

O crime ambiental
compensa?

Monitoramento da
cobertura vegetal e
uso do solo no Estado
do Rio de Janeiro

O oitizeiro e
seu significado
em projetos de
conservação
ambiental





Governo do Estado do Rio de Janeiro

Luiz Fernando de Souza, governador

Secretaria de Estado do Ambiente

Carlos Francisco Portinho, secretário

Instituto Estadual do Ambiente

Isaura Maria Ferreira Frega, presidente

Marco Aurélio Damato Porto, vice-presidente

Diretoria de Informação, Monitoramento e Fiscalização

Ciro Mendonça da Conceição, 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

Guido Gelli, diretor

Diretoria de Recuperação Ambiental

Fernando Antônio de Freitas Mascarenhas, diretor

Diretoria de Administração e Finanças

Renato Tinoco Gonzaga, diretor

revista
ineana

janeiro > junho 2014

v.02

nº 01



Produção editorial

Gerência de Informação e Acervo Técnico
(GEIAT/VICE-PRESIDÊNCIA)

Coordenação editorial

Tânia Machado

Revisão

Sandro Carneiro

Normalização

Josete Medeiros

Fotos

Acervo INEA

Projeto gráfico e diagramação

Ideorama Comunicação

Impressão

WalPrint Gráfica e Editora

Projeto gráfico e impressão financiados com recursos do Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (Fecam)

CAPA

Habitante endêmico da Mata Atlântica, um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade, o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) sofre principalmente com o desmatamento, a caça e a introdução de espécies exóticas invasoras. Atualmente, parte da área de distribuição atual da espécie está inserida na Região Metropolitana, a 100 Km de distância do centro da cidade do Rio de Janeiro.

Foto: Solvin Zankl

© Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

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.

Periodicidade: semestral

Tiragem: 2 mil exemplares

Disponível também em

www.inea.rj.gov.br/estudosepublicacoes/publicacoes

Endereço para correspondência:

Gerência de Informação e Acervo Técnico
Av. Venezuela, 110 - Térreo - Saúde
CEP 20081-312 - Rio de Janeiro - RJ

Nota do editor:

Por questões administrativas, não foi possível a edição da revista em 2013.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do INEA

R454 Revista Ineana/Instituto Estadual do Ambiente.
--- v.2, n.1 (jan./jun. 2014)- ---Rio de Janeiro: INEA, 2014-
ISSN: 2238-2496
1. Meio ambiente – Rio de Janeiro. 2. Meio ambiente – Periódicos. I. Título.
CDU 628(815.3)

inea instituto estadual
do ambiente



4

Editorial

6

O crime ambiental compensa?

Denise M. Rambaldi
Peter H. May

26

Monitoramento da cobertura vegetal e uso do solo no Estado do Rio de Janeiro

Patrícia Rosa Martines Napoleão
Paulo Vinicius R. Fevrier
Silvia Adriana Fins
Wilson Messias dos Santos Jr.
Andrea Franco de Oliveira

48

O oitizeiro (*Licania tomentosa* - Chrysobalanaceae) e seu significado em projetos de conservação ambiental

Adelmar Faria Coimbra-Filho
Alceo Magnanini

editorial



Isaura Maria Ferreira Frega

presidente do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)



projeto do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) de publicar uma revista técnica que estimule o debate e apresente pontos de vista multidisciplinares sobre as questões ambientais em pauta no Estado do Rio de Janeiro finca raízes com o lançamento da INEANA 2.

A nova edição da revista, cujo visual foi renovado por um projeto gráfico de linhas harmônicas e contemporâneas, reflete, de certa maneira, a consolidação e a modernização do órgão, marcadas, sobretudo, pela pactuação de um Contrato de Gestão orientado à geração de resultados e pela dedicação constante das diretorias em melhorar os indicadores socioambientais, diminuir a pressão sobre os ecossistemas e compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico do Estado à preservação ambiental.

No que diz respeito ao conteúdo, a INEANA 2 privilegia temas relacionados às agendas marrom e verde do INEA. Isso significa que os textos, escritos a duas ou mais mãos por especialistas da casa ou de outras instituições, tratam de questões relacionadas ao monitoramento ambiental e a áreas protegidas e conservação.



O artigo de capa, da superintendente de Biodiversidade e Florestas da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e ex-vice-presidente do INEA, Denise Rambaldi, e do pesquisador Peter Herman May, PhD em Economia dos Recursos Naturais, avalia a fiscalização contra a caça e o desmatamento na Área de Proteção Ambiental da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, no Estado do Rio de Janeiro, conhecida por abrigar remanescentes da Mata Atlântica. Em sua análise, os autores submetem os dados coletados em autos de infração e entrevistas com fiscais a fundamentos e modelos da teoria econômica do crime, reunindo os elementos necessários para determinar se o controle instituído é eficiente em dissuadir a prática de crimes ambientais.

O segundo, que tem entre seus autores a servidora do INEA Patricia Rosa Martines Napoleão, chefe do Serviço de Análise Espacial da Gerência de Instrumentos de Gestão do Território (GEGET), investiga as mudanças na dinâmica territorial do Estado do Rio de Janeiro ocorridas entre 2007 e 2010, destacando os impactos ambientais que elas têm produzido e como os dados sobre a cobertura vegetal e o uso do solo podem ser estratégicos para o planejamento regional e a gestão territorial.

No último artigo da INEANA 2, o assunto é o oitizeiro. Árvore de origem desconhecida, com registros de ocorrência dentro e fora do Brasil, o oiti participa de processos e de funções fisiológicas indispensáveis ao equilíbrio ambiental. No entanto, permanece pouco estudado. Para mudar isso, e, conseqüentemente, fazer os especialistas se interessarem mais pela espécie, Ademar Coimbra-Filho e Alceo Magnanini,



Foto: Solvin Zankl

assessores do INEA e cientistas renomados, apresentam os valores ecológicos e a importância ambiental do oitizeiro, bem como o seu potencial de uso em projetos de conservação ambiental e na arborização urbana.

Aos que já conhecem ou só agora estão sendo apresentados à INEANA, uma agradável leitura!



No Estado do Rio de Janeiro, o ameaçado mico-leão-dourado vive em ilhas de florestas na Reserva Biológica de Poço das Antas, no Parque Estadual dos Três Picos e em dezenas de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs)

O crime ambiental compensa?

Aspectos institucionais e econômicos do sistema de fiscalização ambiental na Área de Proteção Ambiental da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado/ICMBio, RJ

› Denise M. Rambaldi
Peter H. May

› Resumo

A bacia hidrográfica do Rio São João, Rio de Janeiro, abriga remanescentes significativos de Mata Atlântica. As principais ameaças à conservação são desmatamento e caça. Unidades de conservação (UCs) são instrumentos reconhecidos na proteção da biodiversidade. O sistema de fiscalização nas UCs deve ser eficiente em dissuadir o crime ambiental. O desempenho desse sistema pode ser avaliado pelo valor dissuasivo que ele proporciona. Esse valor depende da probabilidade de condenação, do valor da multa, da taxa de desconto do infrator e do tempo decorrido entre a detecção e a condenação. Na abordagem econômica do crime, denominada de *Enforcement Economics*, o sistema é considerado eficiente se proporcionar um valor dissuasivo maior do que o lucro obtido com o crime. Este estudo avaliou o sistema de fiscalização de desmatamento e caça na Área de Proteção Ambiental (APA) da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, no Estado do Rio de Janeiro. Resultados demonstram que o sistema é eficiente em dissuadir o desmatamento e, sob alguns cenários, a caça.

Palavras-chave

Sistema de Fiscalização Ambiental. Desmatamento. Caça. Eficiência. Valor Dissuasivo.

1. Introdução

A Mata Atlântica é um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2004) e sua cobertura florestal está restrita a menos de 7% da área original (Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2002). O bioma abriga níveis globalmente importantes de diversidade de espécies e de endemismos. Identificar e controlar os fatores que ameaçam essa biodiversidade é crucial no desenvolvimento de estratégias de conservação desse *hotspot*.

A bacia do Rio São João localiza-se a 100 quilômetros da cidade do Rio de Janeiro (BIDEGAIN & VOLCKER, 2002) e abriga diversas unidades de conservação (UCs), dentre as quais a Reserva Biológica de Poço das Antas, a Reserva Biológica União e a Área de Proteção Ambiental da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, todas sob a gestão do atual Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), à época do estudo –, além de uma pequena porção do Parque Estadual dos Três Picos/INEA e dezenas de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). Nessa região são encontrados os últimos exemplares do endêmico e ameaçado mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*).

Um dos instrumentos globalmente reconhecidos para a proteção da biodiversidade são as áreas protegidas, no Brasil denominadas de unidades de conservação. De forma geral, o Poder Público tem sido bem-sucedido na criação de UCs, embora o mesmo não ocorra com relação à proteção dessas áreas. A existência de instrumentos legais e a presença de autoridades encarregadas pelo seu cumprimento, ou a demarcação dos limites da UC, não são suficientes para uma prevenção efetiva, pois diversos sistemas de fiscalização ambiental não têm sido eficientes como instrumento dissuasivo e preventivo da degradação ambiental (AKELLA et al., 2004).

As principais ameaças à conservação da biodiversidade nessa bacia são a perda e fragmentação de hábitat, as espécies exóticas invasoras e a caça. Estudos conduzidos pela Associação Mico-

Leão-Dourado demonstraram que, de 1990 a 2001, a perda de cobertura florestal na bacia se deu a uma taxa média anual de 1,44% (AMLD; dados não publicados). A caça também é comum na região. Segundo Redford (1992), após a perda de hábitat, a caça para subsistência e comércio é a segunda maior ameaça à fauna silvestre brasileira.

Políticas públicas de desenvolvimento sustentável e de incentivos às boas práticas são essenciais para desestimular o uso ilegal e a degradação dos recursos naturais. Entretanto, nenhuma política isolada garante a efetiva conservação dos recursos se o sistema de fiscalização ambiental não for eficiente em dissuadir a prática do crime ambiental. Quando um sistema de fiscalização é ineficiente, é pouco provável que o desincentivo que ele proporciona sobrepuje o lucro obtido com a conduta ilegal, e, então, as UCs continuam ameaçadas (AKELLA & CANNON, 2004).

Um sistema de fiscalização ambiental compreende a detecção, autuação, persecução administrativa e penal – quando se tratar de crime –, e a condenação do infrator/criminoso, numa sequência de etapas realizadas por diversos órgãos governamentais, de acordo com os preceitos legais e jurisdicionais. Por natureza, um sistema de fiscalização é holístico e deve ser concebido e tratado como tal (SUTINEN, 1987; AKELLA & CANNON, 2004; SCHAEFER & SHIKIDA, 2004). Avaliar a eficiência de um sistema de fiscalização não é simples, especialmente quando se trata de fiscalização ambiental, pois há poucos estudos sobre o tema. Na falta de uma avaliação completa e sistemática, é senso comum supor que, por exemplo, a contratação de mais fiscais ou a aquisição de veículos e equipamentos poderia melhorar o desempenho do sistema. Entretanto, esses podem não ser os investimentos que apresentam melhor relação custo-benefício.

Usando a abordagem de *Enforcement Economics*, Akella e Cannon (2004) conduziram uma avaliação do sistema de fiscalização ambiental no Brasil (Bahia), México, Indonésia e Filipinas, obtendo a mesma conclusão para todas as regiões: o valor dissuasivo proporcionado pelo sistema de

fiscalização foi muito inferior ao faturamento resultante da atividade ilegal. Os autores identificaram cinco fragilidades comuns aos sistemas estudados: (i) pouca integração interinstitucional; (ii) orçamento inadequado; (iii) deficiências técnicas na legislação, nos órgãos fiscalizadores e nos procedimentos; (iv) conhecimento e habilidades técnicas insuficientes, e (v) falta de monitoramento do desempenho e manejo adaptativo do sistema.

O conceito jurídico de crime é o de uma ação típica, antijurídica e culpável (DAMÁSIO JESUS, 1998). Do ponto de vista econômico, o crime pode ser classificado em dois grupos: o lucrativo (furto, roubo, crimes contra a propriedade, contra a administração pública, crime ambiental etc.) e o não lucrativo (estupro, tortura, lesão corporal etc.) (BECKER, 1968; DELMANTO et al, 1998). De acordo com Jones (1977), o modelo econômico do crime deriva da suposição de que a decisão de praticá-lo baseia-se no agregado relativo dos custos e benefícios associados ao delito praticado.

Nesse sentido, os modelos de comportamento criminal assumem que a pessoa age racionalmente com base nos custos e benefícios inerentes às oportunidades legais e ilegais (EIDE, 1999). Portanto, a função das leis criminais é aumentar o custo esperado de forma que esse seja maior do que o lucro (BECKER, 1968; POLINSKY & SHAVELL, 2000). Críticos dessa visão argumentam que muitos criminosos são irracionais, desinformados ou apresentam uma taxa de desconto tão alta que o aumento nas sanções tem baixo impacto dissuasivo (SCHAEFER & SHIKIDA, 2004).

Baseado na teoria econômica do crime, Sutinén (1987) desenvolveu um modelo para determinar o valor dissuasivo proporcionado pelo sistema de fiscalização da pesca oceânica profissional nos Estados Unidos. Segundo esse modelo, o valor dissuasivo de um determinado sistema de fiscalização pode ser determinado pela equação:

Valor dissuasivo =

$$P_d \times P_{ald} \times P_{pla} \times P_{clp} \times \text{Pena} \times e^{-rt}$$

Onde:

P = probabilidade

d = detecção

ald = autuação decorrente de detecção

pla = persecução (administrativa ou penal) decorrente de autuação

clp = condenação decorrente de persecução (administrativa ou penal)

Pena = sanção administrativa ou penal

e = constante matemática; função exponencial de 1

r = taxa de juros

t = tempo decorrido (em dias) entre a detecção do crime até o efetivo cumprimento da sanção

Portanto, o valor dissuasivo é equivalente às probabilidades de consumação de cada etapa do sistema, multiplicado pelo valor da multa e descontado o tempo decorrido entre a detecção e o pagamento da multa. Se o lucro resultante da conduta ilegal é maior do que o valor dissuasivo esperado, o infrator optará pela prática do crime. Da mesma forma, se o valor dissuasivo esperado é alto o suficiente para sobrepor os lucros da atividade ilegal, o infrator optará por não praticar o crime.

Esse modelo apresenta quatro particularidades intrínsecas aos sistemas de fiscalização (SUTINEN, 1987; AKELLA & CANNON, 2004):

- i. Se a probabilidade ou mesmo a percepção da probabilidade de consumação de quaisquer umas das etapas do sistema de fiscalização for igual a zero, o valor dissuasivo será igual a zero. Portanto, tal sistema é nulo e não proporciona desincentivo ao seu descumprimento;
- ii. O valor dissuasivo gerado pelo sistema depende não somente do quão bem trabalham individualmente os órgãos responsáveis por cada uma das etapas, mas, também, do quão eficientes são esses órgãos trabalhando em conjunto e integrados em um sistema;
- iii. Um exame de cada etapa do sistema contribui para identificar exatamente em qual delas e dentro de qual órgão os pontos fracos e fortes são gerados;

iv. O tempo é um elemento importante, pois, descontando cada dia decorrido entre a detecção e o pagamento da multa, reduzir-se-á (i) o valor da multa aplicada; (ii) o valor dissuasivo proporcionado pelo sistema e (iii) o desincentivo à prática do crime ambiental.

Portanto, para determinar o valor dissuasivo proporcionado por um sistema de fiscalização, é necessário calcular as probabilidades de detecção do crime, autuação, persecução e condenação, que podem ser obtidas pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Probabilidade de detecção} = \frac{\text{nº de crimes detectados}}{\text{nº de crimes ocorridos}}$$

$$\text{Probabilidade de autuação} = \frac{\text{nº de crimes autuados}}{\text{nº de crimes detectados}}$$

$$\text{Probabilidade de persecução} = \frac{\text{nº de crimes processados}}{\text{nº de crimes autuados}}$$

$$\text{Probabilidade de condenação} = \frac{\text{nº de crimes condenados}}{\text{nº de crimes processados}}$$

A obtenção de informações quantitativas confiáveis sobre os crimes ocorridos e os que foram detectados é um desafio na aplicação do modelo. De forma geral, quando existem, essas informações estão dispersas e desorganizadas, ou ainda, por razões tais como proteção aos direitos individuais, sigilo judicial e outras, as instituições impedem o acesso aos registros de fiscalização, que são vistos como dados sensíveis e potencialmente prejudiciais às próprias instituições (AKELLA et al., 2004).

Qualitativamente, a probabilidade de detecção é determinada não somente por fatores óbvios, tais como o número de fiscais ou a disponibilidade de equipamentos, mas também por fatores subjacentes, tais como a estrutura de avaliação de desempenho e remuneração dos fiscais, a estabilidade dos órgãos de fiscalização, a percepção pública sobre a eficiência do sistema e sua credibilidade, que também influenciam a disposição do público em denunciar crimes ambientais.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a

eficiência do sistema de fiscalização ambiental na bacia do Rio São João para as infrações de caça e desmatamento, confrontando o valor dissuasivo proporcionado pelo sistema de fiscalização ao custo de oportunidade dos infratores. Embora o modelo utilizado se preste à análise tanto na esfera administrativa quanto na penal, em razão das dificuldades na obtenção de informações sobre os processos penais, as análises realizadas restringiram-se à esfera administrativa do sistema de fiscalização ambiental.

2. Metodologia

Este estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do Rio São João, Estado do Rio de Janeiro, onde estão parcialmente inseridos os municípios de Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Araruama, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Rio das Ostras e Silva Jardim, este último integralmente inserido na bacia. A área de estudo abrangeu a totalidade da APA da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado/ICMBio, que tem aproximadamente 145 mil hectares e à qual se sobrepõem a Reserva Biológica de Poço das Antas, parcialmente, a Reserva Biológica União e dezenas de RPPNs.

Segundo Godoy (2006), o uso do solo na bacia é constituído por 25,6% de florestas, 0,3% de manguezais e restingas, 47% de pastagens, 1,5% de corpos d'água, 2,9% de agricultura, 21,7% de solo exposto e 1% de área urbanizada. A cobertura florestal está subdividida em 541 fragmentos com área média de 127 ha, com predominância de fragmentos menores do que 30 ha, indicando o alto grau de fragmentação da paisagem florestal.

A bacia apresenta grande amplitude altitudinal, indo do Oceano Atlântico até a cota 1.719 m na Pedra do Faraó (BIDEGAIN & VOLCKER, 2002). O relevo diversificado e as formações florestais de restingas, terras baixas, submontana, montana e alto-montana proporcionam habitats diferenciados, alta diversidade, endemismos de flora e fauna e representatividade da biodiversidade regional.

Em razão da rica biodiversidade da região, da grande extensão de terras com restrições de usos e da pressão da caça e do desmatamento, o foco

principal do trabalho foi analisar o desempenho da fiscalização ambiental na aplicação dos instrumentos jurídicos relacionados ao desmatamento e à caça praticados na APA do São João e nas outras UCs, conforme previsto na Lei Federal nº 9.605/98 e no Decreto Federal nº 3.179/99.

O modelo de *Enforcement Economics* orientou a análise e a coleta de informações qualitativas, feita por meio de entrevistas com funcionários do IBAMA que atuam diretamente na fiscalização na região. A coleta de dados quantitativos foi realizada a partir de consultas aos formulários informativos enviados mensalmente pelas unidades de conservação para a Superintendência Regional (SUPES) do IBAMA-RJ, através de consultas ao banco de dados da SUPES e em cada um dos processos administrativos resultantes dos autos emitidos.

Partindo-se dessas informações, foi feita uma triagem para seleção dos autos enquadrados utilizando-se, cumulativamente, os seguintes critérios:

- a) infrações enquadradas como caça e desmatamento;
- b) praticadas dentro da APA do São João e demais UCs a ela sobrepostas, e
- c) registradas no período de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2005.

Em todos os processos consultados foram coletadas, quando disponíveis, informações sobre a forma de detecção (denúncia, patrulha de rotina etc.); número do processo; enquadramento; datas dos seguintes eventos: detecção, autuação, instauração do processo, interposição de recurso, julgamento do recurso, decisão administrativa, pagamento, cancelamento ou conversão da multa; valor da multa no auto de infração e valor efetivamente pago; tamanho da área desmatada; espécie, quantidade, idade e sexo dos animais abatidos e armas e apetrechos de caça apreendidos.

Akella e Cannon (2004) argumentam que o modelo de *Enforcement Economics* adaptado ao contexto brasileiro apresenta o mesmo desempenho com o uso das probabilidades observadas e percebidas pelo público. Os valores observados proporcionam uma visão real da dissuasão, en-

quanto a probabilidade percebida, que pode ser determinada por meio de pesquisas de opinião e de questionários socioeconômicos, fornece um valor esperado pelos infratores potenciais. Com base na lógica da teoria econômica do crime – escolha racional do infrator –, pode-se argumentar que a probabilidade percebida fornece uma melhor indicação do valor dissuasivo, pois os infratores agem de acordo com a sua percepção sobre a eficiência do sistema de fiscalização. Trabalhar com ambas as probabilidades seria a situação ideal e permitiria identificar onde estão as fragilidades do sistema e como a percepção pública sobre tal sistema afeta o comportamento do infrator potencial. No caso da bacia do São João e para o período do estudo, as informações sobre esforço de patrulhamento, denúncias recebidas e autuações não estavam organizadas de forma que fosse possível sua análise. Portanto, a possibilidade de trabalhar com as probabilidades observadas de detecção e de autuação foram descartadas de início.

O modelo foi individualmente aplicado a cada um dos processos e o conjunto destes foi classificado por município, ano de autuação e enquadramento legal. Para cada tipo de infração – caça e desmatamento – e município, foram determinados os valores médios de dissuasão: o tempo médio decorrido desde a autuação até o pagamento efetivo da multa, ou até 30 de junho de 2007, para os processos não concluídos, o valor médio da multa no auto de infração e o valor médio da multa na data do pagamento.

Na modelagem foram considerados três cenários distintos: (i) 100% de probabilidade de ocorrência de todas as etapas do sistema: detecção, autuação, persecução e condenação – arbitrariamente denominado de cenário ideal, o que não significa um sistema ótimo, mas infalível; (ii) cenário observado com 100% de probabilidades de detecção e autuação, e probabilidades de persecução e condenação de caça e desmatamento observadas distintamente; e, (iii) cenário percebido com probabilidades percebidas de detecção e autuação e probabilidades de persecução e condenação para desmatamento e caça observadas distintamente.



A taxa de juros adotada corresponde à taxa máxima estabelecida pela Constituição Federal, de 12% ao ano, que atualmente aproxima-se muito da taxa real.

O conceito de custo de oportunidade tem relação direta com o princípio econômico da escassez dos recursos que são insuficientes para satisfazer todas as nossas necessidades (MAY et al., 2003). Ao se tomar a decisão de utilizar um recurso para satisfazer determinada necessidade, perde-se a oportunidade de utilizá-lo para satisfazer outra necessidade. O custo de oportunidade é, portanto, o valor atribuído à melhor alternativa renunciada de utilização do recurso. Na bacia do Rio São João, o uso econômico predominante das terras consiste na pecuária de corte em regime semiextensivo. O rendimento líquido por hectare/ano foi considerado como o custo de oportunidade dos infratores autuados por desmatamento. Com base nos indicadores pecuários da Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária (CNA) (2007), estimou-se que a pecuária na região apresenta um rendimento líquido médio de R\$ 150/ha/ano.

O custo de oportunidade dos caçadores foi estabelecido com base nas espécies cinegéticas regionalmente comuns: tatu (*Dasyops spp.*), capivara (*Hydrochoerus hidrochaeris*), paca (*Agouti paca*) e porco-do-mato (*Tayassu pecari*). Segundo Nogueira Filho e Cunha Nogueira (2000), o rendimento líquido médio de criadouros comerciais de capivara é de R\$ 338,30/animal/ano e de R\$ 191,10/animal/ano para porco-do-mato. Embora não tenham sido encontrados registros de preço da carne de tatu, informações coletadas informalmente na região apontam um preço médio de R\$ 50 por animal abatido. Dessa forma, adotou-se o preço médio de mercado das espécies valoradas anteriormente como sendo o custo de oportunidade do caçador. Portanto, R\$ 193,13/animal abatido.

3. Resultados e discussão

No período de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2005, foram lavrados 51 autos de infração de desmatamento e caça pela fiscalização do IBAMA local. O Batalhão de Polícia Florestal do

Estado do Rio de Janeiro, que à época mantinha convênio com o IBAMA, lavrou outros 24 autos. Portanto, a análise foi aplicada a 75 autos de infração.

Dos 75 autos lavrados, 100% resultaram em processos administrativos, dentre os quais 32 (42,67%) foram concluídos, sendo o autor condenado e o pagamento da multa realizado dentro do período de cinco anos abrangidos pelo estudo. Outros 18 (24%) processos foram concluídos com a condenação do autor; contudo, não houve pagamento da multa. Desses, cinco encontram-se em cobrança judicial e 13 foram inscritos na Dívida Ativa da União. Portanto, dos 75 processos, 50 (66,67%) foram concluídos em menos de cinco anos, 24 (32%) continuam tramitando no IBAMA e um foi arquivado e teve a multa cancelada, embora as informações do banco de dados tenham sido suficientes para a inclusão do mesmo nas análises.

Dos 75 processos analisados, 21 (28%) correspondem a autuações por caça e 54 (72%), por desmatamento. Os desmatamentos foram autuados em terras privadas, à exceção de um deles, praticado dentro da REBIO de Poço das Antas, consistente na extração de palmito (*Euterpe edulis*).

O valor médio absoluto e por hectare das multas por desmatamento variou entre os municípios estudados, sendo as maiores multas aplicadas no município de Casimiro de Abreu e as menores, em Rio das Ostras (Figura 1).

O valor médio absoluto da multa de caça variou entre os municípios, assim como houve variação entre o valor no auto de infração e o valor efetivamente pago (Figura 2).

O tempo médio decorrido desde a autuação até o pagamento da multa variou entre os municípios, de acordo com a natureza da infração, de oito a mais de 1.200 dias, com uma média regional de 507 dias para desmatamento e de 837 dias para a caça (Figura 3).

Considerando-se o desempenho descrito anteriormente em termos de autuação, persecução e condenação, foi possível determinar as probabilidades observadas de persecução e condenação para o desmatamento (Tabela 1) e a caça (Tabela 2), em cada um dos municípios e para a região

Valor médio multa - Desmatamento

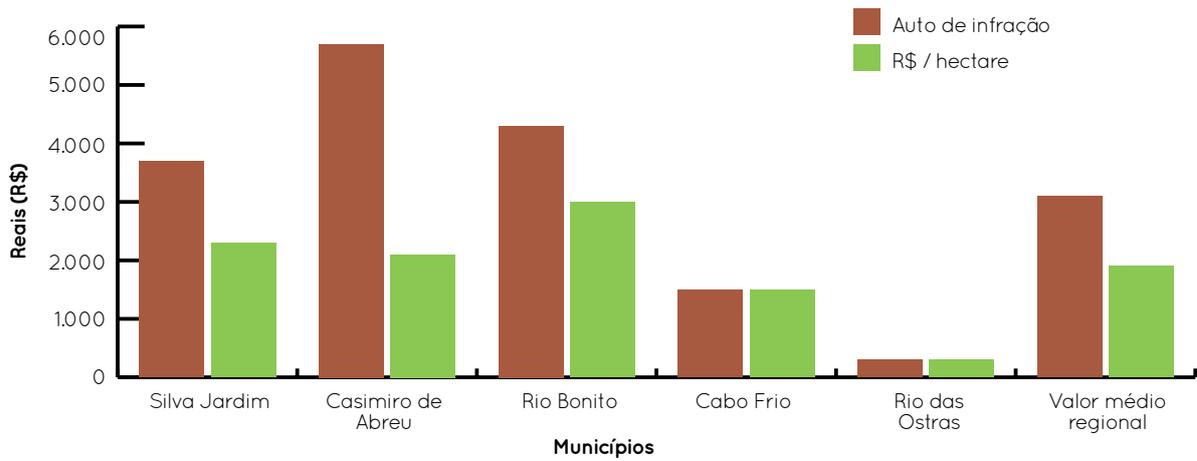


Figura 1 - Valor médio absoluto da multa no auto de infração e valor por hectare desmatado

Valor médio multa - Caça

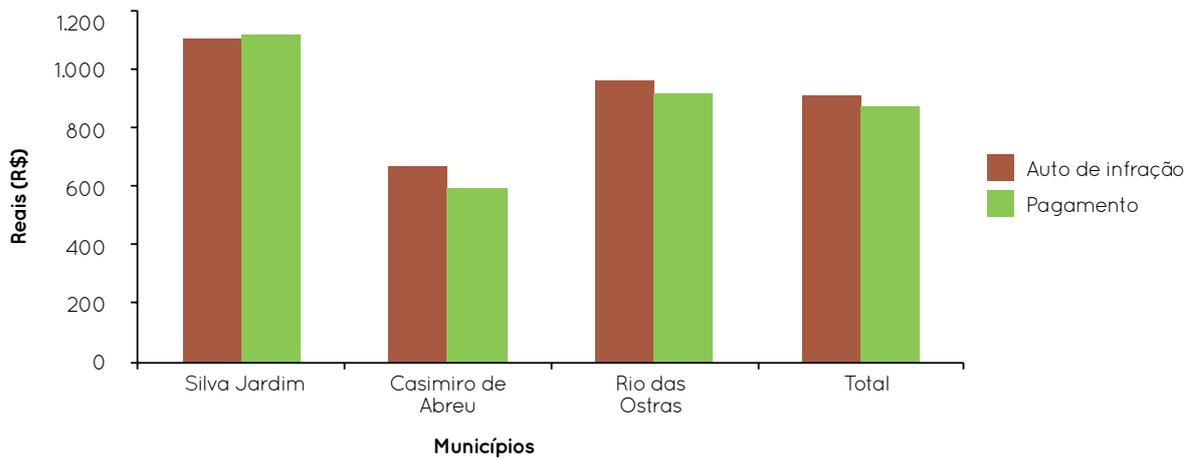


Figura 2 - Valor médio absoluto da multa de caça e valor médio na data do pagamento

Tempo médio decorrido

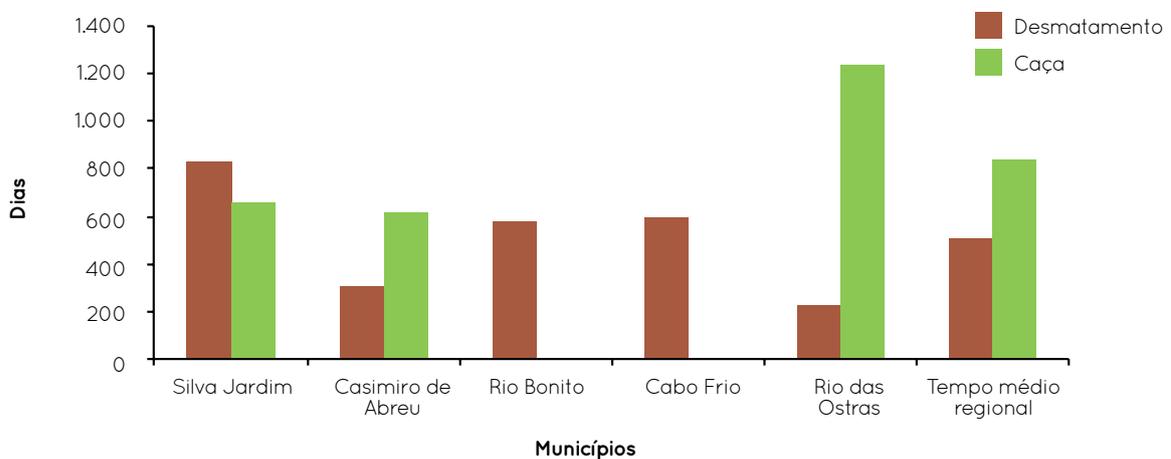


Figura 3 - Tempo médio decorrido desde a autuação até o pagamento da multa

como um todo, de acordo com os três cenários distintos considerados.

Na modelagem desses cenários foram obtidos os resultados a seguir sintetizados:

a) Cenário ideal - 100% de probabilidades de consumação de todas as etapas do sistema, resultando num valor médio dissuasivo regional de R\$ 1.515 para desmatamento e R\$ 662 para caça (Figura 4).

b) Cenário observado - 100% de probabilidades de detecção e autuação, e probabilidades de perseguição e condenação de caça e desmatamento

observadas distintamente, e por município. Nesse cenário, o valor médio dissuasivo regional foi de R\$ 666 para desmatamento e R\$ 363 para caça (Figura 5).

Os valores dissuasivos observados para desmatamento foram comparados ao custo de oportunidade do infrator. À exceção de Cabo Frio, nos demais municípios o sistema proporciona um valor dissuasivo maior do que o custo de oportunidade (Figura 6). Ou seja, ao ser autuado, o infrator perde um valor maior do que aquele que ganharia se tivesse optado pela atividade econômica legal

Tabela 1 - Probabilidades utilizadas na modelagem de cada cenário para as infrações de desmatamento

Município	Cenário ideal				Cenário observado				Cenário percebido			
	Probabilidades (%)				Probabilidades (%)				Probabilidades (%)			
	D	A	P	C	D	A	P	C	D	A	P	C
Silva Jardim	100	100	100	100	100	100	100	24	70	90	100	24
Casimiro de Abreu	100	100	100	100	100	100	92,86	84,62	70	90	92,86	84,62
Rio Bonito	100	100	100	100	100	100	100	50	70	90	100	50
Cabo Frio	100	100	100	100	100	100	100	0	70	90	100	0
Rio das Ostras	100	100	100	100	100	100	100	100	70	90	100	100
Média regional	100	100	100	100	100	100	97,83	46,67	70	90	97,83	46,67

D = Detecção; A = Autuação; P = Perseguição; C = Condenação.

Tabela 2 - Probabilidades utilizadas na modelagem de cada cenário para as infrações de caça

Município	Cenário ideal				Cenário observado				Cenário percebido			
	Probabilidades (%)				Probabilidades (%)				Probabilidades (%)			
	D	A	P	C	D	A	P	C	D	A	P	C
Silva Jardim	100	100	100	100	100	100	100	35,71	50	80	100	35,71
Casimiro de Abreu	100	100	100	100	100	100	100	33,33	50	80	100	33,33
Rio Bonito	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-
Cabo Frio	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-
Rio das Ostras	100	100	100	100	100	100	100	100	50	80	100	100
Média regional	100	100	100	100	100	100	100	51,85	50	80	100	51,85

D = Detecção; A = Autuação; P = Perseguição; C = Condenação.

Valor dissuasivo - Cenário ideal

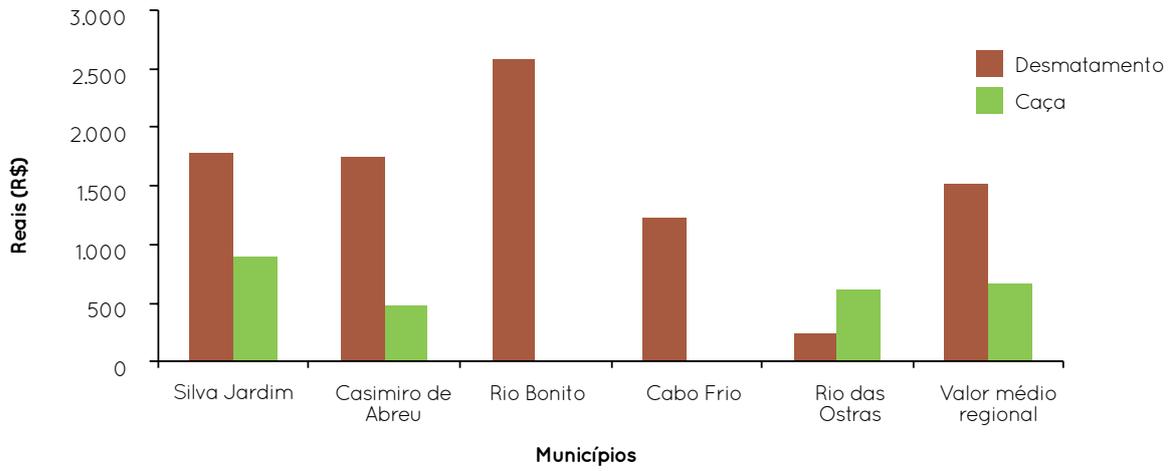


Figura 4 - Valor dissuasivo no cenário ideal

Valor dissuasivo - Cenário observado

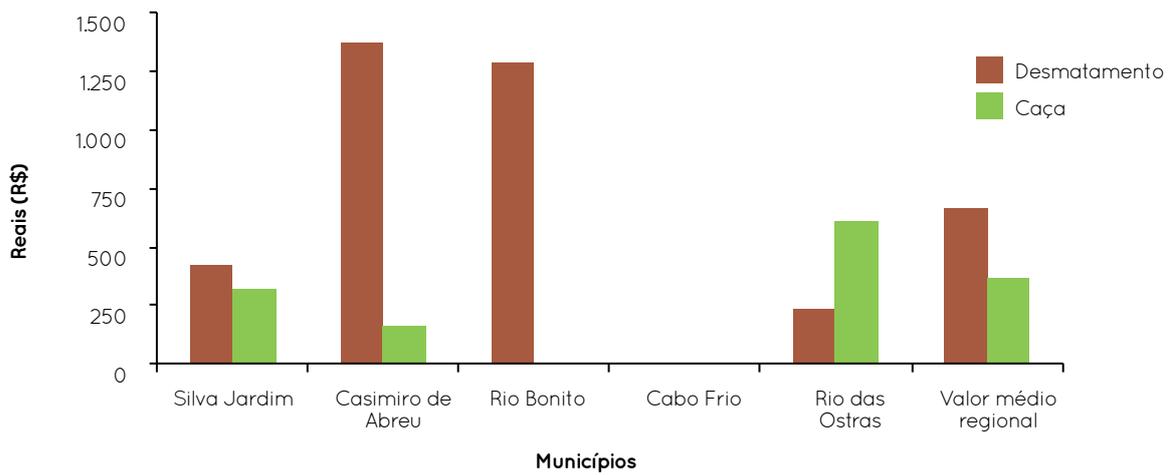


Figura 5 - Valor dissuasivo no cenário observado

Valor dissuasivo observado versus Custo de oportunidade - Desmatamento

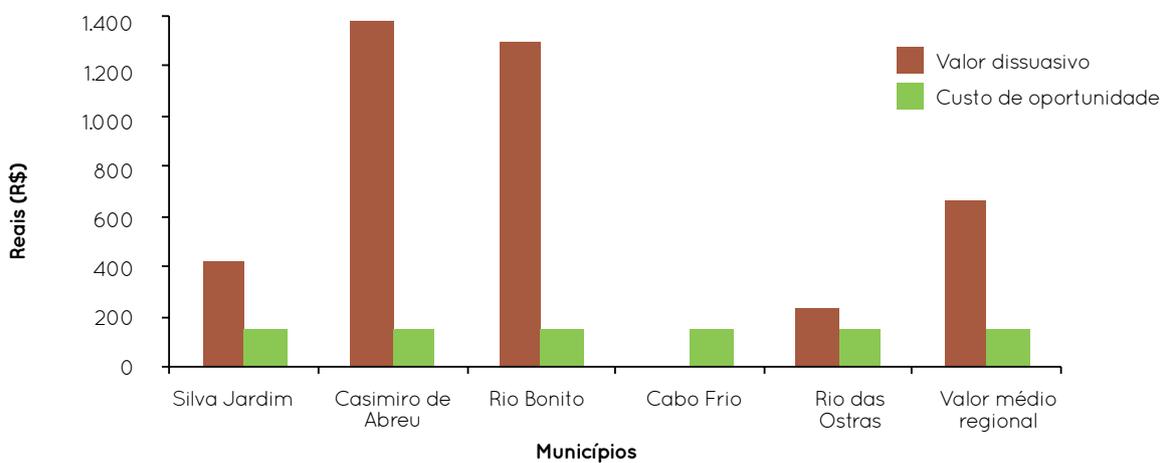


Figura 6 - Valores dissuasivos observados para os crimes de desmatamento comparados ao custo de oportunidade do infrator

predominante na região, a pecuária de corte. Em Cabo Frio constatou-se que o sistema não proporciona dissuasão alguma à prática do desmatamento, uma vez que a probabilidade de condenação foi igual a zero, o que torna todo o sistema ineficiente.

Os valores dissuasivos da caça foram comparados ao custo de oportunidade do caçador. Observa-se que, à exceção de Casimiro de Abreu, em todos os demais municípios o sistema proporciona um valor dissuasivo maior do que o custo de oportunidade (Figura 7). Ou seja, ao ser autuado pelo sistema, o caçador perde um valor maior do que aquele que gastaria se tivesse optado pelo consumo de carne de animais provenientes de cria-

douros legalizados. Não houve autuação de crime de caça em Cabo Frio e em Rio Bonito dentro dos limites da APA no período deste estudo.

c) Cenário percebido - probabilidades percebidas de detecção e autuação combinadas às probabilidades de persecução e condenação para desmatamento e caça, observadas distintamente. As probabilidades percebidas foram obtidas com base em entrevistas semiestruturadas com funcionários do IBAMA, pesquisadores da AMLD e de outras instituições e moradores das zonas rurais e urbanas de Silva Jardim e Casimiro de Abreu. Nesse cenário, o valor dissuasivo médio regional corresponde a R\$ 420 para desmatamento e R\$ 145 para caça (Figura 8).

Valor dissuasivo observado versus Custo de oportunidade - Caça

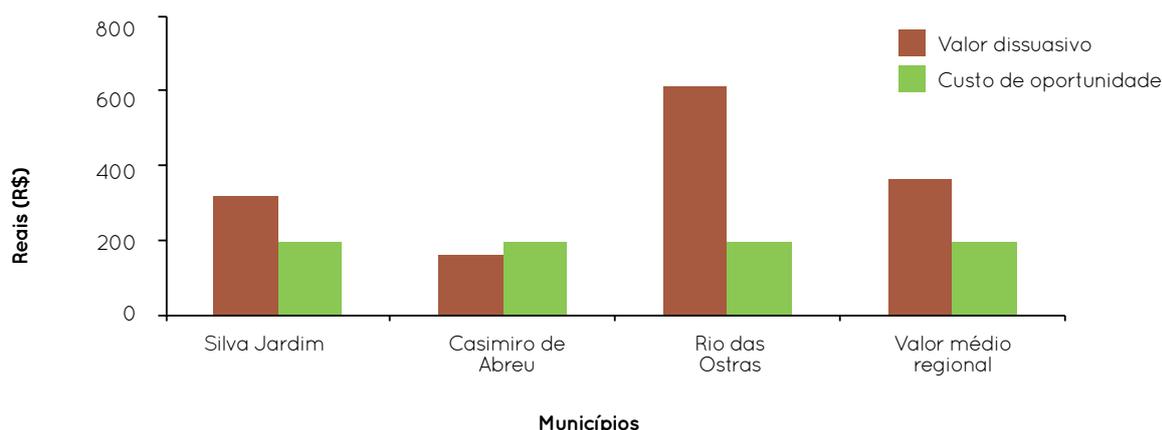


Figura 7 - Valores dissuasivos observados para os crimes de caça comparados ao custo de oportunidade do caçador

Valor dissuasivo percebido

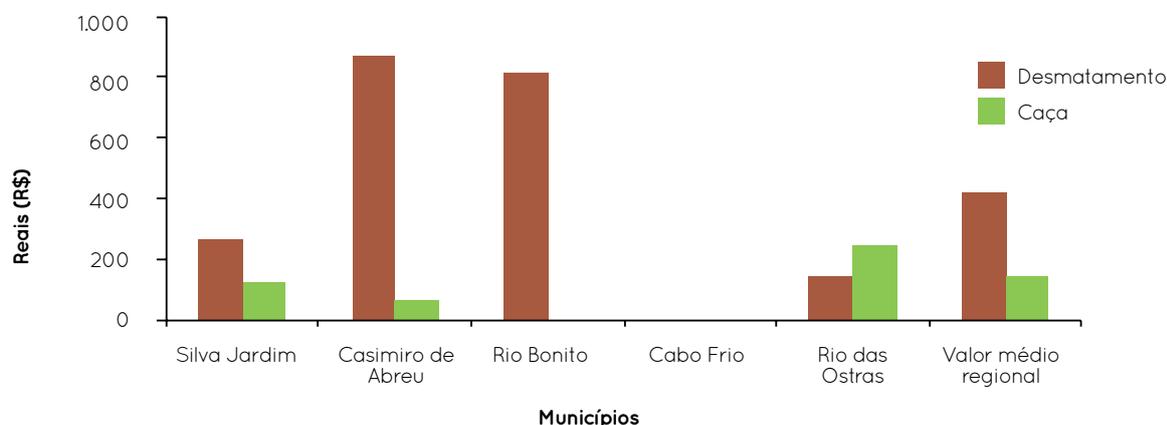


Figura 8 - Valor dissuasivo no cenário percebido

Comparando-se os valores dissuasivos percebidos para o desmatamento aos custos de oportunidade, observa-se que, apesar de o valor dissuasivo ser expressivamente menor nesse do que nos outros cenários, a tendência observada nos outros cenários é mantida, ou seja, o valor dissuasivo manteve-se maior do que o custo de oportunidade em cada um dos municípios e para a região como um todo, à exceção de Cabo Frio, onde a probabilidade de condenação observada é igual a zero (Figura 9).

Com relação à caça, o cenário percebido difere dos demais. À exceção de Rio das Ostras, nos

outros municípios o valor dissuasivo foi menor que o custo de oportunidade, assim como na região como um todo (Figura 10). Ou seja, a percepção pública na região é de que o sistema de fiscalização é ineficiente em dissuadir a prática da caça.

Com base nos dados coletados foi possível determinar a localização aproximada das ocorrências (Figura 11). Embora três infrações de desmatamento tenham sido autuadas fora dos limites da APA, isso somente foi observado após as análises, motivo pelo qual elas foram mantidas na amostra analisada.

Valor dissuasivo percebido versus Custo de oportunidade - Desmatamento

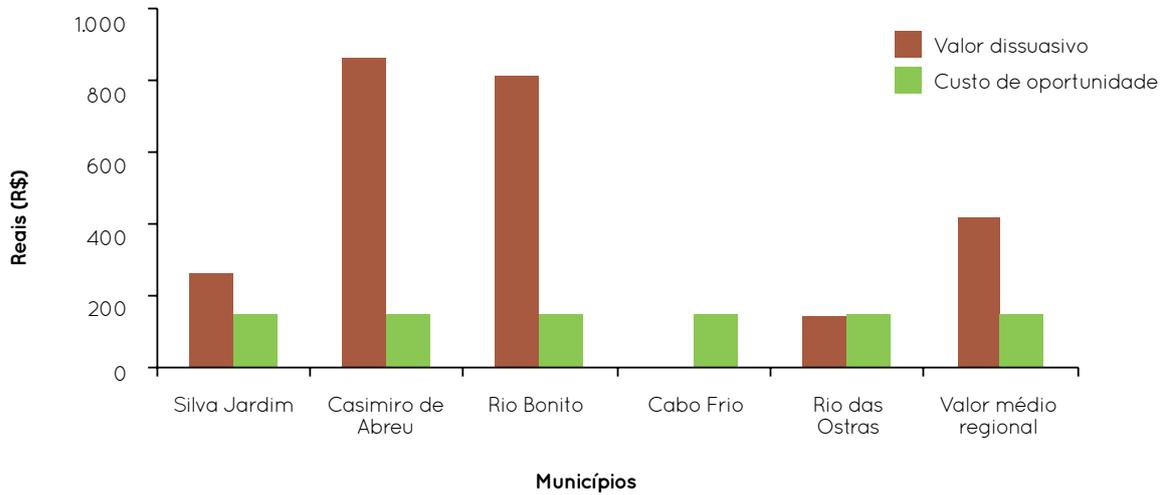


Figura 9 - Valores dissuasivos percebidos para desmatamento comparados ao custo de oportunidade do infrator

Valor dissuasivo percebido versus Custo de oportunidade - Caça

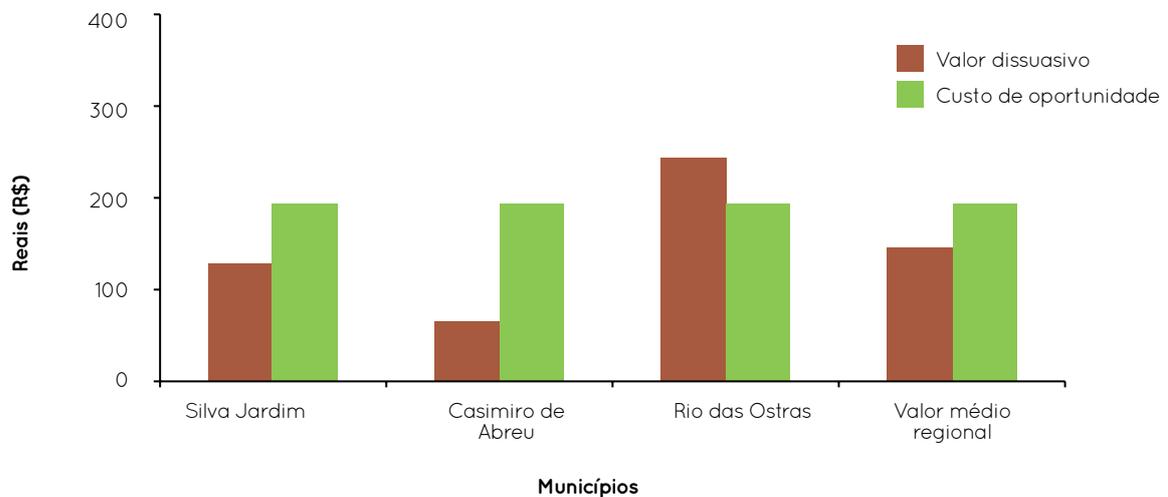


Figura 10 - Valores dissuasivos percebidos para caça comparados ao custo de oportunidade do infrator

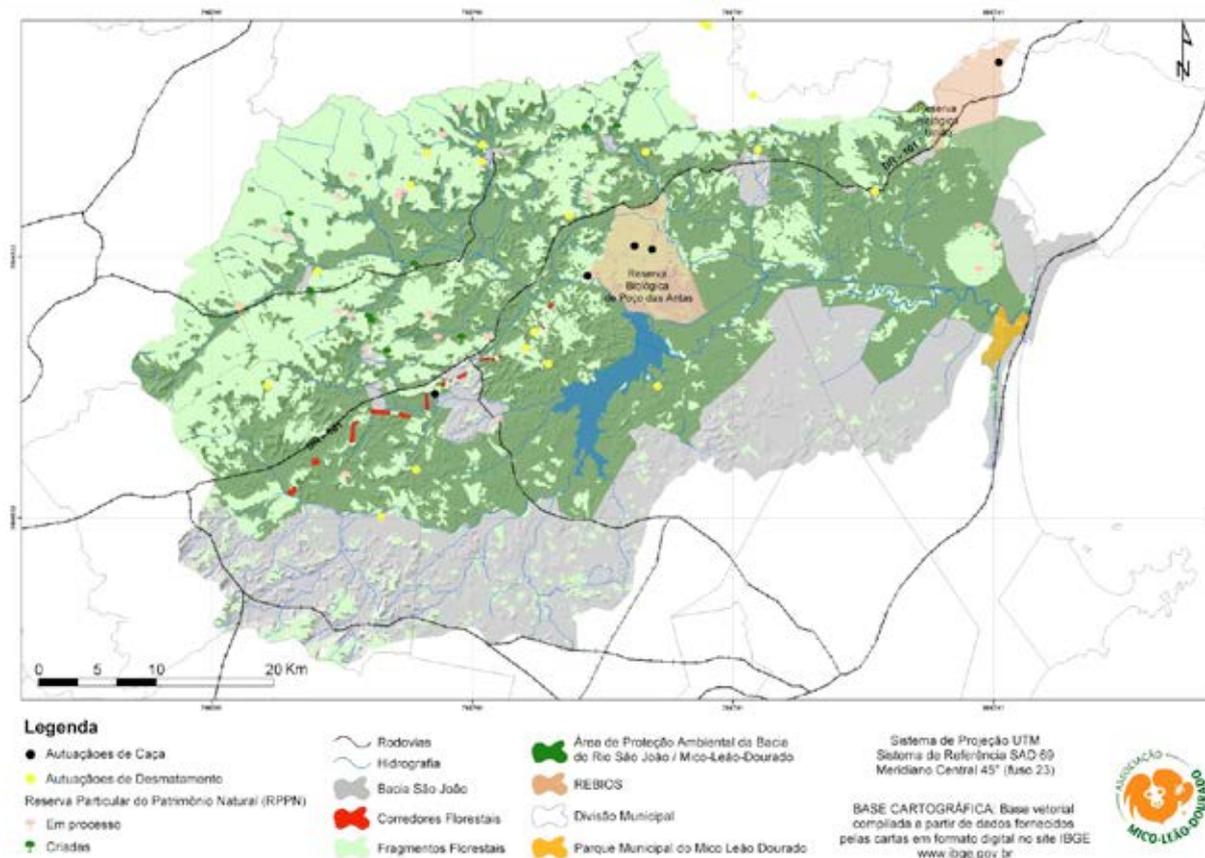


Figura 11 - Unidades de conservação federais e localização aproximada dos ilícitos de caça e desmatamento abrangidos no estudo

No período do estudo, os principais meios de detecção de caça e desmatamento consistiam no patrulhamento de rotina e atendimento às denúncias. Registros precários desses eventos impossibilitaram o cálculo das probabilidades observadas de detecção e de autuação. Dessa forma, nos cenários ideal e observado, as probabilidades de detecção e autuação consideradas foram de 100%. Certamente esse valor foi superestimado por diversas razões, e a primeira delas é a constatação generalizada de que não existe sistema de fiscalização 100% eficiente na detecção de quaisquer tipos de crimes. Outra razão é que, de 2003 a 2005, pelo menos 60 diferentes indícios da prática de caça foram detectados pela equipe de pesquisadores da AMLD somente na Fazenda do Rio Vermelho, em Rio Bonito (RAMBALDI et al. 2007). Essas informações foram prontamente entregues ao IBAMA, porém, nenhum auto de caça foi lavrado no período abrangido pelo estudo em Rio Bonito. Por es-

sas razões, os valores dissuasivos obtidos no cenário ideal não foram considerados na comparação com os custos de oportunidade dos infratores.

No cenário observado, os valores dissuasivos médios regionais para os crimes de caça e desmatamento foram maiores do que os custos de oportunidade dos infratores, indicando que o sistema de fiscalização é eficiente. No exame dos processos de caça foram constatadas algumas particularidades da prática. Em Silva Jardim, 92,3% das autuações de caça foram dentro da REBIO Poço das Antas, das quais 18% em flagrante delito. Em Rio das Ostras, 100% dos autos ocorreram dentro da REBIO União, dos quais 16,67% em flagrante delito. Alguns fatores – dentre os quais praticar a caça em UC de Proteção Integral durante a noite, feriados e fins de semana e em época de procriação dos animais – são considerados agravantes, com consequente aumento nos valores das multas e

das penas, elevando assim o valor dissuasivo. Da totalidade das autuações registradas em Casimiro de Abreu, 16,67% ocorreram na REBIO União, sem características de flagrante delito. As demais autuações ocorreram fora de UC de Proteção Integral e estiveram relacionadas à manutenção ilegal de passeriformes em cativeiro e à posse de carnes silvestres de origem legal não comprovada. Por isso, os crimes de caça autuados em Casimiro de Abreu apresentaram um valor médio de multa (R\$ 666,67) menor do que em Silva Jardim (R\$ 1.107,69) e Rio das Ostras (R\$ 965,63), e uma probabilidade de condenação de 33,33%, contra 35,71% em Silva Jardim e 100% em Rio das Ostras. Por essas razões, o valor dissuasivo à prática da caça em Casimiro é menor do que nos demais municípios e menor do que o custo de oportunidade do caçador, tanto no cenário observado como no cenário percebido pelos caçadores, sugerindo que vale a pena caçar em Casimiro de Abreu.

O valor dissuasivo médio regional para os crimes de desmatamento é maior do que o custo de oportunidade do infrator em todos os cenários considerados (Figura 12). No entanto, esses crimes continuam sendo praticados, representando 63% dos crimes analisados neste estudo.

Se o sistema de fiscalização é eficiente, por que os desmatamentos continuam acontecendo na região?

A primeira explicação pode estar relacionada às probabilidades de detecção e autuação consideradas na modelagem dos cenários, provavelmente superestimadas. Daí a importância de estudos adicionais para o desenvolvimento de indicadores confiáveis que possibilitem a determinação das probabilidades reais de detecção e autuação. Outra razão intrínseca ao próprio modelo pode estar relacionada ao alto valor médio por hectare desmatado da multa aplicada, o que faz aumentar o valor dissuasivo do sistema, sem, contudo, implicar necessariamente em sua maior eficiência. A maior multa aplicada refere-se a um desmatamento ilegal para abertura de estrada em propriedade particular em Casimiro de Abreu, com valor de R\$ 50.000, o que contribuiu para aumentar consideravelmente o valor médio da multa no município e na região. Curiosamente, trata-se da autuação de um servidor do IBAMA cujo processo foi instaurado em 2002 e tramitou até 2006, quando a multa foi cancelada e o processo, arquivado. Nesse caso, o sistema não teve sua eficiência aumentada em função da alta multa aplicada. Muito pelo contrário, esse fato pode contribuir para aumentar a falta de

Valor dissuasivo comparado versus Custo de oportunidade

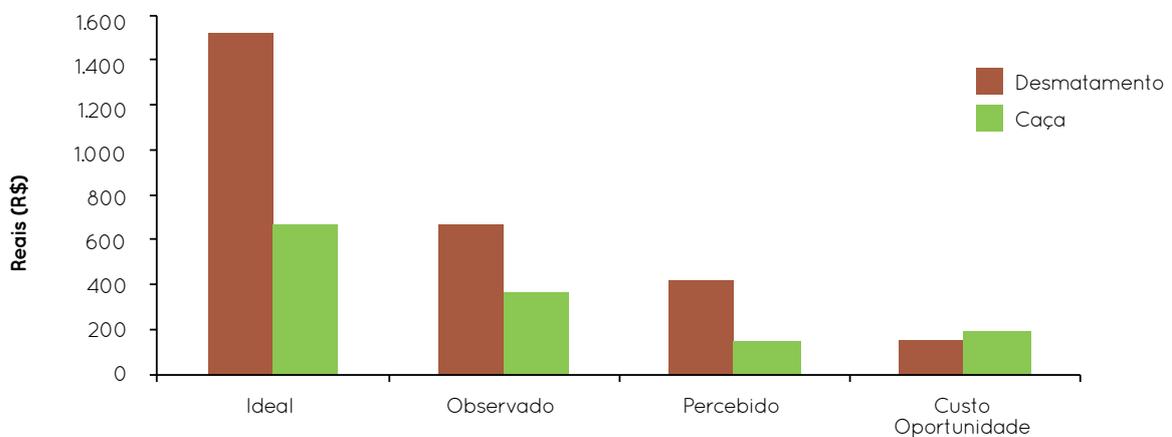


Figura 12 - Valores dissuasivos médios para cada cenário analisado comparados ao custo de oportunidade dos infratores autuados por desmatamento e caça

credibilidade no sistema e alterar as probabilidades percebidas de condenação.

Analisando o desempenho da fiscalização a partir de 2001 (Figura 13), observa-se uma tendência de crescimento das autuações de caça e um aumento expressivo nas autuações de desmatamentos em 2004. Uma das razões desse aumento está na adoção de práticas inovadoras, como as operações em mosaico, reunindo os recursos de fiscalização das três UCs em operações conjuntas e sistemáticas. Somente em 2004 foram autuados mais desmatamentos do que a soma de todo o restante do período estudado.

Essas operações conjuntas e sistemáticas, ao lado do aumento do número de policiais, corrobora uma das mais frequentes explicações para a queda da criminalidade, que é a utilização de estratégias inovadoras e de inteligência, o aumento no valor das multas e a rigorosidade das penas aplicadas (LEVITT & DUBNER, 2005), o que teoricamente aumentaria a probabilidade de autuação. É o caso da estratégia do programa Tolerância Zero da cidade de Nova York. No entanto, será que essa mesma teoria se aplicaria aos crimes ambientais? Será que um programa de Tolerância Zero Ambiental contribuiria, e a que custo, para aumentar

o valor dissuasivo proporcionado pelo sistema de fiscalização ambiental?

Embora não trate especificamente de disciplina ambiental, uma reflexão análoga é pertinente e inquietante. Segundo Lóic Vacquant (2003):

A adoção de políticas de Tolerância Zero no Brasil representaria uma catástrofe social de proporções históricas, porque a escala e a profundidade da pobreza urbana no Brasil são muito maiores, crimes violentos são prevalentes e enraizados na história e na economia do país, e porque a polícia brasileira, longe de ser um remédio contra a violência, é uma grande fonte desta. Além disso, é fato reconhecido que o sistema penal brasileiro não é capaz de assegurar a mínima proteção aos direitos constitucionais, e seu sistema penitenciário é uma fonte de brutalidades. Sob tais condições, responder às desordens causadas pelo crescimento relativo e absoluto da pobreza associado à incorporação da emergente ordem neoliberal global com o aparato penal equivale a instituir uma caótica ditadura sobre os pobres.

Autuações realizadas na APA da bacia do São João

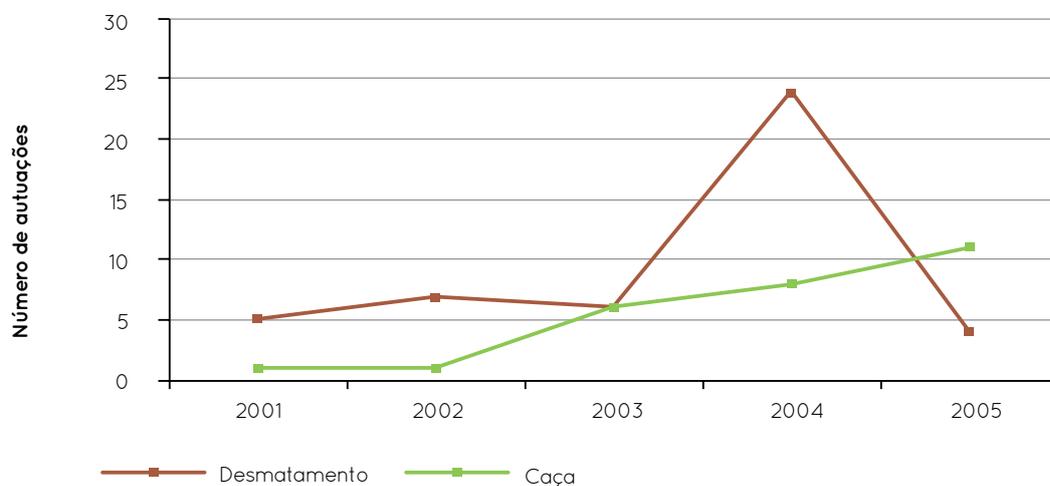


Figura 13 - Autuações de caça e desmatamento na APA da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado

Provavelmente uma das mais complexas razões pelas quais o desmatamento continua acontecendo nessa região é o baixo custo de oportunidade do infrator potencial, e o desconhecimento do próprio infrator a respeito disso, restando a ele a falsa percepção de que o custo esperado relacionado à prática do desmatamento é menor do que o seu custo de oportunidade.

Daí a necessidade de formulação e implementação de políticas públicas que proporcionem um aumento no custo de oportunidade regional. A adoção de melhores práticas na pecuária, na agricultura, no turismo especializado e em outras potencialidades regionais, principalmente por meio de mecanismos inovadores de valoração e pagamento por serviços ambientais, provavelmente apresentará uma resposta mais adequada e sustentável. Isso remete ao postulado por Becker (1968) há décadas: uma das formas de se combater o comportamento ilegal é uma melhor distribuição de recursos e de renda. Uma concepção puramente dissuasiva baseada no modelo de comando – controle demanda investimentos públicos para aumentar as probabilidades de consumação das etapas do sistema de fiscalização ambiental, o que pode representar um alto custo social sem, contudo, assegurar proteção eficiente ao meio ambiente.

Segundo os resultados de recente diagnóstico das UCs federais (ONAGA & DRUMOND, 2007) e informações dos chefes das UCs abrangidas no estudo, essas áreas apresentam uma alta efetividade de gestão. De fato, em Poço das Antas, na Reserva União e na APA São João, o número de analistas e técnicos ambientais é maior do que a média nacional, sendo que alguns deles são antigos agentes de defesa florestal egressos do extinto Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e trabalham há décadas na região, onde acumularam experiência e conhecimento sobre o *modus operandi* dos infratores e criminosos, o que supostamente aumentaria a probabilidade de detecção, conferindo maior eficiência ao sistema.

Aliada a esses fatores, a parceria da Associação Mico-Leão-Dourado com o IBAMA/ICMBio, des-

de 1984, representa uma importante contribuição na gestão dessas UCs. As equipes de pesquisadores que transitam diariamente nas florestas, estradas e trilhas da região de ocorrência do mico-leão-dourado contribuem para a detecção de crimes ambientais, e todos os indícios observados são georreferenciados e comunicados às chefias das reservas.

Os analistas ambientais empregam maiores esforços na detecção e autuação de desmatamento em comparação à caça. A maioria das operações contra a caça é executada pelos antigos agentes de defesa florestal. Em razão das particularidades das “artes da caça”, a sua detecção é muito mais complexa do que o desmatamento e requer conhecimento da região, das preferências dos caçadores e dos hábitos das espécies, como época e locais de alimentação e reprodução. Além disso, a autuação em flagrante delito de caça demanda experiência e habilidades do agente, um bom preparo físico e equilíbrio para enfrentar situações de risco como trocas de tiros com caçadores, o que não raro acontece em tentativas de fuga ou de desfazimento de provas do crime. A tipificação do flagrante delito da caça requer três elementos básicos: o caçador, o animal selvagem abatido e a arma utilizada no abate. É comum o caçador flagrado em tal situação tentar evadir-se do local e desfazer-se da arma ou do animal abatido para amenizar as sanções.

Em que pesem todas essas ponderações e a falta de informações sobre esforço de fiscalização, pode-se supor que o aumento contínuo na autuação dos crimes de caça resulte da menor demanda sobre os agentes de defesa para detecção e autuações de desmatamentos, possibilitando um maior esforço de fiscalização contra a caça e, portanto, maior probabilidade de autuação.

4. Conclusões

As principais conclusões deste estudo sobre os aspectos econômicos e institucionais do sistema de fiscalização ambiental na bacia hidrográfica do Rio São João, conforme o modelo de *Enforcement Economics* aplicado à esfera administrativa, são:

- i. O valor dissuasivo à prática do crime de des-

- matamento proporcionado pelo sistema de fiscalização ambiental na esfera administrativa, na APA da bacia do Rio São João é maior do que o custo de oportunidade dos infratores. Portanto, o sistema pode ser considerado eficiente nos cenários observado e percebido;
- ii. O sistema de fiscalização ambiental regional relacionado aos crimes de caça na APA da bacia do Rio São João é eficiente sob o cenário observado e ineficiente no cenário percebido; essa ineficiência pode estar relacionada com:
 - a) O baixo valor dissuasivo percebido proporcionado pelo sistema de fiscalização em Casimiro de Abreu e Silva Jardim;
 - b) O baixo valor das multas aplicadas no município de Casimiro de Abreu;
 - c) As baixas probabilidades de condenação observadas em Casimiro de Abreu e Silva Jardim; e,
 - d) A superestimação do custo de oportunidade do caçador na região.
 - iii. Apesar da eficiência do sistema de fiscalização relacionado aos crimes de desmatamento para todos os cenários considerados neste estudo, algumas ponderações são oportunas:
 - a) No município de Cabo Frio e dentro dos limites da APA, a probabilidade observada de condenação por desmatamento é igual a zero, o que torna todo o sistema de fiscalização nulo, pelo menos na parcela do município contida nos limites da APA, que praticamente coincidem com os limites do Parque Municipal do Mico-Leão-Dourado;
 - b) As maiores multas aplicadas às infrações de desmatamento foram no município de Casimiro de Abreu. No entanto, o processo referente à mais alta multa ali aplicada foi arquivado e a multa, cancelada;
 - c) A probabilidade observada de condenação em Silva Jardim foi a mais baixa de todas neste estudo, tanto para desmatamento quanto para caça;
 - d) As multas aplicadas e efetivamente pagas em Silva Jardim apresentaram valores mé-

dios menores do que em Casimiro de Abreu e Rio Bonito.

- iv. É necessário reavaliar os custos de oportunidade dos infratores potenciais na região;
- v. Um aumento no custo de oportunidade ambiental na região pode contribuir para tornar menos atrativa economicamente a prática dos crimes de desmatamento e caça.

Feitas essas ponderações, conclui-se que o sistema de fiscalização ambiental, na esfera administrativa, na APA da bacia do Rio São João, segundo a abordagem de *Enforcement Economics*, é eficiente em quase todos os cenários estudados – à exceção do cenário percebido para os crimes de caça.

Entretanto, a disciplina administrativa parece não ser suficiente para dissuadir as práticas de caça e de desmatamento na região. Por isso, recomenda-se que a abordagem de *Enforcement Economics* seja aplicada à tutela penal, abrangendo o mesmo período e território, a fim de se ter uma visão mais abrangente e realista do desempenho do sistema de fiscalização ambiental.

O desenvolvimento e a adoção de indicadores de desempenho para o monitoramento sistemático do sistema podem contribuir substancialmente para o manejo adaptativo por meio de avaliações periódicas.

A realização periódica de pesquisas de opinião a fim de se conhecer mais profundamente a percepção pública sobre a eficiência do sistema de fiscalização ambiental, também pode ser útil para a melhoria do sistema. A realização de estudos sobre os aspectos econômicos e culturais relacionados à caça contribuirá para o conhecimento do perfil do caçador, para uma melhor determinação do custo de oportunidade e, ainda, para um melhor entendimento das razões que levam à prática desse crime na região.

A divulgação local e regional de quaisquer atuações de crimes ambientais feitas pelas equipes de fiscalização é imprescindível e pode contribuir para melhorar a percepção pública com relação à eficiência do sistema e dissuadir a prática de crimes ambientais na região. ◆

Referências bibliográficas

- AKELLA, A. S. et al. **Enforcement economics and the fight against forest crime: lessons learned from the Atlantic Forest of Brazil.** Washington, D. C.: Center for Conservation and Government, 2004.
- AKELLA, A. S.; CANNON, J. B. **Strengthening the weakest links: strategies for improving the enforcement of environmental laws globally.** Washington, D.C.: Center for Conservation and Government, 2004. 33p.
- BECKER, G. S. Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 76, n. 1, p. 69-217, 1968.
- BIDEGAIN, P. P. da S.; VOLCKER, C. M. **Bacias hidrográficas dos rios São João e das Ostras: águas, terras e conservação ambiental.** Araruama: Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos: Rio São João e Zona Costeira, 2002. 170 p.
- INFORMAÇÃO sobre custos da produção. **Indicadores Pecuaríais (CNA)**, v. 6, n. 48, 2007. Disponível em: <<http://www.cna.org.br>>. Acesso em: 8 Ago. 2007.
- DAMÁSIO JESUS, E. de. **Direito Penal: parte geral.** 21. ed. rev.e atual. São Paulo: Saraiva. 1998. 507p. (Direito penal, 1)
- DELMANTO, C.; DELMANTO, R.; DELMANTO JÚNIOR, R. **Código penal comentado.** 4. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 1998. 917p.
- EIDE, E. **Economics of criminal behavior.** Disponível em: <<http://encyclo.findlaw.com/8100ook.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2006.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados da Mata Atlântica: período 1995-2000.** São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2002.
- GODOY, F. **Challenges and opportunities for conservation of the Atlantic Forest: case study in São João River watershed.** 2006. 23 f. Dissertação (Master on Sustainable Development and Conservation Biology)-University of Maryland, College Park, 2006.
- JONES, R. **A oferta nas economias de mercado.** Rio de Janeiro: Zahar, 1977. 191 p.
- LEVITT, S. D.; DUBNER, S. J. **Freakonomics: o lado oculto e inesperado de tudo que nos afeta.** 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 254 p.
- MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da. **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 318p.
- MITTERMEIER, R. A et al. **Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions.** México: CEMEX, 2004. 391 p.
- NOGUEIRA FILHO, S. L. G.; CUNHA, S. S. da. Criação comercial de animais silvestres: produção e comercialização da carne e de subprodutos na região sudeste do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 188-195. 2000.
- ONAGA, C. A.; DRUMOND, M. A. (Org.). **Efetividade de gestão das unidades de conservação federais no Brasil.** Brasília: IBAMA, 2007. 96 p.
- POLINSKY, A. M.; SHAVELL, S. Public enforcement of law. In: BOUCKAERT, B., DE GEEST, Gerritt (Ed). **Encyclopedia of law and economics.** Cheltenham: Edward Elgar. 2000. v. 5, p. 307-344.
- RAMBALDI, D. M.; BECK, B. B.; MARTINS, A. F. Golden lion tamarin reintroduction: annual report. **Tamarin Tales**, Washington, D.C., v. 8, p. 5-6. 2005.
- REDFORD, K. H.. 1992. The Empty forest. **BioScience**, v. 42, n. 6, p. 412-422, 1992.
- SCHAEFFER, G. J., SHIKIDA, P. F. A. Economia do crime: elementos teóricos e evidências empíricas. **Revista Análise Econômica**, v. 19, n. 36, p. 195-217, 2001.
- SUTINEN, J. G. Enforcement of the MFCMA: an economist's perspective. **Marine Fisheries Review**, v. 49, n. 3, p. 36-43, 1987.

Sobre os autores

Denise Marçal Rambaldi

Mestre em Ciência Ambiental pela Universidade Federal Fluminense, superintendente de Biodiversidade e Florestas da Secretaria de Estado do Ambiente; conselheira da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), integrante do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e membro do Grupo de Especialistas em Primatas da Species Survival Commission, International Union for Conservation of Nature (IUCN/SSC). Foi vice-presidente do Instituto Estadual do Ambiente (2011 a 2014), chefe do Parque Estadual de Ibitipoca (MG) e diretora-executiva da Associação Mico-Leão-Dourado de 1989 a 2010. Publicou dezenas de artigos e capítulos de livros sobre proteção, conservação e restauração florestal.

Peter Herman May

PhD em Economia dos Recursos Naturais, mestre em Planejamento Urbano e Regional e graduado em Ecologia Humana pela Cornell University. Professor associado IV do Curso de Pós-Graduação em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPDA/DDAS/ICHS/UFRRJ), coordenador de pesquisa em Biodiversidade, Recursos Naturais e Culturais e pesquisador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas para Estratégias de Desenvolvimento (INCT-PPED). Foi presidente da International Society for Ecological Economics e diretor da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, além de diretor adjunto da organização da sociedade civil de interesse público Amigos da Terra-Amazônia Brasileira. Tem experiência em valoração da biodiversidade e pagamento por serviços ecossistêmicos, redução de emissões de desmatamento e degradação florestal (REDD+), mecanismo do desenvolvimento limpo (MDL) e mercado voluntário de carbono florestal, comércio, agropecuária e meio ambiente, indicadores de sustentabilidade, certificação socioambiental, agroecologia e manejo florestal sustentável, financiamento de unidades de conservação, produtos florestais não madeireiros, gestão de bacias hidrográficas e sistemas agroflorestais.



*Mudanças no solo e na
vegetação de Silva Jardim:
cobertura florestal em grande
parte do Estado do Rio de
Janeiro está encolhendo.
mostra acompanhamento
feito com o auxílio de satélites*

Monitoramento da cobertura vegetal e uso do solo no Estado do Rio de Janeiro

Evolução espaço-temporal (escala 1:100.000)

- ▶ Patrícia Rosa
Martines Napoleão
- ▶ Paulo Vinicius R.
Fevrier
- ▶ Silvia Adriana Fins
- ▶ Wilson Messias dos
Santos Jr.
- ▶ Andrea Franco de
Oliveira

▶ Resumo

O monitoramento da cobertura vegetal e do uso do solo representa um instrumento estratégico para o planejamento regional e a gestão territorial. Além de indicar a regeneração ou perda de florestas, assinala as ameaças a recursos naturais causadas pela expansão antrópica (rural, urbana e industrial), de acordo com a distribuição de áreas ocupadas na superfície estudada, possibilitando a obtenção de mais informações sobre a dinâmica da paisagem, facilitando a fiscalização e conferindo maior eficiência às atividades de licenciamento ambiental, conservação e recuperação da biodiversidade. A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para o monitoramento da cobertura vegetal e do uso da terra é importante nos estudos de dinâmica da paisagem, pois, a partir desses resultados e do modelo matemático adotado, é possível extrair informações sobre a estrutura do dossel, estado fenológico, condições de estresse e carência de nutrientes, entre outros dados. O referido estudo, na escala 1:100.000, gerou como produtos os mapeamentos dos anos 2007 (mapa base) e 2010, assim como a detecção de mudanças espaciais, indicando que, em todas as regiões, as pastagens tiveram maior perda de área, em função do crescimento de áreas urbanas de baixa densidade e solo exposto. No caso da cobertura florestal, sua área apresentou uma redução na maior parte das Regiões Hidrográficas (RHs), sobretudo na RH III (Médio Paraíba do Sul).

Palavras-chave

Monitoramento. Sensoriamento Remoto. Alterações Espaciais. Florestas. Mata Atlântica.

1. Introdução

O bioma Mata Atlântica é considerado um dos mais importantes ecossistemas do planeta em termos de biodiversidade e área, tendo ocupado, originalmente, cerca de 1.100.000 km², de norte a sul do Brasil, e revestido 15% do território. Ao longo de toda a costa brasileira, a sua dimensão atual varia de estreitas faixas a grandes extensões, atingindo em média 200 km de largura. Segundo Veloso et al. (1991), a Mata Atlântica é constituída de formações diferenciadas, que incluem floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, floresta estacional semidecidual, áreas de formações pioneiras (restingas e manguezais), vegetação xeromórfica e refúgios ecológicos, acompanhando as características climáticas das vastas regiões onde ocorre e tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do Oceano Atlântico.

O modelo de exploração colonial (extração de madeiras de lei, plantios de cana-de-açúcar e café, expansão da pecuária, assentamento populacional, entre outras características), somado a fatores recentes de degradação – como a política desenvolvimentista da década de 1970, a poluição ambiental, o crescimento desordenado das cidades (principalmente Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte), a política de reforma agrária praticada na década de 1980, a falta de uma política florestal nacional e a prática de queimadas para a criação de novas áreas de pastagem (Fundação SOS Mata Atlântica, *in* VALLEJO, 2005) – provocou a diminuição desse ecossistema, reduzindo a Mata Atlântica a cerca de 7% de sua cobertura florestal original. As áreas remanescentes não estão distribuídas uniformemente por todos os ecossistemas do bioma e a maior parte encontra-se em áreas protegidas legalmente ou sob pressão da atividade rural ou da expansão urbana.

No Rio de Janeiro, a Mata Atlântica ocupava 98,6% da área total do Estado (ISA, 2001). Atualmente, os maiores fragmentos florestais estão concentrados nas cadeias montanhosas da Serra do Mar, a mais de 500 m de altitude. Analisando os fragmentos maiores em conjunto com os menores, estima-se que tenham restado cerca de 8.000 km² de florestas

(TANIZAKI-FONSECA & MOULTON, 2000). Dados da Fundação SOS Mata Atlântica (2002) apontaram que a área ocupada pelo que restou da Mata Atlântica corresponderia a 16,7% do Estado do Rio de Janeiro, sendo que 29,8% desses fragmentos estariam em unidades de conservação (UCs).

Atualmente, as principais ameaças à proteção da biodiversidade referem-se ao uso do solo (SALA, 2000). Consequentemente, dados sobre o uso do solo e a cobertura vegetal constituem informações básicas para o planejamento e gestão do território. As mudanças na paisagem vêm ocorrendo de forma rápida e intensa, indicando grande dinamismo no processo de variações espaço-temporais, especialmente em países em desenvolvimento, que apresentaram, nas últimas décadas, significativas mudanças no uso da terra, acarretando diminuição crescente da cobertura vegetal.

Sistematicamente, a mudança na dinâmica territorial do Estado do Rio de Janeiro tem produzido impactos ambientais significativos, como a supressão e degradação da vegetação nativa; a erosão do solo; a diminuição da vazão dos rios e o conseqüente processo de assoreamento; o aumento das queimadas; impactos na biodiversidade, com perda de habitats; alterações na fauna e na flora, e redução da diversidade genética.

Entre 2010 e 2012, cerca de R\$ 125 bilhões foram investidos no Estado do Rio de Janeiro. De 2012 a 2014, estão previstos, aproximadamente, mais R\$ 210 bilhões em investimentos (FIRJAN, 2014), num indicativo de que a organização territorial do Estado deverá passar por mudanças, incorporando novas áreas ao já estabelecido processo de desenvolvimento regional e acirrando a sobreposição dos usos nas áreas consolidadas. Com isso, a questão ambiental torna-se importante no processo de planejamento e execução das atividades, ao passo que o conhecimento sobre a distribuição da tipologia vegetal coloca-se como fundamental para a conservação da biodiversidade.

A geração de mapas de cobertura florestal e uso do solo e seu monitoramento dependem da adoção de produtos de sensoriamento remoto, aéreos ou orbitais, de alta, média ou baixa resolução,

dependendo da escala adotada para o mapeamento; do uso de técnicas classificatórias; de levantamentos de campo; da definição da temporalidade de aquisição e detecção das alterações, e de conversões das classes de mapeamento durante o período monitorado.

Essa atividade de monitoramento teve início em 2008, no âmbito do *Projeto de proteção à Mata Atlântica* (PPMA/RJ), cujo financiamento, assegurado por um acordo de cooperação entre Brasil e Alemanha, baseou-se num contrato de prestação de serviços entre o extinto Instituto Estadual de Florestas (IEF), o banco alemão KfW Frankfurt am Main e a empresa Gitec Consult GmbH, o qual previa a contratação da consultora Novaterra Geoprocessamento e Consultoria em Meio Ambiente para a elaboração da metodologia de classificação de imagens para o monitoramento.

O monitoramento da cobertura vegetal e do uso do solo na escala 1:100.000, a cargo da Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (GEOPEA/DIMFIS/INEA), integra o *Programa de monitoramento multiescalar da cobertura vegetal e uso da terra do Estado do Rio de Janeiro* (PrMC-VUT/RJ), que prevê, também, o monitoramento na escala 1:25.000, a ser iniciado em 2014.

O PrMCVUT/RJ 1:100.000 visa atender e subsidiar – por meio da classificação e do monitoramento espaço-temporal da cobertura vegetal e do uso da terra –, demandas do sistema público do Estado do Rio de Janeiro. São atividades relacionadas a monitoramento, restauração, reflorestamento e conservação, licenciamento, averbação, outras questões legislativas e uso de recursos hídricos.

Os resultados obtidos nesse projeto foram analisados espacialmente, com o objetivo de fornecer informações sobre a dinâmica das florestas e da ação antrópica em valores de área e percentuais relativos às regiões hidrográficas, podendo estes ser reduzidos para bacias hidrográficas, municípios e unidades de conservação e áreas no seu entorno.

2. Metodologia

O presente trabalho buscou fazer uma avaliação comparativa entre os mosaicos das imagens

tiradas por satélites Landsat em 2007 e 2010, a partir dos resultados encontrados para o uso do solo e da cobertura vegetal nos referidos anos. A metodologia adotada para a elaboração dos mapeamentos e das análises baseou-se na interpretação de imagens de sensores remotos, em técnicas de processamento digital e no armazenamento dos resultados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis 9.3.

O mosaico utilizado continha imagens fornecidas via satélite Landsat 5, de média resolução, obtidas entre junho e agosto de 2007, extraídas do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e com qualidade radiométrica adequada para a escala de mapeamento adotada (1:100.000).

A ferramenta *change detection* foi utilizada para realizar a comparação espaço-temporal e detectar as mudanças ocorridas no uso do solo e da cobertura vegetal no Estado do Rio de Janeiro.

2.1 Emprego das imagens do Landsat 5

A série Landsat (Land Remote Sensing Satellite 1 a 7) começou em 1972, com o lançamento do satélite ERTS-1. Tendo como principal objetivo o mapeamento multiespectral em alta resolução da superfície da Terra, tornou-se o sistema orbital mais utilizado no mapeamento da dinâmica espaço-temporal do uso de terras e em todas as aplicações decorrentes. As imagens do satélite Landsat 5 empregadas neste estudo têm resolução espacial de 30 metros e seis bandas espectrais. A temporalidade entre as imagens é de dois meses (junho a agosto de 2007) e sua qualidade está relacionada às condições atmosféricas. Para fins de classificação da vegetação, foram utilizadas as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

As cenas foram georreferenciadas individualmente, tendo por referência a base cartográfica digital na escala 1:50.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O balanceamento das bandas e o agrupamento das cenas em mosaicos permitiram a formação de uma cobertura contínua do Estado do Rio de Janeiro. Para ser mais bem visualizado, o mosaico Landsat foi recortado em articulação compatível com a escala 1:100.000.

2.2 Metodologia de classificação das imagens de satélite

Algumas classes foram coletadas por amostras (floresta ombrófila densa, reflorestamento, vegetação úmida, pastagem, água e sombra), classificadas de modo supervisionado no software PCI Geomatics 10, submetidas à técnica de máxima verossimilhança (MAXVER) e filtradas em 3 x 3 para eliminar fragmentos de *pixels* na sua classificação. Outras classes precisaram ser processadas no software Erdas 2010, depois de processadas no SIG ArcGis 9.3, para serem tratadas como variáveis das primeiras classes geradas, utilizando a árvore de classificação.

2.3 Metodologia de detecção de mudanças espaciais

Entende-se por detecção de mudança espacial o processamento computadorizado que identifica alterações no estado de um objeto ou nas feições da superfície terrestre, em diferentes datas, considerando tanto as variações espectrais quanto as de forma e estrutura dos elementos da paisagem.

O passo inicial para avaliação das mudanças ocorridas na paisagem está diretamente ligado ao reconhecimento dos padrões mutáveis de uso da terra e cobertura vegetal, partindo da comparação das bases multitemporais de dados geográficos. Um estudo multitemporal de imagens de satélite baseia-se na correlação entre a variação espectral da imagem e da cobertura do solo. Entretanto, esse método de análise requer que as alterações causadas por outros fatores que não a variação da cobertura do solo (variação fenológica, inexistência de registro, condições de iluminação e atmosfera, além dos ruídos gerados pelo processo de imageamento) possam ser entendidas e possivelmente controladas.

Carvalho Jr. e Silva (2007) entendem que a detecção de mudanças no uso e cobertura do solo pode ser considerada como a função do sensoriamento remoto que agrega dimensão temporal à análise das informações contidas nas imagens, de modo que possibilitem, considerando pares de *pixels* homólogos, a identificação, a localização e a qualificação (tipologia) das transformações ocorridas no espaço. Um dos méto-

dos mais simples é a comparação de imagens pós-classificação. Nesse procedimento, as imagens temporais são previamente classificadas individualmente, de forma manual ou por métodos computacionais, e depois são comparadas, sendo possível inclusive a utilização do método de tabulação cruzada. São muito utilizados, também, os métodos de detecção de mudança que efetuam operações matemáticas de subtração e divisão entre bandas de dois tempos distintos, especialmente empregados para a identificação de desmatamento e mudanças no uso do solo. Dentre os métodos de maior robustez que têm sido propostos, destacam-se: análise de componentes principais, textura local, *wavelet* e rede neural.

3. Resultados

3.1 Considerações gerais sobre o uso do solo e cobertura florestal no Estado do Rio de Janeiro

Considerando o processo de ocupação do território fluminense, definido muitas vezes pela topografia, verifica-se que a permanência das florestas se deu predominantemente nas áreas de difícil acesso, como serras e morros com pelo menos 50% de área ocupada por florestas. As áreas que sofreram a maior perda de floresta correspondem às porções de colinas e planícies, que foram as mais densamente ocupadas, com exceção da RH I (Baía da Ilha Grande), que possui um percentual alto de área com cobertura vegetal nas planícies. Na RH IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), mesmo nas porções com relevo mais acidentado, o percentual de florestas é baixo e há alta fragmentação, podendo-se observar manchas dispersas de floresta ombrófila densa.

O Estado do Rio de Janeiro possui 7.629,74 km² de seu território protegido por unidades de conservação (federais e estaduais¹), descontando as áreas sobrepostas, o que corresponde a 17,46% da área total². As UCs federais e estaduais abrigam aproximadamente 40% da cobertura florestal no Estado. A RH I possui 72% da área em unidade de conservação, que protege florestas que se estendem por 76% do seu território. A RH VI (Lagos-São João) tem 48% de seu terri-

tório em UC, dos quais 77% são recobertos por florestas. A RH VII (Rio Dois Rios) tem apenas 2% de sua área em unidade de conservação – uma parcela do Parque Estadual do Desengano e do Parque Estadual dos Três Picos, com 24,77% da sua área total cobertas por floresta. A RH IX apresenta um cenário muito desfavorável para o que resta de florestas em seus territórios (11,3%). Vale ressaltar que a escassez de florestas também é acentuada nas terras das bacias dos rios Pomba e Muriaé abrangidas pelo Estado de Minas Gerais, agravando os problemas de erosão e inundação a jusante, no trecho fluminense dessas bacias e do baixo Rio Paraíba do Sul, todos na RH IX.

Verifica-se que as unidades de conservação protegem grande parte das áreas mais extensas e contínuas de florestas naturais do Estado. Já as florestas fora de UC, são, em maioria, mais fragmentadas e, portanto, mais vulneráveis a processos de degradação, especialmente em áreas de morros e colinas.

O Estado do Rio de Janeiro não se destaca pela produção agrícola, restrita a algumas regiões hidrográficas, em especial as RHs III (Médio Paraíba do Sul), IV (Piabanha) e VIII (Macaé e das Ostras). Neste mapeamento, considerando a escala de produção do dado (1:100.000), a resolução espacial e radiométrica das imagens Landsat e as épocas em que estas foram adquiridas, não foram consideradas as produções agrícolas perenes, como a de cana-de-açúcar – embora esse cultivo ocupe importante área na RH IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), em especial no município de Campos dos Goytacazes. As áreas de culturas permanentes (71,43 km) correspondem aos plantios de café, presentes especialmente em São José do Vale do Rio Preto (RH IV), Duas Barras e Bom Jardim (RH VII), e também às plantações de cítricos e coco, nas RHs VI (Rio Bonito e Araruama) e IX (São Francisco de Itabapoana).

As Figuras 1 e 2 apresentam os mapeamentos do uso e da cobertura do solo do Estado do Rio de Janeiro para os anos de 2007 e 2010.

Tabela 1 - Uso da terra e cobertura vegetal do Estado do Rio de Janeiro (2007)

Relação Área / Classe		
Classe	Área (km ²)	(%)
Pastagem	25.962,64	59,43
Área urbana	1.765,49	4,04
Floresta ombrófila densa	12.349,76	28,27
Água	874,68	2,00
Área urbana de baixa densidade	272,88	0,62
Sombra	220,61	0,51
Afloramento rochoso	215,86	0,49
Restinga	1.358,02	3,11
Vegetação úmida	185,69	0,43
Mangue	130,64	0,30
Reflorestamento	128,50	0,29
Solo exposto	119,09	0,27
Cultura permanente	71,43	0,16
Campos de altitude	20,12	0,05
Apicum	9,88	0,02
Total da área do Estado do Rio de Janeiro	43.685,29	100,00

Fonte: GEOPEA/INEA

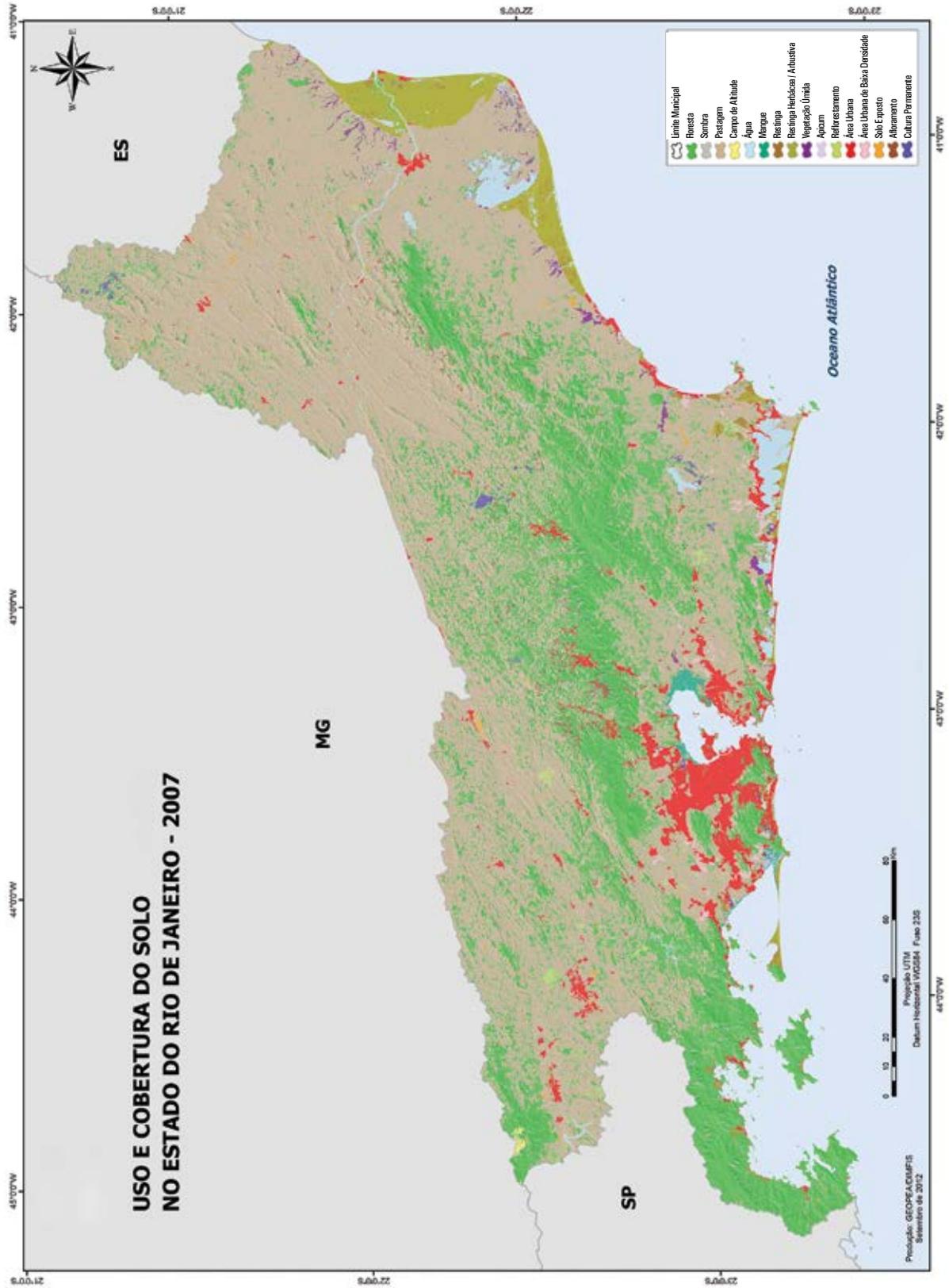


Figura 1 - Mapa do uso e da cobertura do solo do Estado do Rio de Janeiro (2007)

Fonte: GEOPEA/INEA

Tabela 2 - Uso da terra e cobertura vegetal do Estado do Rio de Janeiro (2010)

Relação Área / Classe		
Classe	Área (km ²)	(%)
Pastagem	25.624,41	58,57
Floresta ombrófila densa	12.340,96	28,21
Área urbana	1.781,02	4,07
Água	903,81	2,07
Área urbana de baixa densidade	462,29	1,06
Solo exposto	232,23	0,53
Sombra	215,85	0,49
Afloramento rochoso	216,16	0,49
Restinga	1.358,58	3,11
Reflorestamento	194,08	0,44
Vegetação úmida	189,11	0,43
Mangue	130,35	0,30
Cultura permanente	71,61	0,16
Campos de altitude	20,23	0,05
Apicum	9,87	0,02
Total da área do Estado do Rio de Janeiro	43.750,55	100

Fonte: GEOPEA/INEA

3.2 Análise espacial do uso do solo e da cobertura florestal por Região Hidrográfica - Ano 2010

O Estado do Rio de Janeiro está subdividido em nove regiões hidrográficas, que correspondem às unidades estaduais de análise, planejamento e gestão ambiental.

O mapeamento do uso do solo e da cobertura florestal indicou que os usos predominantes no Estado do Rio de Janeiro são pastagens e áreas urbanas associadas a áreas florestais. As Figuras 2 a 6 apresentam o resultado do mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal para o ano de 2010, bem como as principais classes encontradas em cada região hidrográfica.

As regiões I, II, IV e VIII possuem significativas áreas com cobertura florestal, sendo a RH I (Baía da Ilha Grande) a que possui a maior área contínua com florestas. A RH II (Guandu), na porção

sudoeste, limítrofe à RH I, apresenta área com formações florestais espessas. À medida que se aproxima da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, essa classe torna-se mais fragmentada, dando lugar às pastagens e áreas urbanas. A RH IV (Piabanha), por apresentar relevo mais acidentado, com serras e escarpas, possui uma matriz florestal de significativa importância, muitas vezes preservada por unidades de conservação. À medida que se aproxima do Vale do Rio Paraíba, as florestas diminuem e destacam-se as pastagens. A RH VIII (Macaé e das Ostras) possui importante remanescente florestal na região de Casimiro de Abreu e Silva Jardim, municípios que se prolongam até a RH V (Baía de Guanabara), na porção oeste da região. Em direção ao litoral, nessa RH, predominam as pastagens e áreas urbanas crescentes.

As pastagens ocupam mais de 58% do território fluminense, distribuindo-se predominantemente nas RHs III (Médio Paraíba do Sul) e IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), na porção nordeste da RH VII (Rio dois Rios) e em quase metade da área da RH VIII. A RH IV apresenta elevado grau de fragmentação das matrizes floresta e pasto, com áreas urbanizadas concentradas na porção sul (Teresópolis, Petrópolis e Nova Friburgo). As pastagens, muitas vezes de baixa produtividade, são eventualmente responsáveis

pelo processo de fragmentação da paisagem e diminuição da biodiversidade. No caso fluminense, não representam intensificação da atividade pecuária, que é pouco representativa, exceto em alguns municípios das RHs IV e VII, que concentram a produção leiteira do Estado.

No sistema produtivo do Estado do Rio de Janeiro, destaca-se o setor terciário, concentrado nas cidades, especialmente na RH V, e nas áreas de crescimento urbano, como as RHs II, VI (Lagos São João) e VIII.

Tabela 3 - Tipologia de uso e cobertura do solo por Região Hidrográfica (km²/2007)

Tipologia de classes de uso e cobertura do solo por RH

USO	RH I	RH II	RH III	RH IV	RH V	RH VI	RH VII	RH VIII	RH IX	TOTAL (km ²)	% (por classe)
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA	1.548,13	1.584,59	1.474,38	1.373,81	1.753,78	1.075,58	1.107,31	909,58	1.522,59	12.349,76	28,27
SOMBRA	50,61	22,25	32,30	37,63	50,11	8,42	10,81	5,06	3,43	220,61	0,51
PASTAGEM	64,90	1.620,36	4.623,37	1.868,75	1.702,89	1.760,60	3.169,89	995,03	10.156,84	25.962,64	59,43
ÁGUA	8,42	28,05	31,57	3,97	55,68	332,99	13,11	8,15	392,74	874,68	2,00
MANGUE	8,98	29,50	0,00	0,00	88,61	1,63	0,00	1,58	0,34	130,64	0,30
RESTINGA	28,98	51,53	0,00	0,00	30,24	143,53	0,00	21,32	1.082,43	1.358,02	3,11
VEGETAÇÃO ÚMIDA	0,00	5,12	0,05	0,00	20,73	43,26	0,29	17,99	98,24	185,69	0,43
APICUM	0,00	9,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,88	0,02
REFLORESTAMENTO	0,00	20,68	60,02	3,28	0,00	18,16	16,27	0,34	9,75	128,50	0,29
ÁREA URBANA	28,11	251,34	138,85	60,90	994,91	141,54	35,94	35,68	78,22	1.765,49	4,04
ÁREA URBANA DE BAIXA DENSIDADE	1,47	71,14	9,19	16,51	78,38	88,09	8,12	0,00	0,00	272,88	0,62
SOLO EXPOSTO	0,56	4,68	30,86	1,89	1,41	11,60	9,53	7,76	50,80	119,09	0,27
AFLORAMENTO ROCHOSO	1,04	2,07	1,45	88,20	22,20	0,12	64,00	6,77	30,02	215,86	0,49
CAMPO DE ALTITUDE	0,00	0,00	20,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,12	0,05
CULTURA PERMANENTE	0,00	0,00	0,00	3,81	0,00	17,92	26,54	0,00	23,16	71,43	0,16
TOTAL (RH)	1.741,20	3.701,18	6.422,15	3.458,77	4.798,95	3.643,43	4.461,81	2.009,26	13.448,56	43.685,29	100,00

Fonte: GEOPEA/INEA

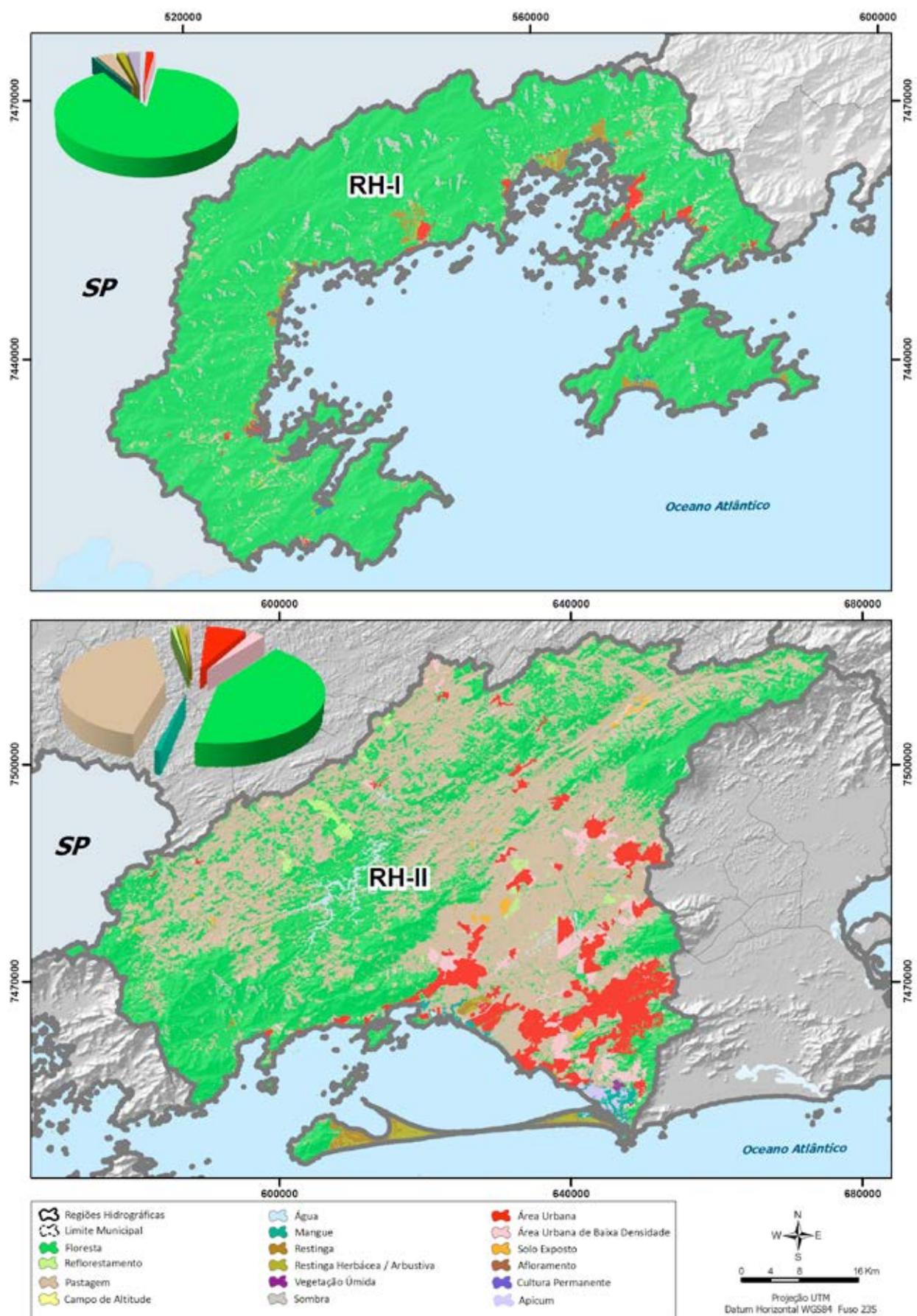


Figura 2 - Mapa do uso do solo e cobertura florestal do Estado do Rio de Janeiro para as Regiões Hidrográficas I e II (2010)

Fonte: GEOPEA/INEA

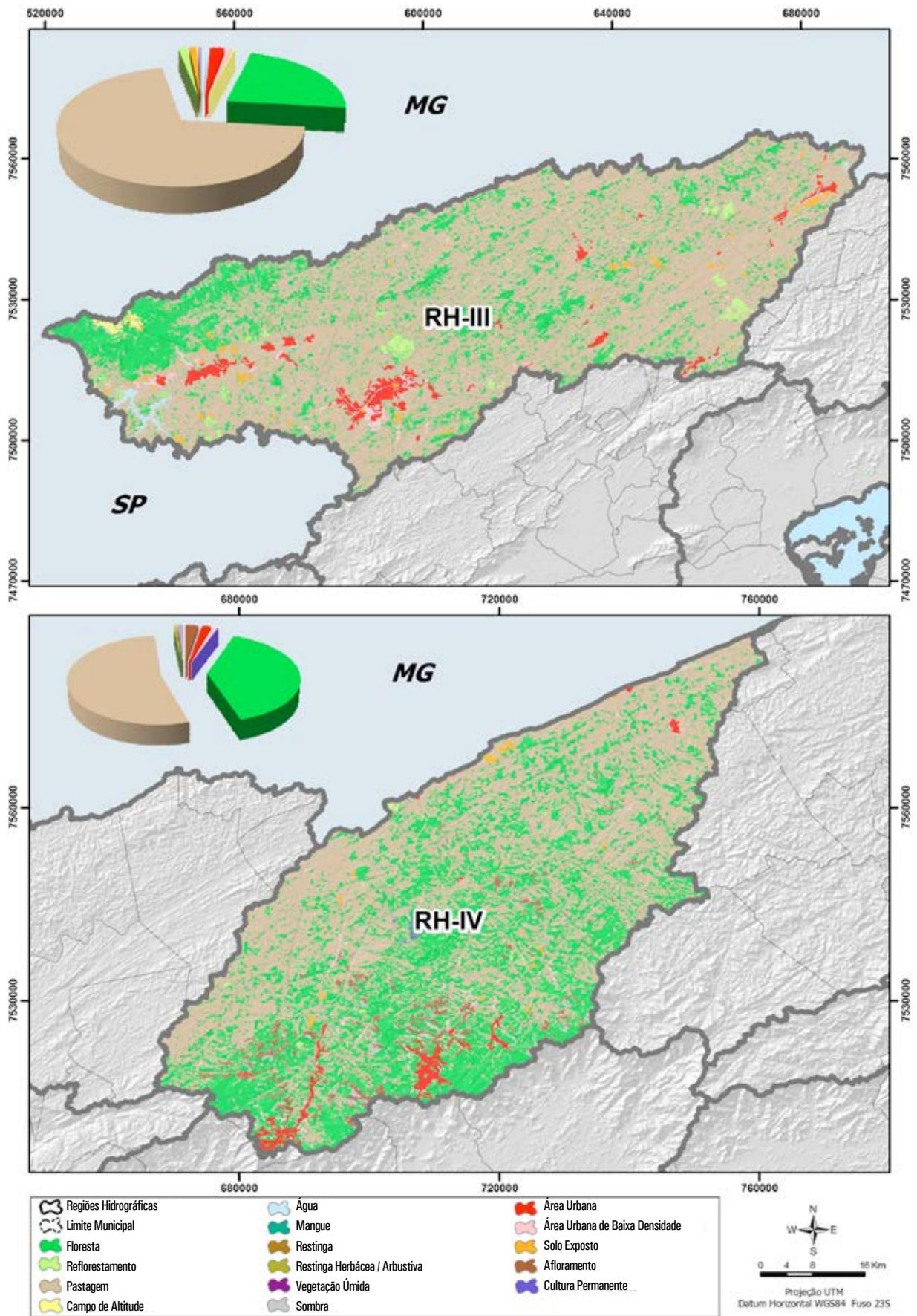


Figura 3 - Mapa do uso do solo e cobertura florestal do Estado do Rio de Janeiro para as Regiões Hidrográficas III e IV (2010)

Fonte: GEOPEA/INEA

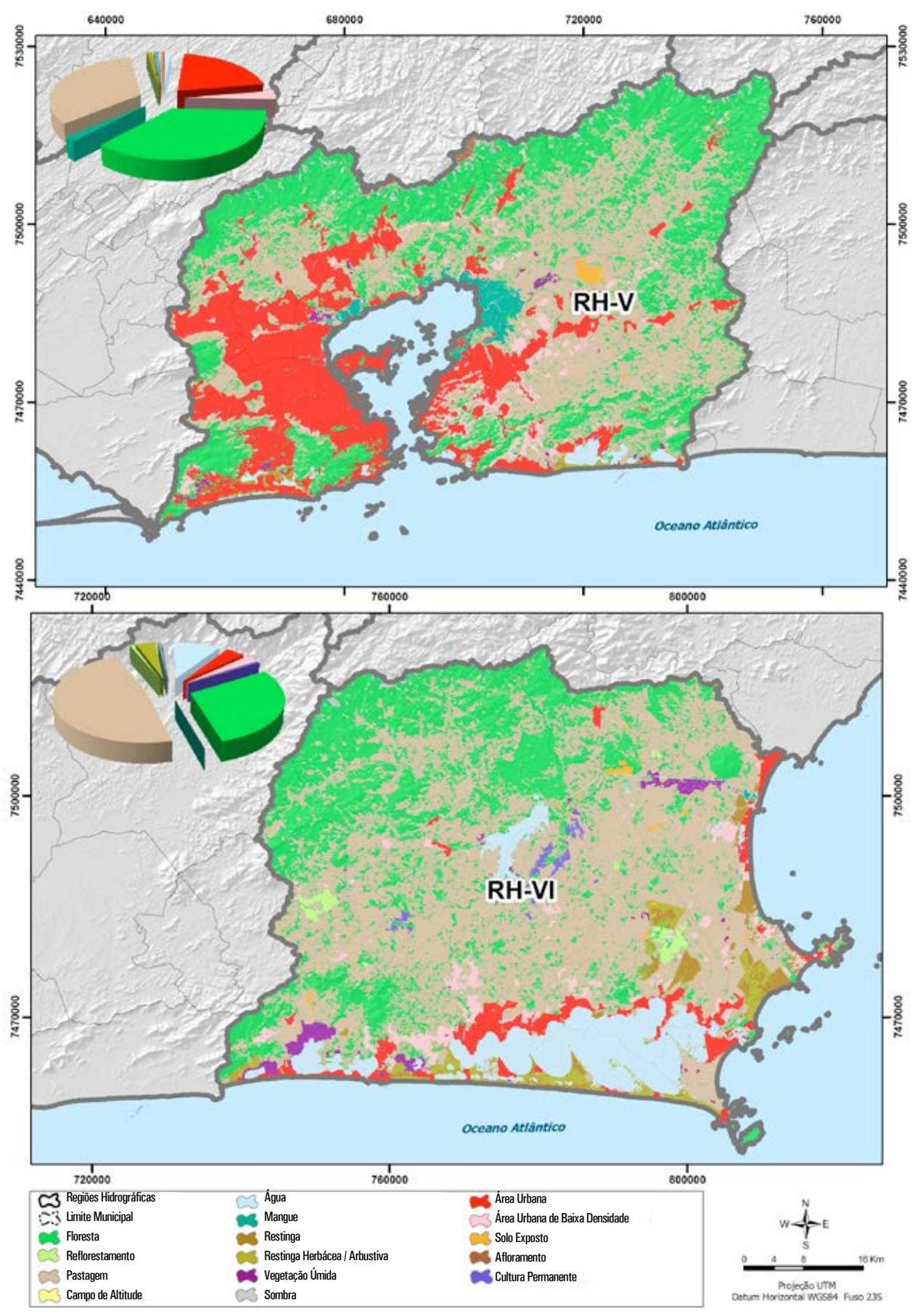


Figura 4 - Mapa do uso do solo e cobertura florestal do Estado do Rio de Janeiro para as Regiões Hidrográficas V e VI (2010)
Fonte: GEOPEA/INEA

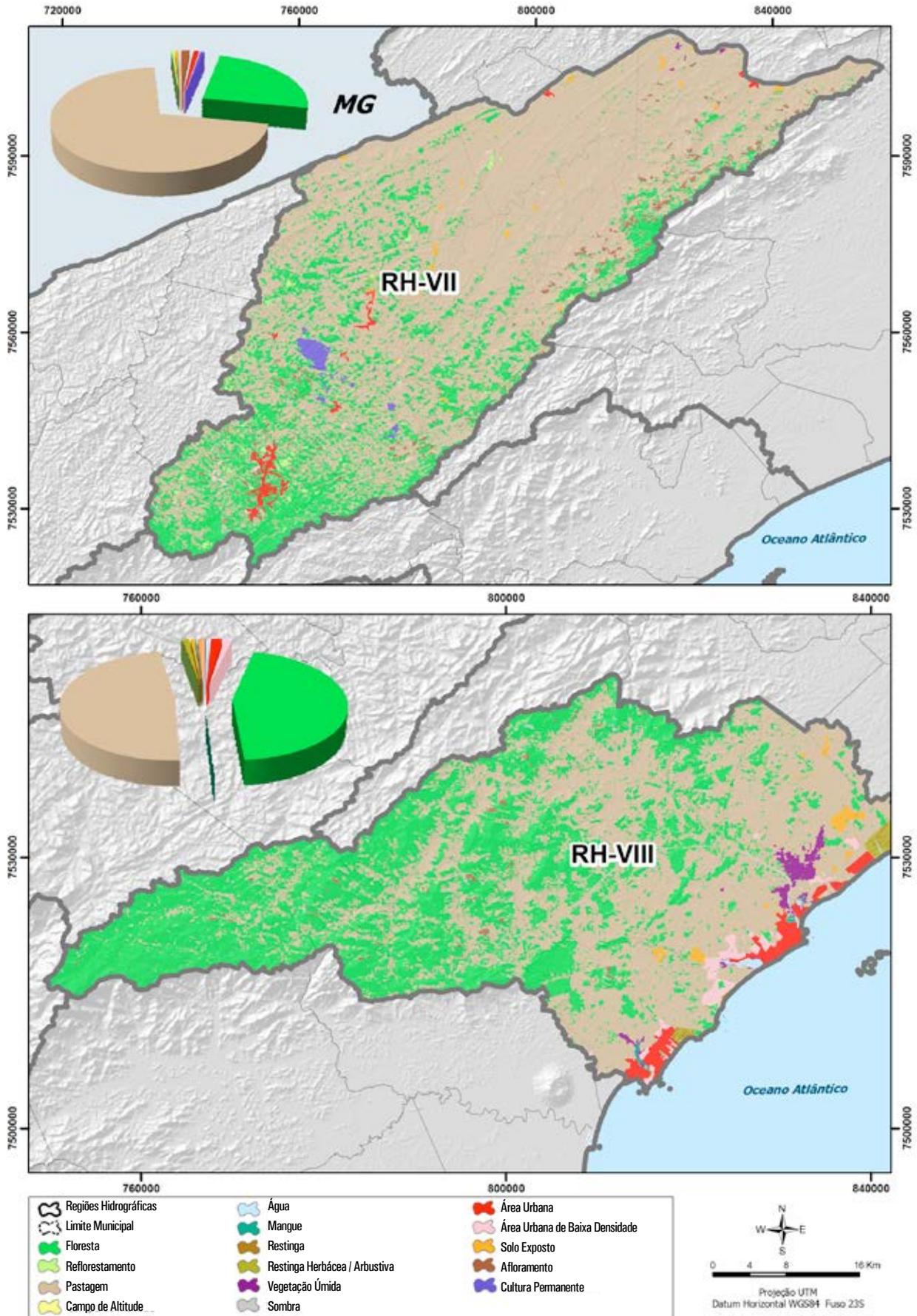


Figura 5 - Mapa do uso do solo e cobertura florestal do Estado do Rio de Janeiro para as Regiões Hidrográficas VII e VIII (2010)

Fonte: GEOPEA/INEA

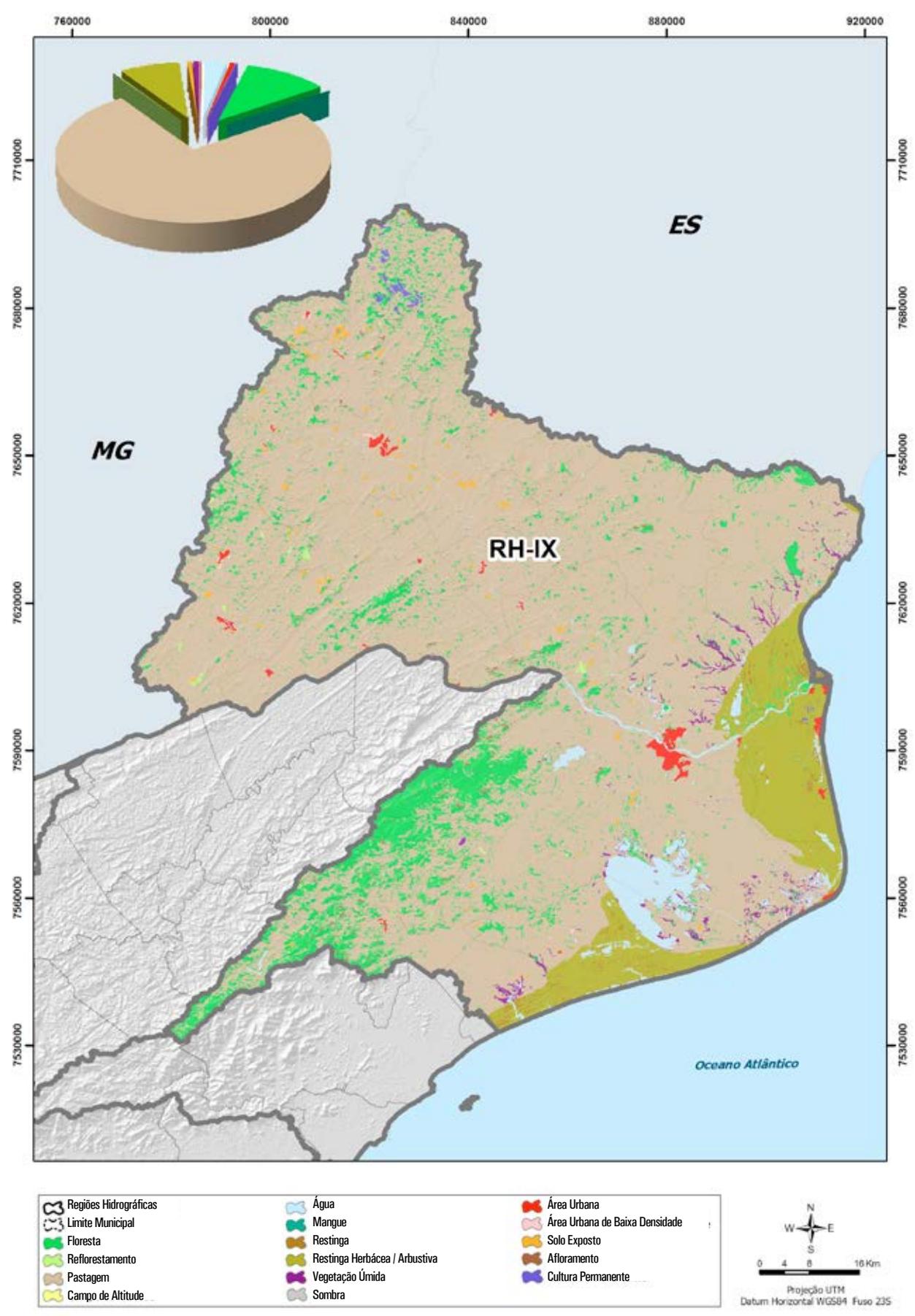


Figura 6 - Mapa do uso do solo e cobertura florestal do Estado do Rio de Janeiro para a Região Hidrográfica IX (2010)
 Fonte: GEOPEA/INEA

Tabela 4 - Tipologia de uso e cobertura do solo por Região Hidrográfica (km²/2010)

Uso	RH I	RH II	RH III	RH IV	RH V	RH VI	RH VII	RH VIII	RH IX	TOTAL (km ²)	% (por classe)
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA	1.554,83	1.582,02	1.461,64	1.370,81	1.757,82	1.073,82	1.106,63	910,54	1.522,87	12.340,96	28,21
SOMBRA	47,48	18,85	33,38	37,91	50,24	8,44	11,07	5,02	3,45	215,85	0,49
PASTAGEM	64,22	1.588,26	4.506,73	1.839,41	1.616,51	1.753,80	3.153,62	968,31	10.133,57	25.624,41	58,57
ÁGUA	8,09	31,85	44,54	4,88	54,95	335,51	16,00	8,24	399,74	903,81	2,07
MANGUE	8,90	29,18	0,00	0,00	88,69	1,63	0,00	1,58	0,37	130,35	0,30
RESTINGA	28,97	50,28	0,00	0,00	30,22	143,72	0,00	21,62	1.083,76	1.358,58	3,11
VEGETAÇÃO ÚMIDA	0,00	2,22	0,05	0,00	20,73	43,30	2,23	18,23	102,35	189,11	0,43
APICUM	0,00	9,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0,02
REFLORESTAMENTO	0,00	26,93	87,48	7,24	1,24	24,35	25,24	0,29	21,31	194,08	0,44
ÁREA URBANA	28,03	258,18	143,02	60,89	996,95	141,58	35,98	35,71	80,69	1.781,02	4,07
ÁREA URBANA DE BAIXA DENSIDADE	2,54	90,13	51,10	35,04	150,01	95,95	8,13	24,20	5,20	462,29	1,06
SOLO EXPOSTO	0,56	13,98	73,35	11,78	16,02	11,53	17,66	12,32	75,02	232,23	0,53
AFLORAMENTO ROCHOSO	1,06	2,07	1,45	87,84	22,56	0,17	63,99	6,83	30,20	216,16	0,49
CAMPO DE ALTITUDE	0,00	0,00	20,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,23	0,05
CULTURA PERMANENTE	0,00	0,00	0,00	3,81	0,00	17,94	26,57	0,00	23,29	71,61	0,16
TOTAL (RH)	1.744,67	3.703,82	6.422,95	3.459,60	4.805,94	3.651,74	4.467,12	2.012,89	13.481,82	43.750,55	100,00

Fonte: GEOPEA/INEA

3.3 Detecção de mudanças espaço-temporais (2007-2010) - Florestas

Ocorrendo em grandes fragmentos de áreas protegidas, as formações florestais formam o Corredor Central de Biodiversidade, que segue do extremo sudoeste do Estado até a porção sudeste da RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana). Embora não seja contínua, fatores como a morfologia do relevo, número de áreas protegidas e esforços para a composição e gestão do Mosaico Central Fluminense, constitui a maior área de Mata Atlântica conservada do Estado.

A RH I (Baía da Ilha Grande) é a que apresenta o maior nível de cobertura florestal do Estado, com cerca de 90% do território coberto por flores-

ta ombrófila densa. É uma região com 14 unidades de conservação, federais e estaduais, que procuram preservar, além das florestas, os mangues e restingas presentes na área. No período estudado, foi a região que apresentou o maior incremento na cobertura florestal (de 1.548,13 km² de área composta por floresta ombrófila densa, em 2007, para 1.554,82 km², em 2010, apresentando um acréscimo de 6,69 km²).

De modo geral, a perda de floresta ombrófila densa se deu em quase todas as regiões hidrográficas do Estado em ritmo diferenciado. Em termos absolutos, a Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH III) foi a que teve a maior redução de área florestada, com perda de 12,74 km². Apesar

disso, a RH III possui cerca de 20% de seu território recoberto por florestas. Com exceção das unidades de conservação (APA da Serra da Mantiqueira, Parque Nacional do Itatiaia, Parque Estadual Serra da Concórdia e Parque Estadual da Pedra Selada), essa região apresenta-se muito fragmentada e com média conectividade entre os fragmentos, cujas fitofisionomias enfrentam elevado grau de ameaça. A RH IV (Piabanha) perdeu 3 km² de floresta, mantendo 39,62% do território cobertos por fragmentos florestais.

A Figura 7 indica que as RHs VI (Lagos São João) e VII (Rio dois Rios) tiveram as menores perdas, mantendo-se com alto percentual de florestas, enquanto as RHs VIII (Macaé e das Ostras) e IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) tiveram um pequeno acréscimo em sua cobertura vegetal. As RHs I e V (Baía de Guanabara) tiveram um incremento na área correspondente à floresta ombrófila. As RHs III, VII e IX são as que possuem as menores áreas de vegetação natural, ocupadas, predominantemente, por pastagens.

3.4 Detecção de mudanças espaço-temporais (2007-2010) - Pastagens

As pastagens do Estado do Rio de Janeiro podem ser associadas ao uso presente (pecuária) ou pretérito (agricultura, queimadas e derrubadas).

Ocupam a maior parte do território fluminense, não representando, necessariamente, alta produtividade. As pastagens distribuem-se por todo o Estado, ocupando em torno de 60% das regiões hidrográficas, com exceção da RH I – Baía da Ilha Grande (3,68%), onde o relevo, montanhoso em maior parte, praticamente impede essa forma de uso, e da RH V - Baía de Guanabara (33,64%), onde as pastagens perdem espaço para a expansão da Região Metropolitana, com redução de 86,38 km² de área. No período estudado, as pastagens foram reduzidas em 338,23 km². A região do Médio Paraíba do Sul (RH III) registrou a maior redução: menos 116,64 km² de área, mantendo-se, ainda, com 70,17% de seu território ocupado por esse uso.

O uso predominante nas regiões VII (Rio dois Rios) e III são as pastagens, que na RH IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) distribuem-se por quase a totalidade da região, ocupando 75,16% do território. A Figura 9 aponta a variação, em km², da perda ou aumento das áreas com pasto.

3.5 Detecção de mudanças espaço-temporais (2007-2010) - Áreas Urbanas

O Estado do Rio de Janeiro é formado por 92 municípios, estando os que agrupam a maior parcela da população urbana em uma rede densamente povoada na Região Metropolitana e os

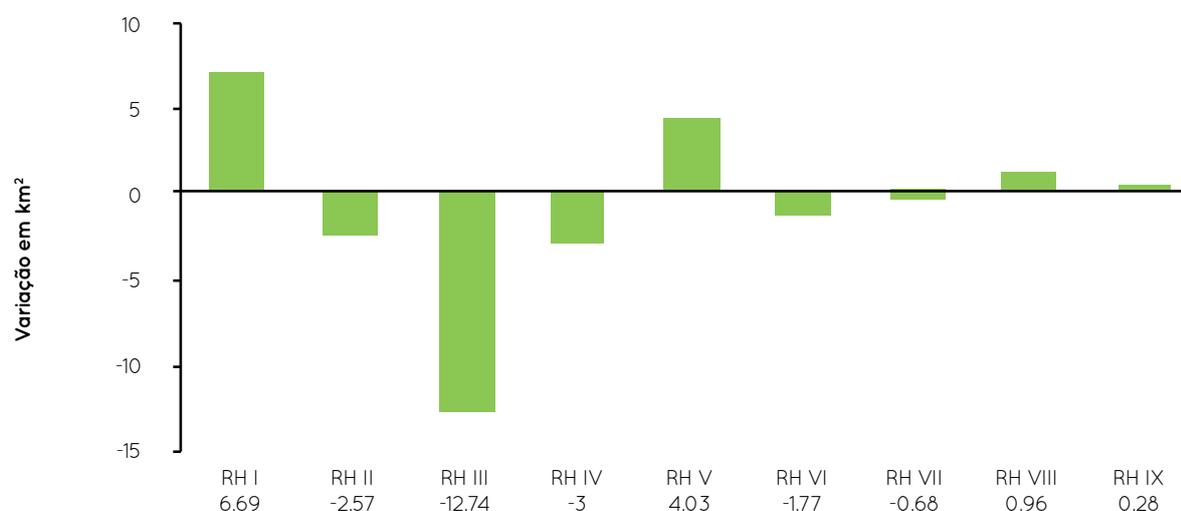


Figura 7 - Variação, em km², da área florestal no Estado do Rio de Janeiro (2007-2010)

Fonte: GEOPEA/INEA

municípios de baixa densidade urbana, dispersos pelas demais regiões.

A Figura 10 apresenta a variação espaço-temporal das áreas urbanas de baixa densidade no Estado.

A RH III (Médio Paraíba o Sul) apresentou aumento de cerca de 42 km² nas áreas urbanas de média-baixa densidade, com destaque para Volta Redonda, Barra Mansa, Itatiaia e Porto Real, cuja tendência de crescimento se deve ao desenvolvimento do polo industrial automotivo.

A Região Metropolitana (RH V) apresentou uma expressiva ampliação em municípios pequenos, como Queimados e Japeri, enquanto Niterói, São Gonçalo e Maricá foram os que obtiveram os maiores índices de expansão urbana, totalizando um acréscimo de quase 72% na área urbana de média-baixa densidade nessa região.

Rio das Ostras e Macaé (RH VIII), diante do dinamismo econômico que têm vivenciado nos últimos anos por conta do desenvolvimento da cadeia produtiva do petróleo, apresentaram significativo incremento das suas áreas (24,2%), com expressivo aumento populacional.

3.6 Estudos de casos: o COMPERJ e a CSA

O processo de desenvolvimento econômico regional do Estado do Rio de Janeiro, alavancado pela instalação de grandes empreendimentos do setor petroquímico e siderúrgico – como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ),

em Itaboraí, e a Companhia Siderurgia do Atlântico (CSA), na Baía de Sepetiba, no município do Rio de Janeiro – e pela melhoria da infraestrutura de transportes – como o Arco Metropolitano e o desenvolvimento portuário –, tem provocado significativas alterações na paisagem e na organização sócio-territorial.

3.6.1 Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ

A escolha de Itaboraí para a instalação do COMPERJ considerou a proximidade com a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o projeto do Arco Metropolitano e a conexão com o Porto de Itaguá. Por ter baixa densidade urbana com grande potencial para o desenvolvimento e relevo formado por planícies e colinas, a área está sujeita a uma maior dispersão de gases e poluentes, o que mitiga os impactos à saúde da população.

De acordo com Oliveira (2011), esse empreendimento, na bacia do Rio Guapi-Macacu, está quase todo inserido em uma região classificada como frágil (Figura 11). Para sua instalação, foi necessário realizar obras de terraplanagem e suprimir significativamente a vegetação. Para a área referente ao polígono do empreendimento, de 2.372,5 ha, foram calculados os valores das classes de uso da terra e cobertura vegetal ali existente para os anos de 2007, 1985 e 2010 (Tabela 5).

Tabela 5 - Classes de uso da terra e cobertura vegetal na área do COMPERJ (mapeamento temporal para a área do empreendimento inserido na Bacia do Rio Guapi-Macacu)

Classe	2007 (ha)	1985 (ha)	2010 (ha)
Agricultura	65,25	64,54	47,71
Campo antrópico	106,59	42,39	197,74
Floresta	327,07	246,85	120,26
Ocupação urbana de média densidade	5,7	5,7	5,7
Pastagem	1328,97	1557,10	608,25
Pastagem de várzea	264,35	258,54	199,48
Solo exposto	-	-	1146,67
Vegetação secundária inicial	252,88	171,42	25
Outros	-	26,0	21,7

Fonte: Oliveira (2011, p. 264)

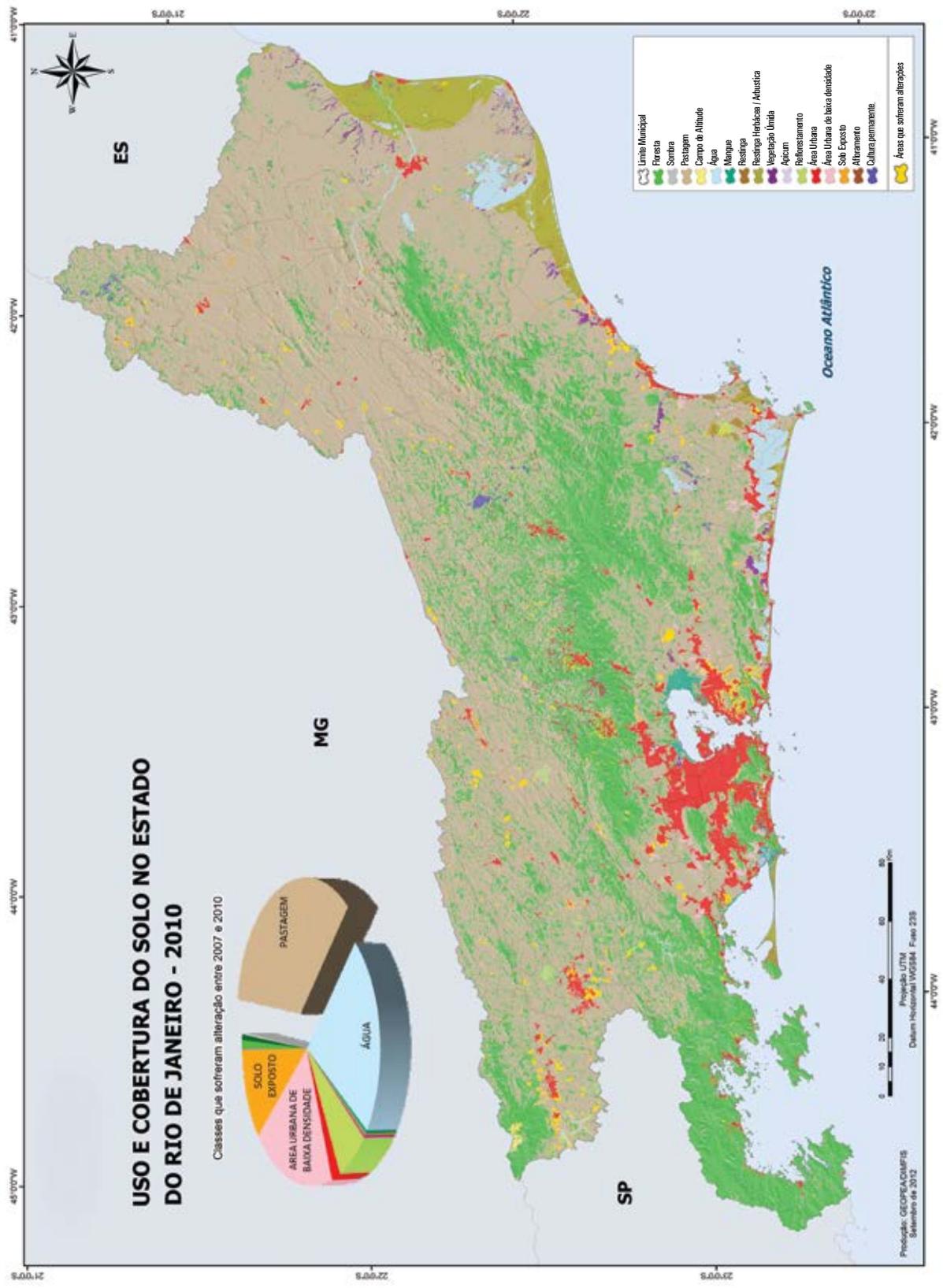


Figura 8 - Mapa do uso do solo e da cobertura florestal em 2010 e alterações no período 2007-2010
 Fonte: GEOPEA/INEA

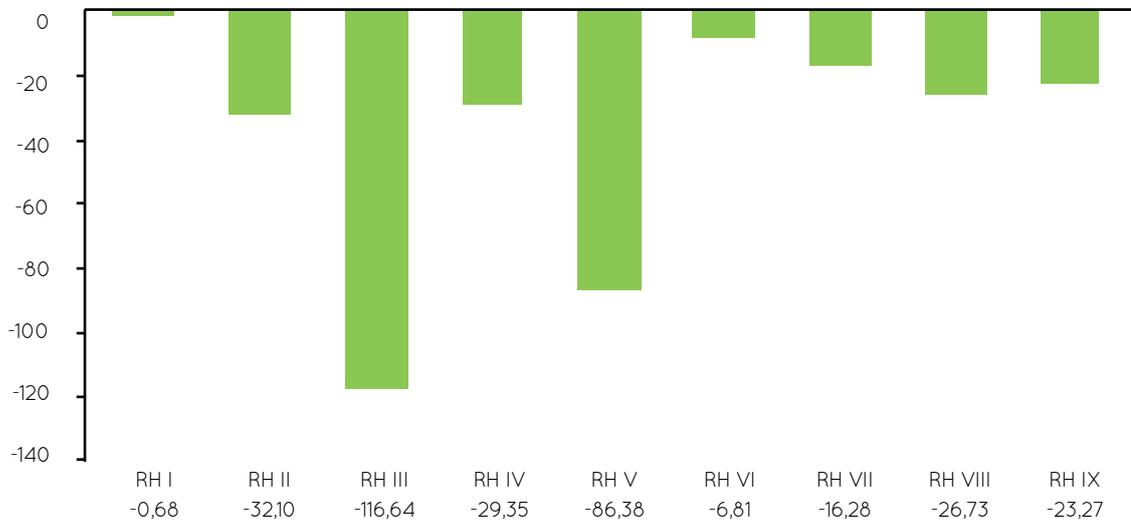


Figura 9 - Variação espaço-temporal, em km², das áreas de pastagens (2007-2010)

Fonte: GEOPEA/INEA

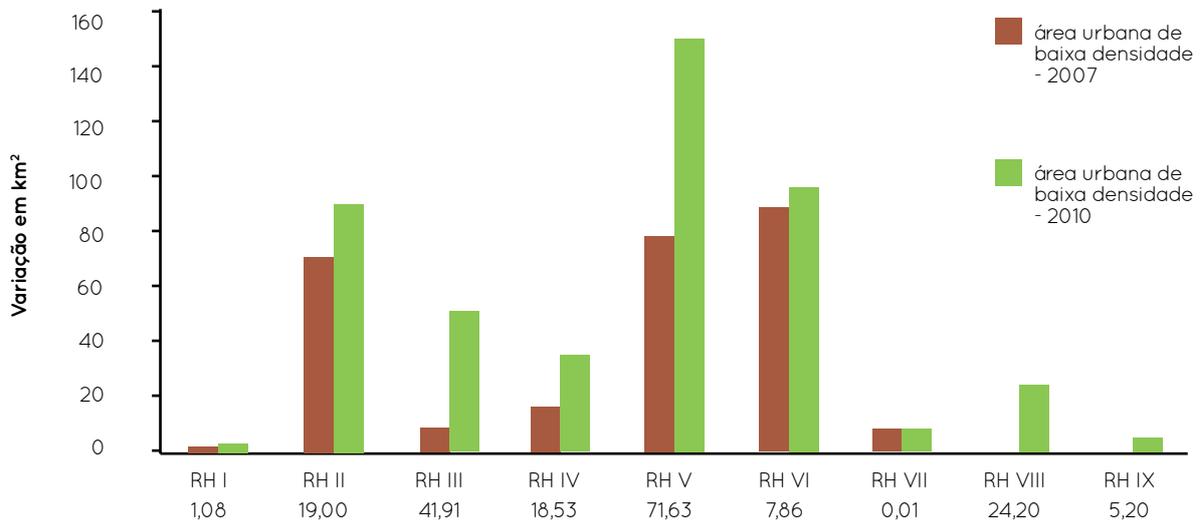
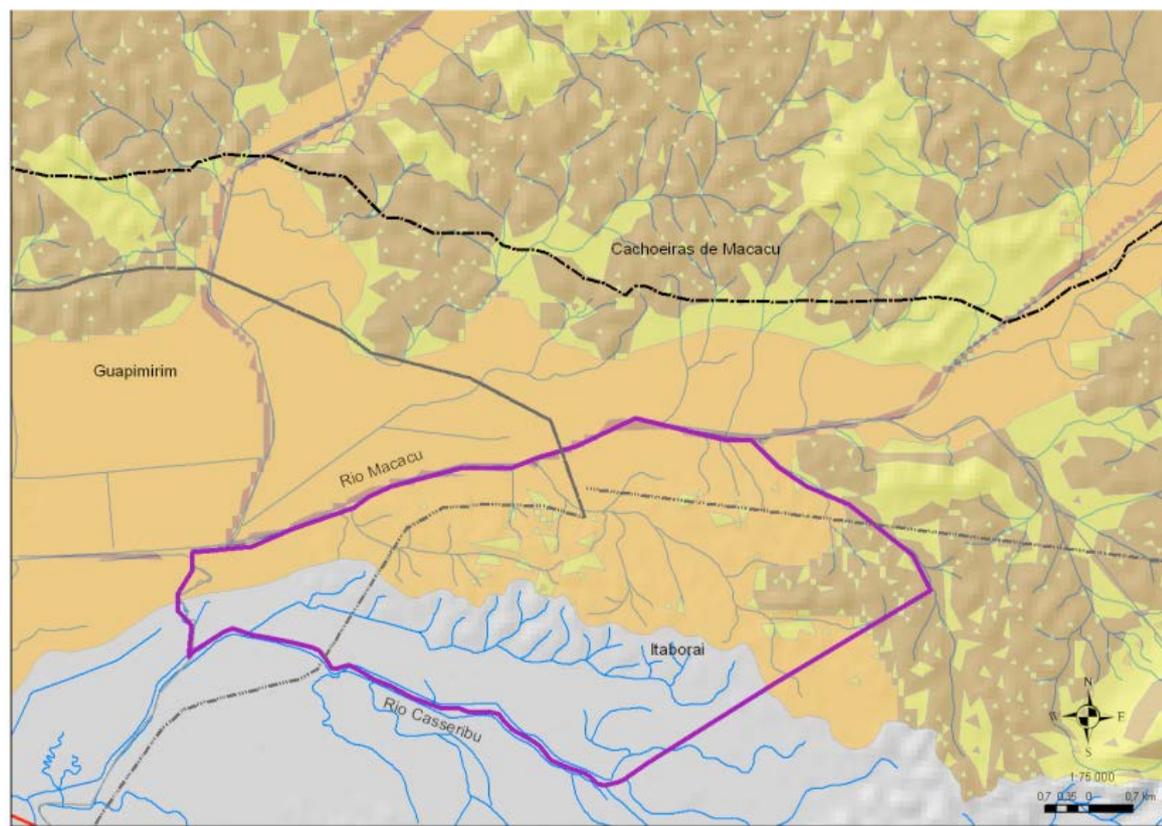


Figura 10 - Variação espaço-temporal das áreas urbanas de baixa densidade (2007-2010)

Fonte: GEOPEA/INEA



Legenda

- • • GASDUC III
- • • Gasodutos
- Limite Geopolítico

- Arco Rodoviário
- Hidrografia
- Limite COMPERJ

Fragilidade ambiental a processos erosivos

- muito resistente
- resistente
- médio
- frágil
- muito frágil

Figura 11 - Variação espaço-temporal das áreas urbanas de baixa densidade (2007-2010)

Fonte: GEOPEA/INEA

O mapeamento de uso e cobertura florestal para o ano de 2007 para a área do COMPERJ, de acordo com o estudo de Oliveira (2011), indicou que as tipologias predominantes à época eram as pastagens, seguidas por florestas e vegetação secundária inicial. Com o início das obras de terraplenagem e a supressão da vegetação, que, conforme Bastos e Napoleão (2011), correspondia à fitofisionomia da floresta ombrófila densa de terras baixas, observa-se com base na Tabela 5 que esta deu lugar ao solo exposto na área em que será erigido o complexo industrial. De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do COMPERJ, será criado o Projeto Corredor Ecológico, integrante do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, que procurará recompor a mata ciliar e a vegetação de transição de manguezal para floresta

atlântica, além de valorizar e proteger áreas de vegetação restante (cerca de 145 ha).

3.6.2 Companhia Siderúrgica do Atlântico - CSA

Estendendo-se por uma área de cerca de 765 ha junto à Baía de Sepetiba e às margens dos canais do Rio São Francisco e Guandu, no município do Rio de Janeiro (distrito industrial de Santa Cruz), a CSA tem ocupado áreas úmidas e de manguezais nessa região desde 2005. A escolha locacional para esse empreendimento considerou a logística existente e futura, como a implantação de um terminal portuário para a entrada de matéria-prima (minério) e saída de placas de aço.

Até 2007, a área delimitada para o empreendimento possuía vegetação rasteira, típica de pastagens de várzeas, áreas úmidas e manguezais. Após

essa data, deu-se início à limpeza do terreno e ocupação pelas unidades fabris da siderúrgica.

4. Considerações finais

O avanço da tecnologia espacial colocou à disposição de empresas, pesquisadores e demais interessados uma gama de satélites imageadores da Terra, cujos produtos são amplamente utilizados nos estudos dos recursos naturais, pois, ao mesmo tempo em que funciona como uma nova metodologia de pesquisa, o imageamento revela a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local. Os dados de imagens orbitais são importantes fontes para o mapeamento do uso e da cobertura da terra, embora por si mesmos sejam insuficientes para dar conta da realidade, requerendo a agregação de dados exógenos de naturezas diversas durante a interpretação dos padrões homogêneos de uso da terra.

Diante dos resultados obtidos, pode-se verificar que a escala espacial adotada para o mapeamento (1:100.000) não foi sensível às menores alterações, não sendo bem aplicada às variações pontuais, o que indicou a necessidade de se realizar esse mapeamento em escala de maior detalhe, como a 1:25.000 (projeto em desenvolvimento pela GEOPEA/INEA, denominado *Programa de monitoramento multiescalar da cobertura vegetal e do uso da terra do Estado do Rio de Janeiro* (PrMCMVUT/RJ), que visa estabelecer como método de classificação de imagens orbitais a orientação a objetos associada a redes neurais. As datas de obtenção das imagens são importantes, devendo ser obtidas em épocas semelhantes, no período seco do ano, para se evitar a formação de áreas sombreadas e a cobertura de nuvens, que alteram a resposta espectral e dificultam a interpretação das imagens.

Considerando a variação temporal, estudos têm apontado que a temporalidade estabelecida (intervalo de três anos) e imagens de baixa resolução (*pixel* de 30 metros) não são suficientes para captar e indicar as pequenas nuances de mudança regional, devendo-se, portanto, realizar esse mapeamento em escala de maior detalhamento

(1:25.000, por exemplo, com imagens com *pixel* entre 2 e 5 metros), já que as alterações estão ocorrendo em pequenos fragmentos da paisagem, sejam de expansão urbana, restauração florestal com perda de pastagens ou de ampliação de áreas de campo antrópico, a partir do processo de fragmentação das áreas florestadas no estágio sucessional inicial. Desse modo, pretende-se estabelecer que o monitoramento de pequena escala ocorra a cada cinco anos e o de grande escala, a cada três anos.

A escala espacial adotada, a metodologia de classificação supervisionada e o período diferente de aquisição de imagens não foram sensíveis ao mapeamento das pequenas e dispersas áreas de agricultura no Estado do Rio de Janeiro, no que se refere às culturas permanentes e perenes, especialmente a cana-de-açúcar.

Com isso, ampliando o estudo realizado, propõe-se o emprego de imagens de alta resolução para o monitoramento da cobertura florestal e do uso do solo, compatível com a base cartográfica 1:25.000 da SEA/IBGE, para o estabelecimento da integração multiescalar, com variação temporal mínima de três anos para a detecção de mudanças, e revisão da metodologia de classificação de imagens, empregando a classificação orientada a objetos, de modo a permitir maior refinamento das feições da paisagem. ●

Referências bibliográficas

- BASTOS, J. S.; NAPOLEÃO, P. R. M. (Org.). **O estado do ambiente:** indicadores ambientais do Rio de Janeiro 2010. Rio de Janeiro: SEA/INEA, 2011. 160p.
- CARVALHO JR., O. A.; SILVA, N. C. Detecção de mudança espectral: uma nova metodologia para análise de séries temporais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5635-5641.
- CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA. **Relatório de impacto ambiental - RIMA: Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro.** Realizado por encomenda da Petrobrás, 2007. p. 150. Disponível

em: < <http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/pdf/rima.pdf>>. Acesso em: 2012.

Disponível em: < mar.tepeco.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/.../5635-5641.pdf>.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 1995 - 2000**: relatório parcial - estado do Rio de Janeiro. São Paulo, 2001. Disponível em: < [mapas.sosma.org.br/.../atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-200...>.](http://mapas.sosma.org.br/.../atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-200...)

OLIVEIRA, A. F. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Guapi -Macacu: estudo da paisagem e qualidade ecológica. 2011. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.**

SINGH, A. Review article: digital change detection techniques using remotely-sensed data. **Int. J. Remote Sensing**. v. 10, n. 6, p. 989-1003, 1989.

TANISAKI-FONSECA, K.; MOULTON, T. P. A fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a perda de biodiversidade. In: BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D.; ALVES, M.A.S.; SLUYS, M.V. (Org.) **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2000, p. 23-35.

VALLEJO, L. R. Aspectos das políticas de governo e a questão da gestão territorial nas unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: **Geographia**, v. 7, n. 13, p. 71-85, 2005.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

Notas

¹ Até o presente momento não é possível quantificar a área ocupada por unidade de conservação municipal.

² Excetuam-se deste valor as áreas protegidas por Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs).

Sobre os autores

Patricia Rosa Martines Napoleão

Mestre em Geografia (ênfase em Análise da Informação Espacial) pela Universidade Estadual Paulista (UNESP-Rio Claro/SP). Chefe do Serviço de Análise Espacial da Gerência de Instrumentos de Gestão do Território (GEGET/DIGAT/INEA).

Paulo Vinicius R. Fevrier

Especialista em Geologia do Quaternário pelo Museu Nacional/UFRJ e geógrafo da GEOPEA/DIMFIS/INEA.

Silvia Adriana Fins

Geógrafa pela Universidade Federal Fluminense (UFF/RJ) e analista da GEOPEA/DIMFIS/INEA.

Wilson Messias dos Santos Jr.

Mestre em Engenharia de Computação (ênfase em Geomática) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/RJ). Trabalhou como analista ambiental na GEOPEA/DIMFIS/INEA e na Secretaria de Desenvolvimento Regional Abastecimento e Pesca (SEDRAP). Atualmente atua como geógrafo no Serviço de Regularização Fundiária (SERF) da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP/INEA).

Andrea Franco de Oliveira

Doutora em Biociências (ênfase em Ecologia) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/RJ) e gerente da GEOPEA/DIMFIS/INEA.

Em Casimiro de Abreu encontra-se um oitizeiro com 4 m de circunferência, considerado centenário e o maior do Estado do Rio de Janeiro



Foto: Denise Rambaldi

O oitizeiro

(*Licania tomentosa* - Chrysobalanaceae)

e seu significado em projetos de conservação ambiental

► Ademar Faria
Coimbra-Filho

Alceo
Magnanini

► Resumo

Neste trabalho, chama-se a atenção para a importância e o significado do oitizeiro (*Licania tomentosa* Fritsch.), fruteira arbórea silvestre cujo porte depende, obviamente, de fatores vários, dentre os quais a qualidade e a fertilidade do solo são da maior importância. Informações atualizadas sobre o oitizeiro são escassas. Considerando-se, porém, a importância e o valor da espécie para projetos de restauração ecológica em ecossistemas naturais, deve esta árvore ser mais e melhor investigada.

Palavras-chave

Flora. Recuperação Ambiental. Arborização. Silvicultura.

1. Introdução

Do ponto de vista cultural regional, o oitizeiro tem sido apresentado por algumas pessoas, como Câmara Cascudo (1993), que o relata como uma das árvores-símbolo do Nordeste brasileiro, especialmente no trecho costeiro, tendo principalmente no Estado de Pernambuco um significado invulgar. Lá, segundo estudiosos, o oitizeiro teria sido, em tempos idos, um dos símbolos políticos de soberania regional, representando a grande produtividade da região graças à abundância da frutificação da árvore-símbolo.

Embora seja árvore muito pouco estudada e discutida cientificamente, além de raras vezes observada na natureza, muitos anos atrás, quando interessados em espécies madeireiras nobres de um modo geral, tivemos a oportunidade de observar um exemplar de oitizeiro jovem que possivelmente estaria com uns 15-20 anos. Nessa ocasião, os autores efetuavam estudos sobre a avifauna no Refúgio de Marapendi, setor da antiga Reserva Biológica de Jacarepaguá, quando também pesquisavam a marreca-ananai (*Amazonetta brasiliensis*) com a finalidade de ensaios de repovoamentos referidos por Coimbra-Filho (1954) e analisavam o provável desaparecimento de outras aves regionais, como o notável ecótipo do curió, hoje exterminado, cuja cantoria possuía dialeto próprio conhecido por passarinheiros mais idosos pelo nome de “*tanoeiro*”, designação do dialeto, que lembrava o “*praia*”.

Seja como for, sobre aquele jovem oitizeiro (com altura estimada entre 10 e 12 metros) anotado naquela restinga, nada foi conseguido para comprovar se a sua origem teria sido natural ou plantada. De qualquer maneira, cabe a pergunta: quem o iria plantar naquele trecho deserto da restinga? Não seria de todo improvável ter sido aquele oitizeiro originado de semente ali caída, depois de carregada por morcego ou outro animal. A espécie, ou provável ecótipo, ou vicariante, do táxon considerado, era em tudo similar ao que se observa em indivíduos plantados nos logradouros do Rio de Janeiro. Exemplares do Nordeste, especialmente aqueles plantados na arborização urbana, apresentam porte bem mais reduzido e folhas mais curtas e estreitas que as das plantadas

nas ruas e praças do Rio de Janeiro que, bem maiores e vigorosas, talvez sejam forma vicariante.

2. O oitizeiro e seus frutos: os oitis

A família botânica Chrysobalanaceae abrange mais de 500 gêneros de plantas, dentre os quais destacamos o gênero *Licania*. Constatamos, para inscrição, no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sete espécies florestais de *Licania*. São elas: N° 744 - Cafezinho: *Licania* cf. *spicata* Hook.; N° 745 - Caraipe-do-campo: *Licania humilis* Cham. & Schltdl.; N° 746 - Caraipe-uxirana: *Licania octandra* (Hoffmanns ex Roem & Schult) Kuntze; N° 747 - Caraipe-pimenteira: *Licania parvifolia* Huber; N° 748 - Caraipe-de-folha-miúda: *Licania rigida* Benth.; N° 749 - Caraipe-coró: *Licania salzmännii* (Hook.) Fritsch.; e N° 750 - Caraipe-mirim: *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch.

Muito pouco foi escrito acerca dos aspectos biológicos, químicos, entre outros, inclusive quanto ao desejável melhoramento agrônômico do oitizeiro. É preciso surgir um maior interesse que resulte em investigações criteriosas e que desperte a atenção para potencialidades ainda desconhecidas dessa árvore, tendo em vista possíveis descobertas de substâncias úteis para o homem em suas folhas, flores, frutos e até mesmo no pesado e duro lenho.

Os exemplares dessa última espécie — *Licania tomentosa* (anteriormente classificada como *Moquilea tomentosa*) — são popularmente chamados de oitizeiros, oitis, goitis, guaitis, oitis-da-praia, oitis-cagão e oitis-mirim. Facilmente reconhecíveis na arborização de ruas e praças do Rio de Janeiro e de vários outros núcleos urbanos do Brasil, apresentam-se



De coloração amarelada quando maduros e ligeiramente ovoides, os oitis têm sabor adstringente e são muito apreciados por roedores e morcegos

como árvores medianas de até dez metros de altura, se incluímos as copas frondosas e densas.

Na verdade, o oitizeiro pode atingir mais de 20 metros de altura e mais de 120 centímetros de diâmetro à altura do peito (DAP), conforme informaram Guimarães, E. F. (1993) e Ruschi, A (1950), sem menção de localidades.

As folhas do oiti são simples, alternas, lanceoladas e tomentosas nas duas faces, embora esse tipo de feltro seja mais perceptível na face dorsal. As folhas novas são tenras e de um verde-amarelado muito claro, contrastando fortemente com as folhas mais velhas, que são mais consistentes e verde-escuras. As flores surgem entre julho e setembro, abundantes, pequeninas, brancacentas, muito procuradas por insetos polinizadores. Existe menção de que, em tupi-guarani, “oiti” significaria “massa branca”, talvez em alusão ao aspecto brancacento da massa foliar das folhas novas.

Os frutos, chamados oitis, aparecem de janeiro a março e são drupas elipsoides ou fusiformes. De casca amarela quando maduros, medem de cinco a 14 cm de comprimento, têm polpa pastosa, pegajosa, amarelada, comestível de cheiro acentuado. São muito apreciados por roedores, morcegos e outros animais.

A semente é única por fruto, oblonga, volumosa e, segundo Pio Corrêa (1974), muito oleaginosa. Seu óleo é utilizado na produção industrial de numerosos artigos.

A propósito das características madeiras, Pereira (1919) faz referências a toras de oitizeiros recebidas por serrarias paulistas que mediam de oito a dez metros de comprimento e de 60 a 80 centímetros de diâmetro. Deduz-se que, com tais dimensões, poderiam ser originários unicamente de árvores nativas de grandes dimensões, com alturas de pelo menos 40 metros. Como a madeira do oitizeiro é pesada, dura e muito resistente (0,98 g/cm³ de densidade), esse fato se reflete no seu crescimento apenas moderado nas áreas abertas de reflorestamentos.

Seja como for, como a maioria das antigas matas nativas foi eliminada ou reduzida a fragmentos degradados, atualmente é muito difícil encontrar oitizeiros selvagens com as dimensões requeridas pelas serrarias. E como a retirada dos melhores exemplares de espécies florestais nobres vem acontecendo há séculos, só restam indivíduos muito jovens, que, mesmo assim, vêm sendo cortados sucessivamente para finalidades várias. Parece correto afirmar que praticamente todos os grandes oitizeiros selvagens fluminenses foram derrubados há um bom tempo.

3. Distribuição geográfica

Pelo que se depreende na literatura, consta que a área de ocorrência natural do oitizeiro abrange grande extensão, que vai das Guianas ao Estado do Rio de Janeiro, passando pelos setores quase méxicos de matas nordestinas, como em Pernambuco, onde Andrade-Lima (1960) o encontrou em mata de restinga, possivelmente numa formação de restinga muito alterada e que originalmente ocuparia trecho da vegetação original, hoje desaparecida, situada entre a mata de restinga e a formação da floresta pluvial adjacente. Esse autor, grande conhecedor da flora nordestina, refere-se ao oitizeiro como espécie da subzona das restingas e dunas, informando que esta subzona pode ser subdividida em dois tipos principais de for-

mações: a mata de restinga ainda existente em Pernambuco e os campos de restinga ou restinga propriamente dita. As árvores da mata de restinga têm geralmente copa larga, irregular e não muito alta. Dentre as espécies arbóreas dessa restinga, cita a *Licania tomentosa*. Das matas de restinga que restam em Pernambuco, Andrade-Lima (1960) ressalta que aquela localizada entre Janga e Maranguape é a que se encontra em melhor condição, estando já muito alteradas as demais.

Contudo, até hoje não se tem um mapeamento correto da distribuição geográfica mais precisa dessa espécie, embora não deva ser esquecido que a área de matas que abarcava os oitizeiros, na Região Sudeste do Brasil, foi praticamente destruída.

Nas investigações realizadas em diversos herbários brasileiros, inclusive nos mais importantes do Rio de Janeiro, de imediato foi notada uma quase completa imprecisão quanto às localidades registradas nas fichas das exsicatas, já que, na imensa maioria, elas são tão vagas que se fica sem saber qual foi o local da coleta ou se o material coletado era selvagem ou proveniente de cultivo.

Segundo Pio Corrêa (1974), essa espécie ocorreria do Piauí à Bahia, porém Guimarães E. F. et al. (1993) anotam uma distribuição bem mais ampla pela costa atlântica brasileira, que alcançaria inclusive a Guiana Francesa. Devido às numerosas citações de ocorrência no Nordeste (ORMINDO, 2008), generalizou-se a crença de que essa região seria o centro de origem da espécie. Porém é difícil aceitar essa afirmação quando se considera a vasta área de sua ocorrência ao longo da costa e das serranias costeiras do Brasil. Há inclusive uma notável indicação de Pereira (1919) sobre a ocorrência da espécie na Serra do Mar e no norte do Estado de São Paulo, fato importante a ser considerado na análise da hipótese sobre a origem nordestina, ainda mais que se sabe de sua ocorrência em diversos ecossistemas florestais costeiros, notadamente onde as florestas baixo-montanas em solos argilosos entram em contato com as florestas de restingas em solos arenosos.

A verdade é que até hoje não se procurou conhecer a correta distribuição geográfica natural dos oitizeiros. Ao escrever sobre as espécies arbóreas da Flora dos Tabuleiros, no Espírito Santo, Ruschi, A. (1950) incluiu o oiti (*Licania tomentosa*), anotando ser ele ali chamado de oiti-mirim.

Efetivamente, o oitizeiro nativo, não plantado, portanto, pode ser considerado de porte médio a grande e, nas matas atlânticas, devia ocupar todos os trechos transicionais situados entre as formações de restingas arbóreas e as das florestas baixo-montanas e de encosta. Quando os portugueses chegaram ao Brasil (1500), tal ocupação abrangia, praticamente sem interrupção, toda a extensão da costa brasileira.

Hoje, lamentavelmente, aquelas formações ecológicas naturais não mais existem ou encontram-se totalmente alteradas, resultando no desaparecimento, dentre outras espécies biológicas, dos oitizeiros selvagens. Torna-se, assim, muito duvidosa a sobrevivência de algum raríssimo espécime vivo. A única referência merecedora de crédito é a de Dardano de Andrade Lima, sobre material coletado em mata de restinga no Estado de Pernambuco (ANDRADE-LIMA, 1960).

4. O oiti no Estado do Rio de Janeiro

Observando-os nas ruas e praças da Cidade do Rio de Janeiro, a maioria das pessoas, por óbvio desconhecimento, considera os oitizeiros árvores de porte mediano. Na realidade, trata-se de árvore grande, que produz madeira dura, pesada e de boa qualidade tecnológica.

Soubemos da existência de um grande indivíduo, certamente centenário, quando o observamos por ocasião do início de nossos trabalhos de campo acerca da situação do sauí-piranga, ou micoleão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), nos vários fragmentos florestais dos municípios do Estado do Rio de Janeiro (COIMBRA-FILHO, 1996). Aquele enorme oitizeiro tivera a sorte de ser respeitado pelos sucessivos proprietários do local onde hoje se situa o Hotel-Fazenda Mirante do Poeta, no Bairro Industrial, município de Casimiro de Abreu (RJ). Atendendo gentilmente ao nosso pedido, a atual vi-



O oitizeiro do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 3 m de circunferência, embora esteja bifurcado



Outra espécie de oitizeiro no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com mais de 3 m de circunferência

ce-presidente do INEA, Denise M. Rambaldi, mediu sua circunferência, de 4,21 metros, seu diâmetro à altura do peito (DAP), de 131 centímetros, e ainda nos disponibilizou a imagem (pág. 48).

Aquela enorme árvore, cuja altura, na falta de instrumental apropriado, foi estimada em cerca de 20 metros, pode ser um possível remanescente da floresta original e constitui um importante e raro patrimônio natural a ser cuidadosamente preservado.

Dentre outros oitizeiros existentes em fragmentos florestais regionais relativamente próximos entre si, foram anotados, na década de 1950, durante trabalhos de campo de primatologia (COIMBRA-FILHO, 1996), três exemplares relativamente jovens em local situado entre Gaviões e Bananeiras, pouco ao norte da Reserva Biológica Nacional de Poço das Antas, no município de Silva Jardim (RJ), onde, à época, ainda existiam matas em estado razoável, hoje integralmente eliminadas. O porte de um dos oitizeiros era relativamente pequeno e o dos outros dois era apenas mediano. A observação cuidadosa daquele fragmento florestal permitiu supor que fossem mesmo selvagens os três jovens oitizeiros encontrados. O maior se apresentava com tronco bem retilíneo, altura avaliada em aproximadamente 20 metros e DAP de 50 centímetros. Sendo extremamente escassas as referências sobre a distribuição geográfica do oitizeiro além de determinados ecossistemas da região costeira nordestina, em especial nas restingas pernambucanas, as observações anotadas no fragmento florestal em Gaviões assumem certa importância porque permitem supor que os oitizeiros ali observados sejam naturais (não plantados), embora possuindo tamanhos e diâmetros similares aos de certos exemplares novos bem mais retilíneos observados na arborização urbana.

Dentre muitos outros observados, merecem destaque os exemplares situados na área frontal do edifício localizado no cruzamento da Rua das Laranjeiras com a Rua Pereira da Silva, em Laranjeiras, Rio de Janeiro. Os oitizeiros situados nesse cruzamento integram notável conjunto da espé-

cie que arboriza toda a Rua Pereira da Silva. Os frutos são grandes, bem formados e possuem excelente poder germinativo, apesar das péssimas condições em que as árvores se encontram, asfixiadas pelo revestimento asfáltico da rua, em calçadas totalmente cimentadas e sem qualquer trato agrônômico. Mesmo assim, os oitizeiros da rua alcançam 18 metros de altura, aproximadamente. No período da frutificação, todos os frutos caídos deveriam ser aproveitados para a produção de mudas, porque são de origem comprovada e podem ser totalmente utilizados pelos técnicos responsáveis pela arborização da cidade. Alguns desses frutos foram coletados para diversos ensaios, principalmente testes de germinação. O resultado foi muito promissor, obtendo-se plântulas sadias e vigorosas.

Existem também outros oitizeiros notáveis, como são os dois exemplares, possivelmente seculares, que podem ser vistos no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Aleia Nicolau Moreira, depois da entrada lateral para visitantes à direita por trás do prédio da biblioteca). Ainda na cidade do Rio de Janeiro, na Tijuca, Rua da Cascata, há no seu início um oitizeiro com 235 cm de circunferência (equivalente a um DAP de 74 cm), e, na Rua Almirante Cochrane, muitos oitizeiros alcançam DAP superiores a 65 cm.

5. Uso do oitizeiro para proteção e conservação ambiental

O amplo uso do oitizeiro já tinha sido aconselhado na época do Império brasileiro, quando o ilustre botânico e paisagista francês Auguste Glaziou recomendou-o ao imperador Dom Pedro II, frisando que, dentre as numerosas árvores brasileiras, o oitizeiro era a que mais se adequava à arborização urbana. Esta lúcida recomendação foi corretíssima, numa patente demonstração de grande visão, poder de observação e conhecimento da natureza tropical.

Na arborização de avenidas, ruas e praças, o oitizeiro já era citado por Le Cointe (1947) como espécie muito empregada no Rio de Janeiro, onde, segundo o autor, era conhecido pelo nome de oiti e reconhe-

cido por se tratar de árvore resistente ao calor e à poeira.

Em diversas regiões do Brasil pudemos verificar os grandes benefícios ambientais propiciados pelos oitizeiros nas áreas onde se encontravam. Nota-se que tanto o oitizeiro como as demais espécies florestais brasileiras têm sido pouco estudadas de modo conveniente, especialmente sob o ponto de vista ecológico. Esse fato, lamentável, traz, conseqüentemente, resultados desfavoráveis às ações que visam restaurar o equilíbrio ecológico dos ecossistemas em inúmeras áreas.

Os oitizeiros selvagens, ainda que raros atualmente, não deixam de ser, direta ou indiretamente, ativos participantes de processos indispensáveis ao equilíbrio ambiental regional. Ao mesmo tempo que agregam ao ambiente seus valores ecológicos, também participam, como todas as demais espécies, das funções fisiológicas cujo harmônico funcionamento se reflete no equilíbrio das complexas interrelações processadas em toda a biota selvagem.

Apenas para citar um exemplo acerca da importância ambiental do oitizeiro, ao analisar sua morfologia geral, notadamente a densa estrutura de sua fronde, constituída de intrincado de ramos e folhagem em copa compacta, verifica-se que ela propicia excelente e seguro abrigo (*cover*) para aves diversas, em especial as de formas menores, como os passeriformes em geral, que escolhem os oitizeiros para neles construir seus bem escondidos ninhos.

Com relação ao seu potencial de alimento para a fauna, é reconhecido o valor de sua abundante floração, quando as pequeninas e numerosas flores alvas são procuradas por diversas espécies apreciadoras de néctar e pólen, especialmente pelos insetos polinizadores. Além de os frutos serem nutrientes muito procurados por diversos animais, a ocorrência de epífitas nos oitizeiros constitui um importante fator para a alimentação da fauna, graças à abundância das pequeninas bagas produzidas pelas cactáceas epífitas, que são avidamente procuradas pelos pássaros disseminadores. Isto acontece comumente com as inúmeras sementinhas pretas produzidas pe-

las espécies do gênero *Rhipsalis*, fixadas firmemente no ritidoma dos oitizeiros.

Além de formar microecossistemas capazes de preservar inúmeras espécies de plantas ameaçadas de desaparecimento, bem como sua fauna associada, a casca suberosa do oiti é excelente para a fixação de plantas epífitas, podendo ser considerada, talvez, um dos melhores substratos para o cultivo *ex-situ* de vegetais epífitos, especialmente os do gênero citado.

Tais agrupamentos epifíticos nos oitizeiros podem ser planejados e desenvolvidos através de competente manejo, a fim de garantir a preservação de espécies vegetais e faunísticas ameaçadas, que vivem associadas nessas complexas comunidades bióticas, e onde numerosas formas menores de animais raros ou ameaçados de desaparecimento encontram abrigo seguro. Os diminutos frutos de *Rhipsalis* spp., assim como os frutos de outras espécies de plantas epífitas que habitam esses microecossistemas, são avidamente procurados, como se sabe, por diversos animais, especialmente por espécies de gaturamos (*Euphonia* spp.), que se unem a outras aves e pequenos animais, todos grandes apreciadores das pequeninas bagas dessas cactáceas.

Dentre as múltiplas vantagens dessa árvore na arborização urbana, destacam-se, por exemplo, sua grande resistência a altas temperaturas, a secas demoradas, as alterações microclimáticas, a podas por vezes mutiladoras. O fato de possuir raizame pivotante e profundo, o que não danifica o calçamento, é condição da maior importância para a arborização urbana.

O oiti tem ainda uma característica de grande importância, embora nunca citada, que é sua notável resistência à poluição atmosférica. Sendo tomentosas ambas as faces das folhas do oitizeiro, esse tipo de tecido protetor, à semelhança de um feltro, pode reter o material particulado dos gases poluentes. Uma vez saturadas de substâncias poluentes nocivas, inclusive partículas grosseiras das fuligens oriundas das descargas de veículos, essas camadas tomentosas se despreendem naturalmente, levando consigo as

impurezas e deixando os estômatos foliares desobstruídos para prosseguirem em suas funções fisiológicas normais. Apenas este fato justificaria o plantio generalizado do oitizeiro na arborização de logradouros públicos, embora até agora este fato não tenha sido sequer mencionado pelas autoridades competentes.

O oiti tem ainda uma característica de grande importância, que é sua notável resistência à poluição atmosférica.

O oitizeiro somente pode ser propagado através de suas sementes, as quais germinam com facilidade, produzindo mudas saudáveis e robustas, embora no campo seu crescimento seja apenas moderado, considerando se tratar de árvore que

possui lenho pesado e duro, mas que, se receber algum trato agrônomico por menor que seja durante o plantio das mudas, responde mais do que apenas razoavelmente.

Em setembro de 2011, observamos, em Teodoro Sampaio, no extremo oeste do Estado de São Paulo, na região do Pontal de Paranapanema, que a prefeitura do município decidira arborizar, com oitizeiros, muitas ruas daquela progressista cidade. De pronto nos chamou a atenção a excelente qualidade e o vigor dos jovens oitizeiros plantados, uma óbvia demonstração de bom senso da administração local ao usar uma espécie apropriada, que se encontra perfeitamente integrada às condições climáticas e edáficas daquela parte do território brasileiro.

Dada a importância ecológica potencial dos oitizeiros, não se deve negligenciar que seu plantio generalizado permitiria a previsão de bons efeitos ambientais em pouco tempo. Nos repovoamentos



Sombras formadas por oitizeiros, na Praça Tiradentes (RJ): o uso da espécie na arborização de ruas é recomendado desde os tempos de D. Pedro II

ou reintroduções, é recomendável o plantio de jovens oitizeiros com portes idênticos aos dos usados na arborização urbana (cerca de 2 a 3 metros de altura), uma vez que essa espécie, de madeira dura e pesada, tem crescimento apenas moderado quando plantada em espaços abertos. Seja como for, um correto gerenciamento, com acompanhamento constante, se torna indispensável para que se obtenham os resultados esperados na estabilização das áreas em tratamento.

É importante frisar que os executores dos trabalhos de restauração ambiental devem dispor de alguma experiência e, acima de tudo, criatividade e atenção contínua para obter bons resultados.

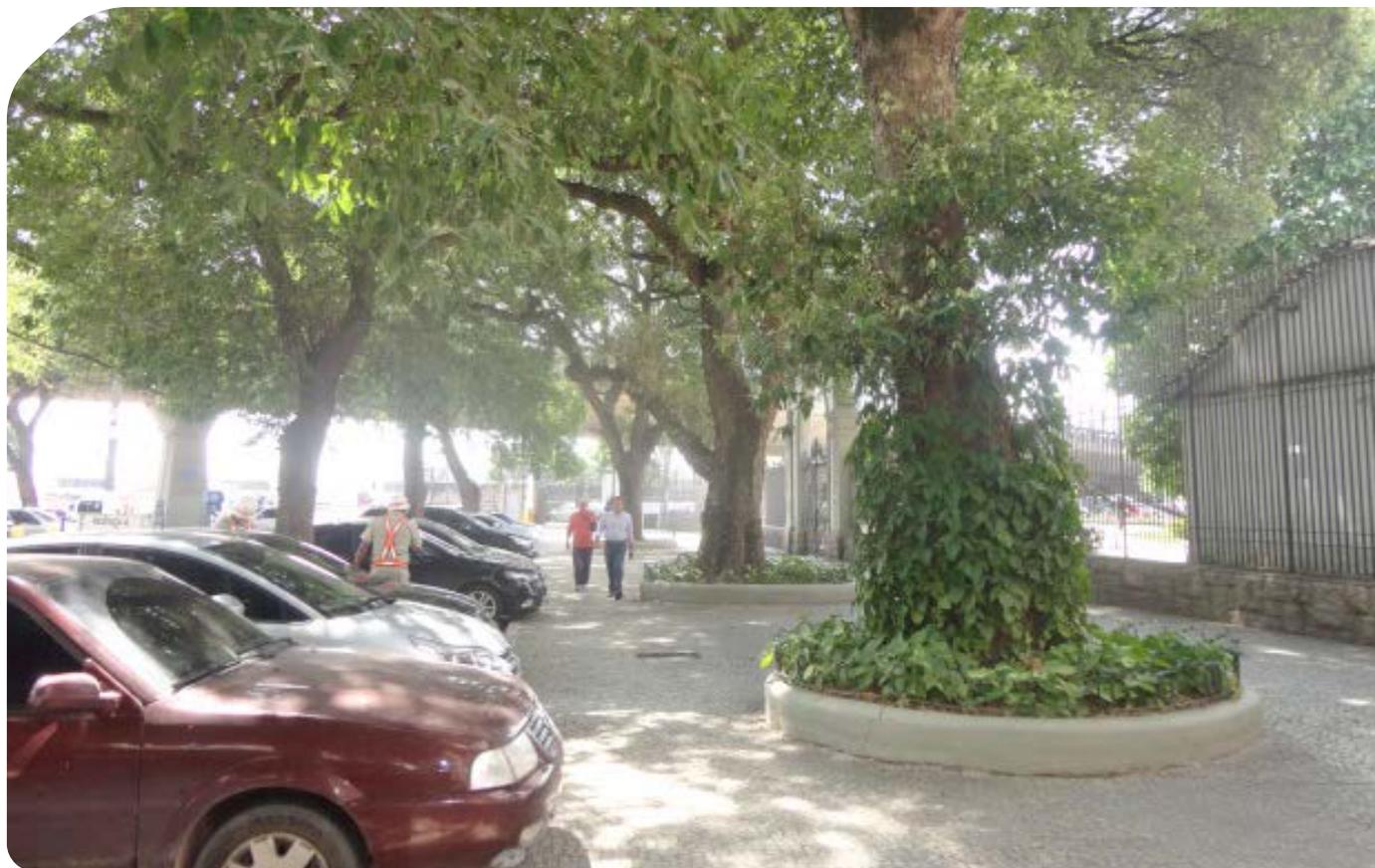
6. Considerações finais

A sobrevivência da *Licania tomentosa* como espécie está, de certo modo, garantida, pelo menos através dos inúmeros indivíduos plantados

para arborização de ruas e outros logradouros públicos em vários estados brasileiros.

A importância conservacionista do oitizeiro pode ser facilmente constatada em inúmeras comunidades epifíticas que crescem nos troncos dos seus exemplares, até mesmo em logradouros públicos da cidade do Rio de Janeiro, principalmente em bairros como Copacabana, Ipanema, Jardim Botânico, Leblon, Gávea, Tijuca e Centro.

Em indivíduos idosos dessa espécie observa-se comumente uma rica biota epífita, notadamente com numerosos indivíduos de *Rhipsalis*, diversas bromeliáceas, orquídeas etc., cujas frutificações são muito procuradas por passeriformes, inclusive podendo atrair belas espécies regionais de gaturamos. Nota-se que nas florestas o oitizeiro é excelente árvore para repovoamento de epifitas regionais ameaçadas, como muitas orquídeas *Laelia lobata*, *Cattleya perri-*



A entrada do Arsenal da Marinha, na Praça Mauá, Rio de Janeiro, tem belos exemplares com circunferências de mais de 3 m



Facilmente reconhecível na arborização de ruas e praças do Rio de Janeiro, o oiti apresenta-se como árvore mediana de até dez metros de altura, embora possa atingir mais que o dobro deste tamanho

nii etc., além de certas bromeliáceas raras e plantas de outros grupos.

Nas áreas protegidas pelo Governo, essa observação deve ser aproveitada em iniciativas de preservação da biodiversidade, visando à salvaguarda de espécies epifíticas raras ou ameaçadas de extinção, tais como numerosas orquídeas fluminenses, embora a maioria das espécies mais vistosas já se encontre no limiar do desaparecimento, quando há poucos decênios eram comumente vistas em alguns fragmentos florestais maiores do Estado do Rio de Janeiro.

Consideram-se esses os valores do oitizeiro, hoje muito empregado como excelente árvore para arborização urbana em numerosas cidades no Sudeste brasileiro, haja vista sua potencialidade para projetos conservacionistas. Seja como for, o que há decênios já fora observado e experimentado, pelo menos para nós não restam quaisquer dúvidas quanto às potencialidades propiciadas por essa árvore para a solução de aspectos biológicos pertinentes à restauração de ecossistemas silvestres degradados ou, até mesmo, já em adiantado grau de alteração.

O oitizeiro oferece muitas opções, devendo ser mais bem aproveitado pelos dirigentes de

entidades públicas, inclusive em projetos ambientais, quer sejam em logradouros públicos, quer se tratem de manejos conservacionistas de reservas bióticas oficiais. Ainda há carência de trabalhos de campo para a elaboração de mapa realista das atuais áreas de ocorrência da espécie, devendo as investigações começar pelas áreas protegidas.

Como se informou, o oitizeiro é atualmente muito escasso, senão extinto nativo na natureza na maior parte da sua área de ocorrência natural, hoje em dia transformada em panorama campestre ou com algumas capoeiras muito degradadas ou já eliminadas, ocupadas pelas explorações agropecuárias. Aliás, essas terras destinadas à agropecuária já haviam sofrido anteriormente toda sorte de danos, inicialmente pelas derrubadas seletivas e posteriormente por sucessivos cortes rasos, destruindo-se integralmente a floresta, sem falar das insensatas queimadas, fatos que certamente impossibilitaram qualquer regeneração natural das formações silvestres, especialmente o restabelecimento das espécies de crescimento relativamente lento e com madeiras duras e pesadas, como a do oitizeiro. 🍃



Oitis na entrada do prédio do Instituto de Filosofia e Ciências Sociais da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Centro do Rio

Referências bibliográficas

- ANDERSEN, Edward F. **The cactus family**. Portland: Timber Press, 2001.
- ANDRADE-LIMA, Dardano . Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivo do Instituto de Pesquisa Agronômica**, Recife, v. 5, p. 305-341, 1960.
- CASCUDO, L. Câmara. **Dicionário do folclore brasileiro**. 7. ed. Rio de Janeiro: Itatiaia, 1993.
- COIMBRA-FILHO, A. F. O aspecto negativo da participação de pássaros de procedência selvagem em competições de canto. **Boletim FBCN**, n. 2, p. 191-200, 1986.
- _____. Mico-leão, *Leontideus rosalia* (Linnaeus, 1966): situação atual da espécie no Brasil (Callithricidae-Primates). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 41, p. 29-58, 1996. Suplemento.
- _____. Notas sobre a Marreca-Ananai, *Amazonetta brasiliensis* (Gmelin, 1782), sua reprodução em cativeiro e ensaios de repovoamento. (Anatidae, Aves). **R. Bras. Biol.**, v. 24 n. 4, p. 383- 391, 1954.
- _____. Reintrodução do tucano-de-bico-preto (*Rhamphastus vitellinus ariel* Vigors, 1826) no Parque Nacional da Tijuca (RJ) e notas sobre sua distribuição geográfica, **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n.11/12, p. 189-200, 2000.
- COIMBRA-FILHO, A. F.; ALDRIGHI, A.D.; MARTINS, H. F. Nova contribuição ao restabelecimento da fauna do Parque Nacional da Tijuca, GB. **Brasil Florestal**, n. 4, p. 7-25, 1973.
- FREITAS, S. R.; NEVES, C. L.; CHERNICHARO, P. Tijuca National Park: Two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 66, n. 4, p. 975-982, 2006.
- GUIMARÃES, E. F. et al. **Árvores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IBAMA, 1993.
- LE COINTE, Paul., 1947. **Amazônia brasileira III- árvores e plantas úteis**. 2. ed. [s.l.]: Cia. Editora Nacional. (Série brasileira, 251)
- LORENZI, HARRI. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa, Plantarum, 1992. v. 1.
- MAGNANINI, A.; COIMBRA-FILHO, A.F. 1964. Avifauna da Reserva Biológica de Jacarepaguá. **Vellozia**, v. 1, n. 4, p. 147-166, 1964.
- ORMINDO, Paulo. **Árvores notáveis: 200 anos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Andrea Jakobson Studio, 2008.
- PEREIRA, Huascar. **Apontamentos sobre madeiras do Estado de S. Paulo**. São Paulo: Secr. Agric. Com. e Obras Pub., 1919.
- PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro, IBDF, 1974. v. 5.
- RUSCHI, A. Fitogeografia do Estado do Espírito Santo. 1- considerações gerais sobre a distribuição da flora no Estado do Espírito Santo. **Bol. Mus. Biol. Prof. Mello Leitão**, Série Botânica, n. 1, p. 1-353, 1950.
- SAMPAIO, A.J. de, 1946. Nomes vulgares de plantas do Distrito Federal e do Estado do Rio de Janeiro. **Bol. Mus. Nac.**, Nova Série Botânica, n. 4, 1946.

Sobre os autores

Adelmar Faria Coimbra-Filho

Mestre em Zoologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e licenciado em História Natural pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente é assessor da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP) do INEA. Fundou as sociedades brasileiras de Botânica, Zoologia e Primatologia e é membro de diversas outras sociedades científicas e conservacionistas no Brasil e no exterior.

Alceo Magnanini

Engenheiro agrônomo formado pela primeira turma da Escola Nacional de Agronomia, atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), é especialista em Ecologia e Conservação da Natureza. Atualmente é assessor da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP) do INEA. 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.

Centro de Informação e Emergências Ambientais

Sistema de Alerta de Cheias

Divulga diariamente, as condições do tempo, a previsão para as próximas 24 horas e o prognóstico para as 72 horas seguintes das regiões Serrana, Noroeste Fluminense, Macaé e Baixada Fluminense. Quando há previsão de chuvas fortes ou de transbordamento dos rios, envia ALERTAS via e-mail e SMS e informações atualizadas via Facebook e Twitter.

Emergências ambientais

Atendimento local, acompanhamento e coordenação de acidentes tecnológicos com substâncias químicas perigosas e risco ao meio ambiente. Plantão 24 horas, sete dias por semana.
Tels.: (21) 2334-7910/7911 | (21) 98596-8770.



Boletim de Balneabilidade

Divulgado semanalmente, informa as praias liberadas para banho e esportes náuticos de 22 municípios do litoral do Estado do Rio de Janeiro.



INEA para o cidadão

Veja em www.inea.rj.gov.br

Boletim de Qualidade do Ar

Divulgado diariamente, informa as condições da poluição atmosférica nas 24 horas anteriores e faz uma previsão meteorológica das condições de dispersão dos poluentes para as 24 horas seguintes nas regiões Metropolitana, Médio Paraíba e Norte Fluminense.



Boletim de Índice de Risco de Incêndios Florestais

Divulgado diariamente, informa os níveis de probabilidade de início e de velocidade de propagação do fogo nas regiões e nas unidades de conservação.



