

**Portal GEOINEA: um instrumento para o compartilhamento e disseminação das informações geoespaciais ambientais do Estado do Rio de Janeiro**

**Breve ensaio sobre a criação de áreas protegidas no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro**

**Aves e mamíferos cinegéticos nas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro**

**Comunidades de abelhas sujeitas às ações antrópicas em fragmentos da Mata Atlântica**

**Desenvolvimento de modelo estatístico de elevação do Rio Quitandinha**

> Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Luiz Fernando de Souza, governador

Secretaria de Estado do Ambiente  
Marco Aurélio Damato Porto, secretário

Instituto Estadual do Ambiente  
Marcus de Almeida Lima, presidente

Diretoria de Licenciamento Ambiental  
Nestor Prado Júnior, diretor

Diretoria de Pós-Licença  
José Maria Mesquita Jr., diretor

Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas  
Paulo Schiavo Júnior, diretor

Diretoria de Gente e Gestão  
Lincoln Nunes Murcia, diretor

Diretoria de Recuperação Ambiental  
Ruy Geraldo Corrêa Vaz Filho, diretor

revista  
**ineana**

outubro > dezembro 2018

v.06

nº03

Produção editorial  
Gerência de Publicações e Acervo Técnico  
(GEPAT/DIGGES)

Coordenação editorial  
Tania Machado

Revisão  
Sandro Carneiro  
Alessandra Araujo

Normalização  
Wellington Lira

Fotos  
Acervo INEA

Diagramação  
Wellington Pires  
Julia Coni  
Philip Martins  
Taís Fernandes

Impressão  
Imprimindo Conhecimento Gráfica & Editora

Capa  
Jacutinga, *Aburria jacutinga*, está classificada como  
"Provavelmente extinta" no Estado do Rio de Janeiro.  
**Foto:** Luana Bianchini

Impresso com recursos do Fundo Estadual de Conservação  
Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM).

#### Conselho Editorial

Alceo Magnanini  
Alcides Pissinatti  
André França  
Antonio Carlos Freitas de Gusmão  
Deise de Oliveira Delfino  
Leonardo Daemon  
Liane da Cruz Cordeiro Moreira  
Marlus N. P. B. V. Oliveira  
Tania Machado

© 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.

Disponível também em:  
[www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br) > Estudos e Publicações >  
Publicações

Endereço para correspondência:  
Gerência de Publicações e Acervo Técnico  
Av. Venezuela, 110 – Sala 113 – Térreo – Saúde  
CEP 20081-312 – Rio de Janeiro – RJ  
[inea.gepat@gmail.com](mailto:inea.gepat@gmail.com)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do INEA

R454 Revista Ineana/Instituto Estadual do Ambiente.  
--- v.6, n.3 (out./dez. 2018)- ---Rio de Janeiro: INEA, 2018 -  
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 Portal GEOINEA: um instrumento para o compartilhamento e disseminação das informações geoespaciais ambientais do Estado do Rio de Janeiro

Nátalie Chagas Lourenço; Laís Almeida da Costa Pessanha; Gabriel Freitas de Aguiar Lardosa; Tadeu Tostes de Souza; Rafael de Souza Merlim; Júlia Magalhães Cândido

### 18 Breve ensaio sobre a criação de áreas protegidas no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro

Liane da Cruz Cordeiro Moreira; Solange de Vasconcellos Albuquerque Pessoa

### 38 Aves e mamíferos cinegéticos nas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro

Luiz Filippe Costa da Silva; Ana Luísa Souza Castanheira da Cruz; Cinthia Avellar Martins; Fabrício Polifke da Silva; Lidia Luisa Oliveira Mota; Luiz Felipe Rodrigues do Carmo; Marcolino Matheus de Souza Nascimento; Rodrigo Carvalho de Sousa

### 54 Comunidades de abelhas sujeitas às ações antrópicas em fragmentos da Mata Atlântica

Maria Cristina; Affonso Lorenzon; Juliana Almeida Braga; Marilena de Menezes Silva Conde; Wagner de Souza Tassinari; Adriano Soares Koshiyama

### 72 Desenvolvimento de modelo estatístico de elevação do Rio Quitandinha

Luiz Felipe Rodrigues do Carmo; Marcolino Matheus de Souza Nascimento; Cinthia Avellar Martins; Luiz Filippe Costa da Silva; Rodrigo Carvalho de Sousa; Lidia Luisa Oliveira Mota; Ana Luísa Souza Castanheira da Cruz

# editorial

## › Marcus de Almeida Lima

Presidente do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Esta edição da Ineana marca o fechamento de um ciclo. Temos muita honra e satisfação de dizer, com toda a tranquilidade, que, ao longo desta gestão (2015-2018), fomos capazes de dar início a um novo círculo virtuoso no “nosso” INEA.

Em um período difícil, em que uma “crise de desconfiança” paira sobre quase todos os setores do serviço público em nosso país, e, por consequência, sobre cada um de nossos dedicados servidores, tem sido uma tarefa cada vez mais desafiadora fazer a diferença, demonstrar eficiência, convencer o nosso “cliente” – a sociedade – de que estamos retornando a ele o pagamento de suas contribuições na forma de bons “serviços ambientais”.

Podemos afirmar, sem medo de errar, que o cidadão fluminense pode ficar tranquilo, e confiar. Pelo menos no que diz respeito à gestão da qualidade de vida e da conservação dos recursos naturais em nosso combalido, mas resiliente, Estado do Rio de Janeiro, muito se avançou. Esses avanços não estão apenas nos números, nas estatísticas. A autoestima, o senso de comprometimento com o cidadão e a sensação de “pertencimento” do nosso servidor avançaram, e muito, nos últimos quatro anos. Apesar de todas as dificuldades, das cobranças pela entrega dos projetos, do cumprimento de metas e dos momentos em que a incerteza sobre o recebimento dos salários abalava todo mundo – do diretor ao analista –, o INEA se superou.

No tocante à área de Gente e Gestão, uma certeza: a nova estrutura do órgão, com a inclusão da Dire-

toria de Gente e Gestão e a institucionalização da Universidade do Ambiente, ajudou muito a recolocar o órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro na posição de destaque e pioneirismo em que sempre esteve desde a criação da FEEMA. O INEA voltou a estudar e pensar.

Desde a sua inauguração, em 2009, o Instituto lançou dezenas de publicações, entre livros, inventários, cartilhas, folders e informativos, todos disponíveis para baixar no portal do INEA ([www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br) > Estudos e Publicações > Publicações). Só de revistas Ineana foram oito edições regulares e um número especial, totalizando 35 artigos sobre os mais variados temas. E, ao que tudo indica, a quantidade de trabalhos publicados deve aumentar ainda mais. Isso porque a revista tem recebido cada vez mais artigos, tanto de servidores do INEA quanto de pesquisadores e especialistas de universidades e de outras entidades. Nesta edição, por exemplo, entre os diversos autores, há desde pesquisadores do Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro a professores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Uma pluralidade de vozes e visões que só contribui para as discussões sobre meio ambiente e sustentabilidade.

O primeiro artigo, “Portal Geolnea: um instrumento para o compartilhamento e disseminação das informações geoespaciais ambientais do Estado do Rio de Janeiro”, trata do esforço do INEA para criar uma plataforma de compartilhamento de informações geoespaciais. Com 323 camadas de informação, que aumentam a cada dia, o portal integra os serviços de visualização, acesso ao



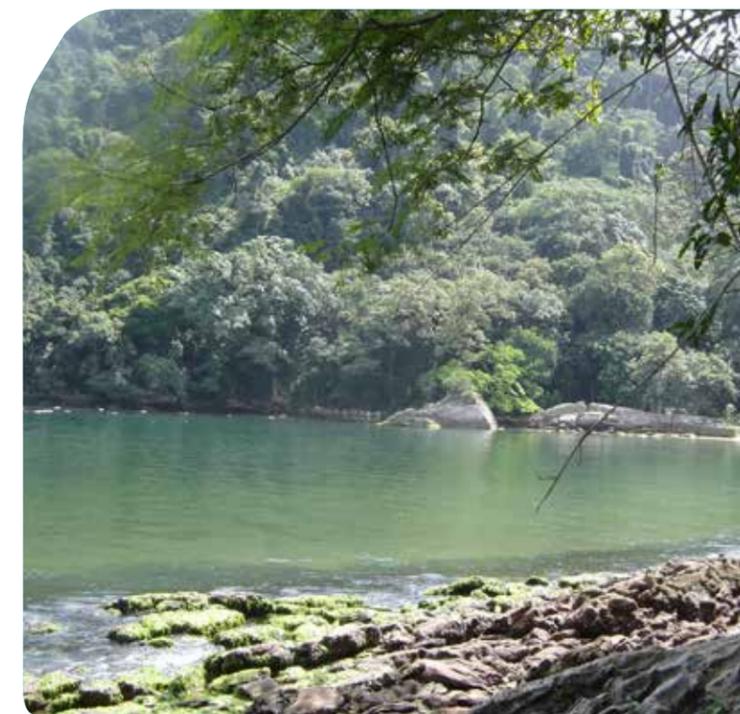
catálogo de metadados e geoserviços, e ainda permite o *download* das informações em diversos formatos de arquivos georreferenciados.

O segundo artigo faz um apanhado histórico sobre a evolução da temática da conservação da natureza no mundo, em especial, sobre a criação de áreas protegidas no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. Em “Breve ensaio sobre a criação de áreas protegidas no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro”, as autoras percorrem o caminho que a humanidade levou até chegar no momento atual, com a diversidade de categorias de unidades de conservação, leis e instituições de proteção. Nesse sentido, destaca-se o Instituto Estadual do Ambiente, que deu um novo impulso ao tema com a criação e ampliação de unidades de conservação. A instituição da Câmara de Compensação Ambiental e do Fundo da Mata Atlântica veio para reforçar a prática e simplificar o gerenciamento dos recursos estaduais, colocando do Estado do Rio de Janeiro em posição de destaque.

Considerados ricos em biodiversidade, o Brasil e, principalmente, o Estado do Rio de Janeiro têm, no entanto, parte de suas espécies de mamíferos e aves sob pressão constante de caçadores, mesmo sendo a caça proibida no país. Para fazer um levantamento das espécies cinegéticas, os autores do terceiro artigo, “Aves e mamíferos cinegéticos nas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro”, realizaram um estudo em 14 Unidades de Conservação estaduais de Proteção Integral geridas pelo INEA. Os resultados reforçam a importância das unidades de conservação para a preservação da fauna e suas interações, bem como recomendam a urgente mobilização dos órgãos competentes para coibir a prática da caça.

O quarto artigo trata da relação entre a fragmentação dos habitats da Mata Atlântica e a diversidade de abelhas e de espécies florais. Por meio do monitoramento, modelos estatísticos e organização de inventários de espécimes e de plantas melitófilas, os autores do artigo “Comunidades

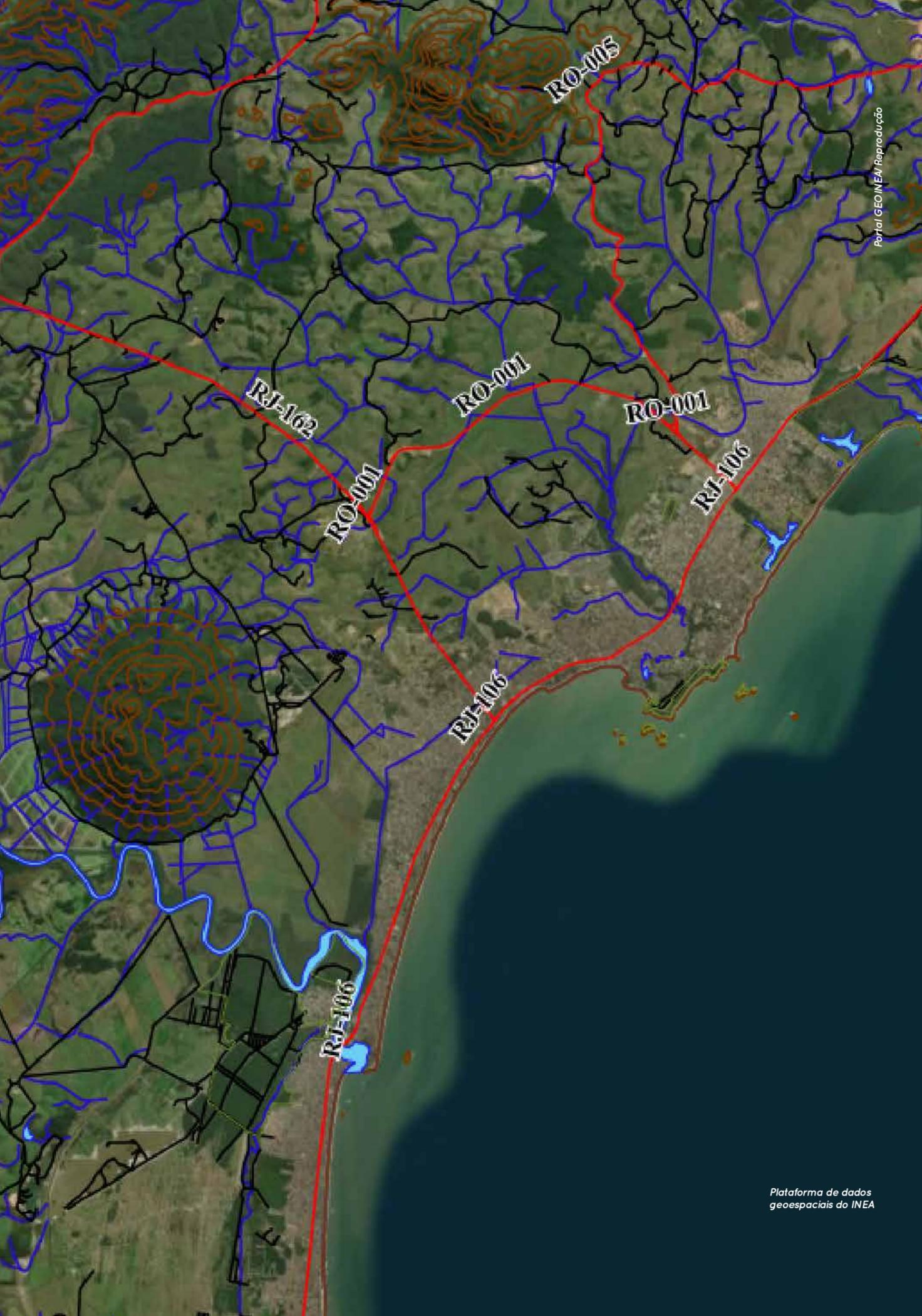
editorial



de abelhas sujeitas às ações antrópicas em fragmentos da Mata Atlântica” atestaram a correlação entre a riqueza das plantas e a abundância das abelhas e mostraram a vulnerabilidade dos organismos silvestres às mudanças paisagísticas.

No Estado do Rio de Janeiro, uma das bacias mais críticas em termos de risco de desastres é a bacia hidrográfica do Piabanha. Entre os rios que compõem a bacia, o Quitandinha é o que registra o maior histórico de ocorrências de transbordamentos. Por conta disso, o quinto artigo, “Estudo e desenvolvimento de modelo estatístico de elevação do Rio Quitandinha utilizando rede neural artificial e árvore de decisão”, faz uma análise dos dados de nível, para obter um modelo prognóstico de elevação do rio, a fim de mitigar os impactos das cheias.

Boa leitura, e que essas sementes que foram deixadas no jardim do INEA possam continuar sendo regadas para que a população fluminense possa sempre se orgulhar do seu órgão ambiental!



Portal GEOINEA Reprodução

Plataforma de dados geoespaciais do INEA

# Portal GEOINEA: um instrumento para o compartilhamento e disseminação das informações geoespaciais ambientais do Estado do Rio de Janeiro

## *Portal GEOINEA: an instrument for sharing and dissemination of environmental geospatial informations of the State of Rio de Janeiro*

► Nátalie Chagas Lourenço; Laís Almeida da Costa Pessanha; Gabriel Freitas de Aguiar Lardosa; Tadeu Tostes de Souza; Rafael de Souza Merlim; Júlia Magalhães Cândido

### ► Resumo

O esforço para disseminação dos dados geoespaciais das instituições públicas do país vem crescendo gradativamente. Nesse sentido, devido à ausência de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) estadual, o INEA estruturou uma arquitetura junto à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), definindo padrões para os dados conforme legislações e normas existentes. Utilizando um GIS web, criou uma plataforma de compartilhamento de informações geoespaciais denominada Portal GEOINEA. Acessado através do site do INEA ([www.inea.rj.gov.br/portatgeoina](http://www.inea.rj.gov.br/portatgeoina)), o GEOINEA integra os serviços de visualização, acesso ao catálogo de metadados e geoserviços, bem como o download das informações em diversos formatos de arquivos georreferenciados, tudo disponibilizado conforme conceito *open data*. Lançado em 4 de abril de 2018, o portal já conta com 323 camadas de informação e uma crescente procura e acesso por diversas instituições sociais.

### ► Abstract

The effort to disseminate the geospatial data of the country's public institutions has been increasing, in this sense, in the absence of a state SDI, INEA has structured an architecture with INDE, defined data standards according to existing laws and regulations and used a GIS web to create the geospatial information sharing platform of the institution, called *portal GEOINEA*, which can be accessed at [www.inea.rj.gov.br/portatgeoina](http://www.inea.rj.gov.br/portatgeoina). The portal integrates visualization services, access to the metadata catalog and geoservices, as well as the download of information in several georeferenced file formats, all made available according to the open data concept. Launched on April 4, 2018, the portal already has 323 layers of information and a growing demand and access by many institutions.

### Palavras-chave

Geoportail. INEA. Dados Abertos. RJ. Geoinformação.

### Keywords

Geoportail. INEA. Open Data. RJ. Geoinformation.

## 1. Introdução

O Estado do Rio de Janeiro ainda não possui legislação específica sobre a organização, estruturação e disseminação de informações geoespaciais. Os órgãos públicos acabam por desenvolver iniciativas internas e centralizadas para tratar suas geoinformações. Faltam acordos de compartilhamento de dados e ferramentas entre as instituições produtoras e mantenedoras de informações geoespaciais. Além disso, como não há padronização em termos de forma e especificações técnicas, torna-se difícil o intercâmbio e a interoperabilidade de tais insumos técnicos (SEPLAG-RJ, 2016).

Nessa discussão, entende-se por dado ou informação geoespacial o estabelecido no âmbito do Decreto Federal nº 6.666, de 27 de novembro de 2008:

*[...]aquele que se distingue essencialmente pela componente espacial, que associa a cada entidade ou fenômeno uma localização na Terra, traduzida por sistema geodésico de referência, em dado instantâneo ou período de tempo, podendo ser derivado, entre outras fontes, das tecnologias de levantamento, inclusive as associadas a sistemas globais de posicionamento apoiados por satélites, bem como de mapeamento ou de sensoriamento remoto.” (BRASIL, 2008, Art. 2, Cap. I).*

Nesse contexto, o esforço de disseminação de informações geográficas dos órgãos de governo vem crescendo, e diversas iniciativas para dar conhecimento à sociedade sobre a existências dessas informações têm sido tomadas.

Assim, buscando a disseminação dos dados geográficos do órgão à sociedade, o INEA desenvolveu uma norma técnica interna para padronizar a produção desses dados. Os esforços despendidos culminaram com a elaboração e disponibilização do portal GEOINEA, um canal eletrônico que tem como objetivo principal otimizar o compartilhamento de dados geoespaciais produzidos pelo INEA.

Além do propósito de disseminar informações para o fomento à pesquisa e o subsídio à gestão territorial e à tomada de decisão no Estado do Rio de Janeiro, o compartilhamento dos dados geoespaciais produzidos pelo INEA visa atender à Lei

Federal nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, que regulamenta o direito constitucional de acesso às informações públicas. Dessa forma, cabe aos órgãos e entidades públicas a criação de mecanismos que possibilitem, a qualquer pessoa, física ou jurídica, sem necessidade de apresentar motivo, o acesso às informações públicas elaboradas nas instituições.

Como órgão responsável por proteger, conservar e recuperar o patrimônio ambiental do Estado do Rio de Janeiro, o INEA detém um vasto banco de dados geoespaciais de relevância aos estudos ambientais e ao planejamento territorial. As informações e mapeamentos elaborados pelos diferentes setores do INEA são de grande interesse tanto à gestão pública quanto à pesquisa e à iniciativa privada. Há, dessa forma, uma extensa demanda interna e externa pelo acesso à informação geográfica armazenada e produzida no Instituto.

Para atender a essa demanda, o INEA vem utilizando os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), importantes aliados à organização, sistematização, armazenamento, compartilhamento e análise de informações georreferenciadas dos mais diversos setores da gestão pública.

Nesse viés, o INEA optou pela criação de um portal utilizando a plataforma do ArcGis Online – software de SIG baseado na nuvem, o qual pode ser acessado a qualquer hora, de qualquer lugar, com internet, pois não há necessidade de instalação de softwares e aplicativos no hardware, inclusive com aparelhos *mobile*. Fazendo uso dessa ferramenta, foi criado o portal GEOINEA, que pode ser acessado pelo endereço eletrônico [www.inea.rj.gov.br/portal-geoinea](http://www.inea.rj.gov.br/portal-geoinea), no qual estão disponíveis os arquivos (*open data*) dos mapeamentos e informações geográficas produzidas pelo INEA e por outros órgãos.

Antes de serem disponibilizadas, essas informações foram submetidas a todos os critérios de qualidade e preenchimento de metadados observados nos manuais e publicações da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), bem como da ISO 19115:2003, principalmente. Nesse sentido, o INEA fez a adesão à INDE na modalidade “Nó Central”, o que significa que o órgão se compromete a seguir

os padrões estabelecidos pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) do Ministério de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, e que pode utilizar a infraestrutura física do servidor de dados que se encontra na sede do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Rio de Janeiro, bem como o catálogo de metadados e os geoserviços.

## 2. Materiais e métodos

Muitos dados produzidos pelas instituições carecem de padronização de aquisição, controle de qualidade e preenchimento de metadados. Diante disso, a equipe da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET) do INEA buscou padronizar os dados já produzidos e elaborar uma normatização com o intuito de definir como os novos dados produzidos e contratados pelo Instituto devem ser entregues.

As orientações técnicas foram formuladas com base nas legislações nacionais e internacionais acerca do assunto. Foram utilizadas como base as ISO 19115, ISO 19139 e ISO 19157, diretrizes internacionais que buscam normatizar a produção de dados geoespaciais. Essas ISOs também orientaram a legislação brasileira sobre qualidade, produção e compartilhamento de informações georreferenciadas.

As ISOs 19115 e 19139 discorrem sobre a elaboração de metadados, e a ISO 19139 é uma implementação derivada da ISO 19115, a qual define a estrutura dos metadados em .xml (*eXtensible Markup Language*), formato de metadado utilizado pela INDE.

O metadado é um arquivo que contém informações de suma importância à identificação do dado. Nesse arquivo devem constar informações sobre as origens do dado, tais como data de produção, entidade responsável pela produção, breve resumo sobre o dado, descrição dos dados de entrada utilizados para gerar a informação, linhagem contendo os procedimentos e processamentos aplicados aos dados de entrada, formato de distribuição, escala e sistema de referência em que o dado foi disponibilizado.

De acordo com o Decreto Federal nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, o metadado foi definido como:

*[...] conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características de seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar sua busca e exploração.” (BRASIL, 2008, Art. 2, Cap. II).*

A catalogação e a publicação do metadado são imprescindíveis. Além de dar identidade à informação e propiciar a prospecção e acesso ao dado, os metadados evitam a duplicidade de informações elaboradas por diferentes instituições, uma vez que facilitam o acesso ao dado e discorrem sobre a origem e qualidade do dado quanto aos materiais e métodos utilizados, garantindo confiabilidade à informação. Evita-se, portanto, o desperdício de recursos e a duplicidade de dados elaborados.

A ISO 19157, por sua vez, trata da qualidade dos dados geoespaciais. Por qualidade, entende-se “a totalidade de características de um produto ou serviço que lhe conferem aptidões para satisfazer necessidades explícitas e implícitas” (MELO, 2011).

A ISO 19157 aborda seis elementos de qualidade dos dados geoespaciais: completude, acurácia posicional, acurácia temática, acurácia temporal, consistência lógica e usabilidade, conforme conceitos expostos no Quadro 1.

O INEA, pautado nessas normatizações, implementou uma Norma Operacional (NOP) (ainda não publicada) que objetiva orientar quanto aos procedimentos a serem adotados ao elaborar e compartilhar dados espaciais, tendo como objetivo padronizar a informação, garantindo a qualidade do dado. Definindo, por exemplo, padrão para a nomenclatura dos dados, os formatos dos dados (vetorial, matricial e geoserviço), metadados, organização dos arquivos digitais e sobre os *layouts* dos mapas apresentados.

A NOP se baseia nas legislações brasileiras e nas ISOs internacionais que tratam da padronização de dados geoespaciais. No entanto, o INEA, ao aderir à INDE, buscou adotar as normatizações propostas pela Infraestrutura que no entanto, segue os critérios estabelecidos pela CONCAR e pelas ISOs acima

Quadro 1 – Elementos para análise de qualidade de dados geoespaciais			
Elementos	Conceito	Subelementos	Conceito
Compleitude	Descreve a presença ou ausência de instâncias de feições, relacionamentos e atributos. Varia de acordo com a escala de mapeamento; quanto maior o detalhe, menor a taxa de omissão	Omissão	Relacionada aos dados que não foram representados no mapeamento
		Comissão	Relacionada aos dados que foram representados no mapeamento
Acurácia Posicional	Garante que não ocorra deslocamento do mapeamento em relação à posição no mundo real	Acurácia posicional absoluta ou externa	Proximidade entre os valores de coordenadas do produto cartográfico e seu correspondente no mundo real
		Acurácia posicional relativa ou interna	Proximidade entre os valores de coordenadas observadas com a posição relativa de outras feições no conjunto de dados e suas posições aceitáveis ou consideradas como verdadeiras
		Acurácia posicional dos dados em grade	Proximidade de uma grade de dados, dados matriciais, com o valor aceitável ou considerado verdadeiro
Acurácia Temática	Refere-se à acurácia dos atributos de um conjunto de dados espaciais mapeados em relação ao mundo real. Segundo a ISO 19157:2013, pode ser dividida em dois grupos de atributos: quantitativos e não quantitativos	Correção da classificação	Comparação entre a representação da classe de feições e seus atributos e o mundo real
		Correção dos atributos não quantitativos	Avalia se um atributo não quantitativo está correto ou não
		Acurácia dos atributos quantitativos	Avalia a proximidade entre o valor de um atributo quantitativo com um valor conhecido ou aceito como verdadeiro
Acurácia Temporal	Refere-se à importância do tempo para se julgar a qualidade dos dados. Deve-se levar em conta a que tempo se refere: ao tempo lógico do evento, ao tempo da observação ou evidência e ao tempo em que é realizada a carga de mudanças no banco de dados	Acurácia de uma medida temporal	Relacionada à correta referência temporal do dado avaliado
		Consistência temporal	Relacionada à correta ordem de eventos ou sequência de um dado
		Validade temporal	Relacionada à validade dos dados em um determinado tempo
Consistência Lógica	Avalia a integridade estrutural de um conjunto de dados	Consistência conceitual	Relacionada à análise do conjunto de dados espaciais ao universo de discussão
		Consistência de domínio	Relacionada à avaliação da conformidade em relação a valores preestabelecidos
		Consistência de formato	Considera o grau em que os dados são armazenados de acordo com a estrutura física do conjunto de dados
		Consistência topológica	Refere-se aos aspectos geométricos e topológicos da informação espacial
Usabilidade	Avalia se o dado atende às especificações de determinados usuários por meio de indicadores específicos: eficácia, eficiência e satisfação	Não possui	Não possui

Fonte: ISO 19157

citadas. A Figura 1 demonstra todas as normatizações e legislações utilizadas na elaboração da NOP Padrões de Dados Geoespaciais.

O fluxograma apresentado na Figura 2 demonstra as etapas do processo de padronização e qualidade das informações compartilhadas no portal GEOINEA.

Após a padronização, os dados foram disponibilizados no portal GEOINEA, onde o usuário pode acessá-los de forma categorizada por eixos temáticos. Cabe salientar que a elaboração do geoportal demandou uma infraestrutura de dados geoespaciais, um servidor no qual os dados pudessem ser



Figura 1 – Normatizações e legislações para padronização dos dados do INEA

Fonte: Elaborada pelos autores

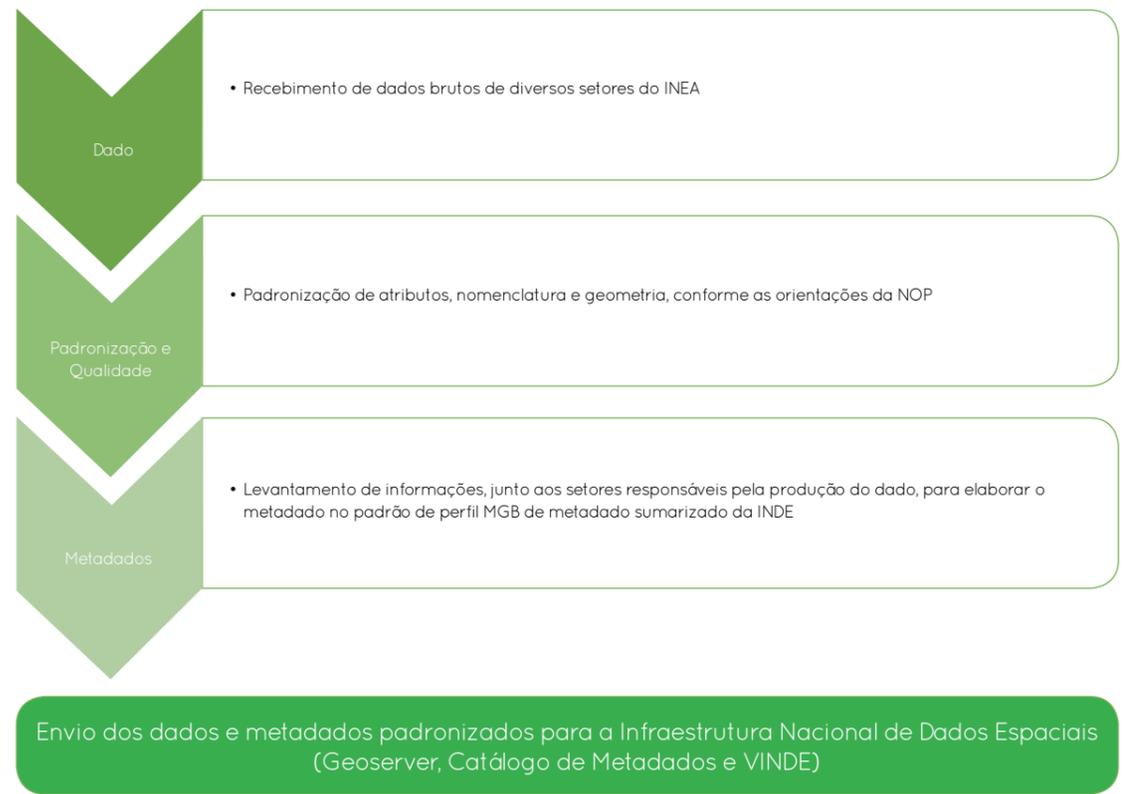


Figura 2 – Fluxo do tratamento dos dados do portal GEOINEA

Fonte: Elaborada pelos autores

armazenados e estruturados para, através de links de geoserviços, serem consumidos e compartilhados. Para isso, recorreu-se à INDE, através de termo de adesão, no qual o INEA conta com a equipe do IBGE designada para executar, dentre outras coisas, a tarefa de gerenciar o armazenamento dessas informações no servidor nacional. Melhor esclarecendo, a INDE é muito mais que um servidor de dados geoespaciais, podendo ser definida como:

*Conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal” (BRASIL, 2008).*

Na Figura 3, está demonstrada a arquitetura de Infraestrutura de Dados Espaciais utilizada. No fluxograma, é possível observar o recebimento do dado bruto pela Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET) do INEA, o tratamento do dado, o envio para o

provedor de serviços de dados geográficos da INDE e a disponibilização desta para visualização e *download* no Visualizador da INDE (VINDE) e no Geoserver, respectivamente, onde o usuário pode acessá-lo através dessas duas interfaces. Do outro lado do processo, tem-se o levantamento das informações acerca da origem e qualidade do dado para a elaboração dos metadados e preenchimento do metadado em formato .xml no catálogo da INDE, seguindo os padrões propostos pela Infraestrutura. Os metadados, por sua vez, podem ser acessados através de uma terceira interface da INDE: o Catálogo de Metadados.

Conforme observado na Figura 3, a própria INDE conta com ferramentas (interfaces) para visualizar, acessar metadados e realizar *download* das feições de todas as instituições que adeririam à INDE. Esse acesso aos dados e aos metadados é realizado através de três interfaces diferentes: o VINDE (Visualizador da INDE), o catálogo de metadados da INDE e o Geoserver. O geoportal foi concebido com o propósito de unificar em uma só interface esses três serviços: a visualização, o *download* e a consulta ao metadado, proporcio-

nando ao usuário maior comodidade e eficiência na busca pelas informações desejadas.

A interface do portal utiliza os dados armazenados na INDE através do consumo de geoserviços. Esses geoserviços permitem que o usuário, ao realizar uma busca no portal, visualize, realize pequenas análises espaciais e faça o *download* das camadas solicitadas. Além disso, os links para acesso aos metadados encontram-se disponibilizados junto à interface de *download*, facilitando o acesso a estas informações.

Os geoserviços são protocolos de serviços via web que foram padronizados internacionalmente pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC). Existem vários tipos de geoserviços. Porém, na estrutura do portal GEOINEA são utilizados os *Web Feature Service*, também conhecidos como WFS, e os *Web Map Service*, conhecidos como WMS. Os WFS são utilizados para a

realização dos *downloads*, enquanto os WMS são consumidos através dos visualizadores de camadas, que se caracterizam por ser uma representação meramente gráfica do dado. No Quadro 2 estão dispostas mais informações que diferenciam esses serviços web.

A importância desses geoserviços explicita-se na possibilidade de compartilhar os dados sem a necessidade de armazená-los em um servidor local, tornando o compartilhamento da informação mais dinâmico e acessível em diferentes bancos de dados e softwares.

Buscando direcionar o usuário para as informações ambientais do Estado do Rio de Janeiro, no geoportal os dados encontram-se categorizados por eixos temáticos e centralizados em uma única interface para *download*, visualização, consumo de geoserviços e metadados, bem como há uma contextualização dos principais dados produzidos pelo INEA.

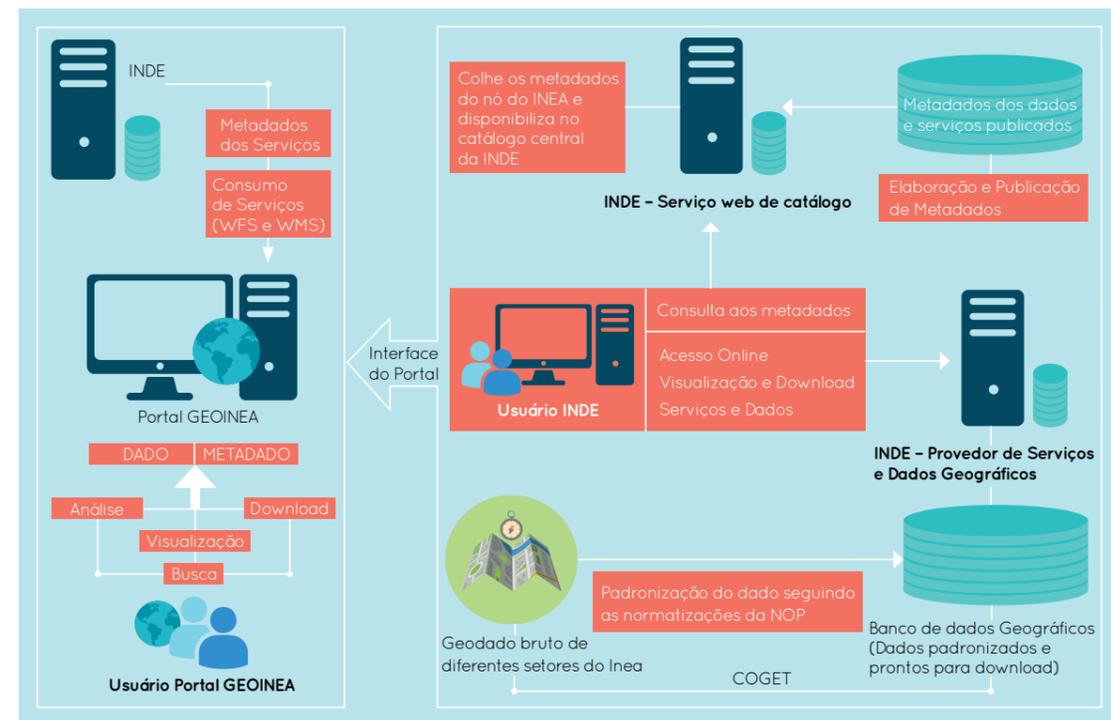


Figura 3 – Arquitetura da infraestrutura utilizada para a disponibilização do GEOINEA  
Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 2 – Resumo sobre os protocolos de geoserviços web

Tipo	Descrição	Operação	Descrição
Web Map Service (WMS)	O WMS tem a função de criar uma forma padronizada de mapas, utilizando-se da representação, tamanho e sistema de referência do mapa	GetCapabilities	Esta operação fornece metadados sobre o serviço que está sendo executado, apresentando as informações sobre os valores de parâmetros aceitáveis para as operações
		GetMap	Retorna um mapa para o usuário, apresentado com sistema de referência, formato e parâmetros de layout pré-determinados
		GetFeatureInfo	Consiste em uma operação, opcional, capaz de retornar informações adicionais sobre pixels determinados pelo usuário
Web Feature Service (WFS)	Este serviço Web permite executar consultas, inserções, atualizações e exclusões de feições geográficas	GetCapabilities	Retorna os tipos de feições suportados e suas respectivas operações permitidas
		DescribeFeatureType	Retorna a descrição de um determinado tipo de feição que é suportado pelo WFS
		GetFeature	Operação responsável por retornar as instâncias de dados oferecidos pelo serviço, representadas por documentos GML

Fonte: BRANDÃO, F.; RIBEIRO, J. A., 2007

### 3. Resultados e discussão

O portal GEOINEA foi lançado em abril de 2018, disponibilizando, em sua estrutura, dados provenientes de diversos setores do INEA. Esses dados encontram-se categorizados por eixos temáticos e centralizados em uma única interface para *download*, visualização, consumo de geoserviços e metadados, como representado na Figura 4.

O portal conta com mais de 320 camadas organizadas em cinco eixos temáticos: Biodiversidade e Áreas Protegidas; Monitoramento e Uso do Solo; Recursos Hídricos; Projetos & Parceiros; e Base Cartográfica. Há, ainda, a aba *Acesso Rápido*, em que todas as camadas estão disponibilizadas, sem categorização temática. Dentro de cada uma dessas abas, o usuário encontra uma interface de apresentação dos dados que compõem aquele eixo temático: (*Subaba Apresentação*); uma interface para visualizar o dado: (*Subaba Visualizador de Camadas*); e a interface para consultar os metadados e realizar o *download* do arquivo em variados formatos: (*Subaba Metadado e Download*).

Além das abas onde estão sistematizados os conteúdos, o portal conta com uma aba *Contato*, um canal de comunicação entre o usuário e a equipe do portal, onde dúvidas podem ser sanadas e sugestões, propostas. Por último, tem-se a

aba *Manual do Usuário*, onde um tutorial em arquivo .pdf foi elaborado com o intuito de explorar todas as ferramentas e recursos disponibilizados no portal, auxiliando a navegação, tornando a utilização do portal mais simples, eficiente e acessível aos diversos públicos, especialmente os usuários pouco familiarizados com ferramentas e sistemas de informações geográficas.

O portal mescla conteúdos descritivos sobre os temas das camadas. Nele, são explorados recursos de busca, visualização e conhecimento do conteúdo compartilhado, visando levar ao usuário a informação buscada e esclarecer a origem das informações.

O compartilhamento das informações organizadas de forma simples e intuitiva proporciona ao usuário autonomia em sua busca pelo dado e compreensão da usabilidade da informação, resultando na diminuição da demanda interna e externa pela concessão de dados. Além de garantir a padronização dos dados compartilhados quanto aos formatos e atributos, o portal garante que todo e qualquer usuário, seja interno ou externo, acesse as versões mais atualizadas das informações geoespaciais produzidas pelo órgão.

Estima-se que o INEA possua mais de 20 setores com o potencial de sistematizar dados passíveis de georreferenciamento e compartilhamento. Con-

tando com isso, a base de dados compartilhada no portal é atualizada constantemente. Busca-se substituir dados obsoletos, alimentar bimestralmente o portal com novas informações produzidas pelo INEA e sistematizar dados passivos retidos nos diversos setores do órgão.

A ampliação do conteúdo disponibilizado no portal demanda cooperação de todas as diretorias do INEA, uma vez que exige um esforço conjunto entre os diversos setores produtores de dados passíveis de espacialização e compartilhamento – sistematizar o dado e as informações para a elaboração do metadado. Já a equipe da COGET, responsável pela manutenção do portal GEOINEA, se encarrega de padronizar e disponibilizar ao público os dados, conforme a análise da Figura 5.

Ao receber o dado elaborado por outros setores, a equipe da COGET verifica a possibilidade de espacialização e sistematização da informação. Caso o dado seja passível de geocodificação, busca-se submetê-lo às etapas:

- i. **Espacialização:** consiste na análise da informação quanto à sua pertinência espacial: se é possível enquadrá-la em um sistema de referência, através de uma coordenada X, Y obtida através de um software SIG.
- ii. **Sistematização:** consiste em todo o processo para padronização da informação:

- a) **Modelagem conceitual:** Comumente feita utilizando o Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER). É a compreensão das informações e da relação entre elas.
- b) **Modelagem lógica:** Implementa recursos, como padrão de nomenclatura, integridade referencial etc.
- c) **Modelagem física:** Inserção dos dados nos padrões do Banco de Dados utilizado.

Ao longo do processo de sistematização, o dado passa por todas as etapas de validação para atender as especificidades da ISO 19157:2013, que trata da qualidade dos dados, os quais são avaliados segundo as seguintes variáveis: completude, acurácia temática e posicional, consistência lógica e usabilidade. Dessas etapas de validação, duas merecem destaque maior: os preenchimentos de atributos e a correção topológica. Após as etapas de sistematização dos dados, é solicitada a inserção da informação no servidor da INDE.

Nessa etapa, fica evidente a importância da NOP Padrões de Dados Geoespaciais na construção e manutenção do portal. As normatizações propostas garantem a qualidade e a padronização dos dados produzidos, tornando-os compatíveis com os formatos e padrões dos *open data* e



Figura 4 – Janela de cada eixo temático do portal com suas respectivas subabas  
Fonte: Portal GEOINEA/Reprodução

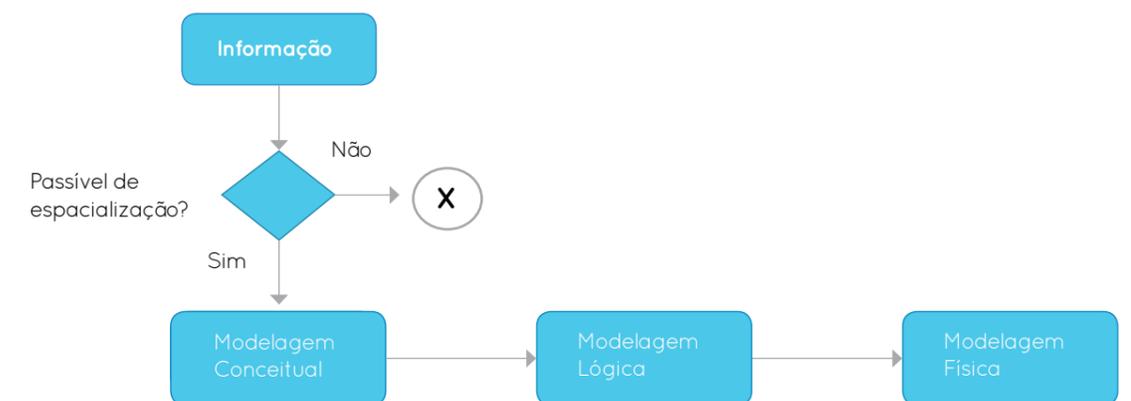


Figura 5 – Resumo da análise dos dados setoriais  
Fonte: Elaborada pelos autores

com as especificações impostas pela INDE, o que reduz o retrabalho e dá agilidade ao processo.

O portal GEOINEA obteve mais de 7.500 acessos no período compreendido entre abril, quando foi lançado, e agosto de 2018. A média mensal é de 1.500 acessos. Esses índices evidenciam a eficiência do geoportão como um canal de compartilhamento de dados ambientais do Estado do Rio de Janeiro. A ampliação do conteúdo compartilhado e a divulgação da ferramenta dentro do próprio INEA e entre prefeituras, comitês de bacia hidrográfica, universidades e demais instituições ligadas à pesquisa ambiental é de suma importância, não só ao propósito maior do portal, que consiste em compartilhar dados ambientais para o fomento da pesquisa, para auxiliar a gestão ambiental e a tomada de decisão, como também para a manutenção do portal em si, ratificando sua utilidade diante das demandas da sociedade.

O portal é acessado pela página web oficial do INEA e divulgado em seminários, eventos e em canais de notícias voltados para usuários de dados geoespaciais.

#### 4. Conclusões

Com o portal GEOINEA, o Instituto tem o intuito de facilitar o acesso da sociedade às informações geoespaciais, preenchendo a lacuna existente no oferecimento desse serviço. O número de acessos e o interesse que diferentes organizações demonstram pelo portal sugerem a eficácia da ferramenta como solução imediata e mais acessível de compartilhamento de dados ambientais do Estado do Rio de Janeiro.

A escolha da ferramenta levou em consideração o baixo custo de manutenção e a facilidade de mexer na interface de construção, a fim de aproveitar o conhecimento técnico existente no INEA, não demandando novas contratações.

No contexto atual, no qual o Estado do Rio de Janeiro ainda não possui regulamentação sobre a geoinformação, a parceria com a INDE assume relevância no sentido de somar esforços na definição de padrões e na utilização de infraestruturas e conhecimento técnico com relação a esse tipo de informação, levando à diminuição de trabalhos sobrepostos na gestão pública, racionalizando recursos, au-

mentando a eficiência no uso e na aplicação dessas informações dentro e fora das instituições públicas.

O portal GEOINEA é considerado um canal de comunicação com a sociedade que deve ser regularmente atualizado, pois as informações são obtidas e devem ser constantemente sistematizadas por cada setor do INEA, para, então, serem compartilhadas com a sociedade. Cumpre-se, assim, as diretrizes de disponibilidade, autenticidade, integridade e primariedade estabelecidas na Lei Federal nº 12.527/2011.

Com esse tipo de iniciativa, e mesmo com dificuldades, o INEA caminha junto com a CONCAR para atingir o objetivo estabelecido no Decreto Federal nº 6.666/08, que é promover e seguir um adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais para o desenvolvimento do país.

Cabe, ainda, ao Estado do Rio de Janeiro, promover a implementação jurídica, institucional e física de uma IDE estadual, a IDE-RJ, para incorporar dados geoespaciais de todas as naturezas de forma centralizada para acesso e conhecimento de toda a sociedade. No ato dessa implementação, o INEA já estará com seus dados padronizados e com uma experiência de disseminação já em curso para promover adequações, caso necessário.

#### Referências bibliográficas

- BRANDÃO, F.; RIBEIRO, J. A. Estudo do XML, GML, SVG e WEBSERVICES (WMS e WFS) para formatação e divulgação de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 2007. p. 5611-5617.
- BRASIL. Decreto nº 6.666 de 27 de novembro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 28 nov. 2008. Seção 1, p. 57. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2008/decreto-6666-27-novembro-2008-584507-publicacaooriginal-107238-pe.html>. Acesso em: 27 ago. 2018.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 18 nov. 2011, Seção 1,

p.1. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2011/lei-12527-18-novembro-2011-611802-publicacaooriginal-134287-pl.html>. Acesso em: 14 set. 2018.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (Brasil).

**Especificações técnicas para a aquisição de dados geoespaciais vetoriais**: ET-ADGV: v. 1.0. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. **Especificações técnicas para a aquisição de dados geoespaciais vetoriais**: ET-ADGV: v. 2.02. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **Plano de ação para a implantação da INDE**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Norma operacional padrões de dados geoespaciais**. Rio de Janeiro, 2018. *No prelo*.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19115**: geographic information - metadata. Vernier, Geneva, 2003.

\_\_\_\_\_. **ISO 19139**: geographic information - metadata - XML schema implementation. Vernier, Geneva, 2007.

\_\_\_\_\_. **ISO 19157**: geographic information - data quality. Vernier, Geneva, 2011.

MELO, D. H. C. T. B. et al. Decifrando o georreferenciamento. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 3, p. 85-102. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/14950>. Acesso em: 27 ago. 2018.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. **Diagnóstico da geoinformação da administração Estadual do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.fazenda.rj.gov.br/sefaz/content/conn/UCMServer/uuid/dDocName%3AWCC201807>. Acesso em: 20 ago. 2018.

#### Sobre os autores

##### Nátalie Chagas Lourenço

Graduada e Mestre em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Chefe de Serviço de Instrumentos de Gestão do Território e Estudos Ambientais da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET/DIBAPE/INEA).

##### Laís Almeida da Costa Pessanha

Graduada e Mestranda em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Analista Adjunto II da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET/DIBAPE/INEA).

##### Gabriel Freitas de Aguiar Lardosa

Graduado em Gestão Ambiental pela Universidade Estácio de Sá. Analista Adjunto II da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET/DIBAPE/INEA).

##### Tadeu Tostes de Souza

Graduando em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Estagiário da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET/DIBAPE/INEA).

##### Rafael de Souza Merlim

Graduando em Engenharia Cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Estagiário da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET/DIBAPE/INEA).

##### Júlia Magalhães Cândido

Graduanda em Engenharia Cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Estagiária da Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais (COGET/DIBAPE/INEA).

# Breve ensaio sobre a criação de áreas protegidas no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro

*A short essay on the creation of protected areas in the world, in Brazil and in Rio de Janeiro*

› Liane da Cruz Cordeiro Moreira; Solange de Vasconcellos Albuquerque Pessoa

## › Resumo

Este trabalho surge a partir da necessidade de sistematizar informações e compreender processos de criação de Unidades de Conservação no Estado do Rio de Janeiro. Para tal, fez-se um levantamento amplo, buscando referências diversas acerca da evolução da temática em âmbito mundial, nacional e estadual. Nesse sentido, o artigo foi dividido em sete subseções. De acordo com as informações levantadas, pôde-se perceber que as preocupações humanas com o meio ambiente e o surgimento das primeiras iniciativas voltadas à sua proteção são bastante antigas, ainda que não se possa precisar o momento de seu aparecimento inicial. Mesmo que os valores conferidos à natureza estivessem inicialmente muito mais voltados à manutenção das reservas de caça e a interesses econômicos, a criação de alguns espaços com intervenção humana controlada, de certa forma, acabou garantindo a perpetuação do meio ambiente razoavelmente preservado. O interesse humano na conservação ambiental passou a estimular o manejo de espécies, o incremento de pesquisas científicas e, sobretudo, o uso racional de recursos naturais. No que concerne à conservação ambiental estadual, com a criação do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), reduziu-se a duplicidade de esforços, cabendo ao novo órgão centralizar a função de gerir todas as unidades. Assim, enquanto ocorria o desmembramento do órgão federal Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em dois, o Estado do Rio de Janeiro optava por fundir seus três órgãos ambientais em apenas um, o INEA.

## Palavras-chave

Unidade de Conservação. Políticas Públicas. Estado do Rio de Janeiro. SNUC. INEA.

## › Abstract

*This study arises from the need for systematization of information, as well as for understanding Rio de Janeiro Protected Areas creation processes. For this, a broad survey was made, seeking different references, about the evolution of the theme at world, national and state levels. In this sense the article was divided into seven subsections. According to the information gathered, it was possible to perceive that human concerns about the environment and the emergence of the first initiatives aimed at protecting it are quite old, although the moment of its initial appearance can't be determined. Although the values attributed to nature were initially much more focused on maintaining hunting reserves and economic interests, the creation of some areas with controlled human intervention, in a way, ended up guaranteeing the perpetuation of the environment. Human interest in environmental conservation started to stimulate species management, the increase of scientific research and, above all, the rational use of natural resources. Regarding state environmental conservation, with the creation of INEA, the duplication of efforts was reduced, and the new body has to centralize the function of managing all the units. Thus, while the federal agency IBAMA was split in two, the state of Rio de Janeiro chose to merge its three environmental agencies into only one, INEA.*

## Keywords

Conservation Unit. Public Policies. Rio de Janeiro State. SNUC. INEA.

## 1. Introdução

Este trabalho surge a partir da necessidade de sistematizar informações e de compreender processos de criação de Unidades de Conservação (UCs) no Estado do Rio de Janeiro. Para tal, fez-se um levantamento amplo, buscando referências diversas acerca da evolução da temática em âmbito mundial, nacional e estadual.

Mackinnon et al. (1990) afirmam que, no que concerne à história da conservação ambiental *latu sensu*, já no ano de 252 a.C., o imperador da Índia, Asoka “O Grande”, decretou a proteção de animais, peixes e bosques, o que pode ter sido o registro documentado mais antigo da intenção humana em estabelecer o que hoje chamamos, amplamente, de áreas protegidas.

Para outros autores, como Davenport e Rao (2002), os primeiros registros com caráter conservacionista da vida silvestre datam do século IV a.C, também na Índia, com a proibição total da caça e de extrativismos nas florestas sagradas. Novamente, Mackinnon et al. (1990) citam relatos que fazem referência aos nobres Assírios (cerca de 700 a.C) que já se reservavam extensas áreas para a caça, o que mais tarde veio a ocorrer na Europa, em 726 d.C (cidade-estado de Veneza), e no século XI (Bretanha). Quase dois mil anos mais tarde, em 1.084 d.C, o Rei Guilherme I, da Inglaterra, ordenou a elaboração de um inventário de todos os bosques, reservas para caça, áreas agrícolas, terras e recursos produtivos de seu reino, visando estabelecer planos de desenvolvimento e administração para o país (MORAES, 2014).

Muito aquém da atual preocupação ambiental, para Milano et al. (1993, apud CÔRTE, 1997), essas iniciativas de proteção de recursos faunísticos demonstravam, acima de tudo, o cuidado em garantir a perpetuação das atividades de caça pela realeza e aristocracia rural. Para Eagles et al. (2002), as áreas protegidas se abriram ao uso público lentamente, possibilitando o envolvimento da comunidade e o desenvolvimento do turismo.

Já Thomas (2000), ao conduzir o leitor aos primórdios da preocupação ecológica, aborda

a visão antropocêntrica do mundo animal. O boi e o cavalo haviam sido criados para “labutar a nosso serviço”, o cão, para “demonstrar lealdade afetuosa”, as galinhas, para exibir “perfeita satisfação em um estado de parcial confinamento”, o piolho “fornecia poderoso incentivo aos hábitos de higiene”. As plantas eram estudadas em função de seus usos humanos. Os animais eram classificados pelos zoólogos, no início da época moderna, conforme sua estrutura anatômica, habitat e modo de reprodução. No entanto, também eram consideradas as suas utilidades para o homem, bem como o valor alimentício, medicinal e os símbolos morais.

A partir do século XIX, três aspectos contribuíram para a mudança da visão humana relacionada ao meio ambiente (GRANJA, 2009). Inicialmente, com o advento da Revolução Industrial, deu-se o rápido e desordenado crescimento das cidades, o que culminou no aumento considerável de locais insalubres e, conseqüentemente, no interesse da população em desfrutar de espaços dotados de paisagens naturais (DAVENPORT; RAO, 2002). Foi no mesmo período que o romantismo, como movimento cultural, trouxe a ideia da natureza como “lugar da descoberta da alma humana, do imaginário, do paraíso perdido, da inocência infantil, do refúgio e da intimidade, da beleza e do sublime” (DIEGUES, 2001), que, por fim, percebeu-se a necessidade de revisar a relação homem/natureza a partir do avanço da história natural, com o surgimento de obras como *A Origem das Espécies*, de Charles Darwin, datada de 1859, e *Man and Nature*, de George Marsh, publicada em 1864 (ARAÚJO, 2007 apud GRANJA, 2009).

No ano de 1872, foi criado, nos Estados Unidos da América, o Parque Nacional de Yellowstone, visando proibir quaisquer explorações que viessem a alterar características naturais da área. Destinava-se, principalmente, à preservação da grande beleza cênica, benefícios e lazer das gerações da época e futuras, frente ao acelerado processo de colonização. Inspirados na iniciativa estadunidense, nas duas décadas seguintes,

diversos outros países começaram a instituir áreas protegidas, a saber: Canadá (1885), Nova Zelândia (1894), África do Sul e Austrália (1898) e México (1894) (MARTINS, 2012; MORAES, 2014). Ainda que, em 1864, o Vale de Yosemite e o Bosque das Sequóias tenham sido reservados pelo Congresso americano como áreas de uso público e preservação, Yellowstone foi a primeira área protegida a ser denominada Parque Nacional, representando, assim, um marco na história das áreas protegidas modernas.

## 2. Desenvolvimento e discussão

### 2.1 A diversificação das categorias de manejo

O século XX trouxe uma intensificação dos processos de criação de áreas protegidas em todo o mundo, e novos tipos foram sendo implementados, como os Monumentos Naturais, Reservas da Biosfera e Reservas Naturais. Não somente novas categorias de manejo surgiram, mas, com elas, um novo motivo para proteger a natureza se fortalecia: a conservação, para além da criação pura e simples de santuários ecológicos. Esse novo interesse estimulava o manejo de espécies, o incremento de pesquisas científicas e, sobretudo, o uso racional de recursos naturais. Como exemplo, podemos citar a criação do Parque Nacional Kruger, na África do Sul (1898), em que foi proposta a adoção de técnicas de manejo voltadas à recuperação de populações de animais que vinham sofrendo com a exacerbada pressão da caça esportiva e predatória (SILVA, 1999). Ainda sobre o parque africano, podemos destacar atividades importantíssimas ao longo dos séculos XX e XXI, como o manejo de elefantes na África, além de programas atuais específicos, voltados à inclusão de pessoas portadoras do vírus HIV como seus funcionários.

Devido à diversificação de objetivos e nomenclaturas em escala mundial, tornava-se cada vez mais necessário o estabelecimento de conceitos e diretrizes comuns, capazes de criar uma linguagem universal a ser compreendida e utilizada por todos, acerca de um tema tão complexo. Ainda no início do século XX, em 1933, no âmbito da Con-

venção para Preservação da Fauna e Flora em Estado Natural, sediada em Londres, ocorreu a primeira tentativa de padronização. Em 1948, foi criada a União Mundial para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature - IUCN), segundo a qual área protegida é definida como “um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e gerido, por meios legais ou outros meios eficazes, para alcançar a conservação a longo prazo da natureza e seus serviços de ecossistemas e valores culturais associados” (MARTINS, 2012).

Vale ressaltar que, entre 1933 e 1994, “diversos encontros mundiais foram realizados, resultando em mudanças conceituais e de perspectivas na criação e gestão de áreas protegidas, além de terem um papel organizador e coordenador de políticas de conservação” (MARTINS, 2012). Podemos destacar a Convenção Pan-Americana para a Proteção da Natureza e a Preservação da Vida Selvagem no Hemisfério Ocidental (1942) e os três primeiros congressos da IUCN, realizados nos Estados Unidos (1962 e 1972) e na Indonésia (1982). Tais mudanças de perspectiva se evidenciam, inclusive, nos títulos dos eventos mundiais sobre áreas protegidas (SOUZA, 2013)<sup>1</sup>.

Destaca-se que foi também em 1994 que a IUCN aprovou um sistema com seis categorias de áreas protegidas, mundialmente em vigor até os dias de hoje, fazendo deste ano um marco para a história do campo das áreas protegidas (Tabela 1) e definindo objetivos norteadores que devem ser comuns a todas as áreas protegidas.

O 5º Congresso Mundial de Parques Nacionais foi sediado na África do Sul, em 2003. Sua edição seguinte, na Austrália, em 2014, trouxe, como inovação, uma metodologia recente que propõe uma *Lista Vermelha de Ecossistemas*. Vale ressaltar que, no 6º Congresso, cerca de seis mil participantes, o dobro da edição anterior, representaram o Brasil, sendo o segundo maior grupo do evento (atrás apenas dos anfitriões).

Nas próximas sessões, um pouco da história das áreas protegidas no Brasil, e, mais especificamente, no Estado do Rio de Janeiro. Os di-

ferentes formatos estabelecidos para proteção dessas Unidades de Conservação são apresentados e comentados a fim de contribuir para um melhor conhecimento do tema, bem como para uma melhor orientação dos esforços governamentais na conservação de áreas naturais.

As informações disponibilizadas são oriundas de um levantamento de diversos trabalhos com auxílio de ferramentas de busca da internet e documentos oficiais dos órgãos gestores de Unidades de Conservação em nível federal e estadual. Além disso, foram consideradas diversas pesquisas científicas pretéritas e atuais, como fonte na construção deste capítulo.

## 2.2 As áreas protegidas no Brasil

Nos períodos colonial e imperial, existiam normas que restringiam a exploração de alguns tipos de recursos naturais, a exemplo do monopólio do pau-brasil, concedido à Coroa Portuguesa (BRITO, 2003), cuja revogação desencadeou uma enorme devastação das florestas brasileiras, que deram lugar a pastos e lavouras. Embora confusas essas normatizações, até certo ponto resguardaram o patrimônio ambiental nacional. Todavia, como esclarece Peters (2003), “o processo destrutivo crescia no mesmo ritmo da legislação, sem que esta alcançasse aquele, em seus fins de prevenção e repressão”.

Nas primeiras três décadas do século XIX, a atuação do poder público frente à destruição das matas nativas foi bastante restrita. Em 1921, criou-se o Serviço Florestal, que, no entanto, não parece ter saído do papel (BRITO, 2003). Foi no primeiro governo Vargas, com a Revolução de 30, que se inaugurou “um período de intensa atividade legiferante de conteúdo inovador” (COSTA NETO, 2003 apud MACIEL, 2011), motivando a preocupação em defender as riquezas nacionais, as quais incluíam os ambientes naturais.

A Constituição de 1934 delegou a responsabilidade da proteção das belezas naturais e dos monumentos de valor histórico ou artístico à União e aos estados (Art. 10º), ainda sem mencionar a conservação biológica especificamente.

Proteger as belezas naturais passou a ser objetivo político do país e, a partir daí, foram instituídos, por decisão federal, instrumentos políticos importantíssimos para a área ambiental. Podemos citar: o Código de Caça e Pesca (Decreto nº 23.672/1934), Código Florestal (Decreto-lei nº 23.793/1934), o Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934) e o Decreto de Proteção aos Animais (Decreto nº 24.645/1934) (MARTINS, 2012).

Para Brito (2003), o Código Florestal de 1934 foi o primeiro instrumento legal brasileiro a tratar de maneira um pouco mais organizada os recursos florestais, e a conceituar as florestas nacionais, florestas protetoras, parques nacionais e as áreas de preservação permanente. Além desses conceitos essenciais, o Código flexibilizou o direito de propriedade, que deixou de abranger as florestas, existindo, em vez disso, deveres ambientais a serem cumpridos (PETERS, 2003).

O mesmo Código Florestal, em seu art. 3º, classificava as florestas em: a) protetoras; b) remanescentes; c) modelo; e d) de rendimento. As florestas protetoras eram consideradas as florestas remanescentes em propriedade privada, sendo de preservação permanente. As florestas-modelo eram áreas de florestas plantadas, ou seja, artificiais, formadas por apenas uma, ou poucas espécies. Já as florestas de rendimento eram suscetíveis à exploração econômica, algo semelhante às atuais florestas nacionais. Contudo, destaco, os artigos 5º e 9º, que tratavam das florestas remanescentes, definidas como sendo de domínio público, constituintes dos parques nacionais, estaduais e municipais. Nos termos do Decreto-lei nº 23.793:

*Art 5º - Serão declaradas florestas remanescentes: a) as que formarem os parques nacionais, estaduais ou municipais; b) as em que abundarem ou se cultivarem espécimens preciosos, cuja conservação se considerar necessária por motivo de interesse biológico ou estético; c) as que o poder público reservar para pequenos parques ou bosques, de gozo público.*

*Art. 9º - Os parques nacionais, estaduais ou municipais, constituem monumentos públicos naturais, que perpetuam em sua composição florística primitiva, trechos do país, que, por circunstâncias peculiares, o merecem.*

*§ 1º É rigorosamente proibido o exercício de qualquer espécie de atividade contra a flora e a fauna dos parques.*

*§ 2º Os caminhos de acesso aos parques obedecerão a disposições técnicas, de forma que, tanto quanto possível, se não altere o aspecto natural da paisagem.*

No art. 5º, não só são mencionadas áreas protegidas, na figura de parques nacionais, estaduais e municipais, como também se aborda a necessidade de conservação de espécimes raros, bem como a importância do caráter de uso público dessas áreas. Já no art. 9º, fica clara a intenção de proteção dos recursos biológicos vegetais e animais, por meio da proibição de atividades contra ambos.

Ainda que o cumprimento das normas desse primeiro Código Florestal Brasileiro tenha ficado muito aquém do esperado, na década de 1930 houve um significativo progresso com relação à preservação ambiental. No ano de 1934, ocorreu, com bastante repercussão, no Rio de Janeiro, a I Conferência Brasileira para a Proteção da Natureza (PETERS, 2003). Três anos mais tarde (1937), foi promulgada uma nova Constituição, e foi criado o Parque Nacional do Itatiaia, primeiro parque brasileiro com objetivos de atender às finalidades de pesquisa científica e demanda turística.

Em 1939, foram instituídos o Parque Nacional do Iguaçu e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Vale ressaltar que todas essas áreas protegidas, apoiadas pela Constituição de 1937 e pelo Código Florestal de 1934, tinham caráter de monumentos públicos naturais (BRITO, 2003), sendo suas implementações, administrações e

fiscalizações de responsabilidade da Seção de Parques e Florestas Nacionais do Serviço Florestal Federal, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura (MARTINS, 2012).

Em 1948, inspirado na participação brasileira na Convenção para a Proteção da Flora e da Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América, realizada em Washington, em 1940, o Congresso Nacional Brasileiro editou o Decreto Legislativo nº 3 (PETERS, 2003), que estabelecia novas categorias de Unidades de Conservação. Para Maciel (2011), entretanto, estas novas tipologias não apresentaram grandes diferenças com relação às que existiam até então. Eram elas: parque nacional, reserva de região virgem, monumento natural e reserva nacional.

Para Runte (1979, apud MORSELLO, 2006), a criação dos primeiros parques nacionais no Brasil foi estimulada, inicialmente, pela sua incrível beleza cênica e seu valor recreativo. Todavia, Morsello (2006) acrescenta que, paulatinamente, a conservação de espécies e habitats foi ganhando espaço no âmbito da criação de áreas protegidas, sendo atualmente sua principal motivação. Pouco a pouco, diversos novos conceitos foram sendo incorporados aos objetivos de criação de áreas protegidas, tais como motivos puramente ecológicos, como a manutenção do equilíbrio climático e ecológico, a preservação dos recursos hídricos e genéticos, e, sobretudo, a conservação *in situ* da diversidade biológica (GASTAL; SARAGOUSSI, 2008).

Em 1965, devido à ineficiência do Código Florestal de 1934 e à crescente devastação dos recursos florestais, foi promulgado um novo Código (BRITOM, 2003). Em relação às Unidades de Conservação, essa legislação trouxe “a divisão conceitual entre as unidades restritivas ou de uso indireto, ou seja, que não permitiam a exploração direta dos seus recursos naturais e as denominadas não restritivas ou de uso direto, que possibilitavam tal exploração” (BRITO, 2003). Dois anos mais tarde (1967), foi criado,

pelo Decreto-lei nº 289, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), com atribuições específicas para implementar, gerir e fiscalizar as áreas protegidas em franca expansão pelo território nacional (MARTINS, 2012). Essa autarquia federal estava vinculada ao Ministério da Agricultura, com a missão de orientar, coordenar e executar as medidas necessárias à utilização racional, à proteção e à conservação dos recursos naturais renováveis e ao desenvolvimento florestal do país (MACIEL, 2011).

Na década seguinte, o IBDF parecia não ser mais suficiente para centralizar a questão ambiental e, então, em 1973, foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior. Esta secretaria possuía atribuições de elaborar, organizar, integrar e conduzir um verdadeiro projeto político nacional para o meio ambiente, com forte atuação no quadro interno, mas expressiva representatividade no cenário externo (MARTINS, 2012). Essa criação foi impulsionada, em grande parte, pelo desenvolvimento acelerado e pela mudança de paradigma do movimento conservacionista em escala mundial, com o objetivo de buscar a conservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais. Esse período, chamado por Morsello (2006) de “momento de fertilidade teórica”, foi também o de maior número de criação de áreas protegidas no mundo.

Nesse sentido, os dois órgãos supracitados, cujos objetivos direcionavam-se à conservação ambiental, surgiram em dois ministérios distintos, que tampouco tinham a proteção ambiental como suas missões. Favoreceu-se, então, a existência de duas estruturas governamentais diferentes, detentoras de dois sistemas de gestão paralelos, com tarefas similares, e sem coordenação entre si, duplicando o esforço do governo e gerando tipologias florestais que acabavam se sobrepondo. Por fim, era a biodiversidade a maior prejudicada por tal dissociação (MACIEL, 2011; MARTINS, 2012).

Em 1979, visando identificar as áreas mais importantes para a conservação da natureza do país, o IBDF, em conjunto com a Fundação Brasi-

leira para a Conservação da Natureza (FBCN)<sup>2</sup>, apresentou as etapas I e II do Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil, com a proposta de criar um conjunto integrado de áreas protegidas. Essa iniciativa já trazia em seu enunciado uma importante novidade, sendo a primeira vez que se utilizou o termo “unidade de conservação” para designar o conjunto de áreas protegidas constituintes do sistema. O plano passou por revisões e foi republicado em 1982, tendo sido o primeiro passo para o atual Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (MEDEIROS, 2006; MEDEIROS; GARAY, 2006). Rocha et al. (2010) acrescentam sobre esses dois planos que:

*[...] adotaram, entre outros, os princípios da ampliação das áreas protegidas na Amazônia, do aumento da representatividade ecossistêmica do sistema de UCs, da preferência por áreas de grande extensão e da priorização de escolha de áreas sem ocupantes. Em 1986, depois de cerca de sete anos de aplicação dos dois planos, o Brasil tinha quase triplicado a área protegida por PNs existente em 1979.*

Drummond (1997, apud ROCHA et al., 2010) afirma que “somente a partir de 1979, com os dois citados planos do IBDF, houve um esforço deliberado de fazer com que a política de criação de UCs se antecipasse ao processo de ocupação de áreas mais remotas e incluísse amostras grandes e em bom estado dos vários biomas e ecossistemas do país”. Essa mudança de critério ficou nítida com a criação dos Parques Nacionais na Amazônia, pois, até a década de 1970, a região não possuía nenhum Parque Nacional (PN), o que contrasta com os 20 existentes em 1974 (ROCHA et al., 2010).

Em 1981, foi implementada a Política Nacional de Meio Ambiente, por meio da Lei nº 6.931/81, o que poderia servir como ferramenta



Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu, em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro

para solucionar a falta de comunicação entre o IBDF e a SEMA. Estabeleceu-se, também, o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), sob a tutela do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), pela Lei nº 6.938/1981. Trinta e seis anos após o Decreto Legislativo nº 3, de 1948, foram definidas, pelo Decreto nº 89.336/1984, mais duas categorias de áreas protegidas: as reservas ecológicas e as áreas de relevante interesse ecológico.

Em 1989, após o advento da Constituição de 1988, que propiciou um balizamento mais profundo relativo à proteção do meio ambiente (COSTA NETO, 2003 apud MACIEL, 2011), foi criado o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), buscando unificar a política ambiental brasileira, especialmente no âmbito da administração das Unidades de Conservação. Ainda no mesmo ano, foi retomada a discussão sobre a proposta de elaboração do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, que, encaminhada ao Congresso Nacional, veio a se tornar a Lei nº 9.985/2000. Além disso, em 1992, em resposta às necessárias preparações para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), foi criado o Ministério do Meio Ambiente (MMA), outro marco importantíssimo para a conservação ambiental brasileira.

Em 2007, foi criado o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), uma nova autarquia com a missão de gerir as Unidades de Conservação federais brasileiras, antes sob a responsabilidade do IBAMA. Brito (2003) destaca que, “até a criação do SNUC, as normas que tratavam sobre unidades de conservação eram muito esparsas e diferenciadas, existindo diversas categorias de manejo e unidades de conservação que nem sequer correspondiam a tais categorias”.

### 2.3 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)

O projeto que deu origem à Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, instituindo o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC), passou por um intenso debate, tramitando por quase uma década no Congresso Nacional entre os ambientalistas brasileiros. De um lado, os socioambientalistas, que defendiam que a administração das áreas protegidas teria melhor êxito se elas suportassem atividades humanas e tivessem as populações primitivas ou tradicionais como suas aliadas; e, de outro, os preservacionistas, para os quais, entre outros pontos, o conceito tradicional de parque nacional, em que a existência de atividades antrópicas devia ser mínima ou inexistente, deveria ser defendido (BRITO, 2003).

Para Rocha et al. (2010), “o texto final da Lei do SNUC refletiu, em parte, essa cisão no ambientalismo brasileiro. Não houve consenso sobre a permanência de populações tradicionais no interior dos PNs”, contudo, “garantiu-se, aos que detêm apenas a posse de terras designadas para integrarem UCs, o direito de serem devidamente indenizados e realocados”. Nos termos da Lei:

*As populações tradicionais residentes em unidades de conservação nas quais sua permanência não seja permitida serão indenizadas ou compensadas pelas benfeitorias existentes e devidamente realocadas pelo Poder Público, em local e condições acordadas entre as partes (conforme art. 42 da Lei nº 9.985/2000).*

*Até que seja possível efetuar o reassentamento de que trata este artigo, serão estabelecidas normas e ações específicas destinadas a compatibilizar a presença das populações tradicionais residentes com os objetivos da unidade, sem prejuízo dos modos de vida, das fontes de subsistência e dos locais de moradia destas populações, assegurando-se a sua participação na elaboração das referidas normas e ações.” (Conforme §2º do art. 42 da Lei nº 9.985/2000).*

A instituição do SNUC foi, sem dúvida, um marco para o país, pois a nova legislação, além de demonstrar consideração às populações tradicionais (ROCHA et al., 2010), normatizou as categorias de manejo de UC e os processos de criação, a implantação e gestão desses espaços, e inovou, no sentido de ter sido elaborada para garantir a maior participação da sociedade na implementação das mesmas (MEDEIROS; ARAÚJO, 2011). Trouxe, também, a obrigatoriedade de formação de um conselho gestor para cada unidade, além da realização de estudos técnicos e consultas públicas como pré-requisitos para a criação das Unidades de Conservação (exce-

to para as categorias “estação ecológica” e “reserva biológica”). Vale ressaltar que o SNUC foi conservador em alguns aspectos, perpetuando a visão da corrente preservacionista. Nesse sentido, Rocha et al. (2010) destacam que a legislação brasileira mantém “há 70 anos, o princípio do controle público integral das terras de PNs”.

Após ser criado pela Lei nº 9.985/2000, o SNUC teve parte de seus artigos regulamentados pelo Decreto Federal nº 4.340/2002. Para Martins (2012), além de um grande avanço para a proteção da natureza, o sistema trouxe benefícios também para a qualidade de vida, o desenvolvimento sustentável e a relação homem-natureza. O SNUC define Unidade de Conservação como:

*[...] espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.*

Dois grandes grupos de UCs foram definidos pelo SNUC: as Unidades de Conservação de Proteção Integral, e as Unidades de Conservação de Uso Sustentável. Esses grupos, por sua vez, dividem-se em um total de doze categorias, sendo cinco de Proteção Integral e sete de Uso Sustentável. As UCs de Proteção Integral visam preservar a natureza, sendo permitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, salvo em casos de exceções, previstas na mesma lei. Já as UCs de Uso Sustentável visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, ou seja, permite-se a exploração econômica da área, contudo, sob o regramento e orientação do poder público gestor da UC, que indica quais atividades são permitidas e como devem ser conduzidas.

O art. 6º da Lei nº 9.985/2000, elenca os diversos órgãos que participam da gestão do Sistema Nacional de Unidades de Conservação e

suas diferentes atribuições. São eles: (1) Órgão consultivo e deliberativo - CONAMA, com a atribuição de acompanhar a implementação do Sistema; (2) Órgão central - MMA, como coordenador do Sistema; (3) Órgãos executores - ICMBIO (IBAMA, em caráter supletivo) e órgãos estaduais e municipais, com a função de implementar o SNUC, subsidiando as propostas de criação e administrando as Unidades de Conservação, em suas respectivas esferas de atuação.

Outro aspecto bastante relevante da referida legislação encontra-se em seu art. 25, que traz a figura da zona de amortecimento. Esta zona é definida pelo SNUC como: “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”.

Ainda que tenha mencionado a necessidade de cuidado com o entorno das UCs, fica nítido que a definição de zona de amortecimento trazida pelo SNUC é bastante subjetiva, e, nesse sentido, ao longo dos anos, houve diversas regulamentações parciais para a mesma. O Decreto nº 4.340/2002 definiu a competência do conselho gestor de cada unidade: “manifestar-se sobre obra ou atividade potencialmente causadora de impacto na unidade de conservação, em sua zona de amortecimento, mosaicos ou corredores ecológicos”. Além disso, o mesmo decreto trouxe a possibilidade de aplicação de recursos financeiros oriundos de compensação ambiental<sup>3</sup>, para aquisição de bens e desenvolvimento de pesquisas, não apenas na área da unidade, mas em sua Zona de Amortecimento (ZA).

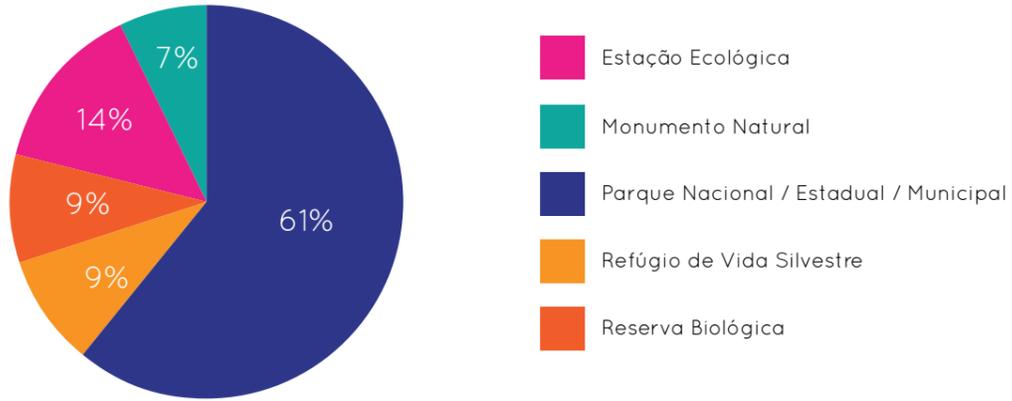
Posteriormente, em 1990, a Resolução CONAMA nº 13, em seu art. 2º, definiu que, nas áreas circundantes das Unidades de Conservação, num raio de dez quilômetros, quaisquer atividades que pudessem afetar a biota deveriam ser obrigatoriamente licenciadas pelo órgão ambiental competente. O órgão responsável por cada UC, em conjunto com os órgãos licenciadores e de meio ambiente, definiria as atividades prejudiciais à biota e os licenciamentos apenas seriam concedidos mediante autorização do responsável pela administração da UC.

Por fim, em 2010, a Resolução CONAMA nº 428, deu à zona de amortecimento a regulamentação que se aplica atualmente, revogando a citada resolução de 1990. Para a Resolução nº 428, em UC que não haja ZA instituída, o licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, localizado numa faixa de 3.000 m a partir do limite da UC, só poderá ser realizado mediante autorização do órgão responsável pela unidade, com exceção das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Áreas Urbanas Consolidadas.

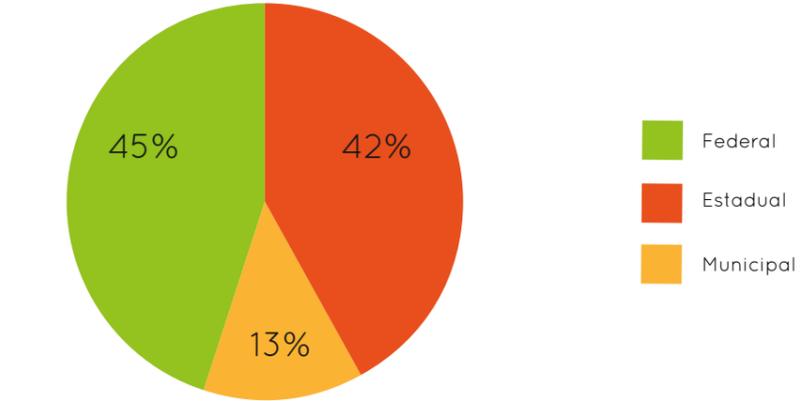
Outro tema a ser destacado da Lei nº 9.985/2000 refere-se a seu art. 27, que traz a obrigatoriedade de elaboração de um Plano de Manejo para cada Unidade de Conservação. Esse instrumento de gestão deve ser elaborado em no máximo cinco anos após a criação da unidade e, segundo Martins (2012), funciona como a “lei interna” dos espaços protegidos, sendo definido pelo SNUC como:

*Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade.*

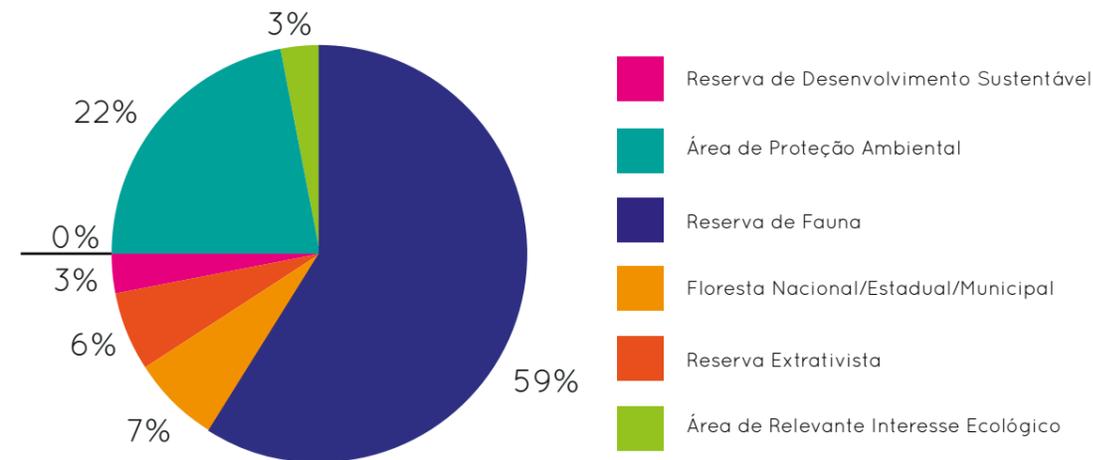
Em outras palavras, nesse plano devem constar, impreterivelmente, normas gerais da Unidade de Conservação, além de um zoneamento<sup>4</sup> da área. Tanto as diretrizes gerais quanto as orientações específicas de cada zona deverão ser capazes de reger os manejos dos recursos naturais, além dos usos permitidos na UC a que se referem, incluindo até mesmo as atividades referentes à implantação das estruturas físicas necessárias à sua gestão. Essa legislação também preconiza que “o plano de manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo



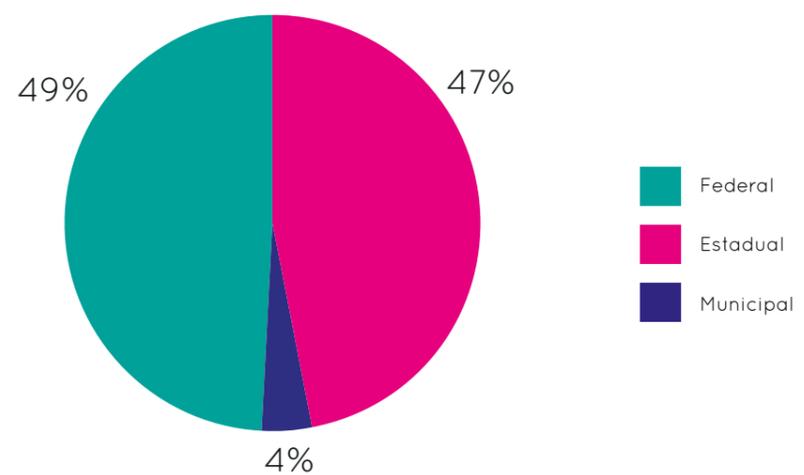
**Figura 1** - Percentual de Unidades Conservação de Proteção Integral  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 3** - Percentual de Unidades Conservação de cada esfera governamental, em número de unidades  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 2** - Percentual de Unidades Conservação de Uso Sustentável, em número de unidades  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 4** - Percentual de Unidades de Conservação de cada esfera governamental, em área. Não foram descontadas as sobreposições, pois parte das UCs cadastradas no CNUC não possui georreferenciamento adequado  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

medidas a fim de promover a integração destes espaços à vida econômica e social das comunidades vizinhas”, bem como assegura, para algumas categorias de UC, ampla participação das populações residentes nas fases de elaboração, atualização e implementação do Plano de Manejo (PM).

Moraes (2014) destaca mais dois aspectos inovadores do SNUC, referindo-se à possibilidade de gerenciamento das Unidades de Conservação por organizações da sociedade civil de interesse público com objetivos afins aos da unidade (Artigo 30), e à incorporação das reservas da biosfera (Artigo 41), como:

*[...] um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.*

Segundo Rocha et al. (2010), no Brasil, “desde 1937, a criação de UCs de vários tipos tem sido

a mais importante estratégia de conservação da biodiversidade”. Assim, ao longo dos séculos XX e XXI, sob a influência de diversas correntes ambientais, sociais e políticas, as Unidades de Conservação brasileiras foram sendo criadas gradualmente, chegando ao total de 2.146 unidades em maio de 2018 (Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC/MMA 2018), sendo 684 de Proteção Integral (Figura 1) e 1.462 de Uso Sustentável (Figura 2), totalizando mais de 1,5 milhão de quilômetros quadrados do território nacional protegidos, de alguma forma.

Analisando a totalidade das Unidades de Conservação quanto à esfera de governo a que são vinculadas, os dados apontam um maior percentual de unidades federais, seguido pelas estaduais e municipais (Figura 3). Em relação à extensão da área protegida, as esferas federal e estadual praticamente se igualam, ao passo que as unidades municipais seguem apresentando valores muito inferiores (Figura 4). Obviamente, o número bastante baixo de UCs municipais pode estar relacionado, em parte, ao não cadastramento das unidades existentes.



Leandro Gomes

Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima, Rio de Janeiro

#### 2.4 Conservação ambiental no Estado do Rio de Janeiro

A responsabilidade pela administração das UCs estaduais esteve, até o ano de 2008, a cargo de dois órgãos de governo que surgiram em momentos e circunstâncias distintas: a Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF). A FEEMA, criada em 1975, integrava a Secretaria de Obras e Serviços Públicos, tendo sido formada pela fusão do antigo Instituto de Conservação da Natureza (ICN) do Estado da Guanabara, e dos órgãos das áreas de controle de vetores, saneamento e controle de poluição, pertencentes aos antigos estados da Guanabara e Rio de Janeiro. O ICN era formado, em geral, por profissionais ligados à área de pesquisa e conservação da natureza, que vieram a integrar o Departamento de Conservação Ambiental da FEEMA (DECAM), tendo entre suas atribuições a criação e gestão de UCs. A vasta experiência dos profissionais do departamento foi essencial para impulsionar estudos técnicos que culminaram com a criação de diversas Unidades de Conservação estaduais, principalmente a partir dos anos 1980. Até o início do ano de 2005, a FEEMA administrava 12 áreas de

proteção ambiental, três reservas, um parque e uma estação ecológica (VALLEJO, 2005).

Em 1986, 11 anos após o estabelecimento da FEEMA, foi criado, por meio do Departamento Geral de Recursos Naturais Renováveis (DGR-NR), o Instituto Estadual de Florestas (IEF), proveniente da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, herdando, não apenas todos os parques estaduais, reservas, jardins botânicos e hortos florestais, como também bens móveis, verbas e pessoal. Em 1988, o IEF foi transformado pelo governo em Fundação, adquirindo atribuições ligadas ao fomento florestal para fins econômicos e de recuperação de áreas, extensão florestal, educação ambiental, planejamento, monitoramento, fiscalização, estudos científicos e, sobretudo, implantação e gestão de UCs. Dois motivos foram cruciais para a criação do instituto: um movimento corporativista, de natureza política, de engenheiros agrônomos e florestais que lutavam pela abertura de um espaço de trabalho, à época na FEEMA, dominado por engenheiros sanitistas e civis, e a inspiração nos institutos estaduais de florestas de São Paulo e Minas Gerais, de caráter técnico

e econômico, visando minimizar a exploração clandestina de madeira, através de regulamentação mais eficiente dessa atividade. Até o início do ano de 2005, o IEF administrava 12 UCs, sendo oito parques, três reservas e uma estação ecológica (VALLEJO, 2005).

Com o passar dos anos, os dois órgãos foram enfraquecendo politicamente, com destaque para a FEEMA, que, até meados de 1980, possuía um prestígio elevado. Os motivos que levaram a essa situação foram provenientes de conjunturas amplas que interferiram na totalidade dos serviços públicos, tais como: os sucessivos planos econômicos, limitações orçamentárias que praticamente paralisaram as atividades de melhoria da infraestrutura e investimentos em geral, altas taxas inflacionárias do país e o arrocho salarial empreendido pela política econômica de governos posteriores a 1980. Especificamente no setor ambiental e no campo da conservação da natureza, as aposentadorias e redução das médias salariais, somadas à falta de concursos públicos, foram decisivas para a decadência desses órgãos. Nesse sentido, gradualmente, o quadro de servidores foi se esvaziando e o número de funcionários extraquadro, em especial do IEF, foi aumentando a passos largos, ficando o órgão dependente do trânsito de funcionários oriundos de outras áreas de governo e de contratações sem vínculo empregatício permanente. Essa movimentação, ao acarretar uma alta rotatividade de funcionários, prejudica a continuidade e qualidade necessárias ao exercício das funções do órgão (VALLEJO, 2005).

No que tange aos recursos financeiros possíveis de serem aplicados especificamente para a conservação ambiental no Estado, existe o Fundo Estadual de Conservação Ambiental (FECAM), criado no ano de 1986 (Lei Estadual nº 1.060), ratificado pelo artigo 263 da Constituição Estadual de 1989. Esses recursos são oriundos de multas e indenizações por infrações à legislação de proteção ambiental federal e estadual, dos *royalties* da exploração de petróleo e gás natural, da arrecadação de taxas ou contribuições pela utiliza-

ção de recursos ambientais e de outras dotações e créditos adicionais. Sua aplicação é bastante diversificada, podendo financiar diversos tipos de projeto, como: proteção da biodiversidade, programas de prevenção e combate a incêndios florestais, consolidação de UCs (planos diretores, sede etc.), educação ambiental e em projetos de fiscalização e recuperação da Mata Atlântica. Contudo, a realidade mostra que os projetos de conservação ambiental, onde estão incluídos os investimentos em UCs, receberam apenas 2,3% do total durante os 13 primeiros anos do FECAM, com os projetos de saneamento priorizados em detrimento aos demais temas e suas execuções acompanhadas de intensa propaganda política (VALLEJO, 2005).

Em 2004, então, a partir da Resolução SEMADUR nº 78, de 25 de novembro de 2004, modificada pelas Resoluções SEA nº 8, nº 25, nº 101 e nº 377, foi instituída a Câmara de Compensação Ambiental do Rio de Janeiro (CCA/RJ). Esse órgão colegiado tem como principal atribuição definir a aplicação dos recursos oriundos da compensação ambiental devida por empreendimentos de significativo impacto ambiental, decorrentes dos processos de licenciamento estadual. Atualmente, ao solicitar licenciamento ambiental, um Termo de Compromisso é assinado entre o empreendedor, a SEA e o INEA, sendo fixados o montante devido, o cronograma de desembolso e a forma de execução, que pode ser direta, pelo próprio; indireta, através de instituição por ele escolhida e contratada; ou indireta, através do Fundo da Mata Atlântica (FMA).

O FMA é um mecanismo operacional e financeiro implementado pela SEA, conforme previsto no art. 3º da Lei Estadual nº 6.572/2013, inspirado no Projeto Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). Foi criado, inicialmente, como fruto de convênio entre a SEA, o INEA e uma organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP), sendo que as instituições atualmente à frente do FMA são o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) e, mais recentemente, o Instituto de Desenvolvimento e Gestão (IDG). Essa ins-



Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu, em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro

tituição possui reconhecimento internacional e gerencia mecanismos semelhantes com fontes de recursos diversas, tanto privadas como públicas, nacionais ou internacionais, fruto de doações ou obrigações legais. Desde a instituição da CCA-RJ, esse tem sido o mecanismo financeiro mais utilizado na realização de projetos de implementação e gestão de Unidades de Conservação no Estado, e, desde a criação do Fundo da Mata Atlântica, a maior parte dos projetos é executada através desse fundo. Destaca-se que podem ser beneficiárias dos recursos da compensação ambiental estadual unidades de conservação federais, estaduais e municipais, bem como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), embora para estas a lei preveja que apenas certas ações podem ser assim apoiadas.

Dessa forma, o instrumento da compensação ambiental do Rio de Janeiro se apresenta não somente como fonte financiadora das Unidades de Conservação, mas também como instrumen-

to de política ambiental e territorial na busca pelo equilíbrio ecológico do meio ambiente, e tem se mostrado bastante eficaz se comparado a outros instrumentos semelhantes, ainda que na esfera federal. Vallejo (2005) reflete que:

*Numa análise mais abrangente, observamos que os recursos não orçamentários na forma de medidas compensatórias, representam uma novidade e um avanço na história das políticas de gestão territorial das UCs fluminenses. Estes recursos superaram os US\$ 16,2 milhões declarados nos orçamentos de 27 anos de governo para o conjunto das UCs. Pode-se afirmar que os recursos orçamentários decorrentes da arrecadação do governo eram realmente inexpressivos em termos de garantia das demandas existentes. Além disso, em muitos casos não passavam de figuras de ficção administrativa, existindo somente no papel.*

Outra iniciativa que impulsionou a criação e ampliação de Unidades de Conservação estaduais e municipais no Rio de Janeiro concerne ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), instituído pela Lei Estadual nº 5.100/2007. Essa Lei tem por objetivos principais: (1) ressarcir os municípios pela restrição ao uso de seu território, notadamente no caso de unidades de conservação da natureza e mananciais de abastecimento. Nesse caso, o repasse aos municípios não só incentiva a criação de unidades municipais, como contribui significativamente para diminuir a resistência dos poderes municipais à criação das UCs estaduais; (2) Recompensar os municípios pelos investimentos ambientais realizados, uma vez que os benefícios são compartilhados por todos os vizinhos, como no caso do tratamento do esgoto e na correta destinação de seus resíduos.

### 2.5 A formação do INEA

Pelos fatos até o momento relatados, no Estado do Rio de Janeiro, a gestão das UCs sob controle estadual conviveu com uma grave crise estrutural com raízes históricas profundas. Um dos aspectos residiu na duplicidade de esforços de órgãos de meio ambiente sobre um mesmo tema (VALLEJO, 2005). Nesse sentido, como estratégia para solucionar a perda de prestígio da FEEMA e do IEF e fortalecer a agenda ambiental do Estado, foi criado o Instituto Estadual do Ambiente, através da Lei Estadual nº 5.101, de 4 de outubro 2007, por meio da fusão dos órgãos acima referidos com a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA)<sup>6</sup>.

Uma das primeiras medidas do novo órgão criado foi a realização, no início de 2008, de concurso público, como parte da estratégia do governo estadual vigente de renovar o quadro técnico do Estado. Outro aspecto importante foi a instalação do órgão em prédio próprio e a posterior chegada da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) no mesmo endereço, facilitando a integração entre as duas instâncias.

A união desses três órgãos, cada qual com a sua cultura organizacional, exigiu a adoção de um novo tipo de gestão, optando-se pela orien-

tada para resultados. A partir do apoio técnico e consultivo da Fundação Getúlio Vargas (FGV), iniciou-se o processo de discussão a respeito da regulamentação da lei de sua criação, que culminou com a edição do Decreto Estadual nº 41.628, em 2009 (que criou o INEA e deu outras providências), iniciando suas atividades, efetivamente, em 12 de janeiro do mesmo ano. Destaca-se, então, que desde o princípio o INEA contou com um Plano Estratégico previamente definido, que proporcionou à Instituição elevar seu nível de desempenho nas atividades-fim. Independentemente de imperfeições que permeiam o dia a dia do serviço público, o que não se pode deixar de ressaltar é que a criação do INEA trouxe oxigenação e inovações para a agenda ambiental (JUNIOR, 2014).

Encerrando esta seção, destaca-se outra medida de grande relevância, tomada pela então Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP)<sup>7</sup> do Instituto Estadual do Ambiente: a realização de concurso público temporário para o provimento de cargos de 220 guarda-parques. Se, por um lado, a legitimidade dessa forma de seleção é questionável, por outro, o aporte intelectual, técnico e físico trazido por esses guardas às UCs estaduais é sem, sombra de dúvidas, inegável.<sup>8</sup>

### 3. Conclusão

De acordo com as informações levantadas, pôde-se perceber que as preocupações humanas com o meio ambiente e o surgimento das primeiras iniciativas voltadas à proteção do mesmo são bastante antigas, ainda que não se possa precisar o momento de seu aparecimento inicial. Mesmo que os valores conferidos à natureza estivessem inicialmente muito mais voltados à manutenção das reservas de caça e a interesses econômicos, a criação de alguns espaços com intervenção humana controlada, de certa forma, acabou garantindo um maior nível de proteção ambiental.

A mudança de visão da humanidade, a partir do século XIX, trouxe à relação desta com o meio ambiente um caráter romântico e conservatório além de necessário, visto que, com a aceleração

do crescimento urbano, muitos locais foram se tornando insalubres, tornando imprescindível o contato com a natureza. Foi nesse período que, em âmbito mundial, o primeiro Parque Nacional (PN de Yellowstone nos EUA) foi criado, processo este que se intensificou ao longo do século seguinte, trazendo à tona a necessidade de tipificação e diversificação das áreas protegidas. O interesse humano na conservação ambiental passou a estimular o manejo de espécies, o incremento de pesquisas científicas e, sobretudo, o uso racional de recursos naturais. Ao longo do tempo, com o aumento e a diversificação das áreas protegidas, passou a ser essencial o estabelecimento de conceitos e diretrizes que fossem mundialmente aceitos. Tais anseios culminaram, no final dos anos 1940, com a criação de uma organização internacional não governamental, a IUCN, que 46 anos depois foi responsável pela criação de um sistema de categorias de áreas protegidas, aceito mundialmente e em vigor até os dias de hoje.

No cenário brasileiro, as áreas protegidas surgiram um pouco mais tarde, sendo o Parque Nacional do Itatiaia o primeiro a ser criado, em 1937. Ao longo dos anos, a diversificação das categorias de manejo e a necessidade de padronização de diretrizes e nomenclaturas, repetiam-se em âmbito nacional, a exemplo do que havia ocorrido mundialmente. Nesse sentido, pode-se considerar que o processo de criação de áreas protegidas nacionais seguiu o curso da história internacional. Em 1979, contudo, passou-se a utilizar a terminologia “Unidades de Conservação” para designar as áreas protegidas brasileiras, na contramão da nomenclatura “áreas protegidas”, mundialmente consagrada.

A criação do IBAMA e do MMA claramente impulsionou a retomada da discussão sobre a proposta de elaboração de um Sistema Nacional de Unidades de Conservação, tornando realidade com a publicação da Lei nº 9.985/2000. Nesse sentido, foi central para a unificação da política ambiental brasileira,

especialmente no âmbito da administração das Unidades de Conservação. O Plano de Manejo, instituído como obrigatório pelo SNUC, a preocupação com o entorno das Unidades de Conservação e o incentivo à participação social, tanto através da obrigatoriedade de formação de conselhos gestores, quanto a partir da menção à realização de consultas públicas, foram ganhos importantíssimos trazidos pela Lei nº 9.985/2000. Em 2007, com a criação do ICMBIO, a missão de gerir as Unidades de Conservação federais brasileiras ficou centrada neste novo órgão ambiental, saindo, portanto, das mãos do IBAMA.

No que concerne à conservação ambiental estadual, foi visto que a responsabilidade pelas Unidades de Conservação, dividida entre dois órgãos de governo, FEEMA e IEF, que acumulavam, além da tutela das UCs estaduais, diversas outras funções, significou duplicidade de esforços na administração das UCs estaduais. Em 2009, com a implantação do INEA, reduziu-se a duplicidade de esforços, cabendo ao novo órgão centralizar a função de gerir todas as unidades. Assim, enquanto ocorria o desmembramento do órgão federal IBAMA em dois, o Estado do Rio de Janeiro optava por fundir seus três órgãos ambientais em apenas um, o INEA.

Analisar os benefícios e os prejuízos de ambos os processos não é o foco do presente trabalho, ainda que seja um tema bastante relevante. Pode-se destacar, contudo, que no cenário estadual, a criação de um órgão único impulsionou a criação de Unidades de Conservação. Este período representou um aumento em número e em área proporcionalmente maior àquele observado nas unidades federais. Merece destaque, também, o advento da Câmara de Compensação Ambiental e do Fundo da Mata Atlântica, que simplificaram o gerenciamento dos recursos estaduais de compensação ambiental, colocando o Estado do Rio de Janeiro em posição de destaque, inclusive se comparada à esfera federal, acerca dessa temática. ◆

## Notas

<sup>1</sup> Os congressos de 1962 e 1972 foram nomeados, respectivamente: Conferência Internacional sobre Parques Nacionais, e Terceiro Congresso Mundial de Parques Nacionais. Já em 1992, o evento foi intitulado Quarto Mundo Congressos de Parques Nacionais e Áreas Protegidas. A inclusão do termo Áreas Protegidas chama atenção para a necessidade, então vigente, de uma maior diversidade de categorias de proteção, para além dos parques nacionais.

<sup>2</sup> A Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN) foi criada na cidade do Rio de Janeiro, em 1958. Esta fundação tinha a finalidade de promover uma ação nacional para a implantação de áreas reservadas de proteção à natureza e, mais amplamente, para a conservação dos recursos naturais.

<sup>3</sup> O instrumento de compensação ambiental, que foi instituído pelo Artigo 36 da Lei Federal nº 9.985, de 2000, vem se tornando a principal fonte de recursos para implantação, consolidação e manutenção das unidades de conservação no Estado do Rio de Janeiro, contribuindo, portanto, para a proteção da biodiversidade fluminense e da Mata Atlântica em geral. Já a implantação das câmaras de compensação foi prevista no artigo 32 do Decreto Federal nº 4.340/02. O art. 33 do mesmo decreto estabelece a ordem de prioridades que deve ser seguida na aplicação dos recursos provenientes da compensação ambiental.

<sup>4</sup> A Lei Federal nº 9.985/2000 define o termo “zoneamento”, em seu Artigo 2º como: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz.

<sup>5</sup> Outra fonte relevante de financiamentos advinha do Programa de Proteção à Mata Atlântica (PPMA), executor do acordo de Cooperação Financeira Brasil-Alemanha com o Banco Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), agente financiador do Ministério de Cooperação Internacional da Alemanha (BMZ). Este acordo foi

inspirado, em parte, pelo Pacto Ambiental do Sudeste, firmado pelos secretários de Estado de Meio Ambiente, durante o evento “Mata Atlântica: Cenários e Estratégias de Ação”, realizado em Vitória (ES), em outubro de 2007. O PPMA-RJ atuou no Rio de Janeiro dando apoio técnico e financeiro aplicado no planejamento e implementação de ações estruturantes para a proteção dos remanescentes florestais do bioma no Rio de Janeiro (STEIN, 2009, p. 22).

<sup>6</sup> Apesar de criado em 2007, apenas em 12 de janeiro de 2009, os três órgãos foram oficialmente extintos e o INEA assumiu definitivamente suas atribuições.

<sup>7</sup>Atualmente, Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas (DIBAPE).

<sup>8</sup>Embora o concurso exigisse apenas segundo grau completo, a maioria dos candidatos aptos possuía graduação em áreas afins ao meio ambiente, além de, alguns, serem pós-graduados e/ou terem vasta experiência em unidades de conservação.

## Referências bibliográficas

- BRITO, M. C. W. **Unidades de conservação**: intenções e resultados. 2. ed. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2003. 230p.
- CHAPE, S.; SPALDING, M.; JENKINS, M. **The world's protected areas**: status, values and prospects in the 21st century. Berkeley: University California Press: UNEP-WCMC, 2008. 359 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional Unidades de Conservação**. Brasília, [2006?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: 12 dez. 2014.
- CÔRTE, D. A. A. **Planejamento e gestão de APAs**: enfoque institucional. Brasília: IBAMA, 1997. 104 p.
- DAVENPORT, L.; RAO, M. A história da proteção: paradoxos do passado e desafios do futuro. In: DAVENPORT, L. et al. (Org.). **Tornando os parques eficientes**: estratégias para conservação da natureza nos trópicos. Curitiba: UFPR: Fundação O Boticário, 2002. p.102-103.

- DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 3. ed. São Paulo: HUCITEC: NUPAUB/USP, 2001. 102p.
- EAGLES, P. F. J.; MCCOOL, S. F.; HAYNES, C. D. A. **Sustainable tourism in protected areas: guidelines for planning and management**. Gland, Switzerland: IUCN, [2002?]. 183 p.
- GASTAL, M. L. A.; SARAGOUSSI, M. Os instrumentos para a conservação da biodiversidade. In: BENSUSAN, N. (Org.). **Seria melhor mandar la-drilhar? Biodiversidade: como, para que e por quê**. 2. ed. São Paulo: Fundação Petrópolis: UnB, 2008. p. 43-62.
- GRANJA, L. V. A. C. **O papel das áreas de proteção ambiental** - APAs na conservação dos recursos naturais em áreas urbanas. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2009. 208 p.
- JUNIOR, C. A. C. S. **Gestão por resultados no âmbito do poder executivo do estado do Rio de Janeiro: um estudo de caso sobre o modelo implementado no Instituto Estadual do Ambiente**. Rio de Janeiro: INEA, 2014. 17 p. Disponível em: <[http://www.webartigos.com/\\_resources/files/\\_modules/article/article\\_124580\\_201408241504145f2c.pdf](http://www.webartigos.com/_resources/files/_modules/article/article_124580_201408241504145f2c.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- MACIEL, M. A. Unidades de conservação: breve histórico e relevância para a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Revista Âmbito Jurídico**, Rio Grande do Sul, [2005?].
- MACKINNON, J. et al. **Manejo de áreas protegidas en los trópicos**. Gland: Union International para la Conservation de la Naturaleza y los Recursos Naturales, 1990. 305 p.
- MARTINS, D. B. F. **Avaliação da efetividade de gestão de áreas de proteção ambiental estaduais do Rio de Janeiro através da adequação do método Rappam**. 2012. 65 f. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.
- MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & sociedade**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 41-64, 2006.
- MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F. F. S. (Org.). **Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro**. Brasília: MMA, 2011. 171 p.
- MEDEIROS, R.; GARAY, I. Singularidades do sistema de áreas protegidas para a conservação e uso da biodiversidade brasileira. In: GARAY, I.; BECKER, B. (Org.). **Dimensões humanas da biodiversidade**. Petrópolis: Vozes, 2006. p. 159-184.
- MORAES, L. D. **Efetividade de gestão de unidades de conservação: o caso do Sistema de Áreas Protegidas do Jaíba, Minas Gerais**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação) - Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001. 343 p.
- PETERS, E. L. **Meio ambiente & propriedade rural: de acordo com o novo Código civil**. Curitiba: Juruá Ed., 2003. 191 p.
- ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para a sua resolução. In: **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, p. 205-226, 2010.
- SILVA, C. E. F. **Desenvolvimento de metodologia para análise da adequação e enquadramento de categorias de manejo de unidades de conservação**. 1999. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 1999.
- SOUZA, J. V. C. **Congressos mundiais de parques nacionais da IUCN (1962-2003): registros e reflexões sobre o surgimento de um novo paradigma para a conservação da natureza**. 2013. 225 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

- THOMAS, K. **O Homem e o mundo natural: mudanças de atitudes em relação às plantas e os animais (1500-1800)**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- VALLEJO, L. R. Conflitos territoriais em parques estaduais no Rio de Janeiro: uma avaliação à luz das políticas de governo. **Revista Geo-Paisagem**, [s. l.], v. 4, n. 7, 2005.

## Sobre os autores

### Liane Moreira

Mestre em Biodiversidade em Unidades de Conservação pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2015) e em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (2013). Graduada em Ciências Biológicas (modalidade Ecologia) pela UFRJ (2009) e licenciada em Ciências Biológicas pela UFRJ (2007). Atua no Serviço de Planejamento e Pesquisa Científica do INEA desde 2015. Em 2018, passou a integrar o Conselho Editorial da Revista Ineana.

### Solange de Vasconcellos Albuquerque Pessoa

Doutora em Ecologia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em Ciências Ambientais e Florestais pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Graduada em Ciências Biológicas (1982) pela UFRJ. Atualmente, é docente da Escola Nacional de Botânica Tropical, pesquisadora titular do Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro e membro da Species Survival Commission da União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês).



João Rafael Marins

Preguiça-de-coleira  
(*Bradypus torquatus*)

# Aves e mamíferos cinegéticos nas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro

*Birds and game mammals in protected areas in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil*

► Eduardo Treptow Ferreira; Solange de Vasconcellos Pessoa Albuquerque; Izar Araújo Aximoff; João Rafael Gomes de Almeida Marins; Jorge Antônio Lourenço Pontes

## ► Resumo

No Estado do Rio de Janeiro, parte das espécies de mamíferos e de aves está sob pressão constante de caçadores, mesmo em Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs) estaduais. Aves e mamíferos cinegéticos com ocorrência em 14 UCPIs foram alvo de levantamentos através de dados primários e bibliografia. A governança dos órgãos competentes sobre a ameaça da caça foi motivo de análise descritiva. Foram registradas 16 espécies de mamíferos e quatro aves categorizadas como ameaçadas. A ausência de alguns animais cinegéticos nas UCPIs sugere um cenário pessimista. Os resultados deste estudo reforçam a relevância das UCPIs para a preservação da fauna e de suas interações e, ao mesmo tempo, urge a mobilização dos órgãos competentes com vistas a coibir a prática da caça no estado.

## Palavras-chaves

Fauna Cinegética. Governança. Unidades de Conservação Estaduais.

## ► Abstract

In the state of Rio de Janeiro, part of the mammal and bird species are under constant pressure from poachers even in State Protected Areas (SPA). Game birds and mammals with occurrence in 14 SPA were the targets of surveys through primary data and bibliography. Governance of competent environmental agencies over the threat of poaching was the subject of descriptive analysis. Sixteen species of mammals and four birds categorized as threatened were recorded. The absence of some game animals in the SPA suggests a pessimistic scenario. The results of this study reinforce the relevance of the SPA for the preservation of the fauna and its interactions, and at the same time it urges the mobilization of the competent organs with a view to curbing the practice of hunting in the state.

## Keywords

Games Species. Governance. State Protected Areas.

## 1. Introdução

A sobrecaça de mamíferos não é recente, estando associada ao desaparecimento de várias espécies da megafauna da América do Sul de dez mil anos atrás (DEAN, 1996). À época, ações praticadas pelos homens recém-chegados ao continente resultaram na extinção de mamíferos de grande porte, como cavalos e preguiças-gigantes, provocando modificações nos ecossistemas que reverberam até os dias de hoje (GALETTI, 2004). Estima-se que ao menos 322 espécies de vertebrados foram extintas nos últimos 500 anos e que, no presente, 16% a 33% desses animais estão globalmente ameaçados de extinção. Perda de habitat, espécies exóticas invasoras e sobre-exploração são as causas principais da defaunação de ecossistemas (DIRZO et al., 2014).

Nos trópicos, o impacto da caça em áreas onde ocorre a atividade tem resultado em redução na abundância de mamíferos e aves da ordem de 83% e 58%, respectivamente, (BENÍTEZ-LÓPEZ et al., 2017). Efeitos em cascata em relações mutualísticas na decorrência da extinção ou redução populacional de aves e mamíferos, como diminuição na quantidade e qualidade da dispersão de sementes (CORDEIRO; HOWE, 2001), podem comprometer a riqueza local de espécies vegetais, o recrutamento de plântulas, a distribuição espacial e a viabilidade em longo prazo das populações (PERES; PALACIOS, 2007).

Taxa intrínseca de reprodução, longevidade, tempo de geração, densidade populacional e estrutura de idade são fatores da biologia associados à vulnerabilidade da espécie caçada (BODMER; ROBINSON, 2006), e variáveis relacionadas ao homem, como o número de caçadores, espécies preferidas e a tecnologia empregada, limitam a sustentabilidade da caça (ROBINSON; BENNET, 2000). A paisagem também possui importância na dinâmica da caça, pois o tamanho da área, forma e conectividade influenciam o número de indivíduos e as taxas de emigração e imigração das espécies caçadas (PERES, 2005).

No Estado do Rio de Janeiro, florestas contínuas são encontradas em poucas regiões, e abertura de estradas, oleodutos, barragens e expansão urbana são causas de novos desmatamentos (JOLY et al., 2014). Contudo, 104 espécies de mamíferos terrestres não voadores (ROCHA et al., 2004) e 776 espécies de aves foram registradas no território fluminense (GAGLIARDI, 2017). Animais estes que estão suscetíveis a ameaças tais como: atropelamentos, incêndios florestais, desmatamentos, espécies exóticas invasoras, captura ilegal e caça (BERGALLO et al., 2000).

Parcelas significativas de aves e mamíferos ameaçados de extinção têm sido registradas dentro de unidades de conservação da natureza (UCs) (NASCIMENTO; CAMPOS, 2011), confirmando essas áreas como uma das melhores estratégias para a preservação da biodiversidade (BRUNER et al., 2001). Porém, a caça é recorrente mesmo nas UCs, demonstrando uma baixa governança dos órgãos competentes sobre o conflito (RAMBALDI, 2007; BERGALLO et al., 2009; FERREIRA, 2015). Desde 1967, a caça é proibida no território brasileiro, e, no Estado do Rio de Janeiro, a Lei nº 3.467/2000 estabelece sanções administrativas. No presente estudo, foram levantados os registros de aves e mamíferos cinegéticos em Unidades de Conservação Estaduais de Proteção Integral (UCPIs), e buscou-se compreender a governança e a dinâmica da prática da caça no Estado do Rio de Janeiro.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em 14 Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro, geridas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a saber (Figura 1): Reserva Ecológica Estadual da Juatinga (REEJ), Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG), Parque Estadual Cunhambebe (PEC), Parque Estadual da Pedra Selada (PEPS), Parque Estadual da Serra da Concórdia (PESC), Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), Parque Estadual do Mendanha (PEM), Parque Estadual Serra da Tiririca (PESET), Reserva Biológica de Araras (RBA), Parque Estadual

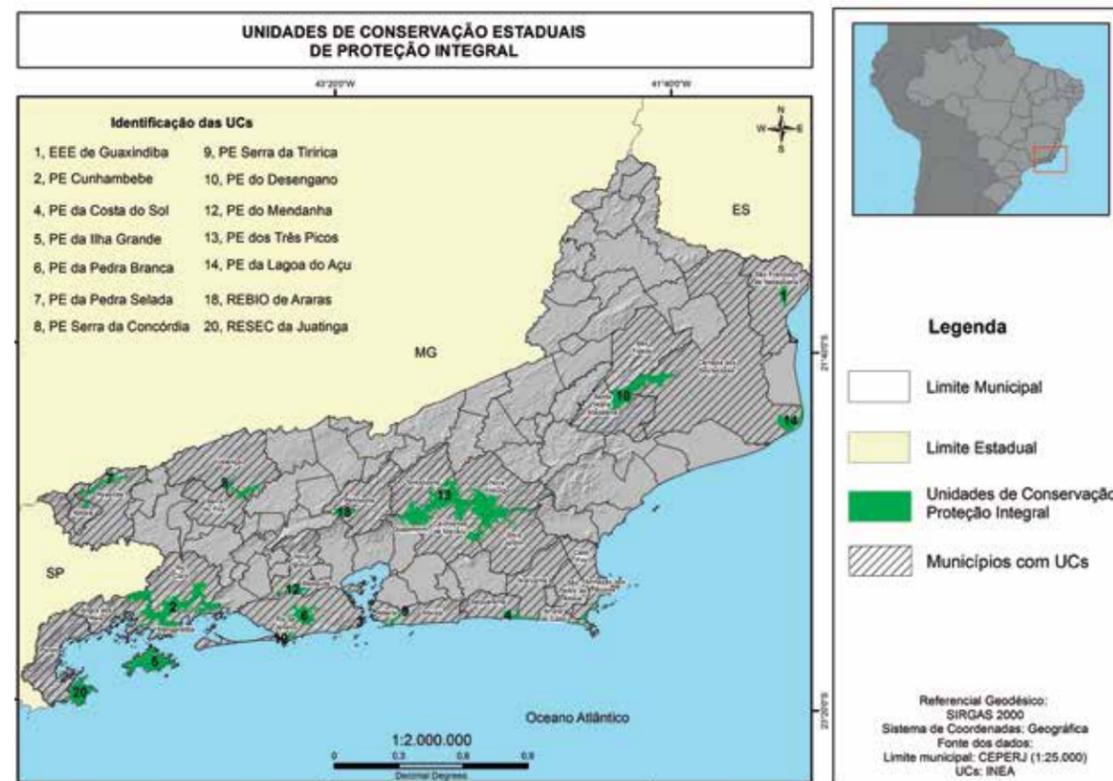


Figura 1 - Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro  
Fonte: COGET/INEA

Três Picos (PETP), Parque Estadual Costa do Sol (PECS), Parque Estadual da Lagoa do Açu (PELAG), Parque Estadual do Desengano (PED) e Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba (EEEG).

Abrangendo cerca de 220.000 hectares, ou 4,9% do território fluminense, essas unidades protegem porções relevantes de manguezal, restinga, áreas úmidas, floresta ombrófila densa, floresta estacional semidecidual e campos de altitude. A paisagem na qual as UCPIs estão inseridas é muito variável, englobando ambiente insular, fragmentos isolados em área urbana ou rural e *continuum* florestal (INEA, 2017a).

### 2.2 Levantamento e análise dos dados

Neste estudo, espécies cinegéticas são definidas como aquelas que costumam serem abatidas com arma de fogo. As informações analisadas foram obtidas em consulta a equipes de cada UCPI, ma-

oritariamente com guarda-parques com experiência com aves e mamíferos, e também com biólogos que desenvolveram estudos em UCPIs estaduais. Além dessas fontes, informações foram compiladas, abrangendo o período 1999-2017, em teses, dissertações, monografias, planos de manejo e relatórios técnicos, bem como nas bases de dados do Núcleo de Pesquisas (NUPES) do INEA e do Google Acadêmico para trabalhos contendo “caça”, “mamíferos”, “aves”, “nome da UCPI” ou “município da UCPI” no título ou como palavra-chave. Também foram considerados estudos cuja área de abrangência estivesse na zona de amortecimento (ZA) ou distante até cinco quilômetros dos limites das UCPIs.

Na classificação e identificação das espécies, quanto ao estado de conservação, foram consideradas a lista nacional (MMA, 2014), a lista estadual (RIO DE JANEIRO, 1998) e a *Red List* (IUCN, 2017), tendo como critério de inclusão a menção em ao menos uma das listas.

Relações entre o número de espécies cinegéticas e o tamanho das unidades de conservação, e entre o número de espécies cinegéticas e o número de estudos obtidos foram verificadas através da análise de correlação de Spearman.

### 2.3 Resultados e discussão

O levantamento realizado registrou espécies cinegéticas em 47 publicações diferencialmente distribuídas entre as UCPIs do Estado do Rio de Janeiro e/ou áreas do entorno destas. Na REEJ, RBA, PEPB, PESC e PELAG a ocorrência de aves e mamíferos cinegéticos, inclusive espécies ameaçadas, foi majoritariamente apontada por biólogos e guarda-parques, realçando a importância destes na identificação da biodiversidade da UCPI, quando na ausência de publicações técnicas-acadêmicas. A ciência cidadã, através do programa de observação de aves do INEA “Vem Passarilhar”, acrescentou novos registros de espécies cinegéticas nas UCPIs.

Entre os estudos levantados, os inventários predominaram em relação a publicações específicas de determinadas espécies. O uso de armadilhas fotográficas foi empregado em 16 inventários realizados em dez UCPIs, à exceção do PEM, PEPB, PESET e PECS.

#### 2.3.1 A fauna cinegética nas Unidades de Conservação Estaduais de Proteção Integral

No total, 50 espécies cinegéticas foram registradas nas UCPIs, sendo 36 mamíferos e 14 aves. No que se refere à mastofauna, 16 espécies estão ameaçadas e sete estão quase ameaçadas, e, em relação à avifauna, quatro espécies estão ameaçadas e uma quase ameaçada (Anexo).

Não foi encontrada correlação entre o número de espécies cinegéticas e o tamanho da unidade de conservação ( $r = 0,36$ ,  $p = 0,19$ ). Como é esperado que a diversidade de habitats aumente positivamente com a área (KOHN; WALSH, 1994), é possível que a ausência de correlação se deva ao histórico de caça e de impactos nas UCPIs (FERREIRA, 2015). Visto que áreas espacialmente mais diversas tendem a apresentar um número maior

de espécies, também não deve ser desconsiderado que a ausência de uma espécie possa ser decorrente da não existência do tipo de habitat específico para a ocorrência desta. Em relação ao número de espécies e ao número de estudos, foi observada uma correlação significativa ( $r = 0,64$ ,  $p = 0,014$ ), indicando que a realização de estudos influencia o número de espécies registradas.

As UCPIs com maior número de espécies registradas foram o PED, com 78% do total e seis estudos, seguido pelo PEPS (72% e 5), o PETP (66% e 11) e o PEC (62% e 7) (Tabela 1). Dois funcionários do PED, capacitados na identificação de mamíferos e aves, contribuíram para o resultado. No PEIG, o caráter insular da unidade pode ter influenciado no quantitativo de espécies, 32% em quatro publicações. Em ambientes insulares, o impacto da caça é potencializado pela dificuldade de recolonização (MAGNANINI et al., 1985). O PELAG e o PECS, com duas publicações cada e tendo a restinga como tipo de vegetação predominante, obtiveram poucos registros de espécies. A escassez de estudos sobre mamíferos em ambientes de restinga (PESSÔA et al., 2010) sugere que, no futuro, esse quantitativo possa ser acrescido.

Os resultados demonstram que diversas espécies cinegéticas ocorrem nas UCPIs, muitas delas visadas por caçadores (FERNANDES-FERREIRA, 2014; FERREIRA, 2015), a exemplo da paca (*Cuniculus paca*) e do macuco (*Tinamus solitarius*), animais ameaçados de extinção e com ampla distribuição nas UCPIs, 13 e nove respectivamente. Todavia, por mais que uma espécie seja registrada nas UCPIs, informações sobre a viabilidade de suas populações dependem de estudos específicos. Pesquisa realizada na Serra do Mar apontou um comprometimento da viabilidade de 44 espécies de mamíferos de médio e grande porte e dos serviços ecossistêmicos que elas provêm, em decorrência da baixa densidade e biomassa de suas populações (GALETTI et

al., 2016a). A despeito do impacto da caça sobre os ecossistemas, a produção de estudos nesse tema, no Brasil, ainda é incipiente (FERNANDES-FERREIRA; ALVES, 2017).

A fauna cinegética nas UCPIs está representada em nove ordens, sendo a Carnívora ( $n = 13$ ) a detentora do maior número de espécies, seguida pela Primates ( $n = 8$ ) e pela Tinamiformes ( $n = 7$ ).

Representando a ordem Carnívora, os animais com maiores registros de ocorrência foram mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), quati (*Nasua nasua*) e jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), com, respectivamente, 13, 13, 12 e 12 registros. Este último e mais quatro outros felinos (*Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus guttulus* e *Puma concolor*) estão em risco de extinção, sendo ameaçados por atropelamentos (FREITAS, 2012), pelo abate por retaliação à predação de animais domésticos (MENDES, 2014) e pela caça predatória. A caça de animais associada à ação de palmeiros é apontada como prática comum (LANDIS et al., 2015), e, nesse contexto, um

registro recente de abate de uma onça-parda (*P. concolor*) foi verificado no PEC (observação de um dos autores). A despeito de vários relatos de moradores locais e da ocorrência da espécie no estado (MOREIRA, 2013; PAVIOLO et al., 2016), não foram registrados espécimes de onça-pintada (*Panthera onca*) nas UCPIs. A importância dos predadores de topo, como a onça-pintada e a onça-parda, na dinâmica dos ecossistemas, é bem conhecida pelo potencial de prestar serviços ecossistêmicos, como regulação das populações de presas, incremento na diversidade biológica e no controle de doenças (RIPPLE et al., 2014).

Em relação aos primatas, o macaco-prego (*Sapajus nigritus*) apresentou o maior número de registros nas UCPIs, dez. Registros para o mi-co-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) foram assinalados somente para o PECS, estando este resultado relacionado à distribuição atual e bem conhecida da espécie (KIERLUFF et al., 2012). Da mesma forma, a ocorrência de muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) era esperada de forma exclusiva no PEPS, tendo em vista o registro dessa espécie no Parque Nacional (PN) do Itatiaia,

Tabela 1 - Dados gerais de 14 unidades de conservação de proteção integral do Estado do Rio de Janeiro

UCPI	Área (ha)	Vegetação predominante	Espécies cinegéticas			Publicações
			T	PA	A	
PED	25.000	Floresta Ombrófila Densa	39	6	14	6
PEPS	8.036	Floresta Ombrófila Densa	36	8	14	5
PETP	65.000	Floresta Ombrófila Densa	33	6	12	11
PEC	38.000	Floresta Ombrófila Densa	31	7	11	6
PEPB	12.500	Floresta Ombrófila Densa	27	3	7	3
PEM	4.398	Floresta Ombrófila Densa	24	4	7	1
RBA	3.837	Floresta Ombrófila Densa	23	3	10	3
PESET	3.493	Floresta Ombrófila Densa	22	4	6	2
EEEG	3.260	Floresta Estacional Semidecidual	19	2	7	3
REEJ	8.000	Floresta Ombrófila Densa	18	2	7	1
PESC	5.952	Floresta Estacional Semidecidual	17	3	3	1
PEIG	17.436	Floresta Ombrófila Densa	16	3	6	4
PELAG	8.251	Restinga	14	2	3	2
PECS	9.841	Restinga	11	1	3	2

T: total de espécies registradas, PA: provavelmente ameaçada, A: ameaçada.

Fonte: Elaborada pelos autores

unidade contígua ao PEPS (AXIMOFF et al., 2015). Modesto et al. (2008b) registraram o guigó-da-cara-preta (*Callicebus personatus*) no PED, acrescentando assim o Rio de Janeiro na sua distribuição geográfica, pois, segundo Melo et al. (2015), esse animal não ocorre no estado. Seis das oito espécies de primatas registradas estão ameaçadas de extinção, à exceção do macaco-prego e do savá (*Callicebus nigrifrons*), que possuem o status de quase ameaçados.

As espécies registradas para a ordem Artiodactyla, veado-mateiro (*Mazama americana*), queixada (*Tayassu pecari*) e cateto (*Pecari tajacu*), estão ameaçadas de extinção. O cateto distribui-se por sete UCPIs, enquanto o veado-mateiro e o queixada possuem dados de ocorrência apenas para o PEPS. Os queixadas são considerados engenheiros de ecossistemas por sua capacidade de modificar as características do habitat (BECK et al., 2010) através da dispersão e predação de sementes (KEUROGHLIAN; EATON, 2009). A caça motivou a extinção local desse mamífero no PN Serra dos Órgãos (CUNHA, 2007), embora possa ser encontrado no PN da Serra da Bocaina (DELICIELLO et al., 2012), no PN do Itatiaia (AXUMIFF et al., 2015) e na Reserva Biológica Federal (Rebio) Tinguá (TRAVASSOS et al., submetido).

Na ordem Cingulata, o tatu-galinha (*Dasyopus novemcinctus*) constituiu a espécie mais representativa, ocorrendo em 12 UCPIs. As outras três espécies registradas foram o tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), o tatu-de-rabo-mole-grande (*Cabassous tatouay*) e o tatuí (*Dasyopus septemcinctus*), este com ocorrência em três UCPIs. Nessa ordem, duas espécies, o tatu-de-rabo-mole-grande e o tatuí são listadas como provavelmente ameaçadas no Estado do Rio de Janeiro.

Entre as três espécies da ordem Pilosa, merece destaque o registro do ameaçado bicho-preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*), em cinco UCPIs.

Os roedores mais registrados foram a paca e a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), com

13 ocorrências. A cutia (*Dasyprocta aff. leporina*) possui valores menores de ocorrência nas UCPIs do que a paca. A explicação pode estar no hábito diurno da cutia, sendo, assim, mais suscetível à pressão da caça. A cutia, espécie não ameaçada, é alvo de reintrodução no PN da Tijuca (CID, 2011), local onde a paca persistiu naturalmente.

Em relação às aves cinegéticas, seis espécies foram relacionadas para mais de oito UCPIs, com destaque para o inhambu-chintã (*Crypturellus tatuapa*) e o quase ameaçado uru (*Odontophorus capueira*), presentes em dez e nove UCPIs respectivamente. Pomba-trocal (*Patagioenas speciosa*), perdiz (*Rhynchotus rufescens*) e juriti-vermelha (*Geotrygon violacea*) foram espécies com poucos registros em UCPIs e preocupantes em termos do status de conservação.

A jacutinga (*Aburria jacutinga*) e o mutum-do-sudeste (*Crax blumenbachii*) foram extintos no Estado do Rio de Janeiro, mas reintroduzidos e registrados na Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), que está parcialmente sobreposta ao PETP. Contudo, a predação por cachorros domésticos e a ação de caçadores estão dificultando o sucesso do restabelecimento das populações (SÃO BERNARDO, 2010; PIMENTEL; OLMOS, 2011). Os cracídeos não suportam uma alta intensidade de caça e sua redução populacional ou extinção local pode afetar o recrutamento e distribuição de plantas, pelo seu papel como predador e dispersor de espécies de frutos e sementes de tamanhos variados (BROOKS, 2006; GALETTI et al. 2013).

A anta (*Tapirus terrestris*), considerada uma das poucas espécies dispersoras de sementes grandes (BUENO, 2010), não foi registrada nas UCPIs e sua reintrodução para o estado está ocorrendo na REGUA (REFAUNA, 2017). Com sua extinção ou redução populacional, a perpetuidade de espécies de árvores gigantes, com forte associação a sementes grandes, fica comprometida. E as árvores de grande porte são justamente

aquelas capazes de estocar bastante carbono da atmosfera em sua biomassa (BELLO et al., 2015).

O baixo número de registro de mamíferos e aves com uma original e ampla distribuição no estado e ao mesmo tempo não ameaçadas, como tatu-peba, tatu-de-rabo-mole-grande, tatuí, savá, jupará (*Potos flavus*), jaritataca (*Conepatus semistriatus*), juriti-vermelha, inhambu-chororó (*Crypturellus parvirostris*) e perdiz, merecem mais atenção por parte dos pesquisadores.

O registro de espécies ameaçadas em apenas uma UCPI das 14 avaliadas, a exemplo do veado-mateiro e do queixada, bem como a completa ausência de outras, como o paruru (*Claravis geoffroyi*), a onça-pintada, o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) e o tatu-canastra (*Priodontes maximus*), sugerem um cenário desfavorável para fauna fluminense. A inexistência ou o registro incipiente de espécies cinegéticas pode estar relacionado à falta de estudos, metodologia inapropriada ou diminuta amostragem. No entanto, redução das populações ou mesmo extinção local ou regional não devem ser desconsideradas.

### 2.3.2 A caça e sua repressão nas UCs

No estado, a fiscalização da caça a animais silvestres nas UCPIs é realizada fundamentalmente pelas Unidades de Policiamento Ambiental (UPAm) da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ). Embora os guarda-parques do INEA não sejam responsáveis pela repressão direta a caçadores, uma vez que não possuem porte de arma e treinamento militar e as ações dessa natureza envolvem risco de vida, eles atuam no planejamento das operações, como o mapeamento de ranchos e de trilhas utilizadas pelos caçadores, no recebimento de denúncias e na fiscalização conjunta. E entre os principais entraves para coibir esse crime estão a inexistência ou deficiência de cooperação interinstitucional, falta de pessoal capacitado/motivado e dificuldades operacionais. As principais soluções apontadas para enfrentar a situação compreendem, além da fiscalização, a educação ambiental,

principalmente se direcionada a crianças e jovens (FERREIRA, 2015). Apesar das adversidades operacionais e da carência de recursos humanos, as UPAm apreenderam no estado, em 2016, ao longo de dez meses, 144 armas de fogo (RIO DE JANEIRO, 2016).

Considerando que o número de caçadores tem influência direta sobre as populações das espécies (PERES, 2000) e que a prática da caça está diminuindo no Estado do Rio de Janeiro (SAMPAIO, 2011; FERREIRA, 2015; ISLAS, 2015), percebe-se, mesmo assim, que poucos caçadores podem causar grande impacto na natureza (OLMOS, 2013), dada a quantidade e diversidade de espécies abatidas, incluindo aquelas com pequena biomassa (NOBRE, 2007). Os guarda-parques das UCPIs citam que os caçadores matam os animais de forma indiscriminada, não se importando com a viabilidade das populações (FERREIRA, 2015).

As motivações variam segundo as opiniões dos agentes ambientais e caçadores. Ferreira (2015) aponta que os guarda-parques das UCPIs mencionam a questão cultural como a motivação principal para a prática. Os funcionários das Rebio União e Poço das Antas creditam a caça ao comércio de carne silvestre, enquanto os próprios caçadores afirmam que matam os animais por vício e esporte (SAMPAIO, 2011). Décadas atrás, na REEJ, ocorria uma antiga competição de abate de muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*) em uma das comunidades caiçaras (comunicação pessoal), o que pode ter contribuído para a ausência de registros recentes desse primata na UCPI. Islas (2015) sugere que os caiçaras prossigam com a prática da caça através de regulamentações, mesmo após mencionar que a atividade foi a causa da redução populacional de várias espécies, a não necessidade de carne silvestre para subsistência e parcela significativa da renda local sendo oriunda do turismo. Um contraponto ao manejo direto da fauna é a observação de aves nas UCPIs e na própria cidade de Paraty, capazes de movimentar todo o *trade* turístico da região assim como

sensibilizar as pessoas para a conservação da natureza (INEA, 2017b; PARATY, 2016).

Para muitos pesquisadores, funcionários dos órgãos ambientais e sociedade civil, a fiscalização não tem sido eficaz diante da dimensão e das particularidades da caça. Os diversos planos de ação de aves galiformes, da onça-pintada, dos muriquis, dos cervídeos e dos mamíferos da Mata Atlântica Central (ICMBIO, 2018), as recomendações para conservação da avifauna e mastofauna do Estado do Rio de Janeiro (ALVES et al., 2009; BERGALLO et al., 2009) e o sucesso de projetos de reintrodução de fauna (GALETTI et al., 2016b) afirmam ser imperativo reprimir a caça. Porém, Ferreira (2015) menciona que as reuniões para elaborar uma estratégia de mitigação da ameaça não são comuns nos órgãos competentes. As tomadas de decisões sobre a repressão da caça nas UCPIs são exclusivas da governança e de concepções pessoais da chefia, não existindo, dessa forma, uma estratégia interinstitucional, ou mesmo institucional, com ações integradas para reduzir a prática.

A destruição de ranchos e jiraus, apreensão de armas, aplicações de sanções administrativas e, em menor escala, a condução dos caçadores para a delegacia muitas vezes não surte um efeito inibitório. A ineficácia da repressão por causa de falhas do sistema ambiental de fiscalização, a exemplo da legislação de menor porte ofensivo para crimes contra a natureza, à exceção do porte ilegal de arma (RAMBALDI, 2007), talvez possa ser compreendida também pela periodicidade das operações e da estratégia utilizada. Conforme um caçador (comunicação pessoal), a melhor ação para reprimir os caçadores é descobrir as áreas de caça ou o rancho e permanecer escondido na mata à espera, para, assim, surpreendê-los com as armas e os animais abatidos. Os únicos agentes do Estado treinados, motivados e com efetivo suficiente para realizar esse tipo de operação noturna e com frequência, permanecendo horas à espreita dos caçadores para dar voz de prisão, pertencem ao Batalhão de

Operações Especiais da Polícia Militar (BOPE) da PMERJ. Caso haja um impedimento institucional, uma opção seria a criação de grupo especializado na repressão de caçadores dentro da UPAm.

### 3. Conclusão

O registro de aves e mamíferos cinegéticos em UCPIs se mostrou intimamente relacionado à realização de pesquisas. Os registros feitos pelos guarda-parques compensaram a ausência de estudos em algumas UCPIs. O quantitativo dessas espécies reforça a alta relevância das áreas protegidas para a preservação da fauna e de suas interações. Não se deve negligenciar, porém, a ausência de registro de espécies que, em passado recente, ocorriam em todo o Estado do Rio de Janeiro. Algumas aves e mamíferos considerados não ameaçados de extinção tiveram poucos registros e, por isso, demandam atenção crescente dos pesquisadores e dos órgãos competentes.

A despeito dos danos impostos à fauna fluminense pela prática da caça, a inexistência de uma maior mobilização dos órgãos competentes indica um menosprezo histórico e institucional. Portanto, medidas corajosas e imediatas devem ser implantadas e, dado todo o contexto deficitário da fiscalização para coibir a caça, uma alternativa identificada é a parceria com o BOPE. ◆

### Agradecimentos

Agradecemos aos guarda-parques Samir Mansur Santos, Felipe Brandão Mendes Eurico, Felipe do Nascimento Tubarão, Rafael Santos Rosa Felipe, Daniele de Freitas Izidoro, Bruno de Aguiar Araujo, Reginaldo Caetano, Juan Gomes Bastos, Paulo Monteiro Pereira Filho, Paulo Rogério Arantes Motoyama, Aline da Silva Turque, ao fiscal ambiental Felipe Lima Queiroz, ao analista ambiental Clayton Lameiras Bomfim e ao biólogo Bernardo Leopoldo por suas informações, imprescindíveis para a realização do estudo.

### Referências bibliográficas

ALVES, M. A. S. et al. Aves nos remanescentes florestais de Mata Atlântica e ecossistemas associados no

Estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G. et al (Org.). **Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Biomas, 2009. p. 193-208.

AXIMOFF, I.; SPENCER, C.; VAZ, S. M. **Mamíferos de médio e grande porte no Parque Nacional do Itatiaia**. [Brasília]: ICMBio, 2015. 56 p. (Boletim, n. 19).

BECK, H.; THEBPANYA, P.; FILIAGGI, M. Do neotropical peccary species (Tayassuidae) function as ecosystem engineers for anurans? **Journal of Tropical Ecology**, [Cambridge], v. 26, p. 407-414, 2010.

BELLO, C. et al. Defaunation affects carbon storage in tropical forests. **Science Advances**, [Washington, D.C.], v. 18, n. 11, p. 1-10, 2015.

BENÍTEZ-LÓPEZ, A. et al. The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. **Science**, [Washington, D.C.], v. 356, p. 180-183, 2017.

BERGALLO, H. G. et al. **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2000. 166 p.

BERGALLO, H. G. et al. Mamíferos endêmicos e ameaçados do Estado do Rio de Janeiro: diagnóstico e estratégias para a conservação. In: BERGALLO, H. G. et al. (Org.). **Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Biomas, 2009. p. 209-219.

BERNARDO, C. S. S. **Reintrodução de mutuns-do sudeste Crax blumenbachii (Cracidae) na mata atlântica da Reserva Ecológica de Guapiaçu (Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil)**. 2010. 153 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010.

BODMER, R. E.; ROBINSON, J. G. Análise da sustentabilidade de caça em florestas tropicais no Peru: estudo de caso. In: CULLEN JR., L. et al. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR, 2006. p. 580-615.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção. **Diário Oficial da União**, Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avalia-

cao-do-risco/PORTARIA\_N%C2%BA\_444\_DE\_17\_DE\_DEZEMBRO\_DE\_2014.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

BROOKS, D. M. **Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas**. 6. ed. [Houston]: Houston Museum Natural Science, 2006. 171 p.

BRUNER, A.G. et al. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science**, v. 291, p.125-128, 2001.

BUENO, R. S. **Frugivoria e efetividade de dispersão de sementes dos últimos grandes frugívoros da Mata Atlântica: a anta (Tapirus terrestris) e o muriqui (Brachyteles arachnoides)**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2010.

CID, B. **Reintrodução da cutia-vermelha (Dasyprocta leporina) no Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): avaliação dos procedimentos, determinação do sucesso em curto prazo e caracterização dos padrões espaciais**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

CORDEIRO, N. J.; HOWE, H. F. Low recruitment of trees dispersed by animals in African forest fragments. **Conservation biology**, [Chicago], v. 15, n. 6, p. 1733-1741, 2001.

CUNHA, A. A. Alterações na composição da comunidade e o status de conservação dos mamíferos de médio e grande porte da Serra dos Órgãos. In: CRONEMBERGER, C.; CASTRO, E. B. V. **Ciência e conservação na Serra dos Órgãos**. Brasília: IBAMA, 2007. p. 211-224.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 488 p.

DIRZO, R. et al. Defaunation in the antropocene. **Science**, v. 345, n. 6195, p. 401-406, 2014.

FERNANDES-FERREIRA, H. **A caça no Brasil: panorama histórico e atual**. 2014. 466 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

FERNANDES-FERREIRA, H.; ALVES, R. R. N. The researchers on the hunting in Brazil: a brief overview. **Ethnobiology and Conservation**, v. 6, p. 1-6, 2017.

- FERREIRA, E. T. **Avaliação do impacto e percepções de infrações contra a fauna terrestre em unidades de conservação estaduais de proteção integral do Rio de Janeiro.** 2015. 92f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade em Unidades de Conservação) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- FREITAS, L. E. **A influência dos padrões de paisagem no atropelamento de fauna:** o caso da BR-040. 2012. 379 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- GAGLIARDI, R. Avifauna completa do estado do Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <http://www.ta-xeus.com.br/lista/82>. Acesso em: 01 out. 2017.
- GALETTI, M. et al. Defaunation and biomass collapse of mammals in the largest Atlantic forest remnant. **Animal Conservation**, v. 20, p. 270-281, 2016.
- \_\_\_\_\_. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, p. 1086-1090, 2013.
- \_\_\_\_\_. Reversing defaunation by trophic rewiring in empty forests. **Biotropica**, v. 1, p. 1-4, 2016.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). Observação de Aves. 2017b. Disponível em <http://200.20.53.7:8080/pec\_aves.html>. Acesso em: 28 set. 2017.
- \_\_\_\_\_. Unidades de Conservação da Natureza (UCs). 2017a. Disponível em: <http://200.20.53.3:8081/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/index.htm&lang=#/Uso-Sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 23 mai. 2017.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 20 jul. 2017.
- ISLAS, C. A. **Conhecimento ecológico caçara sobre animais silvestres como aporte para um manejo de base ecossistêmica.** 2015. 199p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2015.
- JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytologist**, v. 204, n. 3, p. 459-473, 2014.
- KEUROGHLIAN, A.; EATON, D. P. Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) and other frugivores in an isolated Atlantic Forest fragment. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 1733-1750, 2009.
- KIERLUFF, M. C. M. et al. The golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia*: a conservation success story. **International Zoo Yearbook**, v. 46, n. 1, p. 36-45, jan. 2012.
- KOHN, D. D.; WALSH, D. M. Plant species richness: the effect of island size and habitat diversity. **Journal of Ecology**, v. 82, n. 2, p. 367-377, 1994.
- LANDIS, M. B. et al. Extração ilegal de palmitojuçara: uma ameaça às espécies cinegéticas da Mata Atlântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 8., 2015, Curitiba. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282814037\_Extracao\_ilegal\_do\_palmito\_jucara\_uma\_ameaca\_as\_especies\_cinegeticas\_da\_Mata\_Atlantica>. Acesso em: 13 jan. 2018.
- MAGNANINI, A.; NEHAB, M. A. F.; ARAUJO, D. S. D. **Plano Diretor da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul – RJ:** relatório técnico. Rio de Janeiro: FEEMA, 1985. 96 p.
- MELO, F. R. et al. Avaliação do risco de extinção de *Calli- cebus personatus* (É. Geoffroy, 1812) no Brasil. **ICMBio**, 2015. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/brasileira/estado-de-conservacao/7315-mamiferos-callice-bus-personatus-guigo>. Acesso em: 04 set. 2017.
- MENDES, C. P. A. **Análise de percepção e risco de conflito entre moradores e predadores naturais na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro.** 2014. 60p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade em Unidades de Conservação) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- MODESTO, T. C. et al. Mamíferos do Parque Estadual do Desengano, Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 153-159, 2008.
- MOREIRA, D. O. **A ocorrência dos mamíferos na Mata Atlântica Oriental - do passado ao presente.** 2013. 196 p. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2013.
- NASCIMENTO, J. L.; CAMPOS, I. B. (Org.). **Atlas da fauna brasileira ameaçada de extinção em unidades de conservação federais.** Brasília: ICMBio, 2011. 276p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/documentos/Atlas-ICMBio-web.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.
- NOBRE, R. A. **Modelos de sustentabilidade de caça de subsistência na Serra do Mar, Mata Atlântica.** 2007. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- OLMOS, F. Uma história de dois muriquis. **O Eco**, 2013. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/olhar-naturalista/27262-uma-historia-de-dois-muriquis>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- PARATY. Festival de Aves de Paraty 2016. 2016. Disponível em: <http://www.paraty.com.br/aves\_de\_paraty2016.asp>. Acesso em: 28 set. 2017.
- PAVIOLO, A. et al. A biodiversity hotspot losing its top predator: the challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. **Scientific Reports**, v. 6, p. 1-16, 2016.
- PERES, A. A. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian Forests. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 240-253, 2000.
- PERES, C. A. Porque precisamos de megareservas na Amazônia. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 174-180, jul. 2005.
- PERES, C. A.; PALACIOS, E. Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian forests: implication for animal-mediated seed dispersal. **Biotropica**, v. 39, n. 3, p. 304-315, 2007.
- PESSÔA, L. M.; TAVARES, W. C.; GONÇALVES, P. R. Mamíferos das restingas do macrocompartimento litorâneo da baía de campos, Rio de Janeiro. In: PESSÔA, L. M.; TAVARES, W. C.; SICILIANO, S. (Org.). **Mamíferos de restingas e manguezais do Brasil.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia: Museu Nacional, 2010. p. 56-78.
- PIMENTEL, L.; OLMO, F. The birds of Reserva Ecológica Guapiaçú (REGUA), Rio de Janeiro, Brazil. **Cotinga**, v. 33, p. 8-24, 2011.
- PROJETO REFAUNA. **Reintrodução da anta na Reserva Ecológica de Guapiaçú.** 2017. Disponível em: <https://refauna.wixsite.com/site>. Acesso em: 07 out. 2017.
- RAMBALDI, D. M. **Aspectos econômicos e institucionais relacionados à fiscalização ambiental na Área Proteção Ambiental da bacia do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado/IBAMA, RJ – Brasil.** 2007. 69 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2007.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Portaria nº 01, de 5 de junho de 1998. Lista oficial da fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro. **Diário oficial do estado do Rio de Janeiro**, Poder Executivo, Rio de Janeiro, 05 jun. 1998. ano 24, n. 102, parte 1.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Subsecretária de Comunicação Social. Polícia ambiental ultrapassa 2,8 mil ocorrências em 2016. **Governo do Estado do Rio de Janeiro.** Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibconteudo?article-id=3027593>. Acesso em: 06 set. 2017.
- RIPPLE, W. J. et al. Status and ecological effects of the world's large carnivores. **Science**, v. 343, n. 6167, p.151-163, 2014.
- ROBINSON, J. G.; BENNET, E. L. Carrying capacity limits to sustainable hunting in Tropical Forests. In: \_\_\_\_\_. **Hunting for sustainability in Tropical Forests.** New York: Columbia University Press, 2000. p. 13-30.
- ROCHA, C. F. D. et al. Lista de anfíbios, répteis e mamíferos do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Publicações Avulsas Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 104, p. 1-24, 2004.
- SAMPAIO, D. T. **A caça ilegal de animais silvestres na Mata Atlântica, Baixada Litorânea do estado do Rio de Janeiro, Brasil:** eficiência de proteção de Reservas Biológicas e triangulação do perfil da caça. 2011. 193p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

Anexo

Espécies cinegéticas com ocorrência em Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro (continua)								
Classe	Ordem	Nome científico	Nome vulgar	IUCN	BR	RJ	Registros	Unidades de Conservação
Mammalia	Carnivora	<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	PP	NC	NC	13	REEJ, PEC, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PELAG, PED, EEEG
Aves	Rodentia	<i>Cuniculus paca</i>	Paca	PP	NC	VU	13	REEJ, PEC, PEIG, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Rodentia	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	PP	NC	NC	13	REEJ, PEC, PEIG, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	PP	NC	NC	13	PEC, PEIG, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Pilosa	<i>Bradypus variegatus</i>	Bicho-preguiça	PP	NC	NC	12	REEJ, PEC, PEIG, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PED
Mammalia	Cingulata	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	PP	NC	NC	12	REEJ, PEIG, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	PP	VU	NC	12	REEJ, PEC, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Nasua nasua</i>	Quati	PP	NC	NC	12	REEJ, PEC, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PELAG, PED
Mammalia	Pilosa	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	PP	NC	NC	12	REEJ, PEC, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PELAG, PED, EEEG
Aves	Tinamiforme	<i>Crypturellus tatuapa</i>	Inhambu-chintã	PP	NC	NC	10	PEC, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, PETP, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguatirica	PP	NC	VU	10	REEJ, PEC, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Leopardus wiedii</i>	Gato-maracajá	QA	VU	VU	10	PEC, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PECS, PED
Mammalia	Primates	<i>Sapajus nigritus</i>	Macaco-prego	QA	NC	NC	10	REEJ, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, PETP, PECS, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Rodentia	<i>Cavia aperea</i>	Preá	PP	NC	NC	9	PEC, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PELAG, PED
Mammalia	Rodentia	<i>Dasyprocta aff. leporina</i>	Cutia	PP	VU	NC	9	REEJ, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PED
Mammalia	Carnivora	<i>Eira barbara</i>	Irara	PP	NC	PA	9	PEC, PEPS, PESC, PEM, PESET, RBA, PETP, PED, EEEG

EP: em perigo; VU: vulnerável; PA: provavelmente ameaçada; PEx: provavelmente extinta; QA: quase ameaçada; PP: pouco preocupante; DD: deficiente de dados; SD: sem dados; NC: não consta

Fonte: Elaborada pelos autores

Espécies cinegéticas com ocorrência em Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro (continuação)								
Classe	Ordem	Nome científico	Nome vulgar	IUCN	BR	RJ	Registros	Unidades de Conservação
Mammalia	Carnivora	<i>Galictis cuja</i>	Furão-pequeno	PP	NC	NC	12	PEC, PEPS, PESC, PEM, PEPB, PESET, PETP, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Leopardus guttulus</i>	Gato-do-mato-pequeno	VU	EP	PA	10	PEIG, PEC, PEPS, PEM, PEPB, PESET, RBA, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	QA	NC	NC	10	PEC, PEIG, PEPS, PESC, PESET, RBA, PETP, PELAG, PED
Ave	Galliforme	<i>Odontophorus capueira</i>	Uru	PP	NC	PA	10	REEJ, PEC, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, PESET, PETP, PED
Ave	Tinamiforme	<i>Tinamus solitarius</i>	Macuco	QA	NC	EP	10	REEJ, PEC, PEIG, PEPS, PEM, PEPB, RBA, PETP, PED
Mammalia	Primates	<i>Alouatta guariba clamitans</i>	Bugio	PP	VU	PA	9	REEJ, PEC, PEIG, PEPS, RBA, PETP, PED, EEEG
Ave	Tinamiforme	<i>Crypturellus obsoletus</i>	Inhambuguaçu	PP	NC	NC	9	REEJ, PEC, PEPS, PESC, PEPB, RBA, PETP, PED
Ave	Galliforme	<i>Penelope obscura</i>	Jacuaçu	PP	NC	NC	9	REEJ, PEC, PEPS, PESC, PEPB, RBA, PETP, PED
Ave	Galliforme	<i>Penelope superciliosus</i>	Jacupemba	PP	NC	NC	8	PEM, PEPB, PESET, RBA, PETP, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Carnivora	<i>Puma concolor</i>	Onça-parda	PP	VU	VU	8	REEJ, PEC, PEPS, PESC, PEM, RBA, PETP, PED
Mammalia	Cingulata	<i>Cabassous tatouay</i>	Tatu-de-rabo-mole-grande	PP	NC	PA	7	PEC, PEPS, PESC, PEM, PESET, PETP, PED
Mammalia	Cingulata	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	PP	NC	NC	7	PEPS, PEM, PESET, PETP, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Artiodactyla	<i>Pecari tajacu</i>	Cateto	PP	NC	VU	7	REEJ, PEC, PEPS, PESC, RBA, PETP, PED
Mammalia	Pilosa	<i>Bradypus torquatus</i>	Bicho-preguiça-de-coleira	VU	VU	EP	5	PETP, PECS, PELAG, PED, EEEG
Mammalia	Primates	<i>Brachyteles arachnoides</i>	Muriqui-do-sul	EP	EP	CP	4	PEC, PEPS, PETP, PED
Mammalia	Primates	<i>Callithrix aurita</i>	Sagui-da-serra-escuro	VU	VU	VU	4	PEPB, RBA, PED, EEEG
Mammalia	Primates	<i>Callicebus nigrifrons</i>	Sauá	QA	NC	NC	3	PEC, PEPS, PED

EP: em perigo; VU: vulnerável; PA: provavelmente ameaçada; PEx: provavelmente extinta; QA: quase ameaçada; PP: pouco preocupante; DD: deficiente de dados; SD: sem dados; NC: não consta

Fonte: Elaborada pelos autores

Espécies cinegéticas com ocorrência em Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado do Rio de Janeiro (continuação)								
Classe	Ordem	Nome científico	Nome vulgar	IUCN	BR	RJ	Registros	Unidades de Conservação
Ave	Tinamiforme	<i>Crypturellus soui</i>	tururim	PP	NC	NC	3	PEPB, PED, EEG
Mammalia	Cingulata	<i>Dasyus septemcinctus</i>	tatuí	PP	NC	PA	3	PEC, PEPS, PEPB
Mammalia	Rodentia	<i>Cavia fulgida</i>	preá	PP	NC	NC	2	PEIG, PECS
Ave	Tinamiforme	<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	PP	NC	NC	2	PESC, PEPB
Ave	Columbiforme	<i>Geotrygon violacea</i>	juriti-vermelha	PP	NC	SD	2	PEPB, PED
Ave	Columbiforme	<i>Patagioenas speciosa</i>	pomba-trocal	PP	NC	VU	2	PEPS, PED
Mammalia	Carnivora	<i>Potos flavus</i>	jupará	PP	NC	PA	2	PEPS, PED
Ave	Tinamiforme	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	PP	NC	SD	2	PED, EEG
Ave	Galliforme	<i>Aburria jacutinga</i>	jacutinga	EP	EP	PEX	1	PETP
Mammalia	Primates	<i>Brachyteles hypoxanthus</i>	muriqui-do-norte	CP	CP	NC	1	PEPS
Mammalia	Primates	<i>Callicebus personatus</i>	guigó-da-cara-preta	VU	VU	VU	1	PED
Mammalia	Carnivora	<i>Conepatus semistriatus</i>	jaritataca	PP	NC	NC	1	PEPS
Ave	Galliforme	<i>Crax blumenbachii</i>	mutum-do-sudeste	EP	CP	PEX	1	PETP
Ave	Tinamiforme	<i>Crypturellus variegatus</i>	inhambu-anhangá	PP	NC	NC	1	PETP
Mammalia	Primates	<i>Leontopithecus rosalia</i>	mico-leão-dourado	EP	EP	EP	1	PECS
Mammalia	Artiodactyla	<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro	DD	NC	EP	1	PEPS
Mammalia	Artiodactyla	<i>Tayassu pecari</i>	queixada	VU	VU	EP	1	PEPS

EP: em perigo; VU: vulnerável; PA: provavelmente ameaçada; PEX: provavelmente extinta; QA: quase ameaçada; PP: pouco preocupante; DD: deficiente de dados; SD: sem dados; NC: não consta

Fonte: Elaborada pelos autores

## Sobre os autores

### Eduardo Treptow Ferreira

Mestre em Ecologia Aplicada (2015) pelo Programa do Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação pela Escola Nacional de Botânica Tropical (EBNT/JBRJ). Graduado em Ciências Biológicas (2011) pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente, é guarda-parque e coordenador de pesquisa e manejo da Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

### Solange de Vasconcelos Pessoa Albuquerque

Doutora em Ecologia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em Ciências Ambientais e Florestais pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Graduada em Ciências Biológicas (1982) pela UFRJ. Atualmente, é docente da Escola Nacional de Botânica Tropical, pesquisadora titular do Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro e membro da Species Survival Commission da União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês).

### Izar Araújo Aximoff

Doutor em Botânica (2019), mestre profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação (2014) e mestre em Botânica (2008) pela EBNT/JBRJ. Especialista em Gestão da Biodiversidade (2010) e biólogo (2005) pela UFRJ. Em 2009, foi professor substituto no Dept. de Ciências Ambientais da UFRRJ e subsecretário de Meio Ambiente da Prefeitura de Itatiaia. Entre 2009 e 2011, foi chefe do Parque Estadual da Ilha Grande (INEA) e, em 2013, foi coordenador do Projeto "Abraça essas dez" (SEA).

### João Rafael Gomes de Almeida Marins

Mestre em Ecologia Aplicada (2017) pelo Programa do Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação pela EBNT/JBRJ). Pós-graduado (lato-sensu) em Meio Ambiente (2012) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE/UFRJ). Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula (2010). Atualmente, é analista ambiental na Gerência de Unidades de Conservação (GEUC/DIBAPE) do INEA.

### Jorge Antônio Lourenço Pontes

Doutor em Ecologia e Evolução (2010) e mestre em Biologia com concentração em Ecologia (2005) pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGEE/UERJ). Professor visitante na UERJ-FFP, no curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade (PPGEAS). Biólogo concursado da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Foi Chefe da Divisão de Unidades de Conservação no Instituto de Florestas do Estado do Rio de Janeiro (IEF-RJ) de 1999 a 2000. Também é consultor sênior, atuando na avaliação de áreas naturais, impactos ambientais e inventários faunísticos e florísticos; na criação, implantação e gerenciamento de unidades de conservação da natureza; e no manejo de fauna e flora.

À memória de todos os funcionários de órgãos ambientais e conservacionistas que foram mortos por palmeiros e caçadores.



Autores/Acervo pessoal

Apesar da importância das abelhas para a natureza e a agricultura, há poucas informações sobre como elas reagem a mudanças ambientais provocadas pelo homem

# Comunidades de abelhas sujeitas às ações antrópicas em fragmentos da Mata Atlântica

## *Bee assemblage related to human actions in fragments of Atlantic Rainforest*

► Maria Cristina; Affonso Lorenzon; Juliana Almeida Braga; Marilena de Menezes Silva Conde; Wagner de Souza Tassinari; Adriano Soares Koshiyama

### ► Resumo

Os impactos antrópicos sobre os ecossistemas naturais são importantes ameaças para a fauna de abelhas silvestres. Neste estudo avaliou-se a diversidade de abelhas e espécies florais, para se verificar se a fragmentação dos habitats da Mata Atlântica pode levar a alterações na comunidade de abelhas e plantas. Ao longo de um ano, quatro localidades de Mata Atlântica foram monitoradas, organizou-se um inventário dos espécimes de abelhas e das plantas melitófilas. Por meio do modelo de regressão linear múltipla, testou-se a hipótese da diversidade das abelhas ser dependente da riqueza floral. A análise exploratória dos dados mostrou 114 espécies de Angiosperma visitadas por 1.189 espécimes distribuídas em 74 espécies de abelhas. A análise da modelagem mostrou que a riqueza de espécies florais sofre efeito com a diversidade de abelhas.

### Palavras-chave

Abelhas. Impacto. Meio ambiente. Nicho trófico. Polinizadores.

### ► Abstract

The anthropogenic impacts on natural ecosystems are also relevant threats to wild bees. Our research aims to evaluate the bee diversity and floral species, as well as verifying if the fragmentation of their dwells can lead to changes in bee assembly and their hosts. Over a year four study sites of the Atlantic forest were monitored, and an inventory was prepared with bee specimens and melittophilous plants. Through a multiple linear regression model, we tested the hypothesis that bee diversity is dependent on the plant richness. An exploratory data analysis revealed that 114 flowering plants were visited by 1189 specimens, distributed in 74 bee species. Our modelling analysis showed that the composition of plant richness suffers the effect of bee diversity.

### Keywords

Bees. Environment. Impact. Trophic niche. Pollinators.

## 1. Introdução

A Mata Atlântica é uma formação vegetal que está presente em grande parte da região litorânea brasileira. Ocupa, atualmente, uma extensão de aproximadamente 100 mil km<sup>2</sup>. É uma das mais importantes florestas tropicais do mundo e apresenta alta diversidade vegetal. Das quase 13 mil espécies vegetais, mais de nove mil são consideradas endêmicas (GENTRY et al., 1997). Além disso apresenta enorme variedade de habitats, como florestas, restingas, manguezais e campos de altitude (MORELLATO e HADDAD, 2000), com variações climáticas e altimétricas nas diferentes latitudes (HUECK, 1966).

Quanto à ameaça humana, cabe notar que a área coberta pela Mata Atlântica, que era de aproximadamente 1.300.000 km<sup>2</sup> antes da colonização europeia, se resume atualmente a uma área preservada estimada em 98.000 km<sup>2</sup> (MORELLATO e HADDAD, 2000). Além da restrita superfície dos remanescentes, seus percentuais de fragmentação são altos.

O Estado do Rio de Janeiro possui um expressivo percentual de remanescentes florestais desse bioma (20,3%), sendo considerado, por isso, uma das regiões mais estratégicas para a conservação da Mata Atlântica (BERGALLO et al., 2009). Contudo, além da utilização histórica inadequada das terras, atualmente ocorrem fortes pressões da atividade agropecuária sobre a biodiversidade local (COSTA e CLEMENTE, 2009).

Em meio aos processos depredatórios sobre as florestas tropicais, as abelhas silvestres são reconhecidas por seu papel silencioso e significativo na manutenção da maioria dos habitats tropicais (ROUBIK, 1989, PINHEIRO-MACHADO et al., 2002, LORENZON et al., 2014). Inventários realizados na Mata Atlântica destacam a expressiva riqueza da flora melitófila e da fauna de abelhas a ela associada (e.g. ALVES DOS SANTOS, 1999, RAMALHO, 2004, LORENZON et al., 2006; GONÇALVES e BRANDÃO, 2008).

Apesar do reconhecido valor dos polinizadores nativos, a investigação sistemática da fauna de abelhas requer estudos sucessivos para bioconhecimento sobre as respostas das comunidades de abelhas às mudanças ambientais geradas pelas ações antrópicas torna premente garantir a manutenção dessas populações, que dependem da perenidade dos seus ecossistemas. Kerr et al. (1996) enfatizaram que as espécies endêmicas dependem das condições gerais de seu nicho em suas regiões de origem e citaram várias espécies de *Melipona* da Amazônia sujeitas à extinção em ambientes abertos. O inverso pode ocorrer com espécies de abelhas mais defensivas, que têm sua incidência aumentada devido ao forrageio generalista e pela resistência às condições territorialistas em seus sítios de nidificação e de alimento (SILVEIRA et al., 2002). Nesse sentido, os inventários sistematizados da fauna de abelhas geram importantes informações para projetos de conservação, seja por avaliar o declínio das espécies ou de populações (BERGALLO et al., 2000).

Haja vista a velocidade da fragmentação da Mata Atlântica, que pode conduzir às alterações na comunidade de abelhas e plantas, busca-se inventariar as espécies de abelhas e plantas melitófilas visitadas, em seus fragmentos.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Local da pesquisa

O estudo foi realizado em três municípios do Estado do Rio de Janeiro. Em cada um dos municípios foram acompanhados dois locais, que apresentam fragmentos florestais remanescentes de Mata Atlântica, melhor descritos em Lorenzon et al. (2014): Angra dos Reis (22°51'S, 44°21'W e 23°05'S, 44°05'W), Mangaratiba (22°57'S, 44°02'W e 22°54'S, 43°53'W) e Nova Iguaçu (22°35'S, 43°25'W).

Nas localidades estudadas, o clima é tropical úmido (tipo Af, conforme a classificação de Köppen). A temperatura do ar média anual é de 25 °C, com mínima de 10 °C e máxima de 40 °C (OLIVEIRA e NETO, 1996). A pluviosidade média



Figura 1 - Parte das trilhas dos locais avaliados  
Fonte: Google Earth

mensal é de 175 mm, podendo chegar a 1.500 mm em algumas localidades, com estação seca pouco definida (RODRIGUES, 1996).

Nas trilhas demarcadas há vegetação de Mata Atlântica, submontana, montana e manguezal, além da presença de afloramentos rochosos. Em todas as trilhas há um histórico de constantes impactos gerados por ações antrópicas, como as queimadas, a presença de lixo etc.

### 2.2 Amostragem

Foi monitorada uma área aproximada de 16 hectares com trilhas que mediam perto de mil metros de comprimento e entre oito e 20 metros de largura. Em cada trilha, dois observadores trabalhavam simultaneamente. Foram coletadas amostras de abelhas e plantas em florações.

Dependendo das condições climáticas, as coletas eram realizadas de forma sucessiva em uma das trilhas de cada local, escolhidas ao acaso, de modo a abranger as quatro localidades em uma mesma semana. Os observadores faziam o monitoramento entre seis e doze horas, totalizando um esforço amostral de 120 horas e 20 coletas:

a) Amostragem de abelhas silvestres- coletaram-se as espécies de abelhas de Meliponinae (abelhas sem ferrão), Apinae (*Apis mellifera* africanizadas e outras sociais) e espécies de abelhas solitárias.

As abelhas foram monitoradas tanto nas plantas em floração como em substratos como água, resina, fezes, suor, barro, frutos, além das abelhas em voo. O tempo de observação variou entre cinco e dez minutos por planta, seguido da coleta desses indivíduos. Na ocorrência de mui-

tos espécimes de abelhas, o que dificultava o rápido reconhecimento para efetuar a contagem, todas as abelhas foram capturadas e contadas.

Para a captura dos espécimes utilizaram-se puçás. Esses foram lançados em frascos mortíferos com acetato de etila. Para plantas localizadas no estrato médio (entre três e sete metros) utilizou-se um cabo de sete metros ligado ao puçá.

Cada espécie coletada recebeu um número correspondente e um registro com nome vulgar da planta, tipo de substrato ou modo de coleta, data, horário de coleta e abundância de abelhas. No laboratório, os espécimes foram montados, identificados e, posteriormente depositados no Museu Costa Lima da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A maioria dos indivíduos foi identificada por especialistas da UFRRJ e da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), e com auxílio de material literário e coleções de referência.

b) Amostragem de plantas: de cada espécie floral visitada pelas abelhas foram montadas entre duas e três exsicatas. Cada exsicata recebeu um registro com data de coleta, local, horário, densidade floral, número e abundância da espécie de abelha. A identificação das plantas foi realizada com a ajuda literária, de coleções de referência e mediante a cooperação dos botânicos do Instituto de Biologia do Departamento de Botânica da UFRRJ. As exsicatas foram incluídas no acervo do Herbário RBR (Rede Brasileira).

### 2.3 Avaliações

Foram consideradas a riqueza das espécies florais, a abundância relativa e a frequência de

cada espécie de abelhas variáveis calculadas com base na identificação taxonômica das abelhas e das plantas de cada trilha e localidade.

Discriminaram-se as fontes florais com alta visitação pelas abelhas. Para isso, consideraram-se aquelas que recebiam mais de 10% do total das abelhas coletadas, conforme Martins (1995). Foram consideradas raras as espécies de abelhas observadas em até duas coletas e cuja abundância relativa foi inferior a 0,5% da abundância relativa total de abelhas.

No quadro geral, as avaliações retrataram: as quatro localidades, as localidades deste estudo e das demais publicações focadas na Mata Atlântica.

Para a caracterização das comunidades abelha-espécie floral, foi feita a análise da distribuição do forrageamento das abelhas; adotou-se o coeficiente de correlação de Spearman a partir de dados pareados em dois grupos: a) abundância relativa de abelhas e densidade floral; b) abundância relativa de abelhas e grupamentos de plantas em sua densidade alta e baixa.

### 2.4 Análise estatística

Composta pela análise exploratória de dados utilizando-se gráficos tipo Boxplot, para avaliar a abundância relativa dos espécimes nas localidades, e a riqueza das espécies de abelhas e das espécies florais. Possíveis diferenças entre as localidades quanto à riqueza em espécies de abelhas e sua abundância relativa foram testadas por meio da análise de variância (ANOVA), desde que em presença de dados normais. Já para se buscar os tratamentos significativos, aplicou-se o teste Tukey (p-valor = 0,05).

Para testar a hipótese de que a riqueza floral é dependente da diversidade das abelhas, aplicou-se o modelo de Regressão Linear Múltipla (MONTGOMERY, 2008):

$$RF_i = \beta_0 + \beta_1 AA_i + \beta_2 RA_i + \beta_3 LC_i + \beta_4 AA_i * RA_i + \epsilon_i$$

#### Onde:

$RF_i$  é a Riqueza de Espécies Florais obtida na i-ésima amostra ( $i = 1, \dots, n$ ), que é tida como função da abundância de abelhas ( $AA_i$ ), da ri-

queza de espécies de abelha ( $RA_i$ ), da localidade de coleta ( $LC_i$ ) e da interação entre abundância de abelhas e riqueza de espécies de abelhas.  $\beta_0$  é o intercepto do modelo de regressão.  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  e  $\beta_5$  são as inclinações estimadas para cada variável que compõe o modelo.  $\epsilon_i$  é denominado ruído, que, por suposto, é Normalmente Distribuído, com média nula e variância finita ( $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$ ).

Para avaliar a interação, tomaram-se como base os resultados da localidade Ilha Grande, a qual, por ser unidade de conservação, está sujeita às medidas protecionistas. Analisaram-se os dados por meio do pacote estatístico *BioEstat* (versão 2.0.) e RStudio (2009).

## 3. Resultados e discussão

### 3.1 Distribuição das abelhas nos grupos taxonômicos vegetais nos fragmentos de Mata Atlântica

As abelhas foram coletadas ao forragearem 114 espécies de Angiosperma pertencentes a 45 famílias (Tabela 1). Asteraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Melastomaceae, Verbenaceae, Myrtaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Rubiaceae e Solanaceae foram as de maior visitação. Asteraceae e Fabaceae foram as de maior diversidade de espécies visitadas pelas abelhas (14 e 13 espécies florais, respectivamente), e a visitação de ambas soma perto de 30% da abundância total das abelhas analisadas.

Espécies de meliponíneos e abelhas africanizadas foram observadas em 18 famílias vegetais: Lamiaceae, Rhamnaceae, Amaranthaceae, Loranthaceae, Malpighiaceae, Myrsinaceae, Bignoniaceae, Bromeliaceae, Caprifoliaceae, Cucurbitaceae, Guttiferae (Clusiaceae), Moraceae, Musaceae, Nictaginaceae, Piperaceae, Polygalaceae, Ulmaceae, Zingiberaceae. Já em Bixaceae, Ochnaceae e Pontederiaceae só se observaram abelhas solitárias. Essa tendência na captura pode sugerir preferências peculiares dos polinizadores

Na Figura 2 apresentam-se as famílias vegetais mais visitadas por espécies eussociais

Tabela 1 - Classes de frequência da abundância relativa das abelhas (%), nas famílias de plantas em fragmentos de Mata Atlântica, RJ				
Classes de Abundância	Ilha Grande	Ariró	Mangaratiba	Tinguá
Entre 10 e 30%	Asteraceae, Fabaceae, Moraceae	Acanthaceae, Asteraceae, Myrtaceae	Anacardiaceae, Asteraceae	Euphorbiaceae, Fabaceae
Entre 5 e 9,9%	Anacardiaceae, Melastomataceae	Balsaminaceae, Musaceae	Balsaminaceae, Commelinaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Musaceae, Oxalidaceae	Asteraceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Poaceae, Rhamnaceae
Entre 2 e 4,9%	Acanthaceae, Balsaminaceae, Convolvulaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Solanaceae	Euphorbiaceae, Melastomataceae, Onagraceae, Piperaceae, Portulacaceae, Verbenaceae	Acanthaceae, Amaranthaceae, Capparidaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae	Myrtaceae, Sapindaceae, Solanaceae
Entre 1 e 1,9%	Clusiaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Loranthaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Myrsinaceae, Rosaceae, Ulmaceae	Labiatae, Malvaceae, Sapindaceae	Convolvulaceae, Solanaceae, Turneraceae, Verbenaceae	Rubiaceae, Turneraceae, Verbenaceae
< 0,9%	Bignoniaceae, Bromeliaceae, Caprifoliaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Labiatae, Nictaginaceae, Oxalidaceae, Polygalaceae, Verbenaceae	Bromeliaceae, Commelinaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Ochnaceae, Poaceae, Pontederiaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Solanaceae, Turneraceae	Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Onagraceae, Portulacaceae, Zingiberaceae	Acanthaceae, Bignoniaceae, Onagraceae

Fonte: Elaborada pelos autores

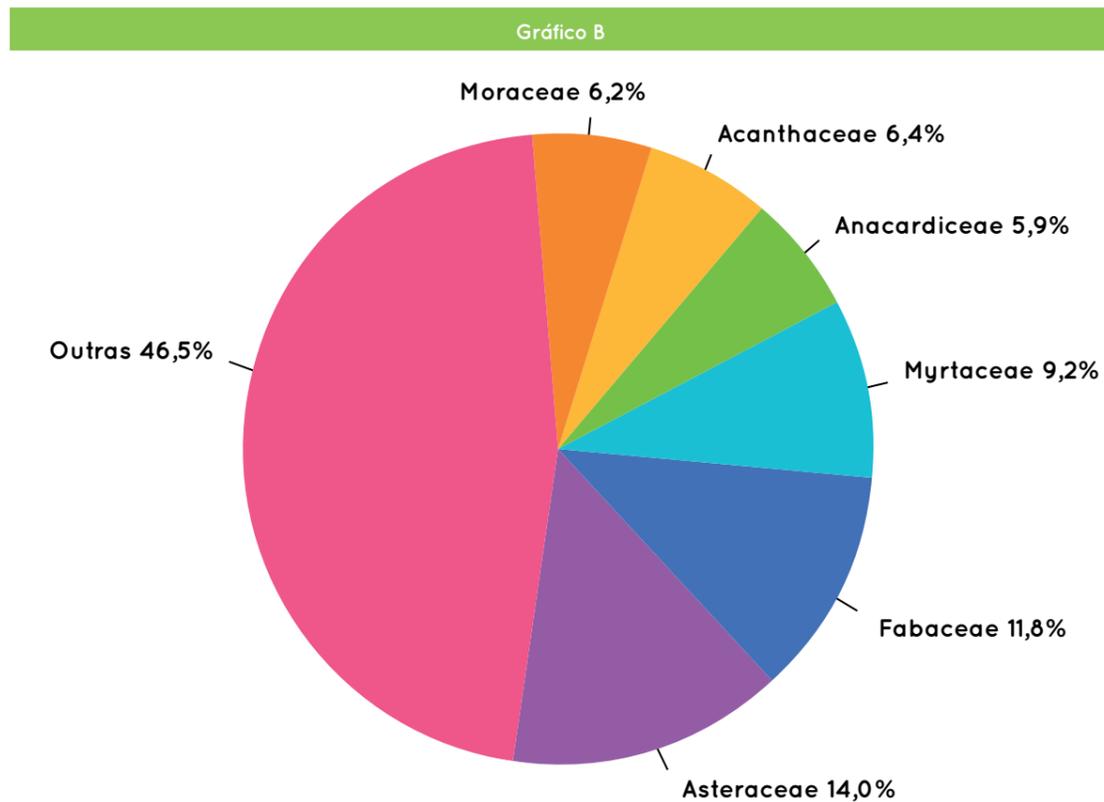
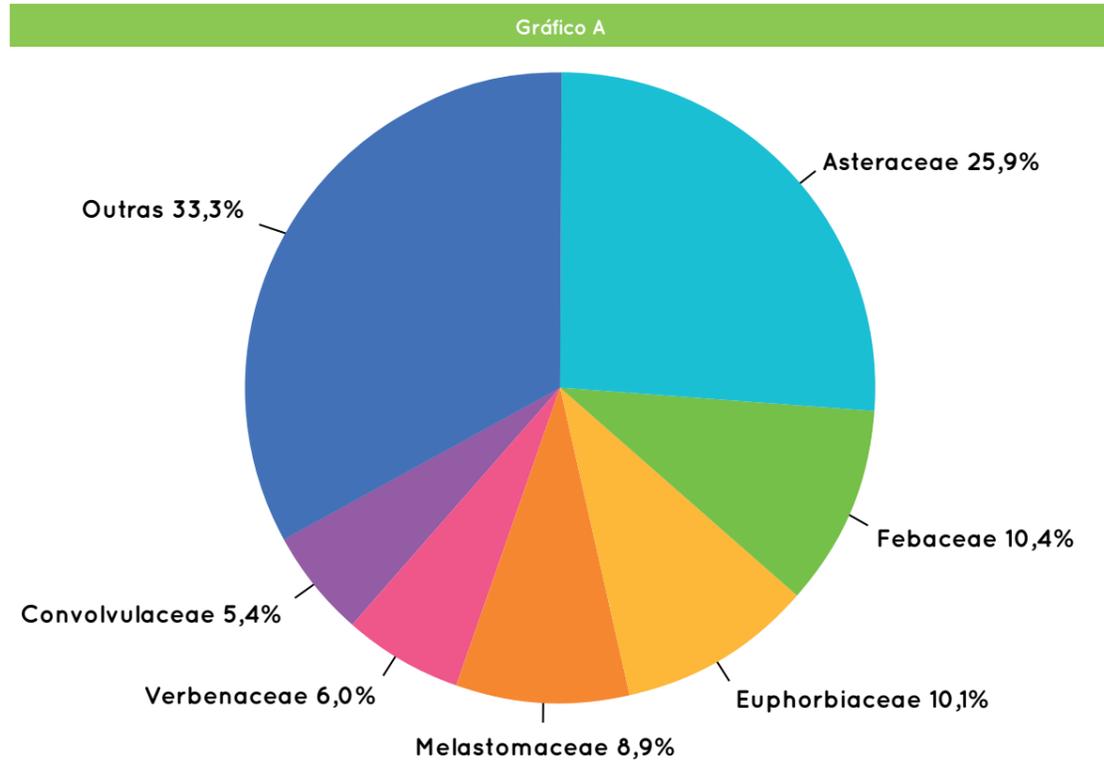
(Meliponíneos e *Apis mellifera*) e aquelas mais visitadas pelos demais Apiformes (sociais, semi-sociais e solitárias).

Quantificou-se o número de espécies florais mais forrageadas por Meliponíneos e *Apis mellifera* nas famílias vegetais: Asteraceae (11 espécies), Myrtaceae (10 espécies) e Fabaceae (nove espécies). Para os demais Apiformes foram: Asteraceae (19 espécies), Euphorbiaceae (14 espécies), Fabaceae (12 espécies) e Verbenaceae (11 espécies).

Ao se analisar a exploração das espécies vegetais dos meliponíneos e *Apis mellifera* por localidade, verifica-se que há maior visitação em Myrtaceae, Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Acanthaceae, Euphorbiaceae e Moraceae (Tabela 2). Asteraceae e Euphorbiaceae

são destaque em outros estudos da Região Sudeste (Tabela 3). Segundo Ramalho et al. (2007), o pólen abundante e pulverulento encontrado em várias espécies de Myrtaceae favorece a exploração de seus recursos pelos meliponíneos.

Na análise do cenário de forrageamento das abelhas nos fragmentos de Mata Atlântica, distinguu-se o seguinte comportamento: a) disperso e de baixa visitação em espécies florais de baixa densidade, representada por muitas espécies florais; b) agrupado e de alta visitação em espécies vegetais mais densas. A exploração dos recursos florais com alta abundância de abelhas só ocorreu em oito espécies, que representam entre 3% e 5% do total das abelhas contadas, cifra bem mais baixa do que o previsível (de 10%), o que sugere oferta de alimento em abundância. A distribuição espacial das abelhas se fortalece



**Figura 2** - Famílias de plantas mais visitadas (%): (A) por Meliponíneos e *Apis mellifera*; (B) demais abelhas silvestres  
**Fonte:** Elaborado pelos autores

**Tabela 2** – Frequências de visitas das abelhas nas famílias de plantas (%) em fragmentos da Mata Atlântica, RJ

Localidade	Família de plantas mais visitadas	Espécies de abelhas
Ilha Grande	Asteraceae 25,4%; Moraceae 11,8%	30
Arirô	Myrtaceae 27,4%; Acanthaceae 16,5%	27
Mangaratiba	Asteraceae 21,2%; Anacardiaceae 15,2%	30
Tinguá	Fabaceae 24,8%; Euphorbiaceae 15%	33

**Fonte:** Elaborado pelos autores

**Tabela 3** – Famílias de plantas mais exploradas pelas abelhas (%) em fragmentos de Mata Atlântica: Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo

Localidade	Família de plantas mais visitadas**	Espécies de abelhas
Este estudo, RJ	Asteraceae 17,4%; Fabaceae 11,4%	74
Ilha Grande, RJ (Encosta) (23°05'S, 44°05'W)	Asteraceae 25%; Anacardiaceae 17%	12 <sup>b</sup>
Serra do Pinto, (Planície costeira)* (30oS, 50oW)	Asteraceae 23%; Onagraceae 19%	292
Cantareira, SP (Planalto)* (23o35'S, 46o70'W)	Euphorbiaceae 19,7%; Araliaceae 12,7%	132
Morro Grande, SP (Planalto)* (23o38'S, 46o57'W)	Asteraceae 18,2%; Sapindaceae 13,9 %	109
Boracéia, SP (Encosta)* (23o38'S, 45o52'W)	Asteraceae 18,6%; Myrtaceae 9,7%	255

\* Localidades de continente

\*\*Somente abelhas eussociais *Meliponina* e *Apis mellifera*

**Fonte:** Elaborado pelos autores

nas plantas de maior densidade ( $r_{sp\ alta} = 70\%$ ,  $p\text{-valor} < 0,05\%$ ;  $r_{sp\ baixa} = 31\%$ ,  $p\text{-valor} < 0,05\%$ ). Esse resultado mostra que 33 espécies florais foram exploradas por 60% das abelhas (da abundância total de abelhas), contempladas por 63 das 74 espécies de abelhas. Assim, grupamentos florais são particularmente interessantes para a coleta de espécies de abelhas, por aumentar as chances de coleta e reduzir o esforço amostral, particularmente em áreas amplas e de difícil acesso.

As quatro espécies mais exploradas pelas abelhas foram: *Schinus terebentifolius*, *Verbesina glabrata*, *Artocarpus heterophyllus* e *Syzygium cumini*. A maior parte das espécies florais apresentou visitaçao não superior a 1% de frequência. *Schinus terebentifolius* é de ampla distribuição e bioindicadora dos ambientes notadamente edáficos (LENZI; ORTH, 2003), além de colonizar e ocupar ambientes alterados pelo homem (CARVALHO, 1994).

### 3.2 Riqueza em espécies e abundância relativa das abelhas

Foram registrados 1.189 espécimes e 74 espécies, pertencentes às Apidae, Collectidae, Halictidae e Megachilidae (Tabela 4).

Apidae foi a mais abundante, somando 82% das coletas (Figura 3), e também apresenta a maior riqueza em espécies (40 espécies). Das 34 espécies restantes, Halictidae participa com 15% da abundância total, sendo a segunda mais rica em espécies (31 morfoespécies).

As abelhas africanizadas *Apis mellifera* são 9,4% dos espécimes amostrados e os meliponíneos 63%, representada por 21 espécies (Tabela 4). É possível a ocorrência de outros meliponíneos, como *Lestrimellita limao* que, por ser cleptoparasita, não permite a coleta em flores, somente em seus ninhos, ou em ataque a outros ninhos de outras espécies de abelhas sociais. Dos meliponíneos há dominância de

Tabela 4 – Taxa de abelhas e sua abundância relativa em fragmentos da Mata Atlântica, RJ. Classificação de acordo com Silveira et al. (2002)				
Família	Subfamília	Tribo	Subtribo	Espécimes
Apidae	Apinae	Apini	Apina (Apis)	112
			Bombina	43
			Euglossina	14
			Meliponina	752
	Xylocopinae		Centridini	4
			Emphorini	3
			Exomolopsini	17
			Tetrapediini	15
			Xylocopini	21
	Collectidae			
Halictidae				183
Megachilidae				24
Total de espécimes				1.189

Fonte: Elaborado pelos autores

*Trigona braueri* (24%); se destacam também *Tetragonisca angustula* (17%), *Scaptotrigona bipunctata* e *Trigona spinipes* (13% cada). Estas espécies apresentam alta distribuição em todo país, conforme ressaltam Silveira et al. (2002). Em estudo realizado na Ilha Grande, Lorenzon et al. (2006) destacaram como espécies mais abundantes: *Trigona braueri* (35%), *Partamona helleri* (16%), *Trigona spinipes* (12%), *Scaptotrigona bipunctata* (12%) e *Tetragonisca angustula* (10%). Biesmeijer e Slaa (2006) ressaltaram o domínio de espécies sem ferrão populosas, territoriais e de tamanho pequeno e médio.

O domínio das espécies populosas e defensivas pode ser indicativo de redução das espécies dóceis de Melipona, de baixa população, mais sensíveis às mudanças dos habitats e à predação (ANTONINI et al., 1998; BROWN e ALBRECHT, 2001. SILVEIRA et al., 2002). Para Ramalho (2004), mais de 70% das Melipona concentram o forrageio no dossel da Floresta Atlântica, dado auspicioso para garantir a sobrevivência dessas espécies no bioma.

As espécies de Meliponina foram tidas como raras: *Leurotrigona muelleri*, *Trigona fuscipennis*, *Scwaziana quadripunctata*, *Melipona*

*quadrifasciata*, *M. marginata*, *Cephalotrigona*, *Scwaziana quadripunctata* e várias espécies de *Plebeia*, entre as quais, *P.remota* e *P.droryana*. Essas espécies somam 3,7% das Meliponina e 1,8% da abundância relativa total; ao longo do ano, só foram encontradas em duas coletas.

Das 21 espécies de Meliponina, 10 espécies ocorreram em apenas uma das localidades estudadas (Tabela 5). É possível que a diferença do cenário florístico entre os fragmentos estudados seja a responsável pela variação da ocorrência dessas espécies de abelhas.

*Trigona braueri*, *Tetragonisca angustula*, *T. spinipes* e *Apis mellifera* foram as espécies mais comuns nas localidades. A ocorrência de abelhas africanizadas na Ilha Grande se contrapõe ao fato dessa localidade ser uma unidade de conservação e não permitir a introdução de espécies exóticas. Segundo relatos de moradores, a espécie foi introduzida na Ilha por apicultores (LORENZON et al., 2006). A alta abundância desta espécie requer monitoramento para prevenir a difusão.

A análise exploratória dos dados mostra as localidades de Ilha Grande e Tinguá com

a maior abundância relativa de abelhas e de distribuição balanceada (Figura 4).

A análise de variância mostra diferenças na abundância relativa mensal de abelhas nas quatro localidades ( $p$ -valor < 0,05). Ilha Grande e Tinguá diferem para mais (Figura 5), sendo a primeira representada por 39% dos indivíduos. O limite da abundância de abelhas observado em Tinguá é tênue, ao se equiparar a abundância relativa de Ariró e Mangaratiba ( $p$ -valor  $\geq$  0,05). Quanto à riqueza em espécies de abelhas (mensal), não há diferenças entre as localidades ( $p$ -valor  $\geq$  0,05). Alerta-se que houve dificuldades de acesso ao dossel e futuros estudos neste nível podem modificar o perfil supracitado.

### 3.3 Uso de fontes florais e outros recursos pelas espécies de abelhas

*Apis mellifera* visitaram 20 espécies florais (de 15 famílias), representando 17% da flora melitófila

monitorada, sendo baixa sua abundância relativa: Ariró (3%), Tinguá (3,3%), Ilha Grande (2,4%) e Mangaratiba (0,8%). *Apis mellifera* concentrou seu forrageamento em cinco espécies florais (63% dos espécimes), particularmente em *Syzygium cumini*. A baixa abundância de *Apis mellifera* em nosso estudo sugere baixa aclimatação aos fragmentos de Mata Atlântica e restrita competitividade com Meliponina.

Os escassos estudos na Mata Atlântica divergem em seus resultados quanto à dominância de *Apis mellifera*. Ramalho (2004) e Lorenzon et al. (2006) relataram baixa ocorrência; para Wilms et al. (1996) e Krug e Alves dos Santos (2008), as *Apis* foram as dominantes e, nesse caso, as relações ecológicas com as espécies nativas pode favorecer o seu declínio.

As Meliponina forragearam em 91 espécies florais (41 famílias vegetais), resultado esperado, por serem abelhas endêmicas do domínio da Mata

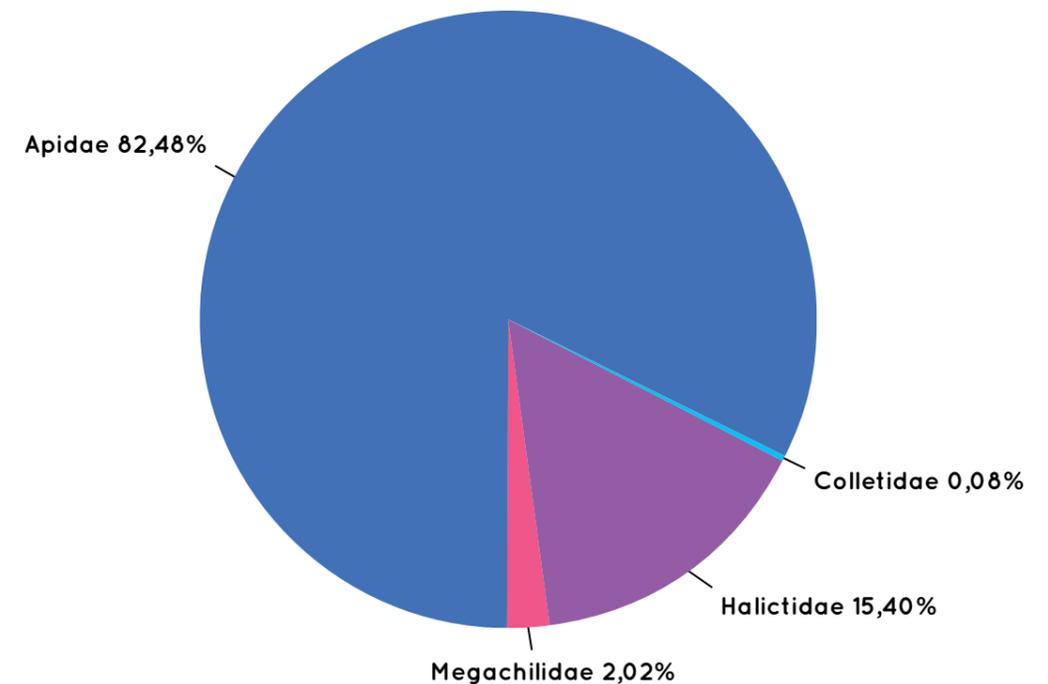


Figura 3 - Abundância relativa de abelhas (%) por grupo taxonômico (família) em fragmentos de Mata Atlântica  
Fonte: Elaborado pelos autores

Abelhas silvestres	Abundância relativa (%)				
	Geral	Ilha Grande	Ariró	Mangaratiba	Tinguá
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	9,4	6,1	15,9	4,2	13,6
<i>Cephalotrigona capitata</i> Smith, 1854	0,1	0,2	-	-	-
<i>Leurotrigona muelleri</i> Friese, 1900	0,2	0,4	-	-	-
<i>Melipona marginata</i> Lepeletier, 1836	0,3	0,7	-	-	-
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	0,3	-	-	-	1,4
<i>Melipona rufiventris</i> Lepeletier, 1836	1,3	1,5	3,5	-	-
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> Lepeletier, 1836	1,9	-	-	10,8	-
<i>Oxitrigona tataira</i> Smith, 1863	1,3	-	2,2	5,2	-
<i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947	0,5	-	0,4	-	1,7
<i>Partamona helleri</i> Friese, 1900	4,3	8,5	4,8	0,5	-
<i>Plebeia droryana</i> Friese, 1900	0,2	-	0,4	0,5	-
<i>Plebeia remota</i> Holmberg, 1903	0,2	-	0,9	-	-
<i>Plebeia</i> sp1	0,4	0,9	-	0,5	-
<i>Plebeia</i> sp2	0,1	-	0,4	-	-
<i>Scaptotrigona bipunctata</i> Lepeletier, 1836	9,5	15,9	-	14,2	3,5
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i> Moure, 1950	0,9	-	-	-	3,8
<i>Scwaziana quadripunctata</i> Lepeletier, 1836	0,3	-	1,3	-	-
<i>Tetragona clavipes</i> Fabricius, 1804	1,94	-	3,1	-	5,6
<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1811	12,4	13,5	7,5	8,0	17,8
<i>Trigona braueri</i> Friese, 1900	17,5	29,3	16,3	14,6	1,7
<i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900	0,3	-	-	-	1,0
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	9,4	1,5	18,9	18,4	7,7

Fonte: Elaborado pelos autores

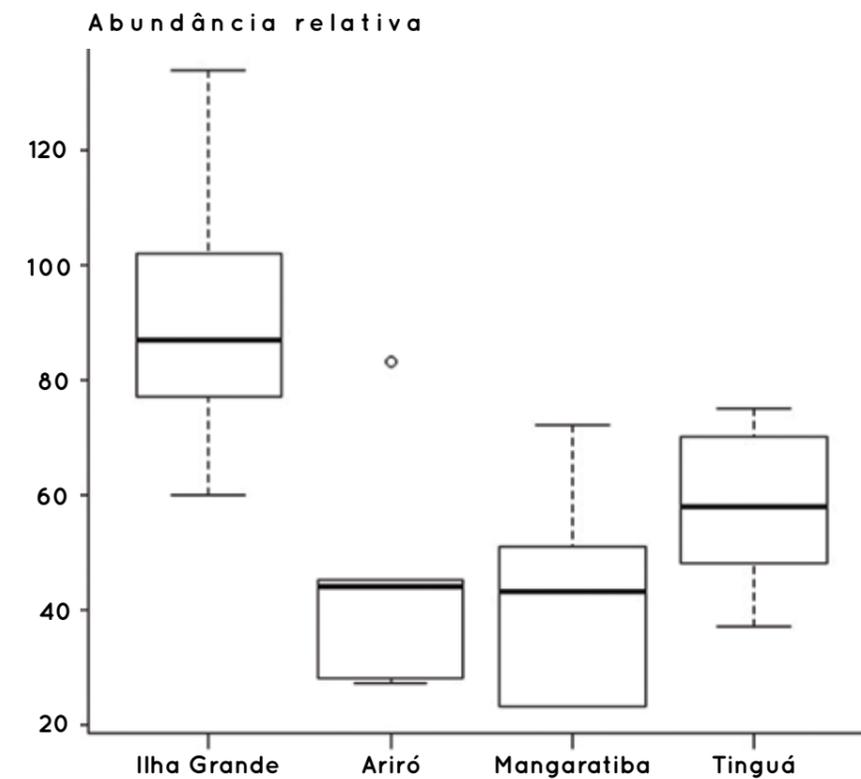


Figura 4 - Box plots da abundância de abelhas silvestres (dados mensais) de fragmentos de Mata Atlântica  
Fonte: Elaborada pelos autores

Atlântica. Dessas espécies florais, 34 foram exploradas por várias espécies de Meliponina, como: *Mimosa bimucronata*, *Psidium guajava*, *Schinus terebentifolius* e *Syzygium cumini*. Houve forrageamento de Meliponina em substratos não florais, como água e barro (*Trigona spinipes*), além de fezes (*Partamona helleri*, *T. braueri* e *T. braueri*)

*T. braueri* forrageou em 41 espécies florais, principalmente em *Impatiens walleriana*. *Tetragonisca angustula* forrageou em 30 espécies, sendo abundante em *Urena lobata*; *T. spinipes* em 19 espécies florais sendo abundante em *Musa* spp. O largo espectro de forrageamento dessas espécies de abelhas é indicativo da sua importância como polinizadores.

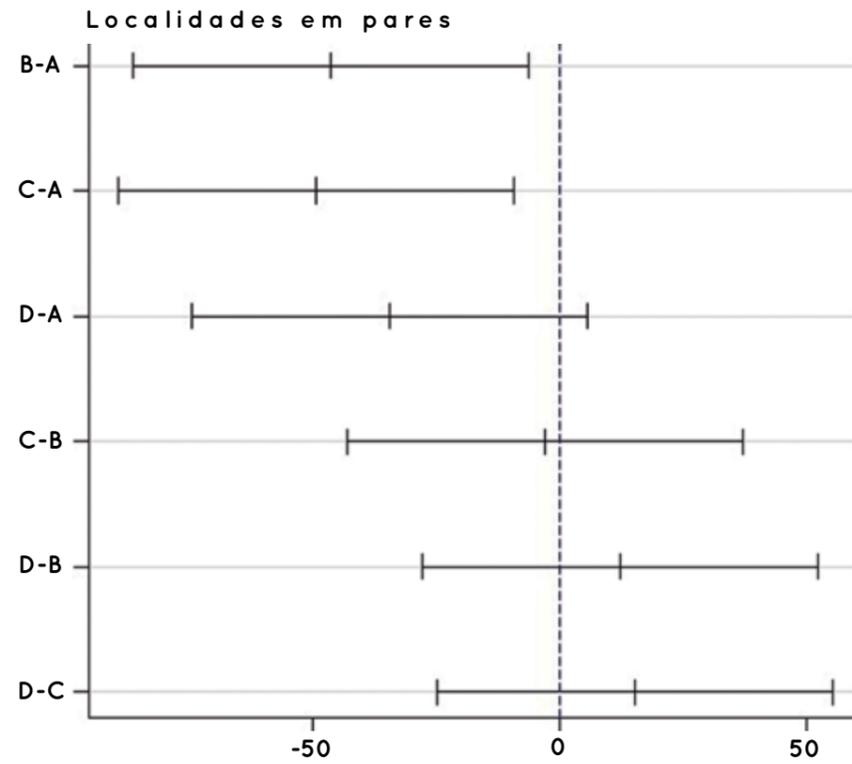
### 3.4 Indicativo de impacto na riqueza de espécies de abelhas em fragmentos da Mata Atlântica

O modelo estatístico apresentado e testado indica que a correlação entre a composição das

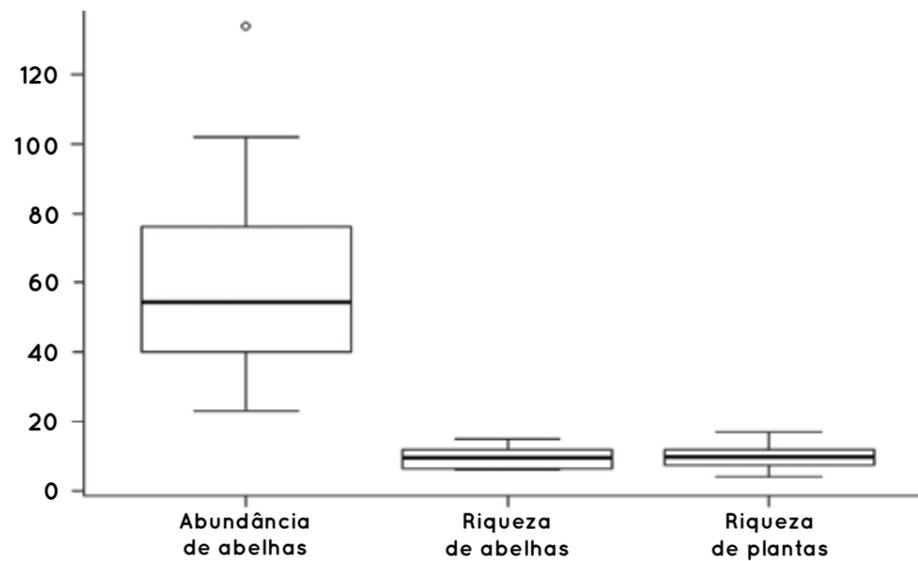
riquezas de plantas e abelhas e entre a riqueza das plantas e a abundância de abelhas foram positivas ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) (Tabela 6).

Ao analisar o modelo, verifica-se que quanto maior a abundância e a riqueza de abelhas na Ilha Grande (como pressuposto) menor é a riqueza de plantas nas demais localidades de estudo ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) (Tabela 6). A validação do modelo de regressão linear múltipla e da normalidade dos dados (hipótese nula) foi realizada pelo teste *Shapiro-Wilk*, cujo resultado foi não significativo ( $W = 0.95$ ,  $p\text{-valor} \geq 0.05$ ). O modelo de regressão linear múltipla proposto revelou-se robusto, segundo ANOVA ( $F=4.77$ ;  $p\text{-valor} < 0,05$ ) e possui relativo poder de explicação, sendo o  $R^2=58,15\%$  de descrição da variabilidade.

Várias hipóteses se definem a partir desse resultado: a) a fragmentação dos habitats pode estar favorecendo a menor diversidade e o domínio das espécies de abelhas nativas populosas; b) a presença de espécies de abelhas sem ferrão po-



**Figura 5** - Diferenças (média e desvio padrão) da abundância relativa das abelhas nas localidades de (A) Ilha Grande, (B) Ariró, (C) Mangaratiba, (D) Tinguá, segundo teste Tukey (p-valor 5%)  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 6** - Box plots das variáveis: abundância relativa de abelhas, riqueza de espécies de abelhas e florais em fragmentos de Mata Atlântica  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Tabela 6** - Análise de regressão linear múltipla das variáveis: abundância relativa de abelhas, riqueza em espécies de abelhas e espécies florais e os fragmentos da Mata Atlântica, RJ

Variáveis	Coeficiente	Intervalo de Confiança		p-valor
		95% inferior	95% superior	
Intercepto	0,8396	-0,1775	1,8567	0,09728
Riqueza de abelhas	0,1633	0,0500	0,2766	0,00851 **
Abundância de abelhas	0,0182	0,0040	0,0325	0,01623 *
Ariró	-0,2841	-0,7410	0,1728	0,20040
Mangaratiba	-0,4845	-1,2159	0,2470	0,17456
Itacuruçá	-0,2205	-0,6748	0,2338	0,31114
Tinguá	-0,5824	-1,0442	0,1206	0,01768 *
Riqueza: abundância de abelhas	-0,0015	-0,0029	-0,0003	0,02367 *

\* p-valor ≤ 5%

\*\* p-valor ≤ 1%

**Fonte:** Elaborada pelos autores

pulosas pode declinar a riqueza de espécies de abelhas menos populosas e, conseqüentemente, a diversidade de espécies vegetais; c) o nicho trófico das abelhas menos populosas se reduz com a fragmentação, o que favorece as colônias populosas; d) em curto prazo, a fragmentação da Mata Atlântica não tem se mostrado eficiente à formação de corredores ecológicos que possam conservar mais espécies florais por meio da manutenção da diversidade de abelhas, entre outras que configuram a problemática da fragmentação da Mata Atlântica (BERGALLO et al., 2009).

O declínio de polinizadores é previsível e denunciado em âmbito mundial e, no Brasil, foi lançado um importante programa para estudos e ações conservacionistas (DIAS et al., 1999). Na região neotropical, é consenso que muitas espécies de abelhas estão sujeitas a algum tipo de risco, porém, Freitas et al. (2009) consideraram que são raros os casos bem documentados. A literatura é rica em relatos de pesquisadores sobre o valor das abelhas para o meio ambiente e para a agricultura e alertam que o declínio das abelhas acarreta perdas substanciais na produção agrícola (RICKETTS et al., 2008; IMPERATRIZ-FONSECA, 2010).

Em nosso estudo, o modelo testado não distingue quais grupos de abelhas foram mais vulneráveis ao declínio. Igualmente não foi possível apurar a amostragem no dossel da Mata Atlântica, nem identificar todas as espécies amostradas, aspectos que minoram o panorama sobre a composição e a estrutura das comunidades de abelhas nas localidades. Estas restrições foram discutidas por Pinheiro-Machado et al. (2002) e Freitas et al. (2009). Em fragmentos florestais, pesquisas recomendam o monitoramento de indicadores de qualidade ambiental, como as abelhas Euglossina (PERIQUITO et al., 1999; MELO, 2005). O cenário atual, em que se observa exploração intensiva das Meliponina por criadores e mateiros, é outro aspecto igualmente preocupante e que requer monitoramento. Ressalta-se que as iniciativas para criação de certas espécies de abelhas sem ferrão promovem remoções forçadas de seus habitats, que culminam em perdas consideráveis. Para Mares (1986), Brooks et al. (2006) iniciativas como essas devem ter respaldo em ações de conservação e conscientização ambiental.

Concluimos que este trabalho reforça a importância do monitoramento das comunidades de abelhas em seus habitats e mostra a vulnera-

bilidade dos organismos silvestres às mudanças paisagísticas. Igualmente, se enaltece a importância da preservação das unidades de conservação e de seu importante papel como patrimônio natural. 🍀

### Agradecimentos

Ao programa de pós-graduação em Zootecnia (UFRRJ) que aprovou este projeto. Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela licença de trabalho no Parque Estadual da Ilha Grande e por oferecer condições de trabalho. Ao povo das localidades de estudo pelo carinho e apoio no nosso dia a dia.

### Referências bibliográficas

AGUILAR, J. B. V. **A comunidade de abelhas da reserva florestal de Morro Grande, Cotia-SP.**

1998. 110 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1998.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da Mata Atlântica, restinga e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, n. 3-4, p. 191-223, 1999.

ANTONINI, Y. et al. Conservação e manejo de *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hym.:Apidae) em fragmentos florestais. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, RIBEIRÃO PRETO, 3., 1998. **Anais...** 1998. São Paulo: FMBRP, 1998. 258 p.

BERGALLO, H. G. et al. Conservação da biodiversidade da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: uma nova abordagem. In: \_\_\_\_\_. **Estratégias e ações para a conservação da bio-**

**diversidade no Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Instituto Biomás, 2009. p. 23-31.

BERGALLO, H. G. et al. O status atual da fauna do Estado do Rio de Janeiro: considerações finais. In: \_\_\_\_\_. **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: EdUERJ, 2000. p. 145-150.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, J. E. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 240-258, mar./apr. 2006.

BROOKS, T. M. et al. Global biodiversity conservation priorities. **Science**, v. 313, n. 5783, p. 58-61, 2006.

BROWN, C.; ALBRECHT, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Meliponini) in central Rondônia, Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 28, n. 5, p. 623-634, 2001.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

COSTA, T. C.; CLEMENTE, T. A. C. Dinâmica agropecuária dos municípios do Estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G. et al. **Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Instituto Biomás, 2009. p. 57-66.

DIAS, B. F. S.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. International Pollinators Initiative: the São Paulo Declaration on Pollinators. Brasília: **Ministry of Development**, 1999. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/doc/ref/agr.pollinator.rpt.pdf>>. Acesso em: 20/03/2016.

FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, n.3, p. 332-346, 2009.

GENTRY, A. H. et al. Regional overview: South America. In: DAVIS, S. D.; HEYWOOD, V. H. **Centers of plant diversity: a guild and strategy for their conservation.** Cambridge: IUCN/WWF, 1997. p. 269-307.

GONÇALVES, R. B.; BRANDÃO, C. R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo

de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 51-61, 2008.

HUECK, K. **Die Wälder Südamerikas.** Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1966. 422 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Polinização: os desafios de um Brasil biodiverso para o uso dos serviços ambientais prestados pelas abelhas. In: SEMANA DE POLINIZADORES, 2., 2009, Petrolina, PE. **Anais...** Petrolina, PE: EMBRAPA-Semiário, 2010. p. 48-58. (Documentos, 229).

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação.** Belo Horizonte: Fundação Acangaú, 1996. 154 p. (Coleção manejo da vida silvestre, 2).

KRUG, C.; ALVES DOS SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 37, n. 3, p. 265-278, 2008.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (sul do Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 32, n. 1-4, p. 107-127, 2003.

LORENZON, M. C. A.; CONDE, M. M. S.; BARBOSA, C. G. Eusocial apidae in tropical insular region. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 5, p. 733-738, 2006.

LORENZON, M. C. A.; MORADO, C. N. (Org.). **Abelha Jataí: flora visitada na Mata Atlântica.** Rio de Janeiro: Letras e Versos, 2014. 123 p.

MARES, M. A. Conservation in South America: problems, consequences, and solutions. **Science**, v. 233, n. 4765, p. 734-739, 1986.

MARTINS, C. F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA). **Revista Nordestina Biologia**, v. 10, n. 2, p. 119-140, 1995.

MELO, A. M. C. **Gradientes ambientais e a comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera,**



Ameaçadas pela destruição das florestas, as abelhas silvestres são importantes para a manutenção da maioria dos habitats tropicais

- Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica intercalados por uma matriz de eucaliptais, no extremo sul da Bahia.** 2005. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) - Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments.** 7. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 680p.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Tropical bee island biogeography: diversity and abundance patterns. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.
- PERIQUITI, C. et al. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, Supl. 2, p. 101-118, 1999.
- PINHEIRO-MACHADO, C. et al. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Ed.). **Pollinating Bees: the conservation link between agriculture and nature.** Brasília: Ministry of Environment. 2002. p.115-129.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 23 maio 2017.
- RAMALHO, M. **Diversidade de abelhas (Apoidea, Hymenoptera) em um remanescente de floresta Atlântica, em São Paulo.** 1995. 114 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- \_\_\_\_\_. Stingless bees mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 37-47, 2004.
- RAMALHO, M.; SILVA, M. D. E.; CARVALHO, C. A. L. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no domínio tropical atlântico. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 1, p. 38-45, 2007.
- RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, Hoboken, v. 11, n. 5, p. 499-515, 2008.
- RODRIGUES, H. C. **Composição florística e fitossociologia de um trecho de Mata Atlântica na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu.** 1996. 94 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.
- ROUBIK, D. W. (Ed.). **Ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 514p.
- STEHMANN, J. R. et al. Diversidade taxonômica na Mata Atlântica. In: \_\_\_\_\_. **Plantas da Floresta Atlântica.** Rio de Janeiro: JBRJ, 2009.
- SILVEIRA, F. A.; ALMEIDA, E. A. B.; MELO, G. A. R. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte: [s. n.], 2002. 253 p.
- WILMS, W.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ENGELS, W. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced honeybee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 31, n. 3-4, p. 137-151, 1996.
- WILMS, W.; WIECHERS, B. Floral resources partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie**, v. 28, n. 6, p. 339-355, 1997.

## Sobre os autores

### Maria Cristina Affonso Lorenzon

Especialista em Entomologia (2001) pela Universidade Federal de Viçosa. Graduada em Zootecnia (1977) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atualmente, se dedica ao Núcleo de Estudos sobre Apicultura e Abelhas Nativas da UFRRJ, é representante na Câmara Técnica estadual de Apicultura e atua em projetos de extensão que utilizam abelhas com ênfase na conservação e para a produção artesanal orgânica.

### Juliana Almeida Braga

Zootecnista. Mestre (2012) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atua, principalmente, nos seguintes temas: ecologia de abelhas e monitoramento ambiental.

### Wagner de Souza Tassinari

Doutor em Saúde Pública pela Universidade Estadual Paulista/Fundação Oswaldo Cruz (UNESP/FIOCRUZ). Mestre em Saúde Coletiva (Epidemiologia/Estatística) pelo Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IMS/UERJ). Graduado em Estatística pela UERJ. Trabalha com modelagem e estuda temas que envolvam espaço-temporais em sanidade apícola e epidemiologia veterinária.

### Marilena de Menezes Silva Conde

Mestre em Ciências Biológicas/Botânica (1983) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Licenciada em Ciências Biológicas (1975) pela UFRJ. Atualmente, é professora adjunta da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Botânica, com ênfase em Florística, atuando principalmente em: florística e estrutura, diásporos, Mata Atlântica, Ilha da Marambá.

### Adriano Soares Koshiyama

Mestre em Engenharia Elétrica (2014) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Graduado em Ciências Econômicas pela UFRRJ (2011). Atualmente, faz doutorado em Ciência da Computação, com ênfase em Financial Computing and Analytics, na University College London (UCL). Principais temas de pesquisa: machine learning, métodos estatísticos, otimização, finanças e data mining.



Alerta de Cheias/INEA

Rio Quitandinha,  
em Petrópolis (RJ)

# Desenvolvimento de modelo estatístico de elevação do Rio Quitandinha

## *Development of elevation statistic model of Quitandinha River*

► Luiz Felipe Rodrigues do Carmo; Marcolino Matheus de Souza Nascimento; Cinthia Avellar Martins; Luiz Filipe Costa da Silva; Rodrigo Carvalho de Sousa; Lidia Luisa Oliveira Mota; Ana Luísa Souza Castanheira da Cruz

### ► Resumo

A bacia hidrográfica do Piabanha é uma das mais críticas do ponto de vista da Gestão de Risco de Desastres no estado do Rio de Janeiro, possuindo uma área de drenagem de 2065km<sup>2</sup>. Ela abrange seis municípios, com cerca de 400 mil habitantes e 46 grandes usuários da água, entre indústria, irrigação, saneamento e outros. Dentro do contexto de desastres naturais que afetam a bacia, destacam-se os eventos de cheias monitorados pelo Sistema de Alerta de Cheias do INEA, que observa um protocolo de envio de alertas para os principais rios da bacia, dentre eles o Piabanha, Paquequer, Cuiabá, Quitandinha e outros. O rio Quitandinha é responsável pelo maior histórico de ocorrências de transbordamentos do estado, com rápido tempo de resposta às chuvas que ocorrem na área de contribuição da bacia. Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar dados de nível do rio Quitandinha e no seu entorno; construir, treinar e validar um modelo prognóstico de elevação do nível dos rios utilizando Rede Neural Artificial (RNA) e árvores de decisão e obter um modelo estatístico de transbordamento. Os dados utilizados no estudo foram de precipitação e nível dos rios das estações de Independência, LNCC, Barão do Rio Branco, Bingen, Centro e Coronel Veiga. Os resultados mostraram que as precipitações das estações do LNCC e Independência têm maior importância para o prognóstico de elevação do nível do rio Quitandinha na estação Coronel Veiga, uma vez que o nível do rio aumenta após a ocorrência de precipitação nestas localidades.

### ► Abstract

The hydrographic basin of Piabanha is one of the most critical, from the point of view of Disaster Risk Management, in the state of Rio de Janeiro, with a drainage area of 2065km<sup>2</sup>. It comprises six counties, with about 400,000 inhabitants and 46 large users of water, including industry, irrigation, sanitation and others. Within the context of natural disasters affecting the basin, emphasizes the flood events monitored by the INEA Flood Alert System, which monitors and observes a protocol for sending alerts to the main rivers of the basin, including Piabanha, Paquequer, Cuiabá, Quitandinha and others. The Quitandinha River is the one with the highest historical occurrence of overflows of the state, with a fast response time to the rains that occur in the area of contribution of the basin. Therefore, it is a constant challenge to understand and predict their behavior in order to mitigate flood impacts. The objective of this work is to analyze data from the Quitandinha river level and information from other monitoring stations around it, to build, train and validate a forecast model of river elevation level using Artificial Neural Network (ANN) and decision tree, and to obtain a potential index of overflow. The data used in the present study were the rainfall and river level data of Independence, LNCC, Barão do Rio Branco, Bingen, Centro and Coronel Veiga stations. The results showed that the precipitation of the LNCC and Independência stations are more important for the elevation prognosis, because the level of the river increases after the occurrence of precipitation in these stations.

### Palavras-chave

Rio Quitandinha. Petrópolis. Rede Neural Artificial. Previsão de Curtíssimo Prazo. Índice Potencial de Transbordamento.

### Keywords

Artificial Neural Network. Decision Tree. Quitandinha River. Statistical Model.

## 1. Introdução

O Rio de Janeiro é o segundo estado com maior poder econômico do Brasil e o terceiro em tamanho populacional. No entanto, é um estado pequeno, sendo o 24º em extensão territorial, e ainda tem 8.627 km<sup>2</sup> do seu território (19,7% do total) protegidos legalmente por Unidades de Conservação (UCs) categorizadas de acordo com a Lei Federal nº 9.985/2000. Como 91% dessas UCs estão localizadas em terras continentais e 9% em áreas marinhas, essa configuração resulta em uma forte pressão habitacional nos centros urbanos (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2015).

Segundo a Resolução nº 107 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ), de 22 de maio de 2013, para fins de gestão, o Estado do Rio de Janeiro divide-se em nove regiões hidrográficas (RHs): Baía da Ilha Grande (RH I), Guandu (RH II), Médio Paraíba do Sul (RH III), Piabanha (RH IV), Baía de Guanabara (RH V), Lagos São João (RH VI), Rio Dois Rios (RH VII), Macaé e das Ostras (RH VIII) e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX).

Mais especificamente, a Região Hidrográfica da Piabanha abrange, integralmente, os municípios de Areal, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Carmo e Sapucaia, e, parcialmente, os municípios de Petrópolis, Paraíba do Sul, Três Rios e Paty do Alferes. Por conseguinte, a RH IV engloba as bacias da margem direita do curso médio inferior do Rio Paraíba do Sul: a bacia do Piabanha e as sub-bacias dos rios Paquequer e Preto.

Segundo Kling (2005), a bacia do Piabanha compreende uma das áreas mais desenvolvidas do Estado do Rio de Janeiro. Entre os desastres naturais que afetam a bacia, destacam-se os eventos de cheias monitorados pelo Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que observa um protocolo de envio de alertas para os principais rios da bacia, como o Piabanha, o Paquequer, o Cuiabá e o Quitandinha. De todos os rios monitorados pelo INEA, o Quitandinha registra o maior histórico de ocorrências de transbordamento no Estado, em virtude da forma rápida como responde às chuvas que ocorrem na área de contribuição da bacia.

Segundo Gonzales (2014), é um constante desafio entender e prever o comportamento dos rios, bem como a sua vazão, a fim de mitigar os impactos das cheias. Nos dias de hoje, a principal ferramenta para auxiliar na prevenção e previsão de desastres naturais é o *nowcasting*, ou previsão de curtíssimo prazo.

O *nowcasting* tem sido imprescindível para o monitoramento nos diversos centros operacionais do Brasil e do mundo. Essa ferramenta tem como principal característica a aplicação de um conjunto de técnicas com o intuito de prever o tempo em períodos de até seis horas, usando como base estimativas de tempo futuras a partir de diversas fontes de dados observacionais, como: estações meteorológicas de superfície e altitude, radares e satélites (BROWNING, 1980; BROWNING, 1982; CALHEIROS et al., 2016).

Segundo Pierce et al. (2012), a qualidade das previsões do tempo depende, principalmente, do conhecimento sobre o tipo de técnica utilizada para o intervalo de tempo das previsões desejadas. Por exemplo, na Figura 1, nota-se que não é possível analisar a qualidade da previsão de curto prazo na escala sinótica para intervalos menores do que seis horas, que é o tempo que os modelos numéricos levam para iniciar e concluir suas simulações. Por conseguinte, para gerar resultados melhores, o *nowcasting* deve utilizar métodos associados ao uso de radares, satélites e dados observados, uma vez que esses instrumentos oferecem previsões de melhor qualidade do que os modelos numéricos de mesoescala.

Tendo em vista a dificuldade de extrapolação e obtenção dos dados para o estabelecimento de um modelo de *nowcasting*, diversas soluções e técnicas novas vêm sendo utilizadas para tentar equacionar esses problemas, como, por exemplo, as redes neurais artificiais (RNAs) e as técnicas de árvore de decisão.

Segundo Bishop (2006), o termo “rede neural” teve origem no esforço de tentar encontrar representações matemáticas de sistemas biológicos. Dessa forma, a tecnologia das RNAs procura imitar o processo de solução de problemas relacionados ao cérebro. Assim como o ser humano aplica o co-

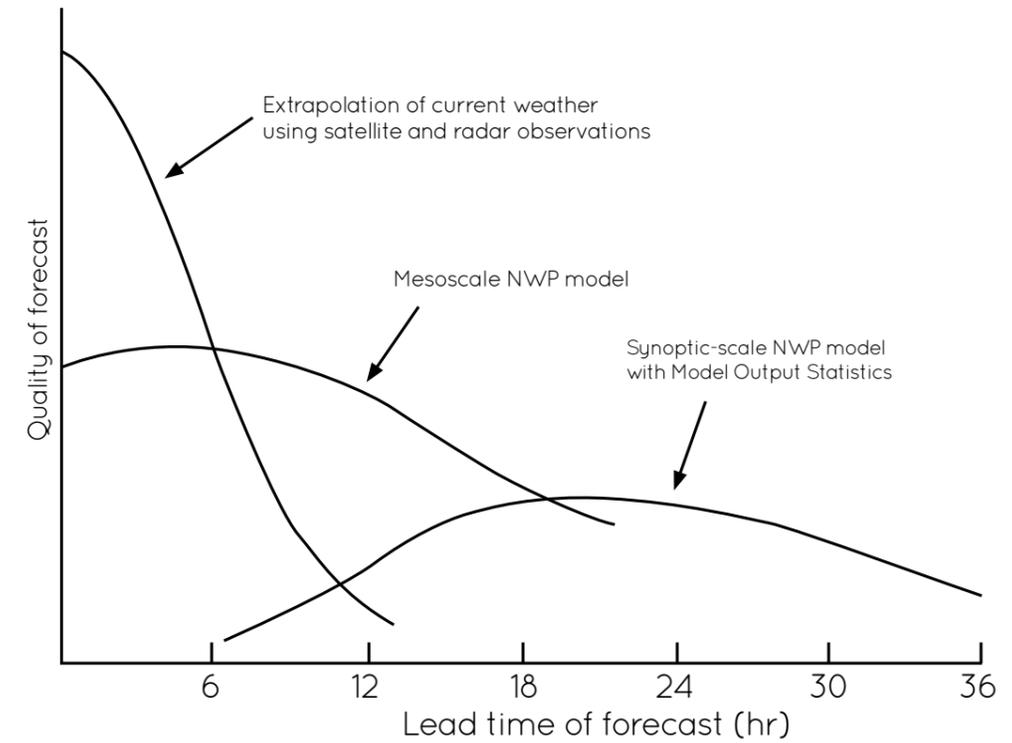


Figura 1 – Esquema da qualidade das previsões em função do tempo de previsão

Fonte: Pierce et al., 2012

hecimento adquirido em experiências passadas para resolver novos problemas, em geral uma rede neural trabalha com exemplos previamente conhecidos para construir um sistema de “neurônios” com parâmetros (coeficientes) previamente ajustados por treinamento, que possibilitem a classificação e previsão a partir de novos dados (CARMO, 2016).

Segundo Luk et al. (2000) e Do Carmo (2016), devido à sua capacidade e às suas funcionalidades poderosas, as RNAs fornecem uma abordagem alternativa para muitos problemas de engenharia, computação, meteorologia e hidrologia. Isso é possível graças à complexidade dos processos físicos envolvidos e à variabilidade do fenômeno no espaço e no tempo. Portanto, a estrutura de modelagem das RNAs tem sido muito usada no meio científico, devido à sua habilidade de modelar sistemas lineares e não lineares, sem a formulação de hipóteses adicionais como as que são implícitas na maioria das abordagens estatísticas tradicionais.

Como já dito, a RNA possui diversas funcionalidades, e, mais recentemente, alguns autores utilizaram estas aplicações em problemas não tão convencionais. Por exemplo, Osródka et al. (2002) aplicaram a técnica de redes neurais artificiais para o *nowcasting* de precipitação baseado em dados de radar meteorológico; já Do Carmo (2016) aplicou a técnica de RNAs para o *nowcasting* de nevoeiros no Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos; e Ramirez et al. (1999) fizeram uso de RNAs e de imagens do satélite GOES-8 para fazer estimativas de precipitação. Além das RNAs, existem outras técnicas similares que podem estabelecer padrões para obter respostas de determinados fenômenos, de acordo com o histórico estudado. Essas técnicas são chamadas de árvore de decisão.

A árvore de decisão é um modelo caracterizado, basicamente, por nós e ramos. No topo da estrutura esquemática, está localizado o nó-raiz, que é aquele onde se encontra a variável independente. Os nós



Estação hidrometeorológica Coronel Veiga, em Petrópolis

internos, ou de decisão, também são variáveis independentes, e cada um contém um teste sobre uma determinada variável independente. Os resultados dos testes representam os ramos da árvore. Já os nós, ou “folhas”, representam valores de previsão para a variável dependente.

A intenção dos modelos de árvore de decisão é estabelecer previsões antecipadas do problema, de acordo com o histórico do mesmo. Em suma, o objetivo é compreender as interações dessas variáveis com os fenômenos estudados. Na Figura 2, encontra-se o exemplo esquemático de uma árvore de decisão.

Portanto, tendo em vista a dificuldade de prever desastres naturais em Petrópolis, principalmente em razão do alto índice de transbordamentos do Rio Quitandinha, é necessário estabelecer o melhor critério para o *nowcasting* referente a esse corpo d’água, de modo que a Defesa Civil do município possa ser notificada em tempo hábil para tomar as medidas necessárias de mobilização e aviso à população.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise estatística dos transbordamentos do

Rio Quitandinha, no município de Petrópolis, bem como elaborar um modelo preditivo para esse transbordo, utilizando índices de risco baseados em técnicas de redes neurais artificiais e árvores de decisão.

## 2. Material e métodos

O município de Petrópolis está localizado na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ocupa uma área de aproximadamente 796 km<sup>2</sup>, com uma média populacional que gira em torno de 300 mil habitantes. Além de ser a maior e mais populosa cidade da bacia do Piabanha, Petrópolis também detém o maior Produto Interno Bruto (PIB) e o maior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região.

O Quitandinha é um importante rio do município de Petrópolis. Ele nasce no norte da Serra do Mar e desemboca no Rio Piabanha, um dos afluentes do Rio Paraíba do Sul. Na Figura 3, pode-se observar o ponto de maior ocorrência de transbordamento, localizado na Rua Coronel Veiga. Nesse ponto, há um maior estreitamento da calha fluvial do Quitan-

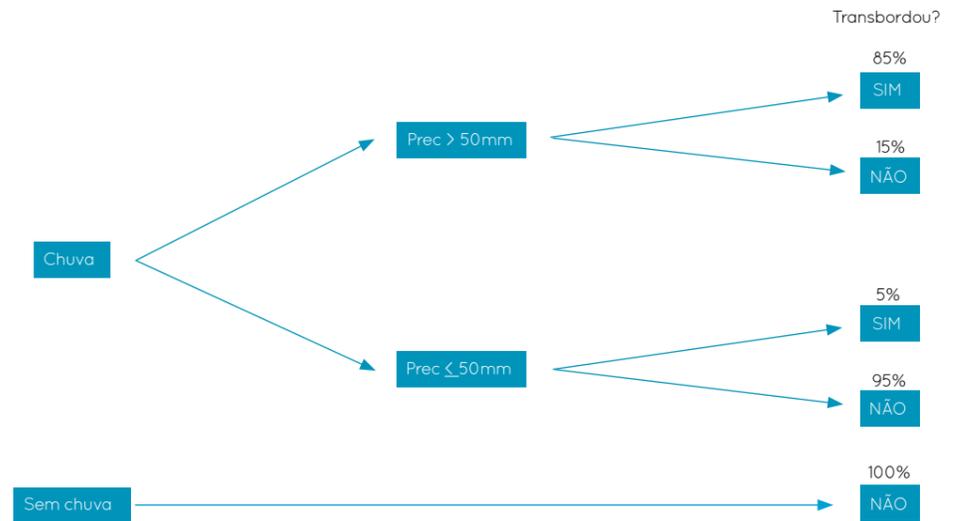


Figura 2 - Esquemática de árvore de decisão

Fonte: Elaborada pelos autores



Figura 3 - Rua Coronel Veiga, às margens do Rio Quitandinha

Fonte: Placido, 2010



**Figura 4** – Município de Petrópolis e estações do INEA localizadas no entorno do Rio Quitandinha  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

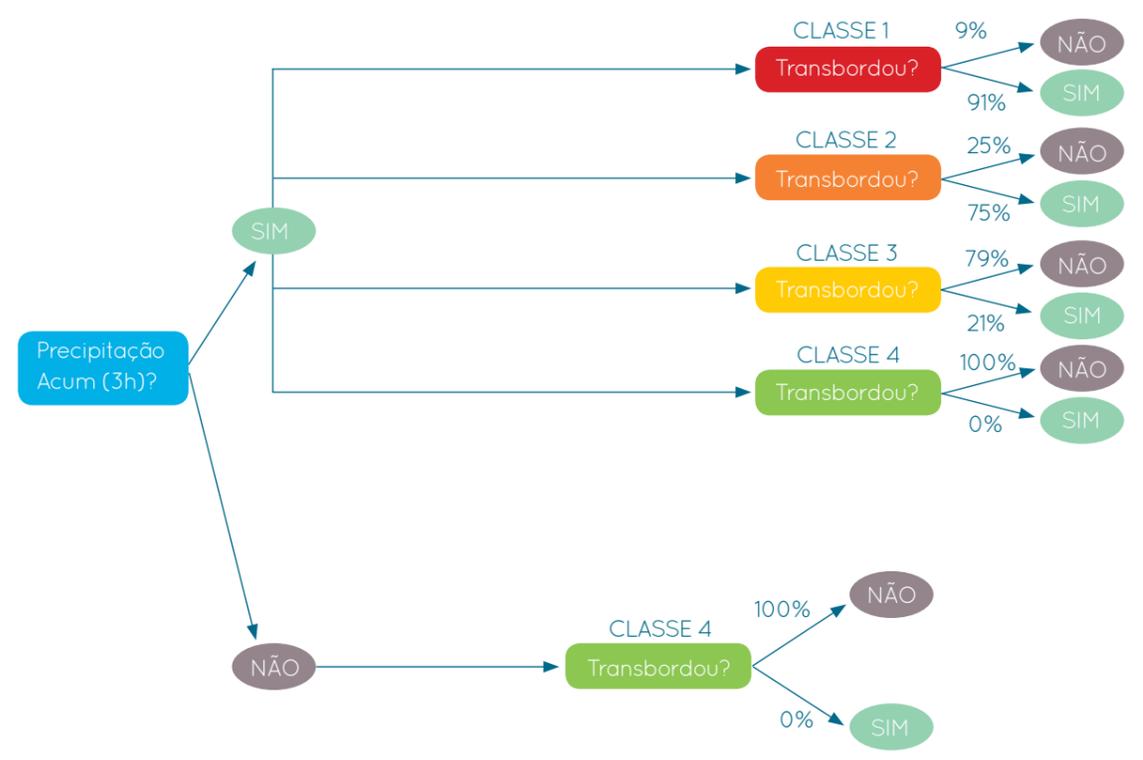
dinha, o que contribui para o aumento da vazão do rio durante a ocorrência das chuvas.

Na Figura 4, está representada a localização das estações das quais foram retirados os dados utilizados neste trabalho. Para as estatísticas e os conjuntos de treinamento e validação da RNA, foram empregados os dados de precipitação e/ou de nível do rio medidos entre 2013 e 2015 pelas estações do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Barão do Rio Branco, Bingen, Centro, Coronel Veiga, Independência e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Já para a elaboração e validação do modelo potencial de transbordamento, foram utilizados os dados de precipitação das estações Coronel Veiga, LNCC e Independência, coletados de 2017 até fevereiro de 2018, além daqueles sobre o nível do Rio Quitandinha medidos pela estação Coronel Veiga no mesmo período.

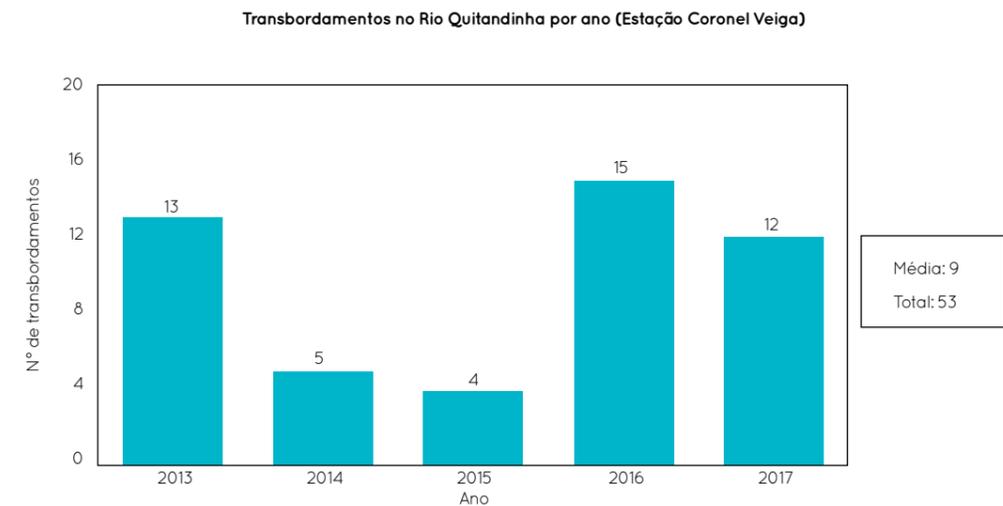
Para a elaboração do modelo preditivo, primeiramente, treinou-se uma RNA utilizando o algoritmo de correlação em cascata. Durante o treinamento, verificou-se quais estações tiveram maior peso no *nowcasting* do nível do rio para 15 e 30 minutos. Após esse estudo, optou-se por utilizar as estações Independência, LNCC e Coronel Veiga para o conjunto de validação da RNA. Dessa forma, para manter a coerência, as mesmas estações foram utilizadas para a elaboração da árvore de decisão.

Para a árvore de decisão, foram estabelecidas quatro classes de precipitação acumulada das estações Independência, LNCC e Coronel Veiga durante o período de três horas anteriores ao transbordamento do rio.

Para definição das classes de precipitação, foram utilizados os percentis 90, 75, 25 e 1 ( $P_{90}$ ,  $P_{75}$  ou  $q_3$ ,  $P_{25}$  ou  $q_1$  e  $P_1$ ). Após a separação das classes, foram removidos os dados discrepantes.



**Figura 5** – Fluxograma de nós e ramos da árvore de decisão para o Rio Quitandinha  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 6** – Transbordamentos registrados no Rio Quitandinha entre 2013 a 2017  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

Tabela 1 - Critérios utilizados para os índices	
IET	CONDIÇÕES PARA O RISCO
ALTÍSSIMO potencial de transbordamento	CLASSE 1 de precipitação acumulada nas estações nas últimas três horas ou previsão da RNA de valores maiores do que 80% da cota do nível
ALTO potencial de transbordamento	CLASSE 2 de precipitação acumulada nas últimas três horas ou previsão da RNA de valores maiores do que 60% da cota do nível
MÉDIO potencial de transbordamento	CLASSE 3 de precipitação acumulada nas últimas três horas ou previsão da RNA de valores maiores do que 40% da cota do nível
BAIXO potencial de transbordamento	CLASSE 4 de precipitação acumulada nas últimas três horas ou previsão da RNA de valores menores do que 40% da cota do nível

Fonte: Elaborada pelos autores

tes e espúrios das classes de interesse. Assim posto, na Figura 5, encontram-se os nós e os ramos da árvore de decisão utilizados e as classes associadas às probabilidades dos transbordamentos ocorridos. Dessa forma, os limiares aproximados de precipitação acumulada nas três horas anteriores ao transbordamento, somados os dados coletados em todas as estações, foram: acima de 300 milímetros (Classe 1), de 200 a 300 milímetros (classe 2), de 100 a 200 milímetros (classe 3) e menor do que 100 milímetros (classe 4).

Após a análise e treinamento dos critérios e da RNA, respectivamente, foi elaborado um Índice Estatístico de Transbordamento (IET). Esse índice é estabelecido em função das condições definidas pelos critérios da árvore de decisão e das saídas do conjunto de treinamento da RNA. A Tabela 1 reúne os critérios utilizados para o índice de potencial de transbordamento.

### 3. Resultados e discussão

Antes da elaboração da RNA, foram analisados alguns casos de transbordamento do Rio Quitandinha.

A Figura 6 apresenta as estatísticas da ocorrência de transbordamento do Rio Quitandinha por ano. Nota-se que 2016 foi o ano de maior ocorrência do evento, com 15 transbordamentos registrados pela estação Coronel Veiga, do INEA. Além disso, desde 2013, houve um total de 53 transbordamentos, com uma média anual de nove transbordamentos. Os anos de 2014 e 2015 correspondem ao último grande período de seca registrado no Estado.

Nas Figuras 7, 8 e 9, são apresentados os cotogramas do Rio Quitandinha com os dados de precipitação das estações Coronel Veiga, Independência e LNCC, respectivamente, para o caso do dia 22 de outubro de 2013.

Conforme exemplo do dia 22 de outubro de 2013, as estações Independência e LNCC registraram chuva antes do aumento do nível do Rio Quitandinha, o que já mostra indícios da importância das duas estações na elaboração de regras preditivas de elevação do Rio Quitandinha. Já na estação Coronel Veiga, não houve chuva registrada nesse dia. Logo, o aumento do nível do rio se deu graças à precipitação a montante na bacia.

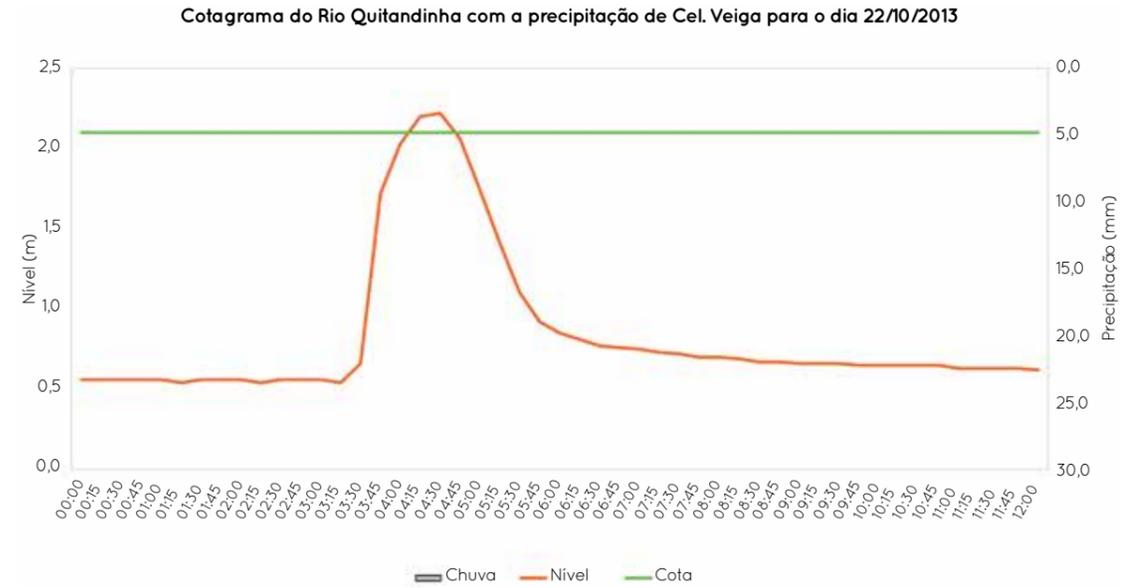


Figura 7 - Cotograma do Rio Quitandinha e da precipitação na estação Coronel Veiga

Fonte: Elaborada pelos autores

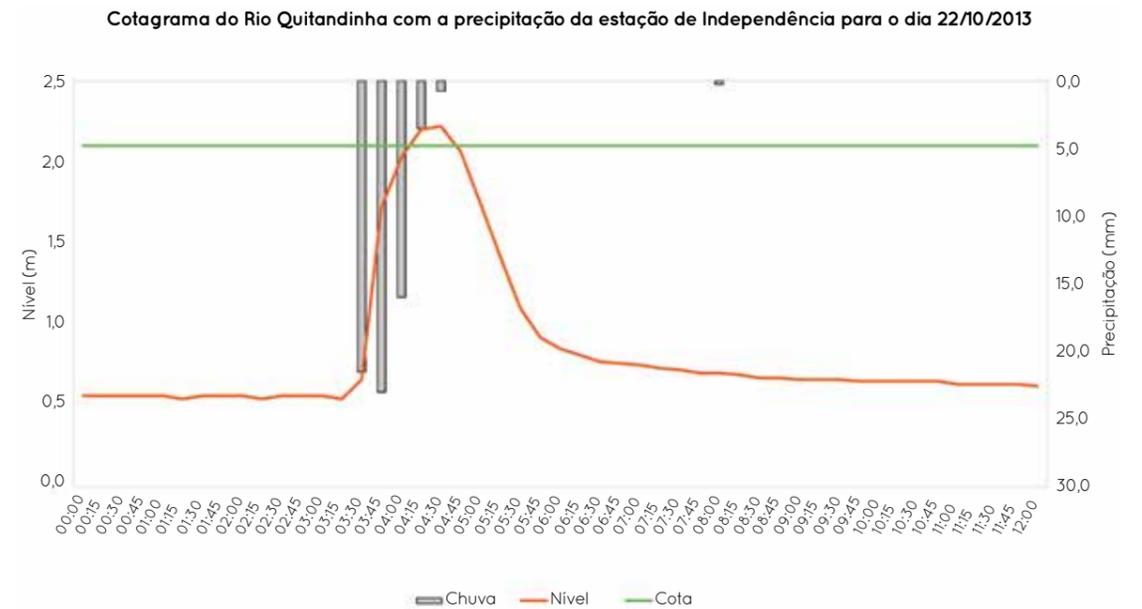


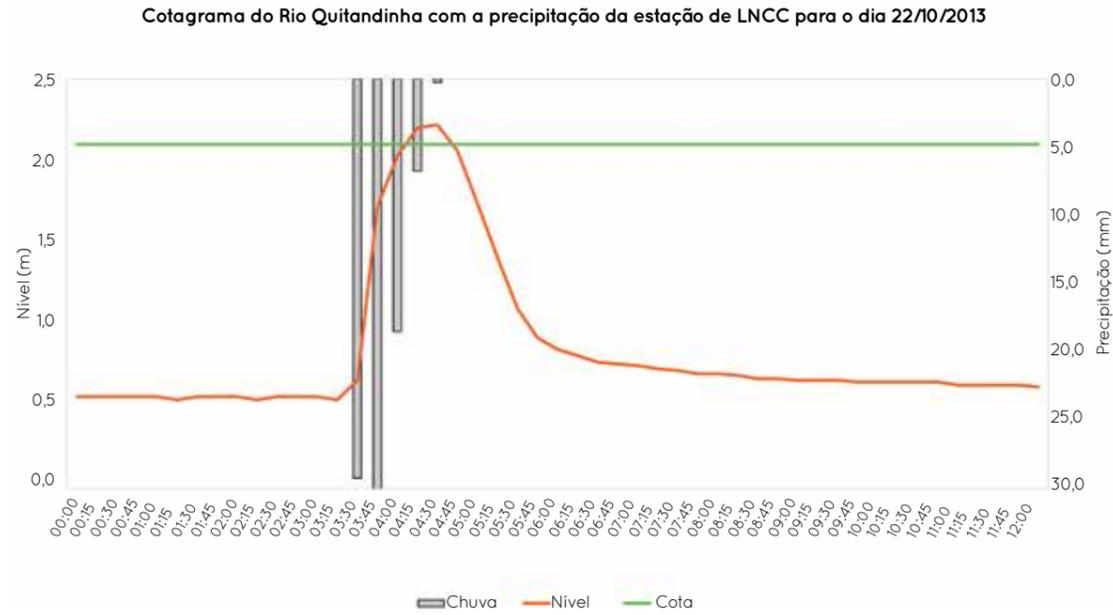
Figura 8 - Cotograma do Rio Quitandinha e da precipitação na estação Independência

Fonte: Elaborada pelos autores

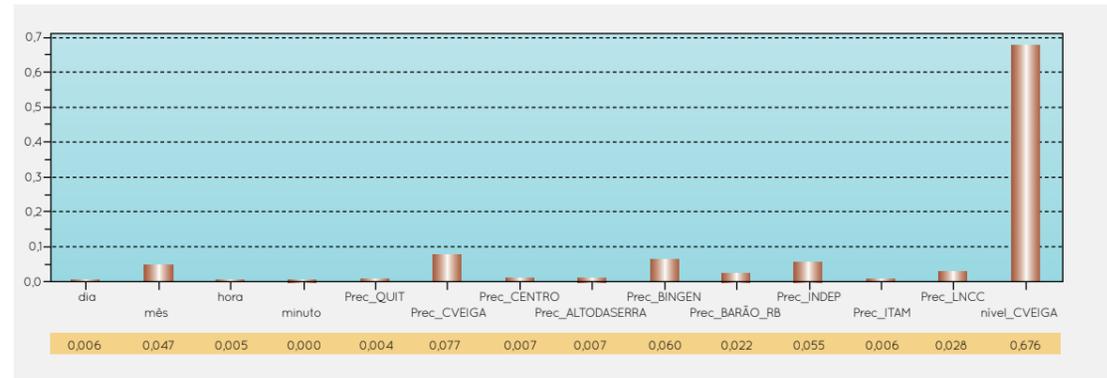
As Figuras 10 e 11 indicam as análises ponderadas entre as previsões de nível do Rio Quitandinha para 15 e 30 minutos (variável dependente) com o nível do rio observado e as chuvas registradas nas estações Quitandinha, Coronel Veiga, Centro, Alto da Serra, Bingen, Barão do Rio Branco, Independência,

Itamaraty e LNCC. Para as análises ponderadas, utilizou-se a correlação como critério, calculando a sua porcentagem em relação a correlação máxima.

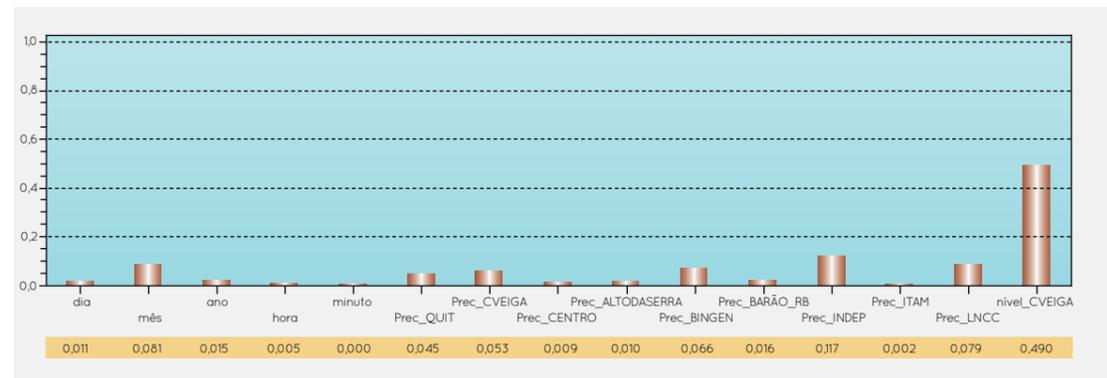
Sob análise ponderada das variáveis independentes, a maior importância para o modelo preditivo é o nível do Rio Quitandinha observado no



**Figura 9** - Cotograma do Rio Quitandinha e da precipitação na estação LNCC  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 10** - Análise ponderada das variáveis independentes em relação à variável dependente (previsão do nível do Rio Quitandinha para 15 minutos)  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

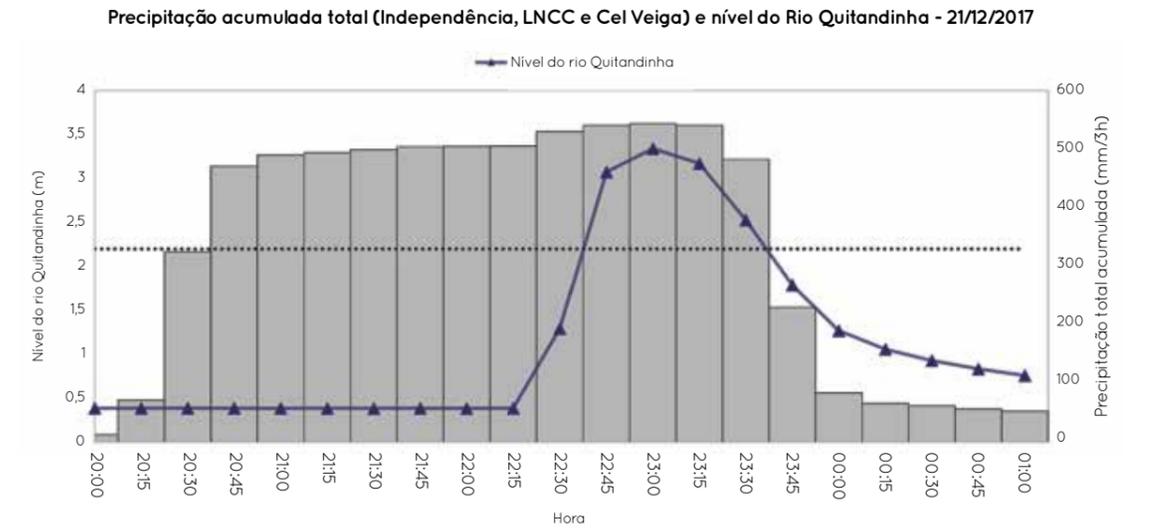


**Figura 11** - Análise ponderada das variáveis independentes em relação à variável dependente (previsão do nível do Rio Quitandinha para 30 minutos)  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

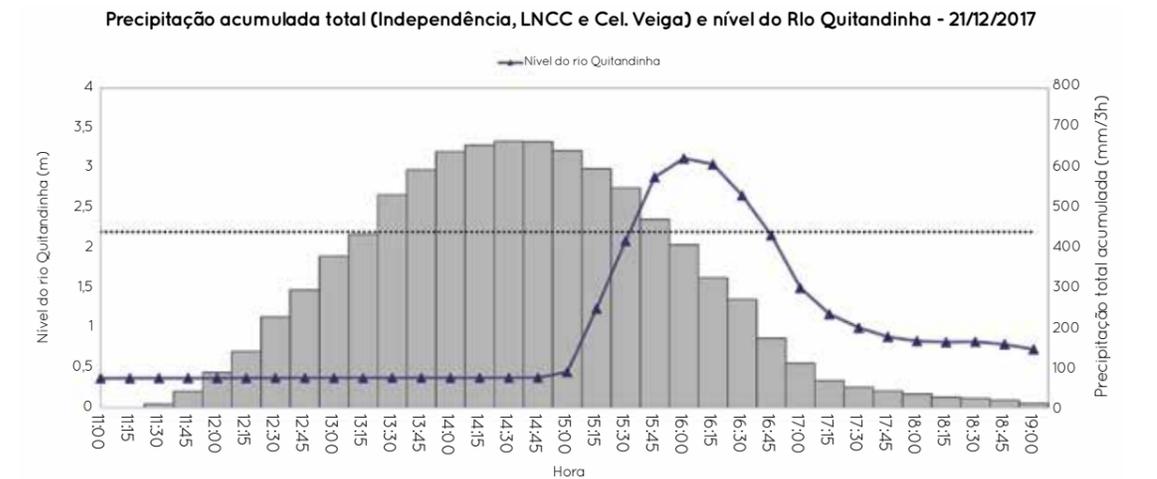
instante de tempo anterior. Além da correlação com o nível, a chuva nas estações Coronel Veiga, Bingen, Independência e LNCC também apresentaram alta correlação com o nível do rio 15 e 30 minutos antes. Vale ressaltar que os valores de precipitação da estação Coronel Veiga não têm relevância com 30 minutos de antecedência, indo ao encontro dos resultados encontrados nas Figuras 7, 8 e 9. Já as estações Bingen, Independência e LNCC são importantes tanto para a pre-

visão de 15 minutos, como para a de 30 minutos de antecedência ao evento.

Nas Figuras 12 e 13, encontram-se os valores da soma das precipitações acumuladas nas três horas anteriores ao transbordamento das estações Coronel Veiga, Independência e LNCC, além do nível do Rio Quitandinha para os casos de transbordamento registrados em 21 de dezembro de 2017 e em 27 de janeiro de 2018, respectivamente. Já as Figuras 14 e 15 trazem o nível



**Figura 12** - Soma das precipitações acumuladas nas últimas três horas das estações Coronel Veiga, Independência e LNCC, e nível do Rio Quitandinha para o dia 21 de dezembro de 2017  
**Fonte:** Elaborada pelos autores



**Figura 13** - Soma das precipitações acumuladas nas últimas três horas das estações Coronel Veiga, Independência e LNCC, e nível do Rio Quitandinha para o dia 27 de janeiro de 2018  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

e a previsão do nível do Rio Quitandinha para os próximos 15 minutos, bem como o IET para os dias 21 de dezembro de 2017 e 27 de janeiro de 2018, respectivamente.

Nas Figuras 12 e 13, os valores dos acumulados de precipitação foram muito altos antes da ocorrência do transbordamento. Isso implica o aumento do IET (Figuras 14 e 15), já que o índice

é estabelecido por meio da RNA e do critério da árvore de decisão. Portanto, foi possível identificar o risco altíssimo de transbordamento horas antes do evento, mostrando que o acumulado de precipitação horas antes da cheia também é importante para o aumento do nível do rio.

A Figura 16 apresenta um exemplo de como seria a visualização da ferramenta operacional de saída

Índice Estatístico de Transbordamento (IET) para o rio Quitandinha - 21/12/2017

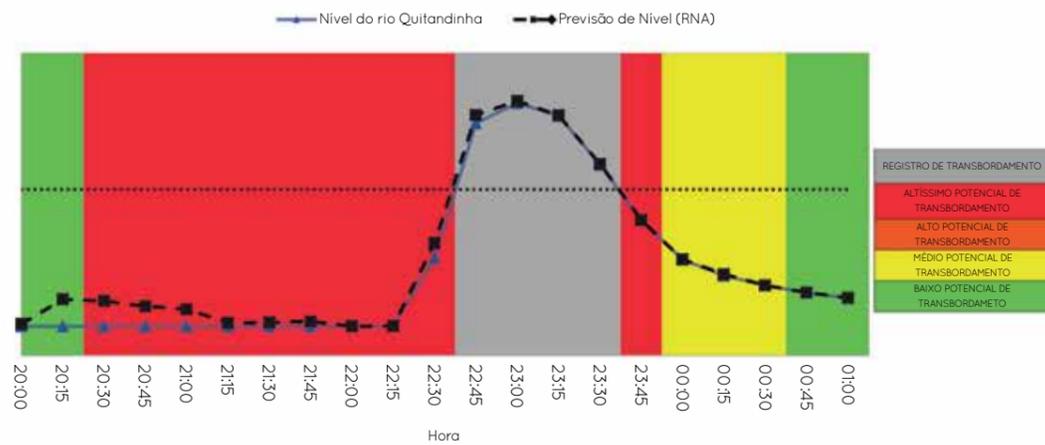


Figura 14 - Nível e previsão do nível do Rio Quitandinha para os próximos 15 minutos e IET para o dia 21 de dezembro de 2017

Fonte: Elaborada pelos autores

Índice Estatístico de Transbordamento (IET) para o rio Quitandinha - 27/01/2018

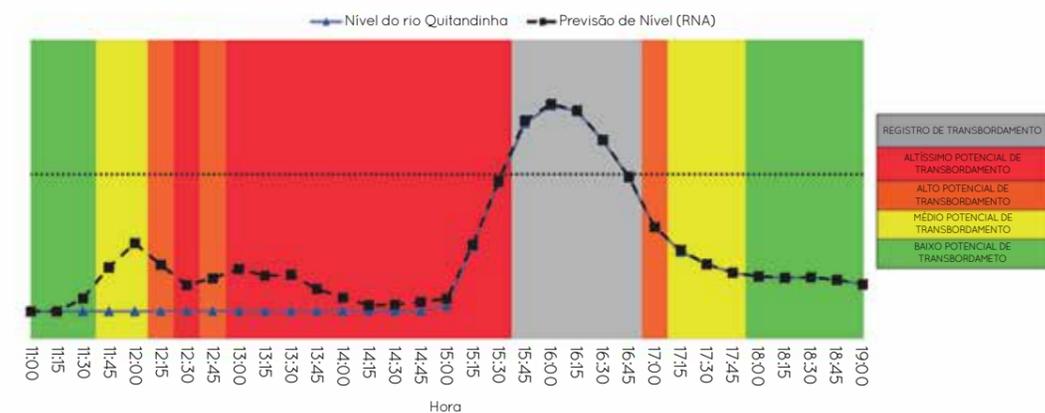


Figura 15 - Nível e previsão do nível Rio Quitandinha para os próximos 15 minutos e IET para o dia 27 de janeiro de 2018

Fonte: Elaborada pelos autores

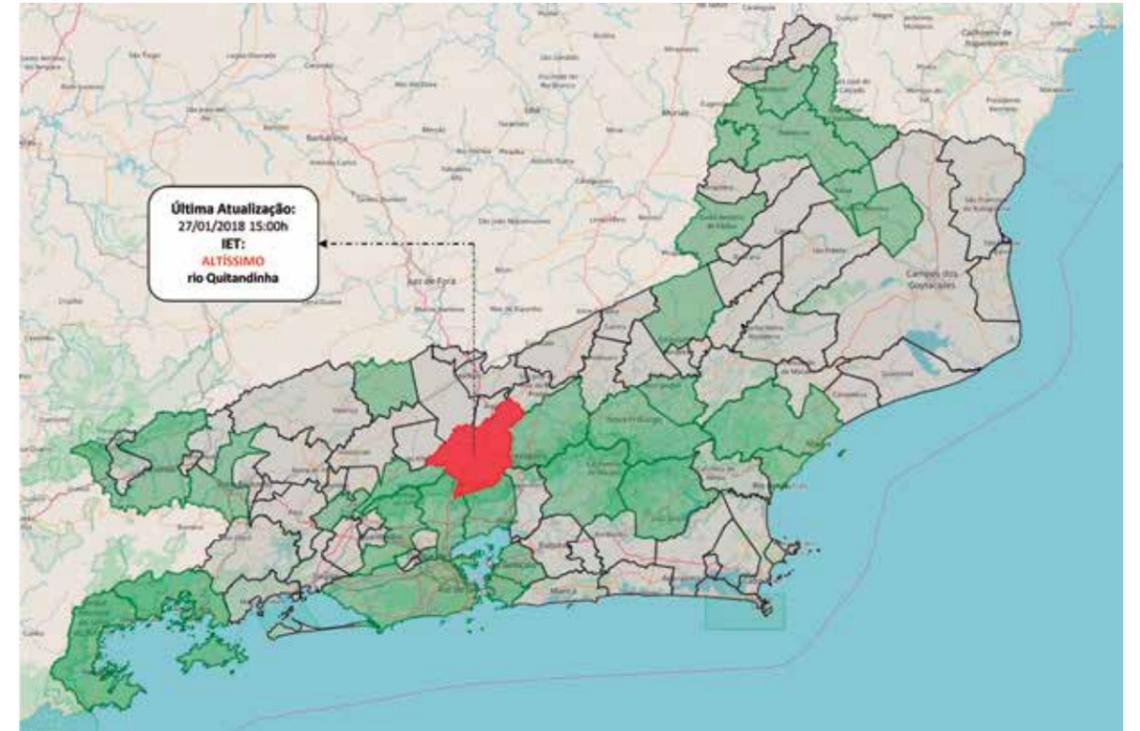


Figura 16 - Índice de Potencialidade de Transbordamento do Rio Quitandinha para o dia 27 de janeiro de 2018, às 15h

Fonte: Elaborada pelos autores

da do IET para o dia 27 de janeiro de 2018, às 15h. Para tal, o usuário deve clicar no município desejado e ler a mensagem de aviso que se encontra no quadrado branco. Percebe-se que, naquele momento, o IET estava "altíssimo" para o Rio Quitandinha, indo ao encontro dos resultados apresentados.

Outro ponto relevante a ser observado é a diminuição dos acumulados antes mesmo de o rio transbordar, evidenciando que as quantidades mais significativas de chuva já ocorreram. Isso mostra que a resposta do Rio Quitandinha não é instantânea, quando analisada a chuva a montante do trecho monitorado. Portanto, o IET se comportou muito bem nos dois casos estudados.

#### 4. Conclusões

No IET, a árvore de decisão e a RNA mostraram bons resultados individuais. A primeira técnica consegue ser capaz de estabelecer os riscos altíssimos

de transbordamento com uma antecedência de até três horas. Já a segunda ajuda na tomada de decisão instantes antes da ocorrência do transbordo (15 minutos). Portanto, a integração delas em um único índice foi capaz de agregar diferentes vantagens. Vale ressaltar que esse índice precisa ser avaliado em conjunto com a previsão do tempo em escala sinótica, que ajuda a entender a evolução dos padrões, as condições físicas envolvidas e a identificar vieses nos resultados.

Os resultados encontrados indicam o uso promissor dessa ferramenta no *nowcasting* do Sistema de Alerta de Cheias, não somente para a bacia do Rio Quitandinha, mas, possivelmente, para outras bacias com características físicas similares, como o rápido tempo de resposta às chuvas. O uso sistemático da solução pode levar, inclusive, ao estabelecimento de critérios objetivos para a emissão de todos os níveis de alerta, que hoje contam com



Rio Quitandinha, na Rua Coronel Veiga (Petrópolis, RJ)

uma camada de subjetividade nas análises e sobre os quais pesam a experiência do meteorologista. O estabelecimento de critérios objetivos para a emissão de alertas é fundamental para a modernização do protocolo de envio de alertas, uma das metas do Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

O uso da solução para outras bacias pode apontar para a necessidade de fortalecimento da rede hidrometeorológica telemétrica, especialmente a montante dos pontos de interesse, o que pode ser alcançado não somente com a instalação de novos equipamentos, mas, principalmente, com a integração das redes de monitoramento mantidas por diferentes instituições, com as quais

o INEA mantém Acordos de Cooperação Técnica (ACTs) para compartilhamento das informações e garantia da qualidade dos dados.

Por fim, os termos dos convênios para acesso às informações geradas em tempo real e aos históricos de dados de diferentes centros de monitoramento deveriam incluir o desenvolvimento conjunto de ferramentas de *nowcasting* para uso em atividades relacionadas à gestão de risco de desastres e ao fortalecimento dos sistemas de informações de recursos hídricos, favorecendo a evolução contínua das ferramentas que garantem o cumprimento dessa importante atividade de proteção ambiental e da Defesa Civil. 🍀

### Agradecimentos

Agradeço a toda equipe técnica do Alerta de Cheias/INEA que ajudou na confecção deste artigo e, em especial, aos meus queridos companheiros Bruno Ferreira Matos, Eduardo Cochrane e Tayane Cordeiro Palma de Holanda.

Luiz Felipe Rodrigues do Carmo

### Referências bibliográficas

- BROWNING, K. A. Local weather forecasting. **Proceedings of Royal Society**, London, v. 371, n. 1745, p. 179-211, jun. 1980.
- BROWNING, K. A. **Nowcasting**. London: Academic Press, 1982. 256 p.
- CALHEIROS, A. J. P. et al. **Sistema de previsão imediata**: descrição dos produtos. São José dos Campos, SP: INPE, 2016. 86 p.
- CARMO, L. F. R. **Modelagem, climatologia e caracterização termodinâmica e dinâmica dos nevoeiros no aeroporto de Guarulhos-SP**. 2016. Monografia (Graduação em Meteorologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.
- GONZALEZ, F. C. G. **Projeto de drenagem sustentável para mitigação de cheias na bacia do rio Quitandinha, em Petrópolis, RJ**. 2014. 79 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RIO DE JANEIRO). **Atlas das unidades de conservação do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Metalivros, 2015.
- KLING, A. S. M. **Aplicação do Método de Battelle na avaliação do impacto ambiental na Bacia hidrográfica do rio Piabanha**. 2005. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área da Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio, Fundação Oswaldo Cruz, 2005.
- LUK, K. C.; BALL, J. E.; SHARMA, A. A study of optimal

model lag and spatial inputs to artificial neural network for rainfall forecasting. *Journal of Hydrology*, n. 227, n. 1-4, p. 56-65, jan. 2000.

OSRÓDKA, K.; SZTURC, J.; JURCZYK, A. Using neural network to precipitation nowcasting based on weather radar data. In: FIRST WORLD WEATHER RESEARCH PROGRAMME; CONFERENCE ON QUANTITATIVE PRECIPITATION FORECASTING, 2002, United Kingdom. **Proceedings...** United Kingdom: Royal Meteorology Society, 2002.

PIERCE, C. et al. Nowcasting. In: BECH, Joan (Ed.). **Doppler radar observations**: weather radar, wind profiler, ionospheric radar, and other advanced applications. London: IntechOpen, 2012.

RAMÍREZ, M. C. V.; WEIGANG, LI; FERREIRA, N. J. Aplicação de redes neurais artificiais e transformada de ondeletas para estimativas de precipitação usando imagens do satélite GOES-8: resultados preliminares. In: BRAZILIAN CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE REDES NEURAI, 4., 1999, São José dos Campos, SP. **Proceedings...** São José dos Campos, SP: ITA, 1999. p. 252-256

## Sobre os autores

### Luiz Felipe Rodrigues do Carmo

Mestrando e graduado (2016) em Meteorologia pela UFRJ. Atualmente, trabalha no Laboratório de Agrometeorologia da UFRJ (LAGRO/UFRJ), desenvolvendo pesquisa voltada a elaboração de sistemas de informação agrometeorológicas para agricultores e trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do Estado do INEA.

### Marcolino Matheus de Souza Nascimento

Graduando em Meteorologia pela UFRJ e técnico em informática (2012) pelo CEFET-RJ. Atualmente, integra o Laboratório de Meteorologia Aplicada da UFRJ, onde desenvolve pesquisa voltada para a caracterização de descargas atmosféricas na região Sudeste do Brasil, e trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

### Cynthia Avellar Martins

Mestre em Ciências (2011) pela Universidade de São Paulo (USP) na temática Interação Biosfera-Atmosfera. Graduada em Meteorologia (2008) pela UFRJ, integrou o Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ. Desde 2014, trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do INEA, que realiza o monitoramento hidrometeorológico (chuva e nível dos rios) no Estado do Rio de Janeiro.

### Luiz Filippe Costa da Silva

Mestrando em Recursos Hídricos pelo Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ na temática de Modelagem Hidrológica para a América do Sul, graduado em Meteorologia (2017) pela UFRJ e técnico em Meteorologia (2009) pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). Atualmente, trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

### Rodrigo Carvalho de Sousa

Doutorando em Engenharia Civil na temática de assimilação de dados no modelo WRF utilizando redes neurais artificiais, mestre em Sensoriamento Remoto (2016) e graduado em Micrometeorologia (2012) pela UFRJ. Atualmente, trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

### Lídia Luisa Mota

Mestranda com ênfase em Hidrometeorologia e Geociências pelo Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFRJ e graduada em Meteorologia (2014) pela UFRJ. Atualmente, trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do INEA.

### Ana Luísa Souza Castanheira da Cruz

Graduada em Meteorologia (2018) pela UFRJ e técnica em Meteorologia (2011) pelo CEFET-RJ. Atualmente, trabalha no Sistema de Alerta de Cheias do INEA, onde, em 2015, atuou como técnica em Meteorologia pela empresa CETREL S.A.