de serem privilegiadas, da mesma forma que para o NO<sub>x</sub>, as melhores tecnologias de controle. Assim sendo, a utilização do gás natural como combustível torna-se imprescindível.

As características de relevo, altitude, cobertura do solo e maritimidade, próprias das baixadas litorâneas fluminense, associadas às condições meteorológicas que predominam na região, propiciam um escoamento atmosférico eficiente, ocasionando uma boa capacidade de dispersão para os poluentes ali emitidos, o que favorece bastante a implantação das unidades industriais e dá uma margem de segurança quanto ao não comprometimento da capacidade de suporte.

Entretanto, devido às características meteorológicas, de uma maneira geral, verifica-se que em todos os cenários as emissões geradas serão dispersas na direção SW, por conta da predominância dos ventos locais.

Atualmente, não se observam núcleos populacionais nessas áreas mais impactadas; contudo, é

certo que as comunidades tendem a se adensar na circunvizinhança do empreendimento, requerendo atenção especial a gestão territorial por parte do poder público, além de suas demais funções típicas de regulação e fiscalização.

Ainda, exatamente nessa direção, está prevista a criação de uma Unidade de Conservação, o que implica na adoção de padrões de qualidade do ar (secundários) mais restritivos, como medida de proteção da fauna e flora.

Por conta das considerações apresentadas, torna-se compreensível que o processo da AAE não se esgota com estes resultados, sendo desejáveis e necessárias atualizações e revisões numa perspectiva de constantes avaliações e ajustes de dados e informações, na medida em que se consolide a formação do Complexo Açú.

Associados à visão de uma nova dinâmica territorial e setorial, pela magnitude e pela relevância do Complexo em si e dos reflexos desencadeados pela sua implantação, estará presente a demanda por maior governança, por um processo social participativo, envolvendo o empenho dos diferentes atores na busca da sustentabilidade em todas as suas dimensões – ambiental, social, econômica e institucional – para garantia da manutenção dos pressupostos de qualidade de vida da população da região.

## 5. Referências Bibliográficas

- ARCADIS TETRAPLAN S. A.; LLX. **Avaliação ambiental estratégica do Complexo Industrial e Portuário do Açú**. São Paulo, 2009.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 382, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre os limites de emissão para novas fontes fixas, previstos no PRONAR. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 ago. 1990.
- CAVALCANTI, P. M. S. **Avaliação dos impactos causados na qualidade do ar pela geração termelétrica**. 2003. Dissertação (Mestrado)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Modelo de gestão da qualidade do ar: Abordagem preventiva e corretiva**. 2010. Tese (Doutorado)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- COSTA, Márcio Macedo da. **Princípios de ecologia industrial aplicados à sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção de aço**. 2002. 257p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- CURTIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Centre of Excellence in Cleaner Production. Regional resource synergies for sustainable development in heavy industrial areas: an overview of opportunities and experiences. [S.l.], May 2007. In: CONESTOGA ROVERS E ASSOCIADOS. **Eia/Rima da usina termelétrica Porto do Açú**. Rio de Janeiro, 2007.
- DALAL-CLAYTON, B.; SADLER, B. **Strategic environmental assessment: a sourcebook and reference guide to international experience**. London: Earthscan, 2005.
- ESTADOS UNIDOS. Council on Environmental Quality. Regulations for implementing the procedural provisions of the National Environmental Policy Act. **CFR**, Washington, D. C., v. 40, p. 1500-1508. Washington, DC, Disponível em: <[http://www.nepa.gov/nepa/regs/ceq/toc\\_ceq.htm](http://www.nepa.gov/nepa/regs/ceq/toc_ceq.htm)>.
- \_\_\_\_\_. Environmental Protection Agency. **Compilation of air pollutants emission factors**. Washington, D. C., 2008. (AP-42)
- \_\_\_\_\_. **Cumulative impacts: versão preliminar**. 2001.
- FRAGOMENI, Ana Luiza Moura. **Parques industriais ecológicos como instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa**. 2005. Dissertação (mestrado em Planejamento Energético)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Centro de Estudos em Sustentabilidade. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de gases do efeito estufa**. São Paulo, 2009.

- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. B. **Ecologia industrial**, São Paulo: [s.n.], 2007.
- JOHNSON, R. **Water use in industries of the future: steel industry**. [S.l.]: U. S. Department of Energy. Industrial Technologies Program. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2003.
- MPX; CONESTOGA ROVERS E ASSOCIADOS. **Eia/Rima da usina termelétrica Porto do Açú II**. Rio de Janeiro, 2010. 8v.
- OLIVEIRA, V. R. S. **Impactos cumulativos na avaliação de impactos ambientais: fundamentação, metodologia, legislação, análise de experiências e formas de abordagem**. São Carlos. 160p. Dissertação (mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.
- PARTIDÁRIO, M. R. Elements of an SEA framework: improving the added-value of SEA. **Environmental Impact Assessment Review**. v.20, p. 647-663, 2000.
- \_\_\_\_\_.; ARTS, J. Exploring the concept of strategic environmental assessment follow-up. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 23, n. 3, p. 246-257, 2005.
- \_\_\_\_\_.; CLARK, R. **Perspectives on strategic environmental assessment**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.
- \_\_\_\_\_.; FISCHER, T. B. Follow-up in current SEA understanding. In: MORISSON-SAUNDERS, A. e ARTS, J. (Ed.). **Assessing Impact: handbook of Eia and SEA Follow-Up**. London: Earthscan, 2004.
- RIBEIRO, Celso Munhoz; GIANNETTI, Biagio F.; ALMEIDA, Cecilia M. V. B. **Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da ecologia industrial**. Disponível em: <www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>. Acesso em: maio 2009.
- SEINFELD, J. H. **Atmospheric chemistry and physics of air pollution**. New York: John Wiley, 1986.
- SILVA, Heliana Vilela O. **O Uso de indicadores ambientais para aumentar a efetividade da gestão ambiental municipal**. 2008. Tese (Doutorado em Planejamento Energético)- COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- SILVA, R. J. **Análise energética de plantas de produção de cimento Portland**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia. Mecânica)- UNICAMP, Campinas, 1994.
- SOARES, J. B. **Potencial de conservação de energia e de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para a indústria Brasileira de cimento Portland até 2015**. 1998. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético)- COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.
- STERN, A. C. et. al. **Fundamentals of air pollution**. Orlando, Fla: Academic Press, 1994.
- TEIXEIRA, Isabella Mônica Vieira. **O uso da avaliação ambiental estratégica no planejamento da oferta de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil: uma proposta**. 2008. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- THE WORLD BANK. **Environmental assessment sourcebook**. v. 3. Guidelines for environmental assessment of energy and industry projects. Washington, D. C., 1991.
- \_\_\_\_\_. **Environmental guidelines for new plants**. Washington, D. C., 1995.
- \_\_\_\_\_. **Pollution prevention and abatement handbook, thermal power: guidelines for new plants**. Washington D. C., 1998.
- THERIVEL, R. & PARTIDÁRIO, M. R. **The practice of strategic environmental assessment**. London: Earthscan, 1996.
- \_\_\_\_\_. et al. **Strategic environmental assessment**. London: Earthscan, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente. **Avaliação ambiental estratégica dos empreendimentos do PLANGAS, GNL e COMPERJ na região em torno da baía de Guanabara**. Rio de Janeiro, 2009.

- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Avaliação ambiental estratégica para o setor de petróleo e gás natural no Sul da Bahia:** El Paso, PETROBRAS, Petroserv, Ipiranga, Queiroz Galvão. Rio de Janeiro, 2003.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Avaliação ambiental estratégica do Polo Mínero-Industrial de Corumbá e influências sobre a planície pantaneira:** Plataforma do Diálogo. [S.l.; s.n.], 2008.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Análise de viabilidade da aplicação da AAE para E & P no Brasil:** estado da arte da aplicação da avaliação ambiental estratégica nos países produtores de petróleo. Rio de Janeiro, 2004.
- VALLERO, D. **Fundamentals of air pollution.** 4. ed. New York: Academic Press, 2008.
- WALKER, L. J.; JOHNSTON, J. **Guidelines for the assessment of the indirect and cumulative impacts as well as impact:** EC DG XI - environment, nuclear safety & civil protection. Hyder: The European Commission, 1999.

## Sobre os autores

### Paulina M. Porto Silva Cavalcanti

Doutora em Planejamento Energético, área de concentração Planejamento Ambiental, pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Foi analista ambiental do INEA e atualmente é técnica pericial do Grupo de Apoio Técnico Especial (GATE) do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro.

### Heliana Vilela de Oliveira Silva

Doutora em Planejamento Energético, área de concentração Planejamento Ambiental, pelo COPPE/UFRJ. Foi analista ambiental do INEA e atualmente é pesquisadora no Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA/COPPE/UFRJ).

### Emilio Lèbre La Rovere

Doutor em Técnicas Econômicas, Previsão, Prospectiva pela *École des Hautes Études en Sciences Sociales* (França). Atualmente é professor associado III do Programa de Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ), onde coordena o LIMA e o Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (CENTRO CLIMA).

**Abrace essas Dez!**

# DEFENDA TODAS AS ESPÉCIES AMEAÇADAS



Preguiça-de-coleira



Formigueiro-do-litoral



Lagarto-branco-da-areia



Muriqui



Jacutinga



Cágado-do-paraíba



Boto-cinza



Tatu-canastra



Mico-leão-dourado



Surubim-do-paraíba

Os desmatamentos, as queimadas, a caça e a intensa urbanização, entre outras ações humanas, rompem o equilíbrio da natureza, destruindo preciosos habitats no Estado do Rio de Janeiro. Dez espécies – boa parte vivendo na Mata Atlântica – se encontram mais ameaçadas de extinção. A Secretaria de Estado do Ambiente promove políticas públicas e cria parcerias com governos municipais e a

sociedade para melhor proteger as espécies ameaçadas, com a conservação de seus habitats.

Você pode participar desta luta pela preservação das espécies, denunciando crimes ambientais, participando de ações de proteção e apoiando prefeituras na criação de parques, entre outras iniciativas. Denuncie! Participe!

