

Parque Natural Municipal Corredores de biodiversidade: pesquisas e perspectivas futuras



**Secretaria do
Meio Ambiente**



**Prefeitura de
SOROCABA**



UNISO

Programa de Mestrado
em Processos Tecnológicos
e Ambientais.

UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA

Vice-Reitoria
e Pós-Graduação e Pesquisa

P27 Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade: pesquisas e perspectivas futuras / Organizadores: Welber Senteio Smith e Clebson Aparecido Ribeiro - Sorocaba, SP : Prefeitura Municipal, Secretaria do Meio Ambiente, 2015.

230 p.

ISBN 978-85-89017-06-0

1. Ecologia. 2. Conservação da natureza – Sorocaba (SP)
3. Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade
Marco Flávio da Costa Chaves (Sorocaba, SP). I. Smith,
Welber Senteio. II. Ribeiro, Clebson Aparecido. III. Sorocaba (SP).
Secretaria do Meio Ambiente.

CDD 574.5

Ficha catalográfica elaborada por
Flávia S. Tamborra – crb-8 6496

O Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade como unidade de um futuro em construção

Assim como os seres vivos têm na célula sua unidade básica para formação dos tecidos, órgãos e, no conjunto, os próprios organismos, as Unidades de Conservação (UCs) são o local mínimo para garantir a qualidade de vida e a proteção da biodiversidade.

As UCs, particularmente as municipais, nem sempre apresentam o tamanho tecnicamente desejável para conter em si todas as interações observadas no ecossistema onde se encontra, mas configura-se como um elemento importante de resiliência ambiental.

Principalmente em municípios como Sorocaba, onde a pujança econômica e a ocupação territorial pelas atividades humanas são significativas, o impacto sobre o meio natural transformou-a num mosaico de fragmentos dispersos, dificultando demasiadamente seu “funcionamento”. As estratégias de conservação no nível de governo local, tão enfatizado pela constituição do Parque da Bio (PNMCCBio) - como foi apelidado -, precisam e devem se multiplicar pelo território municipal.

Há de se entender que este papel multiplicador, lastreado pelas políticas públicas específicas, precisa ampliar e legitimar a participação da sociedade civil na gestão das UCs como forma diretamente proporcional à conservação, recuperação e uso sustentável dos recursos naturais renováveis.

Sorocaba tem procurado há muito trilhar este caminho, desde a criação dos primeiros parques municipais. O Parque da Bio, entretanto, é o grande exemplo da prática de utilização da base legal e do conhecimento produzido e compartilhado com a comunidade, que ajuda a construir uma sociedade melhor e mais preparada para os desafios do desenvolvimento sustentável.

O sonho da conectividade entre os fragmentos de biodiversidade está em construção. Esta obra bibliográfica por sua vez é mais uma prova disso. Os melhores sentimentos a todos que participaram da sua realização!

Secretaria Municipal do Meio Ambiente

Unidades de Conservação Ambiental Municipais e a qualidade de vidas das populações urbanas

Nas políticas públicas de preservação ambiental dos municípios há uma face muito conhecida e que goza de um grande apoio popular. São os parques naturais abertos à visitação. Eles proporcionam, especialmente aos habitantes das grandes áreas urbanas e das metrópoles, revigorantes imersões no ambiente natural. Esses contatos diretos com a flora e fauna reequilibram emocionalmente pessoas que passam grande parte de suas vidas entre o trânsito e o local de trabalho.

Bem menos conhecido que os parques, mas tanto ou mais importantes que eles, são elementos apenas parcialmente abertos à visitação, mas essenciais à sustentação do sistema ambiental urbano, aos programas de educação ambiental, às experiências e trabalhos capazes de garantir a renovação das árvores, animais e aves que povoam os parques, ruas e jardins e, muito especialmente à qualidade de vida das populações das cidades. Referimo-nos às Unidades de Conservação (UCs) municipais.

As UCs são indispensáveis a garantir o meio ambiente ecologicamente equilibrado que a constituição federal definiu como “bem de uso comum do povo”, “essencial à sadia qualidade de vida”. No caso do estado de São Paulo, as UCs são mantidas e operadas principalmente pelo governo estadual, através de sua Secretaria do Meio Ambiente (SMA), mas, com apoio na lei que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), vêm se multiplicando o número daquelas mantidas pelos municípios.

Sorocaba criou sua primeira Unidade de Conservação – o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMNCBio), com uma área de 62,4 hectares – em 2009. A ele se seguiram o Parque Natural Municipal de Brigadeiro Tobias, a Estação Ecológica do Pirajibu, a transformação do Parque “Dr. Mario Covas” em Estação Ecológica, todos em 2015. Em breve teremos também, a transformação do Parque Natural “Dr. Bráulio Guedes” em Unidade de Conservação.

O PNMNCBio, adjacente à Empresa Municipal Parque Tecnológico de Sorocaba, na Zona Norte da cidade, nasceu de uma proposta da Toyota do Brasil de aplicação, em sua implantação e manejo, do percentual de Compensação Ambiental decorrente da implantação de sua unidade produtora em Sorocaba e está no centro de um audacioso programa ambiental. Ampliando-o, através da sua conexão com matas ciliares, áreas de preservação permanentes (APPs) e a Floresta Nacional de Ipanema, pretende-se dar origem a um grande refúgio de 320 hectares que permitirá a dispersão de espécies da biota, a recolonização de áreas degradadas e a preservação de grandes mamíferos (onça-parda, onça-pintada, lobo-guará e tamanduá-bandeira).

O presente volume, editado pela Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (Sema), reúne estudos, pesquisas e propostas de grandes pesquisadores nessa área nevrágica das políticas ambientais. É uma preciosa e oportunidade colaboração ao entendimento e ao apoio ao programa de Unidades de Conservação do Município e à ampliação da contribuição do PNMNCBio à qualidade de vida da população regional.

Prefeitura de Sorocaba

Ficha técnica

Este livro foi organizado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (Sema), com o apoio do Serviço de Comunicação (Secom) do Gabinete do Poder Executivo (GPE).

CRÉDITOS

Universidades e Instituições

BIOMÉTRICA - Avaliações Biológicas e Manejo Ambiental
Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da USP (Universidade de São Paulo) – Câmpus São Carlos
Clube de Observadores de Aves de Sorocaba – Coaves
Empresa Municipal Parque Tecnológico de Sorocaba
Instituto de Desenvolvimento Ambiental Sustentável – Ideas
Instituto Federal de São Roque
Secretaria de Meio Ambiente de Sorocaba
Universidade de Sorocaba – Uniso
Universidade Paulista – Unip Câmpus Sorocaba
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Floresta Nacional de Ipanema – ICMBio
Ordem dos Advogados do Brasil – OAB
Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros”
Universidade de Coimbra
Universidade Estadual Paulista – Unesp Câmpus Botucatu
Universidade Estadual Paulista – Unesp Câmpus Sorocaba
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar Câmpus Araras
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar Câmpus Sorocaba

Pesquisadores

Adriane Almeida Vaz

adriane_almvaz@hotmail.com

Aldo J. Bittencourt

bittencourt.aldo@gmail.com

Alexandre Marco da Silva

amsilva@sorocaba.unesp.br

Álvaro Fernando de Almeida

afalmeida@usp.br / alvaroal@terra.com.br

Ana Beatriz de Almeida

Aalmeida.beatriz@yahoo.com.br

Ana Carolina Devides Castello

carol.dcastello@gmail.com

Ana Carolina Marto Rodriguez

ana.marto@portalideas.org.br

Angélica Pereira Machado

angelicamachado.prof@gmail.com

Ariane Almeida Vaz

ariane_alm.vaz@hotmail.com

Augusto João Piratelli

piratelli@ufscar.br

Cecília Maria de Paula

ceci_mdpa@hotmail.com

Cecilia Pessutti

c_pesutti@yahoo.com.br

César Augusto da Costa Scaglianti

cscaglianti@sorocaba.sp.gov.br

Clebson Aparecido Ribeiro

cleb@terra.com.br

Cleiton Ferreira da Silva

Cristians Edgar G. Leite

cristians.e.g.leite@gmail.com

Cristian Michel Gabriel de Souza

cristian_souza1993@hotmail.com

Cristina Canhoto

ccanhoto@ci.uc.pt

Daniel Bertoli Gonçalves

Darllan Collins da Cunha e Silva

darllan.silva@prof.uniso.br

Débora Zumkeller Sabonaro

debora.sabonaro@prof.uniso.br

Dorca Ferreira

dorcaf_sr@hotmail.com

Edna Maria Cardoso de Oliveira

edna-mi@hotmail.com

Eliana Cardoso Leite

eliana.leite@ufscar.br

Erik André de Oliveira

Faltando e-mail

Fatima C. M. Piña Rodrigues

fpina@ufscar.br

Felipe Trevisan Ortiz

ftr.ortiz@gmail.com

Fernanda Dias da Silva

feeer.nandadias@hotmail.com

Fernando Monteiro

fermalk@hotmail.com

Fiorella Fernanda Mazine Capelo

fiorella@ufscar.br

Gabriela Rosa Lopes

gabi.rosalopes@gmail.com

Gisele Pires Pelizari

giselepelzbio@gmail.com

Gislene Batista de Albuquerque

bioalbuq@yahoo.com

Giuliano Grici Zacarin

gzacarin@yahoo.com.br

Gustavo Galetti

Heidi Marcela Suarez Robayo

hemasuro@usp.br

Ivonir Piotrowski
rinovi@ufscar.br

José Carmelo de Freitas Reis Jr
jcarmelofrjr@yahoo.com.br

José Mauro Santana da Silva
josemauro@ufscar.br

Karinne Sampaio Valdemarin
kvaldemarin@gmail.com

Kelly Cristina Camargo
kelly123367@hotmail.com

Letícia Quintal Ramalho Zampieri
gestaoparquesorocaba@gmail.com

Lucas Andrei Campos Silva
andrei.10@hotmail.com

Lucas Antunes de Oliveira
luccas.antunes@hotmail.com

Luciano Bonatti Regalado
luciano.regalado@icmbio.gov.br

Marcela Pellegrini Peçanha
marcela.pecanha@prof.uniso.br

Marcos Alberto Baptista Moraes
marcos12_moraes@hotmail.com

Maria Lúcia Pires Grahn
mgraahn@sorocaba.sp.gov.br

Mariana Fernanda Pérez de Almeida
ma_fefa@hotmail.com

Maristela Camolesi
maristela.camolesi@gmail.com

Michelle Businari de Souza
mibsouza@hotmail.com

Neusa Aparecida dos Santos
nesantosgui@yahoo.com.br

Nicolli Bruna Cabello de Almeida
nicollibruna@icloud.com

Nobel Penteado de Freitas
nobel.freitas@prof.uniso.br

Olivia Hessel Rocha
faltando e-mail

Peônia P. Brito
peonia.sema@gmail.com

Priscila Palombino
prih.palombino@hotmail.com

Rafael Ocanha Lorca Neto
trneto@sorocaba.sp.gov.br

Rafael R. Castellari
rrcastellari@gmail.com

Raphaela Martins de Carvalho
rapha_carvalhoo@hotmail.com

Regina Y. Hashimoto Miura
remiura@gmail.com

Renan Angrizani de Oliveira
renan_angrizani@hotmail.com

Ricardo Benitez Martins Junior
ricardobzm@gmail.com

Roberto Tiocci Junior
robert.tiocci@hotmail.com / roberto.obiologo@gmail.com

Rogério Barros
rogerio_may@hotmail.com

Samuel Coelho
samucabeca@hotmail.com

Sara Regina de Amorim
SAMorim@sorocaba.sp.gov.br

Simone M. Ribeiro
simrbio@gmail.com

Thais Milani Leão
thaismilani02@gmail.com

Vanessa Cezar Simonetti
va_simonetti@hotmail.com

Vidal Dias da Mota Júnior
vidal.mota@emptsp.com.br

Viviane G. Rachid
vivi.a.rachid@gmail.com
Viviane Munhoz de Souza
viviane.munhoz@hotmail.com

Welber Senteio Smith
welber_smith@uol.com.br

Sumário

| |
|--|
| Capítulo 1 - Histórico e criação do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade .Pág. 16 |
| Capítulo 2 - Impactos e medidas mitigadorasPág. 25 |
| Capítulo 3 - Flora e fauna terrestre da zona de amortecimentoPág. 41 |
| Capítulo 4 - A importância dos corredores ecológicos.....Pág. 56 |
| Capítulo 5 - Restauração ecológica no interior do Parque Natural Corredores da Biodiversidade, Sorocaba – SP.....Pág. 68 |
| Capítulo 6 - Aptidão de áreas de restauração para a formação de corredores ecológicos no entorno do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade.....Pág. 81 |
| Capítulo 7 - Flora do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil Pág. 94 |
| Capítulo 8 - A mata ripária do córrego da Campininha.....Pág. 108 |
| Capítulo 9 - A Influência da sazonalidade e dos invertebrados na decomposição de folhas nativas (<i>Lithaea molleoides</i> e <i>Maytenus aquifolium</i>) e exóticas (<i>Eucalyptus grandis</i>) em um riacho tropical localizado no Parque Natural Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, São Paulo, BrasilPág. 119 |
| Capítulo 10 - Invertebrados terrestresPág. 135 |
| Capítulo 11 - Inventário da comunidade de invertebrados aquáticos, no córrego da Campininha, Parque Natural Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, São Paulo, Brasil.....Pág. 145 |
| Capítulo 12 - A Ictiofauna do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade - SP, Brasil Pág. 157 |
| Capítulo 13 - Herpetofauna do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade..... |
| Capítulo 14 – Avifauna do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba (PNMCBio) |
| Capítulo 15 - Mastofauna |
| Capítulo 16 - Uso público como instrumento para a conservação e acesso à biodiversidade |
| Capítulo 17 - Capacidade de suporte de carga das trilhas do parque..... |
| Capítulo 18 - Características físico-químicas do solo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) |
| Capítulo 19 - Pesquisas e temas prioritários para o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade |
| Capítulo 20 - Legislação Ambiental e o papel da unidade de conservação no Município e Região Metropolitana de Sorocaba |
| Capítulo 21 - Segmentação de imagens por agrupamentos para análise de área ambiental degradada e sua recuperação..... |

Capítulo 1

Histórico e Criação do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade

Vidal Dias da Mota Júnior¹; Sara Regina de Amorim²; Maria Lúcia Pires Grahn²; Letícia Quintal Ramalho Zampieri² & Welber Senteio Smith^{1,3}

¹ Empresa Municipal Parque Tecnológico de Sorocaba, Prefeitura de Sorocaba

² Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Sorocaba

³ Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil.; Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP); Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

Resumo

A criação do PNMCBio foi motivada pela existência de um fragmento florestal de cerca de 20 hectares de Floresta Estacional Semidecidual, ligado a Corredores Florestais das matas ciliares do Córrego Campininha, que atravessando o parque, deságua no Rio Sorocaba. A sua principal função é proteger integralmente a fauna e a flora típicas da região e ampliar a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) dos afluentes do Rio Sorocaba, onde não é permitida qualquer atividade ou intervenção. Utilizando essa premissa, por meio do Decreto nº 19.424, de 17 de agosto de 2011, foi criado o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBio), com 104 hectares, sendo posteriormente reduzido para 60,03 hectares de área, e atualmente com 62,4 hectares, adjacente à Empresa Municipal Parque Tecnológico de Sorocaba. O Conselho do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (CPNMCBio) foi criado por meio da Lei nº 10.240, de 29 de agosto de 2012, sendo o Programa de Educação Ambiental do PNMCBio, lançado em 20 de março de 2014. Entretanto muitos desafios estão por vir, como a garantia de recursos para a gestão da unidade de conservação, a ampliação da área da unidade, a consolidação dos corredores de biodiversidade que são o objeto deste parque, o combate às ameaças diárias, como os caçadores, incêndios florestais e pressão provocada pela expansão imobiliária da cidade e a fragilidade da unidade com os empreendimentos futuros no entorno, já que devido a sua configuração territorial a sua área mais conservada está muito vulnerável e oferece sérios riscos a sua biodiversidade.

Introdução

A conservação da biodiversidade *in situ*, por meio da criação e implementação de Unidades de Conservação (UC), é primordial para a proteção da biodiversidade, para a preservação dos recursos naturais

e na promoção da qualidade de vida da sociedade. De acordo com a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, unidade de conservação é o 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.

A preocupação com a preservação ambiental das Unidades de Conservação tem sido tradicionalmente atribuição do Estado e isso se tornou mais evidente com a Carta de 1988.

Conforme o Art. 225 da Constituição Federal de 1988, “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. E, para assegurar a efetividade desse direito, incumbe, entre outros, ao Poder Público: “definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção”.

Para que isso ocorra, o Governo Federal instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), por meio da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que é o conjunto organizado de áreas naturais protegidas (unidades de conservação federais, estaduais e municipais), que planejado, manejado e gerenciado como um todo será capaz de viabilizar os objetivos nacionais de conservação.

Portanto, o Brasil dispõe de uma estrutura formal que busca abranger e proteger os mais diversos ecossistemas nacionais. Nesse sentido, exige-se uma presença efetiva do poder público na manutenção e garantia da preservação e conservação dessas áreas.

No Estado de São Paulo, quase a totalidade das áreas naturais legalmente protegidas está sob os cuidados da Secretaria do Estadual do Meio Ambiente (SMA). Áreas protegidas são áreas de terra e/ou mar dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica e de seus recursos naturais e culturais associados, manejadas por instrumentos legais, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2003).

No âmbito da SMA, o Instituto Florestal é o responsável pela proteção e gestão da maior parte das Unidades de Conservação, que somadas, abrangem uma área de 851.497,94 km², aproximadamente 3% da área total do estado.

No Brasil, e em quase todo o mundo, as unidades de conservação têm finalidades educativas e turísticas como uma de suas atribuições. Sob a responsabilidade, principalmente, de órgãos governamentais, esse tipo de trabalho constitui importante alternativa para o desenvolvimento do turismo em diversas regiões do estado. De acordo com Andrade *et al.* (1992), a categoria “Parque Estadual” foi definida como uma área de porte considerável (geralmente com mais de 1000 ha), susceptível de manejo em estado natural ou quase natural, contendo formações ou paisagens de características naturais relevantes; onde espécies de plantas, animais, sítios geomorfológicos e habitats são de grande interesse científico, educacional, recreacional e turístico.

Todavia, o SNUC prevê que as unidades de conservação podem ser também criadas e mantidas pelo município. Em 2015, a Fundação SOS Mata Atlântica divulgou resultados de estudos inéditos sobre a situação das UCs municipais da Mata Atlântica. Foram avaliados 367 municípios do bioma (11% da totalidade dos municípios nos domínios do bioma Mata Atlântica). Foram registradas 730 UCs municipais, sendo que a maioria (81%) das unidades de conservação municipais está sob a influência dos centros urbanos e mais próximas das pessoas, o que proporciona grandes desafios para o manejo dessas áreas. Se bem integradas com as áreas verdes, como praças e parques urbanos, essas UCs podem ter um papel importante para provimento de serviços ambientais importantes para a sustentabilidade das

cidades e melhoria do bem-estar da população (HITORA & PINTO, 2015).

E, nesse sentido, a Prefeitura de Sorocaba em 2009 tomou a iniciativa ousada de criar sua primeira unidade de Conservação, o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade “Marco Flávio da Costa Chaves”, administrada pela Secretaria do Meio Ambiente.

O parque é regido pelo SNUC, definido pela lei federal nº 9.985 de 2000, enquadrando-se na categoria de Unidade de Conservação de Proteção integral, sendo admitido apenas uso indireto dos recursos, tendo por objetivo a conservação dos ecossistemas naturais, pesquisa científica, ecoturismo, lazer e educação ambiental. Com área de 624.000 m², o Parque foi criado em 2008, a partir de desapropriação da área pela Prefeitura de Sorocaba e da liberação de recursos de compensação ambiental pela instalação do pátio industrial da empresa Toyota do Brasil, para estruturação do local.

O processo de criação da UC municipal possibilitou profundo aprendizado e qualificação técnica para a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, que foi instituída em janeiro de 2009 e possibilitou que esse novo órgão municipal pudesse desenvolver aprendizado nas agendas de recuperação de áreas degradadas, proteção da biodiversidade *in situ*, na elaboração de plano de manejo e nas contribuições dadas ao diagnóstico ambiental do município, principalmente durante a revisão do plano diretor de desenvolvimento físico territorial.

Histórico

Desde o final da década de 1970, Sorocaba desenvolve ações no sentido de se criar áreas protegidas, como foi o caso da implantação dos Parques da Biquinha, Água Vermelha “João Câncio Pereira” e Natural “Chico Mendes”. Na última década houve significativo avanço na criação de novos parques e praças, e a maioria deles com importante papel de conservação de recursos naturais e biodiversidade (MOTA JÚNIOR, 2014). Por meio da Lei Municipal nº 11.073, de 31 de março de 2015, foi instituído o Sistema Municipal de Áreas Protegidas, Parques e Espaços Livres de Uso Público de Sorocaba – SMAP, que possui entre seus objetivos integrar, organizar, catalogar e disponibilizar informações a respeito das áreas protegidas e de interesse ambiental existentes no Município de Sorocaba. Atualmente, o SMAP conta com 34 áreas protegidas e de interesse ambiental catalogadas. Essas áreas se inserem na estrutura urbana e fazem parte de um sistema de áreas verdes que representam um ambiente propício para a educação ambiental, contemplação e lazer em contato com a natureza.

O PNMCBio foi a primeira das quatro unidades de conservação criadas em Sorocaba, todas do grupo de proteção integral. Uma quinta unidade de conservação está em processo de criação, somando uma área de 180,15 hectares de vegetação nativa protegida em unidades de conservação municipais em Sorocaba (Tabela 1).

A principal função do PNMCBio é proteger integralmente a fauna e a flora típicas da região e ampliar a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) dos afluentes do Rio Sorocaba, onde não é permitida qualquer atividade ou intervenção. A escolha desta área foi motivada pela existência de um fragmento florestal de cerca de 20 hectares de Floresta Estacional Semidecidual, ligado a Corredores Florestais das matas ciliares do Córrego Campininha, que atravessa o Parque, desaguando no Rio Sorocaba.

Tabela 1. Unidades de Conservação Municipais de Sorocaba.

| Denominação | Instrumen-tos Legais | Área (ha) | Elementos naturais conservados |
|--|---|-----------|--|
| Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade | Decreto 16.408/2008 e Decreto 17.857/2009 (utilidade pública); Decreto 19.424/2011 (criação). | 62,4 | Primeira unidade de conservação da cidade, inaugurado em 7 de junho de 2013. Visa ampliar e proteger os corredores de biodiversidade e fragmentos de vegetação nativa na Zona Norte de Sorocaba, garantindo a conectividade e o fluxo gênico. O local ainda assegura a preservação de uma vegetação predominantemente de Mata Atlântica, nascentes de água e cerca de 150 espécies de animais e 63 arbóreas. Dentre os atrativos oferecidos pelo parque, os visitantes podem desfrutar de três trilhas interpretativas com temáticas, trajetos, distâncias e níveis de dificuldade. Conta com centro de visitantes, quiosque de pesquisa, sanitários, bebedouros, vegetação, trilhas ecológicas, meliponário, visita monitorada. |
| Parque Natural Municipal de Brigadeiro Tobias | Decretos 21.618/2015 e 21.955/2015 | 11,7 | Área de densa malha hídrica, vegetação em diferentes estágios sucessionais com fragmento de vegetação nativa que se destaca como sendo parte de um dos maiores fragmentos do município de vegetação nativa. O Parque abriga o Casarão de Brigadeiro Tobias construído no início do século XIX, prédio tombado pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado. Plano de trabalho para implantação em elaboração. |

| | | | |
|--|---|--------------|---|
| <p>Estação Ecológica do Pirajibu</p> | <p>Decreto 22.023/2015</p> | <p>45</p> | <p>A área está situada numa região de floresta estacional semidecidual, com uma vegetação predominantemente de Mata Atlântica. Abrange parte de um dos maiores fragmentos florestais do município com potencial para realização de pesquisas, considerando a possibilidade de ser uma das áreas com maior riqueza em diversidade biológica da cidade, já que está inserida no corredor ecológico e na bacia do rio Pirajibu. A Estação Ecológica visa proteger a biodiversidade local, garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos e contribuir para a estabilidade ambiental da região. A Estação Ecológica não é aberta à visitação.</p> |
| <p>Estação Ecológica "Dr. Mário Covas"</p> | <p>Lei 6416/2001 (revogada - criava o parque Dr. Mário Covas)</p> | <p>52,67</p> | <p>Área ocupada predominantemente com vegetação em estágio médio e mata ciliar, abrangendo um dos maiores fragmentos florestais do município. A Estação Ecológica tem um perfil voltado para a pesquisa de estudantes, além do que, enfatiza-se que estudos do meio biótico indicaram a importância de conservação da sua mata ciliar e, adicionalmente, acentua a importância secundária da mata estacional em relação à mata ciliar, tanto sob o aspecto de diversidade florística, como abrigo para a fauna. Possibilitará o incremento de medidas para a preservação dos recursos hídricos da região lindeira ao rio Pirajibu, um dos mais importantes afluentes do rio Sorocaba. A Estação Ecológica não é aberta à visitação.</p> |
| <p>Parque Natural "Dr. Bráulio Guedes da Silva"</p> | <p>Leis: 4043/92 e 4934/95</p> | <p>8,38</p> | <p>O parque localizado na região leste do município possui uma área ocupada predominantemente com vegetação em estágio médio, vegetação em estágio inicial e mata ciliar. De acordo com o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (Sorocaba 2014), o parque abrange principalmente áreas com prioridades alta e moderadamente alta para a recuperação, com potencial para a realização de pesquisas científicas. O parque não é aberto à visitação, e está em andamento sua categorização para Estação Ecológica, de acordo com suas características e para adequação ao SNUC e SMAP.</p> |

Criação e estruturação

Próxima ao maior polo industrial do país (Grande São Paulo), Sorocaba vem atraindo investimentos e indústrias, sendo que a Toyota do Brasil foi uma das grandes empresas que se instalaram no município nos últimos anos. A instalação deste empreendimento proporcionou a criação do Parque Natural Municipal de Sorocaba, estando relacionado à compensação ambiental dos danos não mitigáveis da instalação do Site Industrial da Toyota do Brasil no município. O percentual de Compensação Ambiental gerou uma verba da ordem de aproximadamente R\$ 5 milhões, que foram aplicados em um Programa de Compensação Ambiental.

O Termo de Referência do EIA/RIMA relacionado à implantação da Toyota do Brasil em Sorocaba, definido pelo Parecer Técnico PT DAIA/386/2008 e apresentado à Empresa pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente em 03 de setembro de 2008, estabeleceu os procedimentos técnicos que deveriam ser seguidos para apresentação do Programa de Compensação Ambiental, entre eles a necessidade de realizar um levantamento das Unidades de Conservação (UCs) existentes na região para que fosse feita uma destinação dos recursos oriundos do percentual de compensação.

Com a falta de UCs próximas à Toyota do Brasil, a empresa propôs a aplicação do percentual de Compensação Ambiental para a implantação e manejo do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade de Sorocaba, prevendo-se a recuperação da Floresta Estacional Semidecidual que ocorria na região, a recuperação, enriquecimento e ampliação dos Corredores Florestais, o Manejo de Fauna Silvestre, Pesquisas aplicadas sobre a eficiência de Corredores Florestais da Fauna em Matas Ciliares e um avançado projeto de Uso Público e Educação Ambiental para toda a comunidade, medida compensatória esta considerada como a ideal, pois seria ampliada na área onde ocorreram os impactos ambientais negativos. A utilização dos recursos da compensação ambiental na cidade de Sorocaba foi autorizada pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Utilizando essa premissa, por meio do Decreto nº 19.424, de 17 de agosto de 2011, foi criado o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, com 104 hectares, sendo posteriormente reduzido para 60,03 hectares de área, e atualmente com 62,4 hectares, adjacente à Empresa Municipal Parque Tecnológico de Sorocaba. Futuramente, existe um projeto de ampliação da área do parque, com a incorporação das áreas de preservação permanentes (APPs) remanescentes do Rio Sorocaba e afluentes, além de áreas adjacentes ao parque tecnológico e a propriedades do entorno, podendo alcançar uma área de 320 hectares.

Segundo a definição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000), os corredores são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação e outras áreas. Os corredores florestais são importantes na manutenção do fluxo de genes entre indivíduos e populações e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquelas das unidades individuais como, por exemplo, grandes mamíferos (onça-pintada, lobo-guará). Este grande refúgio formado para tais animais e a vida silvestre como um todo possibilita menor exposição a ameaças ocorrentes no entorno.

Devido à localização estratégica do Parque da Biodiversidade, a formação destes corredores é viável, conectando a área do Parque tanto com as matas ciliares e Áreas de Preservação Permanente (APPs), quanto, futuramente, à Floresta Nacional de Ipanema, localizada a 14 km do Parque. A floresta é uma área extremamente rica em termos de biodiversidade de fauna, sendo que os animais que ali vivem necessitam destas grandes áreas.

A partir da criação do PNMCBio e disponibilização dos recursos de compensação ambiental, iniciou-

-se o processo de estruturação do local. Um dos primeiros passos dados foi a elaboração do Plano de Manejo do parque, documento técnico essencial para a gestão de unidades de conservação. O Plano de Manejo do PNMCBio foi finalizado em dezembro de 2012, e aprovado por meio da Portaria SEMA nº 02, de 17 de abril de 2015, após a realização de audiência pública e aprovação pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento do Meio Ambiente (COMDEMA). O plano de manejo realizou o diagnóstico ambiental da área do parque e entorno e definiu o zoneamento do parque e de sua zona de amortecimento, bem como as atividades e programas necessários para o parque.

Os recursos disponibilizados também resultaram no cercamento e proteção da área, com a implantação de alambrados, aceiros, trilhas e construção de um espaço multiuso, quiosque, portaria e estacionamento para suporte às atividades desenvolvidas no local, como as atividades de educação ambiental, recepção dos visitantes, suporte à pesquisa e realização de reuniões relacionadas ao parque. Além da acessibilidade, com piso tátil e banheiros adaptados, o projeto também possui características sustentáveis, com iluminação LED fotovoltaica para captação de energia solar, madeira certificada, e tanto a cor quanto o material utilizado no telhado do salão multiuso têm uma capacidade térmica. A finalização dessa infraestrutura possibilitou a inauguração do Parque em 7 de junho de 2013, a partir do qual a cidade ganhou mais um local para educação ambiental e lazer em contato com a natureza.

Foram adquiridos veículos para a manutenção e segurança do parque, sendo um utilitário traçado, um trator traçado com implementos agrícolas, e um caminhão autobomba. A aquisição desses veículos foi realizada para garantir o sistema de vigilância e gestão, suporte na construção de aceiros, no manejo das trilhas, ação da brigada de incêndio e combate a incêndios florestais. Em 2015, foi instalado no local um sistema integrado com a Guarda Civil Municipal, que inclui a instalação de alarme e video-monitoramento, além de um sistema de muralha eletrônica na Avenida Itavuvu, em frente ao parque. O sistema garante mais segurança ao Parque da Biodiversidade, à comunidade local, bem como para a cidade como um todo, pois inclui o monitoramento em tempo real do PNMCBio e do perímetro da Avenida Itavuvu, considerando que o sistema viabiliza o monitoramento dos veículos que passam na área, sendo possível identificar os roubados.

Considerando a existência de áreas cobertas por vegetação exótica, o PNMCBio foi contemplado com a realização de limpeza, enriquecimento, reflorestamento e a manutenção para a recuperação das áreas, conforme definições do plano de manejo. Desde sua criação até 2015, foram plantadas cerca de 70 mil árvores de mudas nativas em sua área.

O Conselho do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (CPNMCBio) foi criado por meio da Lei nº 10.240, de 29 de agosto de 2012, com o objetivo de ser um fórum democrático de valorização, controle social, discussão, negociação e gestão da unidade de conservação, incluída a sua zona de amortecimento ou área circundante, para tratar de questões sociais, econômicas, culturais e ambientais que tenham relação com a unidade de conservação. É um órgão de composição paritária, com caráter consultivo e de assessoramento da Prefeitura de Sorocaba e dos demais órgãos ambientais. O mesmo iniciou suas atividades a partir da nomeação de seus primeiros membros pelo Decreto nº 21.000, de 5 de fevereiro de 2014.

O Programa de Educação Ambiental do PNMCBio, lançado em 20 de março de 2014, foi elaborado segundo as diretrizes da Secretaria do Meio Ambiente e as atividades são acompanhadas e coordenadas pela área de educação ambiental da secretaria. Os recursos da compensação ambiental viabilizaram a contratação de equipe de educação ambiental para o atendimento à população, por um período de dois anos. Após esse período, a área de educação ambiental da SEMA assumiu a realização das atividades de educação ambiental, que envolvem orientação ao público, realização de visitas monitoradas e trilhas, atividades com a população residente na zona de amortecimento do PNMCBio e entorno, bem como ações educativas na cidade voltadas à agenda de biodiversidade.

Considerações finais

Em comemoração aos três anos de inauguração do PNMCBio, o parque soma uma série de conquistas, incluindo estruturação do local que viabiliza a realização de atividades de gestão e educação ambiental, bem como a realizações de inúmeras pesquisas que servirão de subsídios para sua gestão e para o conhecimento da biodiversidade e processos ecológicos existentes na unidade. Mas ainda são muitos os desafios a serem vencidos, como a garantia de recursos para a gestão da unidade de conservação, a ampliação da área da unidade, a consolidação dos corredores de biodiversidade que são o objeto deste parque, o combate às ameaças diárias, como os caçadores, incêndios florestais e pressão provocada pela expansão imobiliária da cidade e a fragilidade da unidade com os empreendimentos futuros no entorno, já que devido a sua configuração territorial a sua área mais conservada está muito vulnerável e oferece sérios riscos a sua biodiversidade. Assim, a conservação e ampliação do parque são de vital importância para assegurar a conservação ambiental em uma região de forte expansão econômica, com a instalação de diversas plantas industriais e do Parque Tecnológico de Sorocaba. Nesse sentido, as estratégias de conservação em outros níveis de governo também precisam considerar e apoiar as UCs municipais, haja vista que a descentralização das estratégias de conservação e da agenda ambiental em geral são fundamentais para a garantia da qualidade de vida e proteção da biodiversidade.

Referências bibliográficas

ANDRADE, R. O. B. de et al. **Gestão ambiental**: enfoque aplicado ao desenvolvimento sustentável. 2.ed. ampl. rev. São Paulo: Makron Books, 2002. 232 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal. 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em 7 mar 2016

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em 07 mar 2016.

HIROTA, M.; PINTO, L. P. **As Unidades de Conservação Municipais na Mata Atlântica**. 2015. Disponível em <<http://www.oeco.org.br/colunas/colunistas-convidados/as-unidades-de-conservacao-municipais-na-mata-atlantica/>>. Acesso em 07 mar 2016

MOTA JÚNIOR, V. D. 2014. **Capítulo 1 - Políticas públicas e proteção da biodiversidade em Sorocaba**. In: Biodiversidade do Município de Sorocaba. Organizadores: Welber Senteio Smith, Vidal Dias da Mota Junior, Jussara de Lima Carvalho. - Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente. 272 p. Disponível em <<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/educacaoambiental/publicacoes-ea/>>. Acesso em 07 mar 2016

SOROCABA. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal “Corredores de Biodiversidade”**. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2012. Disponível em <<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/gestaoambiental/plano-de-manejo-do-parque-da-biodiversidade/>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Lei nº 4043, de 19 de outubro de 1992. Dispõe sobre a denominação de "Bráulio Guedes da Silva" a um parque natural de nossa cidade, e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 1992. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Lei nº 4934, de 28 de setembro de 1995. Autoriza a Prefeitura Municipal de Sorocaba a receber, em doação, área destinada à implantação do Parque Floresta Dr. Bráulio Guedes da Silva e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 1992. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Decreto nº 16.408, de 23 de dezembro de 2008. Declara imóvel de utilidade pública, para fins de desapropriação, destinado à implantação de Parque de Biodiversidade de Sorocaba, e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2008. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Decreto nº 17.857, de 20 de outubro de 2009. Declara imóveis de utilidade pública, destinados à implantação do Parque Tecnológico de Sorocaba e Parque de Biodiversidade e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2009. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Decreto nº 19.494, de 17 de agosto de 2011. Cria o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2011. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Lei nº 10.240, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre a criação do Conselho do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade – CPNMCBio, e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2012. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Decreto nº 21000, de 5 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre nomeação de membros do Conselho do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade – CPNMCBio, para o biênio 2014 e 2015 e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2014. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Decreto nº 21.618, de 7 de janeiro de 2015. Cria o Parque Natural Municipal de Brigadeiro Tobias e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2015. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Decreto nº 22.023, de 28 de outubro de 2015. Cria a Estação Ecológica Municipal do Piraíjuba e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2015. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

SOROCABA. Lei nº 11.234, de 10 de dezembro de 2015. Cria a Estação Ecológica "Governador Mário Covas", revoga expressamente a Lei nº 6.416, de 22 de julho de 2001, que cria o Parque Municipal "Governador Mário Covas" e dá outras providências. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, 2015. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sp/sorocaba>>. Acesso em 07 mar 2016.

Capítulo 2

Impactos e medidas mitigadoras

Rafael Ocanha Lorca Neto¹; Maria Lúcia Pires Grahn¹; Cristians Edgar G. Leite¹; Peônia Brito de Moraes Pereira¹; Ana Carolina Marto Rodriguez²; Erik André de Oliveira³; Olivia Hessel Rocha³ & Welber Senteio Smith^{1,4}

1 Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Sorocaba

2Instituto de Desenvolvimento Ambiental Sustentável, IDEAS

3 Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de São Roque

4Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba,

SP, Brasil.; Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP);

Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

Resumo

O Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMbio), por sua localização e entorno, tem sofrido diversos impactos decorrente de atividades humanas. A tendência destes impactos é aumentar conforme o seu entorno se desenvolve, pois o PNMbio está inserido em uma região de expansão urbana e industrial de Sorocaba. Estudar os impactos que causam as pressões ambientais no PNMbio e verificar as medidas que possam eliminar ou reduzir esses fatores de pressão são ações estratégicas para garantir os seus objetivos de conservação. Os impactos mais comuns são os atropelamentos da fauna, queimadas, assoreamento do córrego da Campininha, efeito de borda, caça e espécies invasoras. Como medidas mitigadoras sugere-se campanhas educativas, controle e monitoramento constante dos focos de incêndio, manutenção permanente dos aceiros, restauração das APPs, acompanhamento rigoroso e maiores exigências nos licenciamentos e fiscalização ambiental.

Introdução

O desenvolvimento da humanidade, ao longo de sua história, tem se associado com a ocupação dos ecossistemas. Desta forma, o ambiente vem sendo utilizado para atender as necessidades do ser humano, como moradia, alimentação, renda, geração de energia, desenvolvimento econômico, dentre outras. Muitas vezes a falta de planejamento e conhecimento sobre as limitações para tais usos, resulta em sucessíveis problemas ambientais.

Atividades antropogênicas estão ocasionando perda da biodiversidade e causando grandes problemas ambientais em nosso planeta. Nos últimos 50 anos, a perda de biodiversidade foi maior e mais rápida do que em qualquer outra época na história da humanidade (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). O impacto ambiental é definido como a alteração da qualidade ambiental, devido à ação humana, que resulta na modificação de processos naturais ou sociais. Entende-se que a ação humana pode remover certos elementos do ambiente (biodiversidade local, compactação e remoção da matéria orgânica do solo, supressão de cavernas e cachoeiras) e inserir novos elementos (edificações, espécies exóticas e poluentes), que resultará na sobrecarga no meio ambiente (redução ou supressão

de habitats e aumento da demanda por recursos naturais).

O ambiente tem a capacidade de se recuperar após ações que causaram as alterações da qualidade ambiental. Mesmo assim, em determinados casos as alterações foram tão intensas que há necessidade da aplicação de técnicas de manejo, que visem à restauração ambiental ou recuperação ambiental. Segundo Sánchez, o termo restauração é utilizado quando pretende-se restaurar um ambiente para as condições existentes antes da degradação. Já a recuperação ambiental é utilizado quando pretende um novo uso produtivo, desde que sustentável.

O Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, por sua localização e entorno, tem sofrido diversos impactos decorrente de atividades humanas. A tendência destes impactos é aumentar conforme o seu entorno se desenvolve, pois o PNMCBio está inserido em uma região de expansão urbana e industrial de Sorocaba. Estudar os impactos que causam as pressões ambientais no local e verificar as medidas que possam eliminar ou reduzir esses fatores de pressão são ações estratégicas para garantir os seus objetivos de conservação.

Impacto Ambiental: fauna silvestre atropelada

Já em 1998, um estudo publicado por Forman e Alexander (p.212), comenta que, em algum momento, nas três décadas anteriores, as estradas com veículos provavelmente superaram a caça como principal causa humana direta de morte de animais vertebrados terrestres. No Brasil cerca de 475 milhões de animais silvestres são atropelados por ano (CBEE, 2014). A cidade de Sorocaba também sofre com este problema, principalmente em sua área rural e em regiões periféricas, onde se concentram fragmentos de vegetação nativa. Uma destas regiões é o entorno do PNMCBio, que é cortado por importantes vias de acesso a Sorocaba, que possuem considerável fluxo de veículos.

Dentre as 10 espécies da fauna silvestre mais atropeladas no Brasil, cinco ocorrem em Sorocaba: *Didelphis albiventris* (Gambá-de-orelha-branca), *Cerdocyon thous* (Cachorro-do-mato), *Myocastor coypus* (Ratão-do-banhado), *Hydrochaeris hydrochaeris* (Capivara) e *Tupinambis merianae* (Teiú).

Ciente da quantidade de animais existentes no Parque da Biodiversidade e do risco que eles correm ao atravessarem as estradas do entorno, a Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, lançou em fevereiro de 2015, o Projeto “Blitz da Biodiversidade”, realizado com a participação dos técnicos do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros” (PZMQB) e do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade.

Medidas mitigadoras

Por meio de uma ampla campanha educativa com os motoristas de Sorocaba e região, a “Blitz da Biodiversidade” (Figura 1) busca divulgar a importância da conservação da fauna e a necessidade de mitigar os impactos negativos causados aos animais de vida silvestre, devido ao atropelamento de espécies em estradas e rodovias que cortam o município de Sorocaba, além de divulgar o chamado “Sistema Urubu”. O Sistema Urubu é um aplicativo gratuito para aparelhos celulares do tipo *smartphone*, criado por pesquisadores brasileiros do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas – CBEE. Ele possibilita que qualquer cidadão auxilie no monitoramento de casos de fauna silvestre atropelada, contribuindo com os estudos sobre esta problemática (PORTAL CBEE, 2013). As Figuras 2 e 3 mostram animais atropelados no entorno da unidade de conservação.



Figura 1. Abordagem aos motoristas em frente ao PNMCBio (Fev/2015)

Foto: Zaqueu Proença/Secom



Figura 2. Coruja-orelhuda (*Asio clamator*) atropelada em trecho da Avenida Itavuvu, próximo ao PNMCBio.

Foto: Ana Carolina Marto.



Figura 3. Gato mourisco (*Puma yagouaroundi*) atropelado em trecho da Av. Itavuvu, próximo ao PNMCBio.

Foto: Welber Senteio Smith.

A Blitz já teve cinco edições realizadas, sendo que a primeira (realizada em fevereiro de 2015) também contou com uma exposição contendo animais taxidermizados (representando as cinco espécies que ocorrem em Sorocaba e que são as mais atropeladas), visando abordar eventuais pedestres que passassem pelos locais. Nas demais edições (realizadas em junho, agosto, outubro e novembro de 2015), os motoristas abordados também eram perguntados se já tinham visto algum animal silvestre atropelado e, em caso positivo, se sabiam identificar qual era esse animal, com o objetivo de fazer um levantamento de quantas pessoas já tinham visto um animal silvestre atropelado e quais são as espécies mais vistas. Os dados coletados nas cinco edições da Blitz encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Dados coletados nas cinco edições da Blitz da Biodiversidade.

| Dados coletados | Data de realização da Blitz* | | | | | TOTAL |
|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|
| | Fevereiro de 2015 (1ª edição) | Junho de 2015 (2ª edição) | Agosto de 2015 (3ª edição) | Outubro de 2015 (4ª edição) | Novembro de 2015 (5ª edição) | |
| Nº de carros abordados | 482 | 347 | 216 | 305 | 197 | 1547 |
| Nº de pessoas sensibilizadas (motoristas e passageiros) | 697 | 501 | 334 | 417 | 284 | 2233 |
| Nº de adesivos com o símbolo da Blitz colados em carros | Dado não computado na 1ª edição | 284 | 184 | 235 | 141 | 844 |
| Nº de pessoas que disse já ter visto um animal silvestre atropelado em estradas | Dado não computado na 1ª edição | 165 | 146 | 142 | 81 | 534 |

* O intuito é que o Projeto continue a longo prazo, com realização de outras edições da Blitz da Biodiversidade nas principais vias do município de Sorocaba.

De modo geral, nas cinco edições da Blitz realizadas, os animais da fauna silvestre mais citados pelas pessoas como tendo sido vistos atropelados são aqueles de pequeno porte como cobras, lagartos e pequenos mamíferos (gambá, tatu e ouriço). Além da Blitz da Biodiversidade, que foi uma medida mitigadora realizada com o intuito de reduzir o impacto da fauna atropelada, Oliveira e Rocha (2015) realizaram uma pesquisa que consistiu na elaboração de sugestões de propostas para a diminuição da mortalidade por atropelamento na região de entorno do PNMCBio. As propostas mitigadoras sugeridas se dividem em dois tipos (aplicáveis na Avenida Itavuvu e a serem desenvolvidas no PNMCBio), conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Propostas de medidas para redução de atropelamentos de fauna silvestre na região do PNMCBio.

| Medidas mitigadoras* | Locais | Justificativas |
|--|---|--|
| Implantação de placas e <i>outdoors</i> . | PNMCBio e Avenida Itavuvu. | Despertar o conhecimento do assunto de forma rápida e impactante. |
| Implantação de radares de velocidade (50 km/h). | | |
| Implantação de linhas de estímulo de redução da velocidade (50 km/h). | Trechos específicos da Avenida Itavuvu. | Via retilínea acentuada com ocorrência de tráfego intenso de veículos com velocidade acima do limite permitido. |
| Implantação de ondulações transversais (lombada - 30 km/h). | | |
| Estabelecimento de parcerias entre o PNMCBio e as empresas do entorno. | PNMCBio e empresas do entorno. | Possibilidade de patrocínio para o projeto e realização de ações de educação ambiental com os funcionários das empresas. |
| Estabelecimento de parcerias entre o PNMCBio e as escolas de Sorocaba. | PNMCBio e escolas de Sorocaba e região. | Trabalhar com os alunos o tema “atropelamento e conservação de fauna silvestre”. |

* Para a elaboração das propostas as metodologias utilizadas foram: levantamento prévio dos veículos nos horários de maior fluxo, aplicação de questionário aos motoristas que trafegam na Av. Itavuvu, análise da Resolução CONTRAN Nº 39/98 para implantação de ondulações transversais, entre outras.

Impacto Ambiental: Queimadas

Dentre os impactos causados pela ocupação humana, seja ela urbana ou rural, estão os incêndios florestais, que podem alcançar grandes áreas, alterando o habitat e provocando assim a perda da biodiversidade. Sendo que a destruição e fragmentação de habitat são duas das quatro maiores causas da extinção de espécies em todo o mundo (HENRIQUES, 2005).

De acordo com a lei municipal Nº 10.151, DE 27 DE JUNHO DE 2012, considera-se queimada a ação do fogo, para qualquer finalidade e ainda que involuntariamente, sobre qualquer material combustível depositado ou existente nos imóveis.

O Parque da Biodiversidade é o parque de Sorocaba que mais enfrenta o risco de queimadas, devido às suas características e do seu entorno. Desde sua criação, todos os anos ocorrem queimadas que atingem grande parte da vegetação do seu entorno, o que torna a queimada a maior ameaça ao parque e à sua biodiversidade (Figura 4).

A ocorrência de fogo em áreas naturais depende de fatores climáticos propícios, como níveis baixos de umidade do ar (inferior a 60%) e alta temperatura atmosférica (superior a 28°C), além de uma fon-

te de ignição, seja ela de origem antrópica ou natural – como descargas elétricas (PEREIRA JR, 2002). Dessa forma, fatores como a atuação dos sistemas climáticos, o regime (frequência e intensidade, sazonalidade – época de queima – e periodicidade), assim como a quantidade e a qualidade do material combustível existente na área são determinantes para o início e propagações de um incêndio florestal.

O entorno do PNMCBio e do Parque Tecnológico de Sorocaba é formado basicamente por plantações de eucalipto. Esta cultura no entorno do PNMCBio não tem sido renovada, ocorrendo somente o corte e a rebrota do eucalipto, o que torna este plantio mais ralo em relação à cobertura com o passar dos anos. Devido ao espaçamento e a entrada de luz, ocorre o crescimento de gramínea entre os eucaliptos, que no período mais seco do ano se tornam muito inflamáveis.

O que provoca o início das queimadas no entorno do parque ainda não é conhecido. O incêndio criminoso é um dos mais sugeridos, mas alguns fatos sugerem outras causas:

- Algumas ruas de terra no entorno são utilizadas para rituais religiosos que utilizam oferendas com velas;
- estas ruas também são utilizadas para descarte de entulho e lixo, que podem conter materiais que favorecem o início do fogo, como pedaços de vidro que podem agir como lentes;
- o início dos incêndios se dá principalmente no final da tarde, período em que os raios solares carregam mais calor (infravermelho);
- O ato de jogar restos de cigarro acesos já foi observado diversas vezes na avenida principal que dá acesso ao parque.



Figura 4. Queimada em área de eucaliptos no entorno do PNMCBio. Estima-se que a área da queimada foi maior que 1.000.000 m². (Outubro/20014).

Foto: Polícia Militar Ambiental.

Segundo o IBAMA, dentre os incêndios ocorridos em Unidades de Conservação Federais de 1979 a 2005, 93% tiveram causa antrópicas e apenas 7% foram causadas por descargas elétricas (causas naturais). Sendo que os incêndios ocasionados por ação antrópica têm em sua maioria causa criminosa (CORRÊA, 2007).

No início da criação do Parque, foi observado que o mesmo já havia sofrido diversas queimadas e medidas começaram a ser tomadas desde esta época, como a renovação de aceiros, que inicialmente eram os caminhos utilizados para o corte do eucalipto, que eram dominantes no Parque. Atualmente estes caminhos são as trilhas e o cuidado é maior para manter os aceiros do entorno, que desde o início dos trabalhos só falharam uma vez, apesar do entorno sofrer grandes queimadas todos os anos.

Como os eucaliptos do entorno estão distantes um dos outros, o fogo só se propaga pelas gramíneas e cobertura morta do solo, ou seja, é um incêndio florestal rasteiro, que é facilmente controlado por aceiros. Os incêndios em florestas podem ser divididos em duas categorias principais: os rasteiros e os de copa. No primeiro, o fogo consome a camada de combustível fino (folhas e ramos secos) depositado sobre o chão da floresta. No segundo, as chamas movimentam-se nas copas das árvores, potencialmente consumindo a maior parte da biomassa acima do solo da floresta (NEPSTAD, 1999).

O monitoramento dos focos de incêndio no entorno do parque não é feito de forma sistemática, mas dá para ter uma boa ideia pelos chamados para combate ao fogo realizado nestes últimos anos. A maioria ocorreu entre os meses de junho e setembro, que é o período mais seco na região de Sorocaba.

Apesar do fogo não atingir o interior do parque, ele afeta o parque de diversas formas, pois a fauna, a água, a fumaça e a fuligem não conhecem os limites do parque. Também ocorre a destruição dos corredores ecológicos e a liberação de carbono na atmosfera.

Medidas Mitigadoras

Quando da elaboração do Plano de Manejo, foram feitas as seguintes recomendações em relação ao controle de queimadas:

- Recomenda-se para o controle de incêndios o treinamento de funcionários para constituição de uma Brigada de Incêndio a ser treinada pelo Corpo de Bombeiro da Polícia Militar. Se conveniente, o PNMCBio poderá integrar com o Parque Tecnológico uma única Brigada de Incêndio;
- visando à redução de custos, há a possibilidade de instalação de uma guarita elevada no prédio do Parque Tecnológico, o qual se encontra em topografia elevada em relação ao PNMCBio. Como a área dos dois parques é relativamente pequena, não haverá a necessidade de três torres para triangulação;
- a Prefeitura deverá adquirir abafadores, extintores de incêndio e demais equipamentos, além de caminhonete 4 WD com reboque equipado com pipa e bomba de água para o primeiro combate. Deverá ser estudado um local próximo ao PNMCBio para enchimento rápido da pipa;
- os aceiros planejados deverão ser implantados e mantidos limpos, principalmente nos períodos secos do ano. O total de aceiros planejados, ocupando antigas estradas e carreadores, é de 6.520 metros, sendo 4.850 metros propostos pela equipe da Flona de Ipanema do IBAMA, 1.670 metros de aceiros complementares propostos pela equipe do Plano de Manejo e 1.590 metros de picadas para vigilantes florestais propostos pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Sorocaba. Assim, somando-se aceiros e picadas de vigilância, totalizam 8.110 metros de corredores para controle de incêndios;
- o Programa de Educação Ambiental deverá enfocar constantemente o cuidado dos visitantes para o risco de incêndio, não sendo permitido fumar nas trilhas ou em outras áreas do PNMCBio;
- a Educação Ambiental parece ser um instrumento que poderá dar suporte ao poder público para a sensibilização da população urbana e rural quanto à redução dos alarmantes números de quei-

madas realizadas.

Para prevenção e combate aos incêndios foram realizadas as seguintes ações: formação de uma brigada de incêndio, aquisição de equipamentos, manutenção de aceiros e atividades de educação ambiental, mas algumas ainda não foram implantadas, como a construção das torres e picadas de vigilância.

Em relação ao combate a queimadas no município, está em vigor desde 27/06/2012, a Lei Municipal nº 10.151, que dispõe sobre a proibição de queimadas em Sorocaba, que revogou a Lei nº 5.847, de 9 de março de 1999. Esta lei proíbe completamente a realização de queimadas no Município e regula a aplicação de multas, sendo uma grande ferramenta no combate às queimadas no município e, consequentemente, no PNMCBio.

Com o objetivo de prevenir impactos ambientais, reduzir gases de efeito estufa e reduzir problemas de distúrbios de saúde decorrentes de queimadas, foi criada em 2006 pela Prefeitura de Sorocaba a Patrulha Verde, que atuou até 2014 no apoio ao Corpo de Bombeiros nas ocorrências de fogo em mato e lixo e na sensibilização da população no sentido de diminuir o número de queimadas. O trabalho era feito por meio da integração entre: Prefeitura, Saae (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), Polícia Ambiental e a sociedade civil.

Neste período foram feitos, em média, 1.365 ações de combate por ano, sendo a maioria na Zona Norte (região em que se encontra o PNMCBio), com uma grande porcentagem de autuações, além de diversas ações, treinamentos e campanhas educativas na mídia. Atualmente a Patrulha Verde não atua mais, mas a Prefeitura de Sorocaba continua apoiando o Corpo de Bombeiros no combate a queimadas, por meio da cessão de um caminhão autobomba, preparado para fogo em mata, com tração 4x4. As autuações de queimadas passaram a ser feitas pela recém-criada Patrulha Municipal Ambiental.

Impacto Ambiental: Assoreamento dos Corpos d'água

O PNMCBio está inserido na Zona de Conservação Ambiental (ZCA) do Município de Sorocaba. Conforme a Lei Municipal nº 11.022/2014 as ZCA são destinadas à implantação exclusiva de usos que garantam a ampla manutenção de superfícies permeáveis recobertas por vegetação com baixos índices de ocupação, preservando em caráter permanente o atributo natural a ser protegido. Mas é importante salientar que a ZCA limita-se praticamente a área do PNMCBio e, portanto, o seu entorno encontra-se com outros usos como, Zona Industrial e Residencial.

Segundo Santos (2004) o planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Ou seja, deve-se ter uma visão holística para estabelecer a relação entre os processos ecológicos e da sociedade, de forma que se mantenha a máxima integridade possível entre todos os elementos que os compõem. Ainda segundo a autora, a análise ambiental dos elementos que formam os sistemas naturais é uma importante ferramenta para subsidiar o planejamento ambiental. Uma vez que através da análise ambiental será possível identificar as potencialidades e fraquezas destes elementos, direcionando quais atividades humanas podem se estabelecer em determinado local.

A adoção de bacias hidrográficas como unidade de planejamento é comumente usada por ser um sistema natural de fácil reconhecimento e caracterização. Para Lorandi & Moraes (2003), a adoção de bacias hidrográficas como unidade de planejamento corresponde à necessidade de um gerenciamento sistêmico e globalizado. O que pode proporcionar alternativas viáveis para o desenvolvimento, adequando-se aos fatores ambientais existentes na área estudada. Nesse sentido, adotou-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental, pois a mesma enquadra-se como sistema, visto

que há uma relação entre todos os componentes que as formam.

Para identificar os usos e ocupação do solo na bacia foram utilizadas as aerofotos do ano de 2004 e também as imagens de satélite disponibilizadas pela empresa Google, por meio do software Google Earth, referentes ao ano de 2015. O objetivo desta análise é identificar as alterações das atividades na bacia que o PNMCBio está inserido e as potenciais pressões ambientais que existem em seu entorno imediato. Para a delimitação da bacia, da hidrografia, limites do parque e o uso e ocupação do solo foi utilizado o software ArcGIS 10.2. Os mapas foram elaborados em uma escala 1:10.000. O sistema de projeção adotado foi o UTM e o Datum SIRGAS 2000.

O PNMCBio está localizado na bacia do Campininha, que é um afluente do rio Sorocaba. Sua área corresponde a 893 ha e está completamente inserida na Zona Industrial do município. Foram identificadas 23 (vinte e três) nascentes, sendo que 6 (seis) estão protegidas no Parque. O córrego principal possui uma extensão de 4,6 km, que inicia na propriedade da Toyota, passando pelo PNMCBio e desaguando no rio Sorocaba. O Parque encontra-se na região da baixa bacia e representada 7,8% do total de sua área, com 69 ha. Ao comparar as imagens entre os anos de 2004 e 2015 constatou-se alteração significativa nas atividades e usos do solo no entorno do Parque, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Comparação do uso e ocupação do solo entre os anos de 2004 e 2015.

| Uso do solo | Área (ha) | | Variação (%) 2004 - 2015 |
|---------------------|-----------|-------|-----------------------------|
| | 2004 | 1015 | |
| Área Industrial | 0 | 111,3 | 100 |
| Área Urbanizada | 0 | 8,9 | 100 |
| Corpo d'água | 3,5 | 2,6 | -26,3 |
| Cultivo agrícola | 147,8 | 73,0 | -50,6 |
| Fragmento florestal | 79,8 | 74,2 | -7,0 |
| Pastagem | 139,0 | 238,4 | 71,5 |
| Vegetação pioneira | 34,8 | 62,8 | 80,4 |
| Silvicultura | 464,0 | 310,4 | -33,1 |
| Sede da propriedade | 6,2 | 2,3 | -62,8 |
| Solo exposto | 13,4 | 5,0 | -63,2 |
| Várzea | 5,5 | 5,1 | -7,4 |

Verificou-se que entre os dois períodos surgiram empreendimentos industriais (Área Industrial) e empreendimentos de pesquisas e inovação, como o Parque Tecnológico (Área Urbanizada), que também é possível abrigar empreendimentos industriais. Houve redução nas áreas de solo exposto, sedes de propriedades, cultivo agrícola, silvicultura, corpos d'água e fragmentos florestais de vegetação nativa. Houve aumento nas áreas de vegetação pioneira e pastagem.

Conforme verificado é possível relacionar a redução das áreas de solo exposto, sedes de propriedades, fragmentos florestais, várzeas e corpos d'água devido à implantação dos empreendimentos industriais na microbacia. Em campo verifica-se que a redução das áreas de silvicultura é devido ao corte e queimadas dos eucaliptos e posterior abandono dos locais.

Após o corte dos eucaliptos, queimadas, a entrada de luz e falta de manutenção, verificou-se que a braquiária (*Brachiaria* sp.) cresce rapidamente, formando pastagens abandonadas com rebrotas de eucaliptos. As áreas definidas como vegetação pioneira são locais de antigas pastagens e silviculturas, que estão em processo de restauração ambiental, por meio de plantio de mudas nativas ou regeneração natural.

Ao analisar os mapas do atual uso e ocupação do solo e antes da implantação do PNMCBio, verifica-se que os principais vetores de pressão ambiental são o surgimento de novos empreendimentos industriais e/ou comerciais, redução de vegetação natural e exótica (silvicultura/fragmentos florestais, várzeas) e aumento das áreas de pastagem. Para implantação de novos empreendimentos é necessário a impermeabilização do solo, que aumenta o fluxo superficial de águas de chuva, diminui a recarga de águas subterrâneas e pode intensificar os processos erosivos das margens dos córregos a jusante do empreendimento (Tundisi, 2011). Além disso, altera a estrutura da paisagem dificultando a conectividade entre fragmentos florestais e, consequentemente, no fluxo da fauna e flora (Santos, 2004).

Com a redução de fragmentos florestais e áreas de várzea também reduz a biodiversidade local. A redução das áreas de silvicultura e o aumento das pastagens dificultam a passagem de animais de médio e pequeno porte entre áreas naturais. Muitos animais não atravessam áreas abertas por se sentirem ameaçados (Primak & Rodrigues, 2001). É importante salientar que o aumento das pastagens também traz prejuízos com a erosão, compactação do solo e assoreamento dos corpos d'água, uma vez que não existe a vegetação arbórea e serrapilheira para proteger o solo do impacto direto das chuvas, quando intensas. Também aumenta o risco de incêndios florestais, já que em épocas de seca as gramíneas podem queimar com facilidade devido à baixa umidade do ar ou por ações humanas, como jogar bituca de cigarro ou queimada. Segue abaixo a Figura 5, que mostra os mapas de uso e ocupação do solo, comparando o período entre os anos de 2004 e 2015.

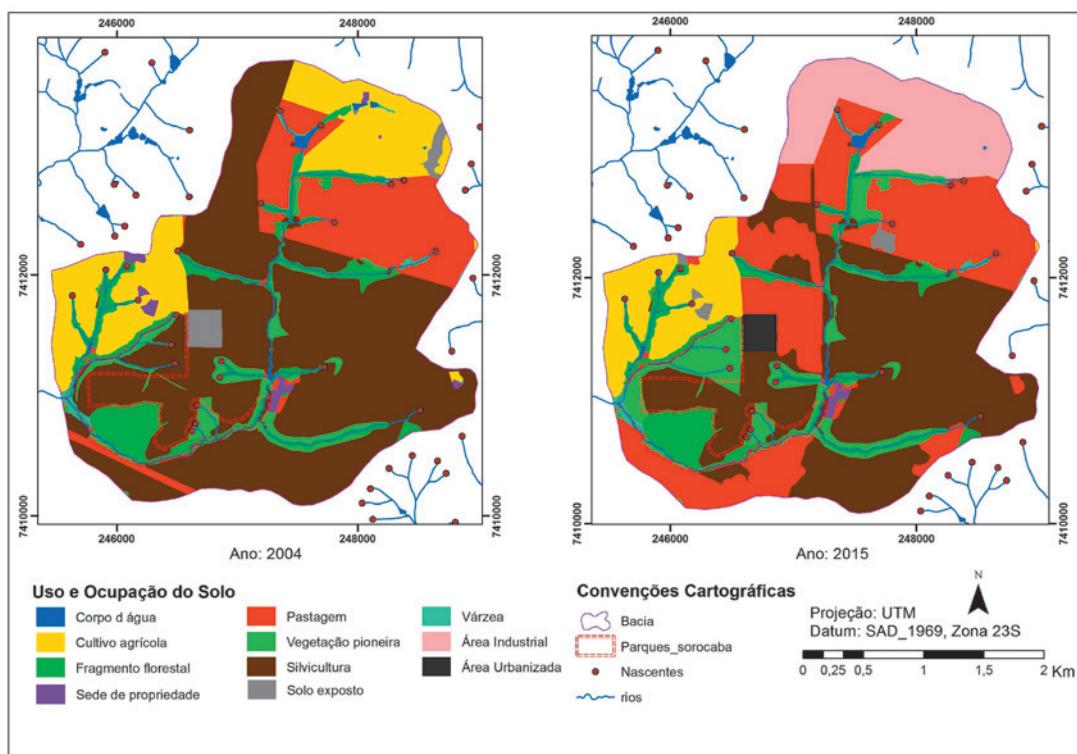


Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo na microbacia que o PNMCBio está inserido. Comparação entre os anos de 2004 e 2015.

Medidas Mitigadoras

Os atuais empreendimentos instalados próximos ao PNMCBio foram e serão licenciados pela Cetesb.. No licenciamento ambiental são exigidas umas séries de ações mitigadoras devido ao potencial impacto poluidor que esses empreendimentos causam devido à sua implantação e funcionamento. Em relação à impermeabilização do solo e aumento da área de fragmentos florestais é exigida a averbação de 20% da área total do imóvel para fins de restauração ou conservação da vegetação nativa. Também para mitigar os impactos do aumento do fluxo superficial das águas pluviais foram implantadas obras estruturais que visam o retardamento da velocidade da água, como escadas hidráulicas e caixas de armazenamento.

Para a proteção dos corpos d’água, aumento da conectividade florestal e biodiversidade, foram realizados vários plantios nas Áreas de Preservação Permanente que incidem nos imóveis dos empreendimentos industriais e também nas áreas degradadas localizadas no PNMCBio. Nota-se que as áreas de eucalipto dentro do Parque estão em processo de restauração ambiental, por meio de plantio de mudas nativas e manejo do eucalipto.

Há um monitoramento constante dos corpos d’água, localizados a jusante dos empreendimentos industriais para verificar as condições limnológicas e possíveis alterações devido às atividades a montante. Desta forma, é possível identificar as causas de degradação ambiental ou ações que resultam na melhoria na qualidade da água.

Espécies exóticas invasoras

Invasões biológicas estão entre as principais causas de perda de biodiversidade. Mesmo as áreas protegidas têm sofrido sérias consequências das invasões biológicas, como a alteração da composição de espécies e dos processos ecossistêmicos, e em casos extremos, a extinção local de espécies.

As invasões biológicas têm sido indicadas como uma das principais causas de perda de biodiversidade no mundo (UNEP 2005). A ameaça das espécies invasoras não se restringe a áreas naturais desprotegidas legalmente, mas a unidades de conservação (UC) no mundo inteiro, que têm sofrido seriamente as consequências das invasões biológicas (GISP 2007). No PNMCBio não é diferente. Inúmeras espécies vegetais e animais exóticas invasoras ocorrem no local, entre elas podemos citar a tilápia (*Oreochromis niloticus*), aves como o pardal (*Passer domesticus*) e o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*) e a lebre europeia (*Lepus europaeus*). Algumas espécies como o caramujo-africano (*Achatina fulica*) e o javali (*Sus scrofa*) já são encontradas no entorno da unidade e podem estar avançando, ao passo que o javali já existem relatos de sua ocorrência na unidade de conservação.

Em relação às espécies vegetais podemos citar o lírio-amarelo (*Lilium pumilum* Redouté, Liliaceae), os dietes (*Dietes bicolor* Sweet ex Klatt, Iridaceae), as azaleias (*Rhododendron simsii* Planch., Ericaceae), os crôtons (*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. Ex A. Juss.), as estrelitzias (*Strelitzia* sp., Strelitziaeae, *Citrus aurantium*), a primavera (*Bougainvillea spectabilis* Willd., Nyctaginaceae), além de orquídeas, como a “orquídea chuva-de-ouro” (*Oncidium* sp., Orchidaceae), cambará (*Lantana camara* L., Verbenaceae), a falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* (L.) DC. ex Wight, Asteraceae), o assa-peixe (*Vernonia* sp., Asteraceae) e o eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Para mais detalhes verificar os capítulos referentes à flora e fauna deste livro.

Deve ser salientado ainda que o cão doméstico (*Canis familiaris*) é considerado espécie invasora, apesar de que evidências indicam que a espécie nem sempre se comporta como tal. Por outro lado, há evidências claras de que esta espécie pode estabelecer populações selvagens independentes das

atividades antrópicas e dos cuidados humanos (LACERDA 2002). Por isto, considerar esta espécie como tal é importante, inclusive para o estabelecimento de ações de controle precoce da proliferação de cães no interior e entorno do PNMCBio, especialmente considerando o impacto que estes animais podem ter devido à competição e transmissão de doenças para espécies nativas (LACERDA 2002).

Medidas Mitigadoras

Divulgação e Sensibilização – Informações sobre os impactos das espécies exóticas invasoras e a elaboração de uma lista das espécies. Estas informações devem ser amplamente divulgadas para chamar a atenção de tomadores de decisão e da população em geral, de forma que recursos sejam destinados para o controle de espécies exóticas invasoras na Unidade de Conservação. Diversas técnicas de manejo e controle de espécies exóticas invasoras podem ser polêmicas ou mal interpretadas pelo público leigo, que pode interpretar o corte de árvores e o sacrifício de animais como contraditórios com os objetivos de conservação da biodiversidade. Cabe, desenvolver e implementar programas de comunicação continuados para apoiar ações de controle dessas espécies.

Monitoramento – Deve se iniciar programas de monitoramento dos processos de invasão desenvolvidos pelas universidades em parceria com o poder público. Ao se monitorar as espécies invasoras, será possível conhecer suas taxas de expansão e utilizar estes dados para priorizar espécies para o controle.

Pesquisa – Estudos devem ser fomentados para avaliar a distribuição e o impacto de espécies invasoras na Unidade de Conservação.

Manejo adaptativo - Mesmo diante de escassas informações científicas que subsidiam o controle das espécies exóticas invasoras, segundo alguns pesquisadores a melhor forma de tratar a questão é por meio do manejo adaptativo. Um método bastante claro e prático, que pode ser adotado para o planejamento das ações de controle, é descrito por Leão *et al.* (2011). Uma vez iniciado o controle das invasoras a partir dos conhecimentos existentes e a partir do monitoramento das ações de controle, é possível aprimorar as ações de manejo, gerando novos conhecimentos e aumentando a efetividade de ações de manejo. Ações emergenciais devem ser tomadas para evitar desastres biológicos eminentes, como a extinção local, regional ou global de espécies nativas. Medidas simples como a roçagem da beira de estradas invadidas por capins exóticos na época da floração pode reduzir a dispersão destas espécies para a Unidade de Conservação.

Impacto ambiental: caça

A caça é uma atividade ilegal frequentemente praticada em unidades de conservação na América Latina (TERBORGH & VAN SCHAIK, 2002). Tradicionalmente a caça é direcionada a espécies cinegéticas e efetuada para subsistência. No entanto, muitas vezes a carne de animais silvestres alimenta um comércio clandestino que pode envolver um setor mais privilegiado da sociedade (FONTANA et al., 2003). A caça ilegal incide sobre mamíferos (CHIARELLO, 2000), se estendendo a alguns grupos de aves (DOTTO et al., 2007) e até mesmo répteis (DI-BERNARDO et al., 2003). Comunidades de mamíferos e aves frugívoras sofrem com a pressão da caça ilegal que, continua sendo praticada de maneira esportiva ou recreativa e até mesmo profissional na maioria das áreas de Mata Atlântica (CHIARELLO,

2000b), como é o caso do PNMCBio. PERES (2000) afirmou que a caça e a fragmentação florestal afetam negativamente a comunidade de vertebrados em fragmentos amazônicos, pois reduzem seu tamanho populacional, biomassa e diversidade, além de facilitar o acesso de caçadores à mata (CHIARELLO 1999; CHIARELLO 2000b; CULLEN *et al.*, 2000).

Espécies cinegéticas ainda existem nas unidades de conservação, mas a maioria das populações é constituída de poucos indivíduos. Estas pequenas populações são mais sensíveis à extinção local e podem não ser viáveis a longo prazo. Os dados sobre parâmetros populacionais de espécies de alto valor cinegéticos são preocupantes e indicam que a existência da prática da caça na região está influenciando na presença destas espécies. A caça, apesar de proibida pela lei federal, continua sendo praticada e as unidades de conservação podem não estar atuando efetivamente na proteção da fauna.

Medidas Mitigadoras

Um trabalho de educação ambiental somado a uma melhoria do sistema de fiscalização nas Unidades de Conservação seriam fatores importantes para conservação de espécies cinegéticas na região. A realização de trabalhos de educação ambiental, a melhoria no sistema de fiscalização e a avaliação das condições populacionais da fauna local são ações importantes para repressão das atividades predatórias, sendo fundamental para assegurarmos a proteção efetiva dentro de Unidades de Conservação.

Conclusões

- Verificou-se que o PNMCBio sofre uma série de pressões ambientais no entorno, como atropelamento de animais silvestres, queimadas, construção de empreendimentos industriais e a perda de vegetação arbórea nativa e exótica;
- diversas medidas foram tomadas para mitigar os impactos ambientais observados como: campanhas educativas para reduzir os atropelamentos, implantação de câmeras de vigilância, melhorias nos aceiros, implantação da brigada de incêndios e lei municipal de proibição de queimadas, licenciamento de empreendimentos industriais no entorno, plantio de mudas nativas para restauração de áreas degradadas e obras estruturais para controle de vazão da água pluvial de empreendimentos industriais;
- há necessidade de estudos e monitoramento das causas de incêndios no entorno do PNMCBio;
- há necessidade de estudos sobre a caça e pesca ilegais dentro do PNMCBio;
- recomenda-se que o Conselho Gestor do PNMCBio avalie a necessidade de tratamento das águas pluviais oriundas de futuros empreendimentos que venham a se instalar no entorno do Parque e na sua Zona de Amortecimento.

Referências Bibliográficas

CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito). Resolução Nº 39, De 21 De Maio De 1998. Disponível em: . Acesso em: 15 fev. 2015.

CORRÊA, S. C., A Influência dos Sistemas Climáticos sobre os Incêndios Florestais – Estudo de Caso: Evento de incêndio Ocorrido em setembro de 2005 no Jardim Botânico de Brasília. Dissertação de Mestrado, UNB, 2007.

DIAS, M.; BOSS, S. M.; **Levantamento e conservação da mastofauna em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Paraná, Brasil.** Colombo, n. 52, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpf.em-brapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/214/165>>. Acesso em: 20 de setembro de 2015.

HENRIQUES, R, Bases ecológicas para a conservação do Cerrado. Curso de Extensão, UNB, 2005.

LORANDI, R., MORAES, M.E.B.; Aplicação da abordagem analítica na elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental para bacia do Rio Bonito (SP). In: _____ FERREIRA, B. N.; MORAES, M. E. B.; Proposição metodológica de zoneamento ambiental para bacias hidrográficas: o caso da bacia hidrográfica do rio Almada, Bahia, Brasil. *Revista Geonorte*, V.3, n.4, p. 1229-1241, 2012. Edição Especial

MENEGUETTI, D. U. O; MENEGUETTI, N. F. S. P.; TREVISAN, O. **Georreferenciamento e reavaliação da mortalidade por Atropelamento de animais silvestres na linha 200 entre os Municípios de ouro preto do oeste e vale do paraíso – RO.** Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, n.1, 2010. Disponível em: <<http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/12/8>> Acesso em: 21 de setembro de 2015.

Millennium Ecosystem Assessment. Overview of the millennium ecosystem assessment., 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/About.html#1>>. Acesso em: 07 set. 2014.

NEPSTAD, D. C., A. MOREIRA & A. A. ALENCAR. 1999. A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília, Brasil. 202 p.; il.

OLIVEIRA & HESSEL (2015).

PÁDUA, S. M.; TABANEZ M. F e SOUZA M. G. 2003. **A abordagem participativa na educação da conservação d.a natureza.** In **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre** (L. Cullen Junior, R. Rudran & C. Valladares-Pádua, org.). Editora da UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, 2003.

PEREIRA JR, A. C. Métodos de geoprocessamento na avaliação da suscetibilidade do Cerrado ao fogo. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, 2002.

PYNE, S.J. Keeper of the flame: A Survey of Anthropogenic Fire. In: Fire in the Environment: Its Ecological, Climate and Atmospheric Chemical Importance. Crutzen, P.J. & Goldammer, J. G. (ed.). John Wiley & Sons Ltd. P. 245-265. 1993.

PORTAL CBEE – CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS 2013. Disponível em: http://cbee.ufba.br/portal/sistema_urubu/ acessado em setembro de 2015.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. Biologia da conservação. Londrina: E. Rodrigues, 2001

QUESADA, C. A. MIRANDA, A. C. HODNETT, M. G. SANTOS, A. J. B. MIRANDA, H. S. AND BREYER, L. M. Seasonal and depth variation of soil moisture in a burned open savanna (campo sujo) in central Brazil. Ecological applications, 14(4) Supplement, 2004, pp. S33-S41 by the Ecological Society of America. 2004. SANTOS, R. F. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina dos textos, 2004. 184 p.

SILVA, R. O.; HOENISCH, A.; FLORENCE, V. A.; OLIVEIRA, E.; GOLDSCHMIDT, A. I.; MACHADO, D. T. M. M. **Atropelando o meio ambiente: uma educação ambiental para o trânsito.** 2007. Disponível em: <www.sieduca.com.br/2007/admin/upload/27.doc> acesso em: 21 de setembro de 2015.

SOROCABA. Secretaria do Meio Ambiente. 2012. Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba (versão preliminar). Biométrica. Sorocaba. 387p.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no Século XXI. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VICENTINI, R. F. História do Fogo no Cerrado, Tese de Doutorado, Ecologia, UnB, 1999.

Capítulo 3

Flora e Fauna terrestre da zona de Amortecimento

Felipe Trevisan Ortiz¹, Michelle Businari de Souza¹, Mariana Fernanda Pérez de Almeida¹, Raphaela Martins de Carvalho¹, Gislene Batista de Albuquerque¹, Ricardo Benitez Martins Junior¹, Álvaro Fernando de Almeida¹

¹BIOMÉTRICA - Avaliações Biológicas e Manejo Ambiental

Resumo

Os dados apresentados neste capítulo são resultados de um monitoramento de flora e fauna terrestre desenvolvido num trecho do Córrego da Campininha e sua mata ciliar localizados na Subzona de Amortecimento 3 do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade. Foram registradas 53 espécies arbustivo-arbóreas, 14 espécies de anfíbios, oito de répteis, 185 de aves e 38 de mamíferos. Como era esperado para um ambiente simplificado como o estudado, grande parte das espécies registradas é tolerante à degradação ambiental. Ainda assim, foram registradas espécies consideradas “ameaçadas de extinção” (duas) ou “quase ameaçadas” (11) no Estado de São Paulo e 12 espécies endêmicas da Mata Atlântica. Por estes motivos, concluiu-se que o fragmento estudado é importante para a manutenção da diversidade biológica em nível local e regional. Recomenda-se que os ambientes naturais remanescentes da Zona de Amortecimento sejam conservados e ampliados a fim de se atingir este objetivo.

Introdução

Previsto inicialmente como “áreas circundantes” (BRASIL, 1990), o conceito de Zona de Amortecimento já existe há mais de duas décadas e tem como objetivo disciplinar atividades antrópicas desenvolvidas no entorno de Unidades de Conservação (UC), de modo a minimizar impactos negativos que possam ser causados aos recursos naturais da área protegida (BRASIL, 2000; SOROCABA, 2012).

Cabe ao órgão responsável pela administração da UC o estabelecimento de normas para ocupação e uso dos recursos da Zona de Amortecimento, restringindo atividades consideradas prejudiciais aos meios biótico e abiótico da área protegida. Os limites desta Zona, bem como a regulamentação de seu uso podem ser definidos no ato da criação da UC ou posteriormente, durante a elaboração do Plano de Manejo (BRASIL, 2000). Foi este o caso do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBio), criado pelo Decreto Municipal nº 16.408, de 23 de dezembro de 2008, que teve sua Zona de Amortecimento definida no Plano de Manejo em 2012 (SOROCABA, 2014). Como a Zona de Amortecimento não faz parte da área da UC, sendo composta – na maioria das vezes – por propriedades particulares, é importante que haja legislação específica respaldando as restrições de uso preconizadas pelo Plano de Manejo.

O PNMCBio localiza-se na Zona Norte do município de Sorocaba, região que passa por um recente processo de industrialização, com a instalação de diversas companhias ligadas ao setor automotivo. Também nesta região, vizinho ao PNMCBio, foi implantado pela Prefeitura o Parque Tecnológico de Sorocaba (SOROCABA, 2012).

A Zona de Amortecimento do PNMCBio abrange uma área total de 4.603,67 ha e é dividida em três Subzonas de Amortecimento (SZA) (Figura 1, no final do capítulo). A SZA 1 é a maior das subzonas, com 2.788,38 ha. Está situada a oeste e ao sul do PNMCBio e apresenta características rurais. É ocupada em grande parte por plantios homogêneos de eucalipto, englobando também algumas chácaras e sítios, além de matas ciliares do Córrego da Campininha e do Rio Sorocaba.

A SZA 2 possui 1.336,38 ha e está situada a leste do PNMCBio. Embora o Plano Diretor do município classifique a região como zona urbana, não ocorrem bairros com concentrações urbanas consolidadas, havendo apenas pequenas propriedades com características rurais, como chácaras e sítios.

A SZA 3 possui 478,91 ha e está situada ao norte do PNMCBio, em uma área onde recentemente se instalaram diversas indústrias, bem como o Parque Tecnológico de Sorocaba. Os recursos financeiros provenientes da Compensação Ambiental gerada pela instalação da maior indústria da SZA 3 foram integralmente aplicados na implantação do PNMCBio.

O Plano de Manejo do PNMCBio apresenta normas e restrições para atividades a serem desenvolvidas em cada subzona. Já considerando a recente vocação industrial da SZA 3, o Plano de Manejo estabelece a necessidade de haver controles rígidos de potenciais fontes poluidoras atmosféricas, hídricas e do solo, de acordo com as normas estabelecidas pela CETESB. Desta forma, pode-se considerar que mesmo não havendo legislação específica respaldando as restrições de uso preconizadas pelo Plano de Manejo, há algum grau de controle legal, uma vez que os Padrões de Emissão são regulamentados em âmbito estadual e federal (ESTADO DE SÃO PAULO, 1976A; 1976B; BRASIL, 2005; 2011) e as indústrias estão sujeitas à fiscalização por parte das autoridades ambientais competentes.

Material e métodos

Os levantamentos foram realizados entre janeiro de 2010 e janeiro de 2015 em pontos do Córrego da Campininha e de sua mata ciliar, um fragmento estreito e alongado, localizados na SZA 3 (Figura 01). Foram realizados levantamentos bianuais, nas estações chuvosa (verão) e seca (inverno), totalizando 11 campanhas de campo.

Os estudos da Vegetação (florísticos e fitossociológicos) foram realizados em parcelas permanentes, restringindo-se às espécies de arbustos e árvores com perímetro à altura do peito mínimo de 15 cm. Foram monitoradas 21 parcelas, totalizando 525 m².

Foram instaladas armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*) para amostragem da Herpetofauna e Mastofauna locais. A Herpetofauna também foi amostrada pela metodologia de busca ativa limitada por tempo, com esforço amostral dividido em períodos diurnos e noturnos. A Mastofauna também foi amostrada por outras metodologias, como capturas em armadilhas do tipo *tomahawk* e métodos de registro indireto, principalmente a identificação de pegadas, pelos, fezes e tocas. Os mamíferos voadores foram registrados por meio de capturas com redes-neblina no período noturno. As mesmas redes-neblina foram utilizadas no período diurno para amostragem da Avifauna, que também foi estudada por meio de amostragens em pontos-fixos e observações em trajetos irregulares. Como metodologia complementar, foram mantidas armadilhas fotográficas na área entre 2012 e 2014.

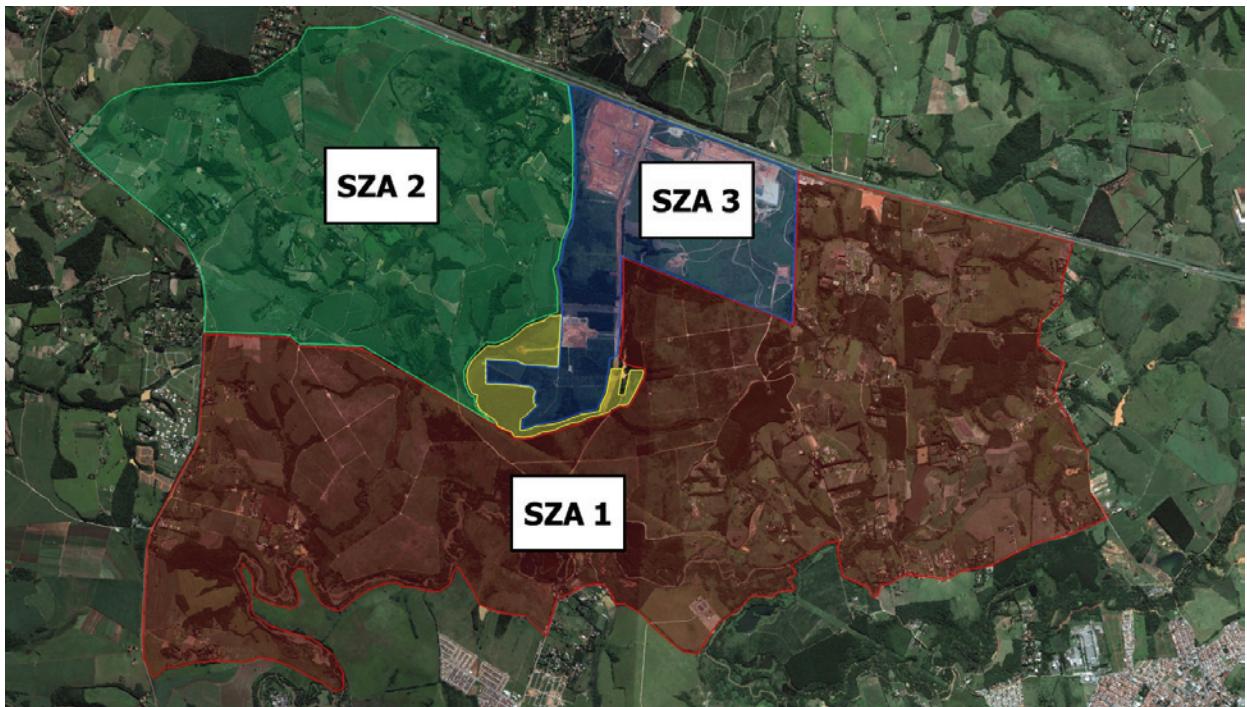


Figura 1. Localização e delimitação das três Subzonas de Amortecimento (SZA) do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMNCBio). O PNMNCBio aparece destacado em amarelo nesta figura.

Resultados

Vegetação

O fragmento vegetacional estudado na SZA 3 está inserido em um contexto urbano-industrial em expansão e pertence à Floresta Estacional Semidecidual, incluindo região de alúvio (Floresta Estacional Semidecidual Aluvial) às margens do Córrego da Campininha. Esse tipo de vegetação apresenta alta diversidade florística (número de espécies de plantas) e, juntamente com outras formações vegetais, compõe o Domínio da Mata Atlântica.

Foram registradas 53 espécies arbustivo-arbóreas (Tabela 1), pertencentes a 44 gêneros e 26 famílias, demonstrando que o fragmento se destaca em relação à diversidade regional no interior do Estado de São Paulo.

As famílias mais ricas são Myrtaceae, Fabaceae com a subfamília Faboideae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Sapindaceae, compreendendo 47,2% das espécies botânicas presentes, ressaltando a grande importância destas famílias na Floresta Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo.

Destacam-se entre as espécies registradas as não pioneiras *Cedrela cf. fissilis* Vell. (Meliaceae), *Copai-fera langsdorffii* Desf. (Fabaceae – Caesalpinoideae) e *Machaerium villosum* Vog. (Fabaceae – Faboideae), por estarem “quase ameaçadas de extinção” no Estado de São Paulo (ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

Considerando-se densidade, frequência e dominância as espécies mais importantes são: *Cupania*

vernalis, 514 indivíduos por hectare (ind/ha), grande número de indivíduos, alta probabilidade de ser encontrada na área; *Copaifera langsdorffii*, 171 ind/ha, grande número e grande porte dos indivíduos, alta probabilidade de ser encontrada na área; *Diatenopteryx sorbifolia*, 171 ind/ha, grande número de indivíduos; *Actinostemon concolor*, 152 ind/ha, alta probabilidade de ser encontrada na área; *Lonchocarpus campestris*, 171 ind/ha, grande número de indivíduos; *Lonchocarpus cultratus*, 57 ind/ha, grande porte dos indivíduos; *Casearia sylvestris*, 114 ind/ha, alta probabilidade de ser encontrada no fragmento; *Matayba elaeagnoides*, 76 ind/ha, grande porte dos indivíduos; *Parapiptadenia cf. rigida*, 57 ind/ha, grande porte dos indivíduos; e *Lafoensia pacari*, 57 ind/ha. Estas espécies podem ser utilizadas para acompanhar o avanço sucessional da Floresta Estacional Semidecidual do fragmento.

Os valores encontrados para as categorias sucessionais de todas as espécies (39% secundárias tardias e climáticas, 33% secundárias iniciais e 27% pioneiras) e para as espécies mais importantes segundo o Índice do Valor de Importância (36% secundárias tardias e 36% secundárias iniciais), indicam que o fragmento se encontra em estágio de regeneração secundária inicial, porém em graduações diferenciadas. A síndrome de dispersão predominante é a zoocoria (61%), seguida da anemocoria (29%) e da autocoria (10%).

Tabela 1. Famílias e espécies arbustivo-arbóreas registradas no fragmento da SZA 3.

Anacardiaceae

Schinus terebinthifolius Raddi.
Tapirira guianensis Aubl.

Annonaceae

Annona (Rollinia) silvatica Mart.

Apocynaceae

Aspidosperma cylindrocarpon Müll. Arg.

Arecaceae (Palmae)

Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman

Asteraceae (Compositae)

Gochnatia polymorpha (Less.) Cabrera

Boraginaceae

Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.

Euphorbiaceae

Actinostemon concolor (Spreng.) Müll. Arg.

Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.

Croton floribundus (L.) Spreng.

Sebastiania brasiliensis (Spreng.) Müll. Arg.

Fabaceae - Caesalpinoideae

Copaifera langsdorffii Desf.

Senna multijuga (Rich.) H. S. Irwin & Barneby

Fabaceae - Faboideae

Lonchocarpus campestris Mart. ex Benth.

Lonchocarpus cultratus (Vell.) A. M. G. Azevedo & H. C. Lima

Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.

Luehea divaricata Mart. & Zucc.

Meliaceae

Cedrela cf. fissilis Vell.

Trichilia clausseni C. DC.

Trichilia elegans A. Juss.

Myrtaceae

Calyptranthes concinna DC.

Campomanesia guazumaeifolia O. Berg.

Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O. Berg

Eucalyptus sp.

Eugenia blastantha (O. Berg) D. Legrand

Eugenia uniflora L.

Myrcia cf. fallax (Rich.) DC.

Nyctaginaceae

Guapira opposita (Vell.) Reitz

Opiliaceae

Agonandra excelsa Griseb.

Piperaceae

Piper amalago L.

Primulaceae

Myrsine umbellata Mart.

Proteaceae

Roupala brasiliensis Klotzsch

Ruscaceae

Dracaena sp.

Machaerium scleroxylon Tul.
Machaerium stipitatum (DC.) Vogel
Machaerium villosum Vog.
Fabaceae - Mimosoideae
Parapiptadenia cf. rigida (Benth.) Brenan
Lauraceae
Endlicheria paniculata (Spreng.) J. F. Macbr.
Nectandra cf. lanceolata Nees
Ocotea cf. corymbosa (Meisn.) Mez
Persea willdenovii Kosterm.
Lythraceae
Lafoensia pacari A. St.-Hil.
Malvaceae
Guazuma ulmifolia Lam.
Luehea cf. paniculata Mart.

Rutaceae
Zanthoxylum rhoifolium Lam.
Salicaceae
Casearia sylvestris Sw.
Sapindaceae
Allophylus edulis (A. St.-Hil.) Radlk.
Cupania vernalis Cambess.
Diatenopteryx sorbifolia Radlk.
Matayba elaeagnoides Radlk.
Sapotaceae
Chrysophyllum gonocarpum (Mart. e Eichler)
Engl.
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.)
Radlk.
Verbenaceae
Aloysia virgata (Ruiz & Pav.) Juss.

Herpetofauna

Foram registradas 22 espécies (Tabela 2), sendo 14 de anfíbios da Ordem Anura e oito de répteis da Ordem Squamata. Todas as espécies registradas são consideradas de ocorrência comum, podendo ser encontradas em áreas florestadas ou alteradas, como bordas de mata e áreas abertas, e em ambientes altamente antropizados, como regiões urbanas (IUCN, 2015). Dessa forma, nenhuma das espécies está catalogada como “ameaçada de extinção” ou “quase ameaçada” no Estado de São Paulo (ESTADO DE SÃO PAULO, 2014).

Tabela 2. Ordens, famílias e espécies da Herpetofauna registradas no fragmento da SZA 3.

| Ordem Anura | Ordem Squamata |
|---|---|
| Bufoidae | Dipsadidae |
| <i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824) | <i>Erythrolamprus poecilogyrus</i> (Wied-Neuwied, 1825) |
| Hylidae | <i>Erythrolamprus typhlus</i> (Linnaeus, 1758) |
| <i>Dendropsophus elianeae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000) | <i>Oxyrhopus guibei</i> Hoge & Romano, 1978 |
| <i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872) | <i>Sibynomorphus mikani</i> (Schlegel, 1837) |
| <i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889) | Mabuyidae |
| <i>Dendropsophus sanborni</i> (Schmidt, 1944) | <i>Aspronema dorsivittatum</i> (Cope, 1862) |
| <i>Hypsiboas prasinus</i> (Burmeister, 1856) | Teiidae |
| <i>Hypsiboas albopunctatus</i> (Spix, 1824) | <i>Salvator merianae</i> Duméril & Bibron, 1839 |
| <i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | Viperidae |
| <i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925) | <i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758 |
| <i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925) | <i>Bothrops pauloensis</i> Amaral, 1925 |
| <i>Phyllomedusa distincta</i> A. Lutz in B. Lutz, 1950 | |
| Leptodactylidae | |
| <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | |
| <i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799) | |
| <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) | |

As espécies *Rhinella ornata* e *Dendropsophus sanborni* foram as mais frequentes, sendo observadas em todas as campanhas de monitoramento. Entre os répteis, *Salvator merianae* e *Crotalus durissus* também apresentaram elevada ocorrência na área. Foi registrada uma maior diversidade de espécies durante os verões, estação do ano mais quente e úmida, do que nos invernos, estação fria e seca, o que corrobora o fato desses dois grupos faunísticos apresentarem relativa sensibilidade às variações de temperatura e umidade (POUGH *et al.*, 2004).

As espécies de anfíbios inventariadas possuem fecundação externa, são ovíparas, e apresentam diferentes modos reprodutivos, depositando seus ovos na vegetação, em ninhos ou diretamente no corpo hídrico, podendo este ser permanente ou temporário, e localizado no interior, borda da mata ou em área aberta (BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; HADDAD & PRADO, 2005). Além do fragmento estudado, estes animais foram registrados vocalizando em diversos locais próximos ao PNMCBio, como em brejos, açudes, poças temporárias, lagoas artificiais de contenção de água e o Córrego da Campininha, corpo hídrico que também atravessa a UC.

As espécies de répteis catalogadas possuem fecundação interna por meio de um hemipênis nos machos, e são vivíparas ou ovíparas. Possuem hábito predominantemente terrícola, diurno e/ou noturno, e dietas que as possibilitam sobreviver tanto em ambientes preservados como alterados, por exemplo: artrópodes, mamíferos roedores, anfíbios anuros, lagartos e moluscos (MARQUES *et al.*, 2009). Além do fragmento estudado, estes animais foram registrados em estradas e campos abertos da SZA 3.

Avifauna

Durante os cinco anos de estudos foram registradas 185 espécies de aves (Tabela 3), pertencentes a 29 famílias. Nenhuma se encontra “ameaçada de extinção” no Estado de São Paulo, porém seis delas são classificadas como “quase ameaçadas” pelo Estado de São Paulo (2014) – *Penelope superciliaris* (Jacupemba), *Mycteria americana* (Cabeça-seca), *Amazona aestiva* (Papagaio-verdadeiro), *Synallaxis albescens* (Ui-pi), *Antilophia galeata* (Soldadinho) e *Gnorimopsar chopi* (Graúna) – e, segundo o ICMBio (2013), 12 são endêmicas da Mata Atlântica, *Leucochloris albicollis* (Beija-flor-de-papo-branco), *Picumnus temminckii* (Pica-pau-anão-de-coleira), *Veniliornis spilogaster* (Picapauzinho-verde-carijó), *Mackenziaena severa* (Borralha), *Myrmotherula gularis* (Choquinha-de-garganta-pintada), *Cranioleuca pallida* (Arredio-pálido), *Phacellodomus ferrugineigula* (João-botina-do-brejo), *Todirostrum poliocephalum* (Teque-teque), *Xolmis dominicanus* (Noivinha-de-rabo-preto), *Phyllomyias virescens* (Piolhinho-verdoso), *Hylophilus poicilotis* (Verdinho-coroadinho) e *Haplospiza unicolor* (Cigarra-bambu).

A classificação de aves por guildas permite analisar o ambiente em que as espécies se inserem. Por exemplo, se representantes de uma espécie com determinadas exigências relacionadas ao seu habitat e alimentação são encontrados usando/ocupando um ambiente, é porque aquele ambiente fornece a eles tais recursos. A partir do momento em que este ambiente sofre alterações e torna-se diferente do nicho de ocupação específico, a população daquela espécie se extingue aos poucos do local e outras espécies passam a ocupar o nicho vago do ambiente modificado, desde que seja propício a elas. Vale lembrar que, para aves, em uma mesma porção do ambiente podem existir diversas guildas, visto que elas consideram micro-habitats dentro da floresta e os recursos disponíveis nos mesmos.

As melhores guildas utilizadas nos levantamentos são aquelas cujas espécies podem ser facilmente identificadas, pelo menos em nível de gênero. Destacam-se as espécies de aves de grande porte, as notáveis pelas vocalizações e, ao mesmo tempo, exigentes em recursos alimentares ou locais de reprodução (ALMEIDA & ALMEIDA, 1998).

De modo geral, grandes frugívoros e insetívoros especializados em forragear em determinados estratos e substratos da vegetação compõem o perfil das espécies mais ameaçadas pela fragmentação florestal. Por este motivo, não são comumente encontradas em pequenos fragmentos florestais isolados e alterados, como o ambiente estudado, onde foi observado um número pouco significativo de espécies de hábitos florestais, guilda e nicho ecológico especializados. As espécies mais frequentes no local e que apresentavam estas características foram: *Automolus leucophthalmus* (Barranqueiro-de-olho-branco) e *Lochmias nematura* (João-porco) – Família Furnariidae; *Myiothlypis flaveola* (Canário-do-mato) e *Basileuterus culicivorus* (Pula-pula) – Família Parulidae; *Tolmomyias sulphurescens* (Bico-chato-de-orelha-preta) e *Leptopogon amaurocephalus* (Cabeçudo) – Família Rynchocyclidae; *Malacoptila striata* (Barbudo-rajado) – Família Bucconidae; *Dryocopus lineatus* (Pica-pau-de-banda-branca) – Família Picidae; *Thamnophilus caerulescens* (Choca-da-mata) – Família Thamnophilidae; *Conopophaga lineata* (Chupa-dente) – Família Conopophagidae; e *Myiophobus fasciatus* (Filipe) – Família Tyrannidae.

Para as aves carnívoras de grande porte e topo de cadeia, foram encontrados indivíduos pertencentes às famílias Accipitridae e Falconidae. As espécies mais frequentes destas famílias são: *Geranoaetus albicaudatus* (Gavião-de-rabo-branco), que inclusive nidifica na área, *Rupornis magnirostris* (Gavião-carijó), *Herpetotheres cachinnans* (Acauã), *Caracara plancus* (Caracará) e *Falco femoralis* (Falcão-de-coleira). Essas espécies são aves especializadas em caça e possuem grandes áreas de vida, necessitando assim de uma grande densidade e diversidade de presas, sejam florestais ou de campos abertos. Dessa forma, estão entre os grupos de organismos mais ameaçados pela fragmentação.

Assim, a grande maioria das espécies registradas na área de estudo é caracterizada por habitar áreas abertas, campestres e bordas de mata, além de possuírem hábitos alimentares onívoro e insetívoros, características muito comuns de aves que vivem em ambientes degradados. Muitas delas são encontradas até mesmo em jardins, pomares e áreas verdes dentro de cidades. As famílias registradas que apresentam estes hábitos foram: Cathartidae, Columbidae, Cuculidae, Furnariidae, Vireonidae, Troglodytidae, Turdidae, Tyrannidae, Thraupidae, Emberezidae, Icteridae e Fringillidae.

Tabela 3. Famílias e espécies da Avifauna registradas no fragmento da SZA 3.

Tinamidae

Crypturellus parvirostris (Wagler, 1827)
Nothura maculosa (Temminck, 1815)

Anatidae

Dendrocygna viduata (Linnaeus, 1766)
Amazonetta brasiliensis (Gmelin, 1789)

Cracidae

Penelope superciliaris Temminck, 1815

Ciconiidae

Mycteria americana Linnaeus, 1758

Phalacrocoracidae

Phalacrocorax brasilianus (Gmelin, 1789)

Ardeidae

Ardea alba Linnaeus, 1758
Egretta thula (Molina, 1782)
Ardea cocoi Linnaeus, 1766
Butorides striata (Linnaeus, 1758)
Bubulcus ibis (Linnaeus, 1758)
Syrrigma sibilatrix (Temminck, 1824)

Threskiornithidae

Theristicus caudatus (Boddaert, 1783)

Cathartidae

Cathartes aura (Linnaeus, 1758)
Coragyps atratus (Bechstein, 1793)

Accipitridae

Elanus leucurus (Vieillot, 1818)
Ictinia plumbea (Gmelin, 1788)
Rupornis magnirostris (Gmelin, 1788)
Geranoaetus albicaudatus (Vieillot, 1816)
Heterospizias meridionalis (Latham, 1790)
Rostrhamus sociabilis (Vieillot, 1817)

Aramidae

Aramus guarauna (Linnaeus, 1766)

Rallidae

Pardirallus nigricans (Vieillot, 1819)
Aramides cajaneus (Statius Muller, 1776)
Laterallus melanophaius (Vieillot, 1819)
Porzana albicollis (Vieillot, 1819)
Gallinula galeata (Lichtenstein, 1818)

Charadriidae

Vanellus chilensis (Molina, 1782)

Jacanidae

Jacana jacana (Linnaeus, 1766)

Columbidae

Patagioenas picazuro (Temminck, 1813)
Patagioenas cayennensis (Bonnaterre, 1792)
Zenaida auriculata (Des Murs, 1847)
Columbina talpacoti (Temminck, 1811)

Columbina squammata (Lesson, 1831)

Columba livia Gmelin, 1789

Leptotila verreauxi Bonaparte, 1855

Leptotila rufaxilla (Richard & Bernard, 1792)

Patagioenas plumbea (Vieillot, 1818)

Cuculidae

Piaya cayana (Linnaeus, 1766)
Crotophaga ani Linnaeus, 1758
Guira guira (Gmelin, 1788)
Tapera naevia (Linnaeus, 1766)

Tytonidae

Tyto furcata (Temminck, 1827)

Strigidae

Athene cunicularia (Molina, 1782)
Megascops choliba (Vieillot, 1817)

Nyctibiidae

Nyctibius griseus (Gmelin, 1789)

Caprimulgidae

Hydropsalis albicollis (Gmelin, 1789)
Hydropsalis parvula (Gould, 1837)

Trochilidae

Phaethornis pretrei (Lesson & Delattre, 1839)
Eupetomena macroura (Gmelin, 1788)
Chlorostilbon lucidus (Shaw, 1812)
Thalurania glaucopis (Gmelin, 1788)
Leucochloris albicollis (Vieillot, 1818)
Amazilia lactea (Lesson, 1832)
Heliomaster longirostris (Audebert & Vieillot, 1801)
Aphantochroa cirrochloris (Vieillot, 1818)

Alcedinidae

Megacyrle torquata (Linnaeus, 1766)

Bucconidae

Malacoptila striata (Spix, 1824)

Ramphastidae

Ramphastos toco (Muller, 1776)

Picidae

Picumnus cirratus Temminck, 1825
Picumnus temminckii Lafresnaye, 1845
Colaptes melanochloros (Gmelin, 1788)
Colaptes campestris (Vieillot, 1818)
Celeus flavescens (Gmelin, 1788)
Dryocopus lineatus (Linnaeus, 1766)
Melanerpes candidus (Otto, 1796)
Veniliornis spilogaster (Wagler, 1827)

Cariamidae Bonaparte

Cariama cristata (Linnaeus, 1766)

Falconidae

Milvago chimachima (Vieillot, 1816)
Herpetotheres cachinnans (Linnaeus, 1758)

Caracara plancus (Miller, 1777)
Falco femoralis Temminck, 1822
Micrastur semitorquatus (Vieillot, 1817)

Psittacidae
Psittacara leucophthalmus (Statius Muller, 1776)
Aratinga sp.
Forpus xanthopterygius (Spix, 1824)
Amazona aestiva (Linnaeus, 1758)

Thamnophilidae
Mackenziaena severa (Lichtenstein, 1823)
Thamnophilus doliatus (Linnaeus, 1764)
Thamnophilus caerulescens Vieillot, 1816
Dysithamnus mentalis (Temminck, 1823)
Rhopias gularis (Spix, 1825)
Herpsilochmus sp.

Conopophagidae
Conopophaga lineata (Wied, 1831)

Furnariidae
Furnarius rufus (Gmelin, 1788)
Synallaxis frontalis Pelzeln, 1859
Synallaxis spixii Sclater, 1856
Synallaxis albescens Temminck, 1823
Cranioleuca pallida (Wied, 1831)
Certhiaxis cinnamomeus (Gmelin, 1788)
Phacellodomus ferrugineigula (Pelzeln, 1858)
Automolus leucophthalmus (Wied, 1821)
Lochmias nematura (Lichtenstein, 1823)

Pipridae
Antilophia galeata (Lichtenstein, 1823)
Manacus manacus (Linnaeus, 1766)

Tityridae
Pachyramphus validus (Lichtenstein, 1823)
Pachyramphus viridis (Vieillot, 1816)

Rynchocyclidae
Leptopogon amaurocephalus Tschudi, 1846
Todirostrum cinereum (Linnaeus, 1766)
Tolmomyias sulphurescens (Spix, 1825)
Todirostrum poliocephalum (Wied, 1831)

Tyrannidae
Elaenia flavogaster (Thunberg, 1822)
Elaenia chilensis Hellmayr, 1927
Serpophaga subcristata (Vieillot, 1817)
Camptostoma obsoletum (Temminck, 1824)
Myiopagis viridicata (Vieillot, 1817)
Platyrinchus mystaceus (Vieillot, 1818)
Cnemotriccus fuscatus (Wied, 1831)
Myiophobus fasciatus (Statius Muller, 1776)
Lathrotriccus euleri (Cabanis, 1868)
Xolmis cinereus (Vieillot, 1816)
Xolmis dominicanus (Vieillot, 1823)
Xolmis sp.
Gubernetes yetapa (Vieillot, 1818)
Arundinicola leucocephala (Linnaeus, 1764)

Myiarchus ferox (Gmelin, 1789)
Myiarchus tyrannulus (Statius Muller, 1776)
Myiarchus swainsoni Cabanis & Heine, 1859
Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766)
Megarynchus pitangua (Linnaeus, 1766)
Colonia colonus (Vieillot, 1818)
Myiozetetes similis (Spix, 1825)
Machetornis rixosa (Vieillot, 1819)
Myiodynastes maculatus (Statius Muller, 1776)
Empidonax varius (Vieillot, 1818)
Tyrannus savana Vieillot, 1808
Tyrannus melancholicus Vieillot, 1819
Phyllomyias virescens (Temminck, 1824)
Legatus leucophaius (Vieillot, 1818)
Fluvicola nengeta (Linnaeus, 1766)

Vireonidae
Cyclarhis gujanensis (Gmelin, 1789)
Vireo olivaceus (Linnaeus, 1766)
Hylophilus poicilotis Temminck, 1822

Corvidae
Cyanocorax cristatellus (Temminck, 1823)

Hirundinidae
Pygochelidon cyanoleuca (Vieillot, 1817)
Stelgidopteryx ruficollis (Vieillot, 1817)
Progne tapera (Vieillot, 1817)
Tachycineta albiventer (Boddaert, 1783)
Riparia riparia (Linnaeus, 1758)
Tachycineta leucorrhoa (Vieillot, 1817)

Troglodytidae
Troglodytes musculus Naumann, 1823

Turdidae
Turdus amaurochalinus Cabanis, 1850
Turdus leucomelas Vieillot, 1818
Turdus albicollis Vieillot, 1818
Turdus rufiventris Vieillot, 1818

Mimidae
Mimus saturninus (Lichtenstein, 1823)

Motacillidae
Anthus lutescens Pucheran, 1855

Passerellidae
Zonotrichia capensis (Statius Muller, 1776)
Ammodramus humeralis (Bosc, 1792)
Arremon flavirostris Swainson, 1838

Parulidae
Setophaga pityayumi (Vieillot, 1817)
Geothlypis aequinoctialis (Gmelin, 1789)
Basileuterus culicivorus (Deppe, 1830)
Myiothlypis flaveola Baird, 1865

Icteridae
Icterus cayanensis
Chrysomus ruficapillus (Vieillot, 1819)
Pseudoleistes guirahuro (Vieillot, 1819)

Sturnella superciliaris (Bonaparte, 1850)

Gnorimopsar chopi (Vieillot, 1819)

Cacus chrysopterus (Vigors, 1825)

Thraupidae

Coereba flaveola (Linnaeus, 1758)

Nemosia pileata (Boddaert, 1783)

Thlypopsis sordida (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)

Tachyphonus coronatus (Vieillot, 1822)

Tangara sayaca (Linnaeus, 1766)

Tangara cayana (Linnaeus, 1766)

Dacnis cayana (Linnaeus, 1766)

Conirostrum speciosum (Temminck, 1824)

Lanio cucullatus (Statius Muller, 1776)

Ramphocelus bresilius (Linnaeus, 1766)

Haplospiza unicolor Cabanis, 1851

Sicalis flaveola (Linnaeus, 1766)

Sicalis luteola (Sparrman, 1789)

Emberizoides herbicola (Vieillot, 1817)

Volatinia jacarina (Linnaeus, 1766)

Sporophila caerulescens (Vieillot, 1823)

Sporophila lineola (Linnaeus, 1758)

Tiaris fuliginosus (Wied, 1830)

Cardinalidae

Piranga flava (Vieillot, 1822)

Habia rubica (Vieillot, 1817)

Fringillidae

Euphonia chlorotica (Linnaeus, 1766)

Sporagra magellanica (Vieillot, 1805)

Estrildidae

Estrilda astrild (Linnaeus, 1758)

Passeridae

Passer domesticus (Linnaeus, 1758)

Mastofauna

Durante os cinco anos de estudos foram registradas 38 espécies de mamíferos (Tabela 4), pertencentes a 16 famílias. Esta Riqueza representa 16,4% das espécies de mamíferos terrestres nativos listados para o Estado de São Paulo (DE VIVO et al., 2011). De forma geral, os elementos deste grupo são de ampla distribuição, de hábitos generalistas com variados graus de tolerância a ambientes alterados.

A fauna de mamíferos de médio e grande porte está representada por 15 espécies, distribuída em 11 famílias e seis ordens. Foram divididas em três grupos: as espécies que foram detectadas em praticamente todos os levantamentos (80% a 100%) e podem ser consideradas as mais comuns, como *Cerdocyon thous* (Lobinho), *Procyon cancrivorus* (Mão-pelada), *Dasyurus novemcinctus* (Tatu-galinha), *Mazama gouazoubira* (Veado-catingueiro) e *Sus scrofa* (Javaporco); as espécies com frequência intermediária (detectadas entre 50% a 63% das campanhas), como *Puma yagouaroundi* (Gato-mourisco) e *Galictis cuja* (Furão); e as espécies mais raras (9% a 36% das campanhas), representadas por *Callithrix penicillata* (Sagui-dos-tufos-pretos), *Nasua nasua* (Quati), *Hydrochoerus hydrochaeris* (Capivara), *Leopardus* sp. (Gato-do-mato), *Puma concolor* (Onça-parda), *Lontra longicaudis* (Lontra), *Coendou* sp. (Ouriço) e *Lepus europaeus* (Lebre-europeia).

Dentre estas 15 espécies, duas encontram-se “ameaçadas de extinção” no Estado de São Paulo – *Leopardus* sp. e *Puma concolor* – e uma encontra-se “quase ameaçada”, *Lontra longicaudis* (Estado de São Paulo, 2014).

Para o grupo dos pequenos mamíferos foram registradas 23 espécies, distribuídas em três ordens e cinco famílias. Os pequenos roedores da família Cricetidae estão representados por dez espécies, Sciuridae por uma espécie, os morcegos da família Phyllostomidae por sete espécies e os pequenos marsupiais da família Didelphidae por quatro espécies, sendo uma delas considerada “quase ameaçada” pelo Estado de São Paulo (2014), *Monodelphis kunsi* (catita). A família Vespertilionidae (morcego) é representada por apenas uma espécie.

Na última campanha, realizada em 2015, foi constatado um novo registro para a área de estudo, *Guerlinguetus ingrami* (Esquilo), que é uma espécie arborícola e com hábitos crepuscular e diurno (Oliveira & Bonvicino, 2011). Por ter hábitos que facilitam sua detecção e pela longa duração do monitoramento, a presença desta espécie já teria sido detectada se estivesse utilizando a área anteriormente. Provavelmente, por meio de um movimento de dispersão, indivíduos de populações residentes em áreas naturais próximas à área de estudo passaram a habitá-la, o que pode resultar no estabelecimento de uma população permanente ou apenas um local de transição entre áreas com populações já estabelecidas.

Tabela 4. Famílias e espécies da Mastofauna registradas no fragmento da SZA 3.

| | |
|---|--|
| Didelphidae | <i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818) |
| <i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840) | |
| <i>Didelphis aurita</i> (Wied Neuwied, 1826) | Procyonidae |
| <i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842) | <i>Procyon cancrivorus</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798) |
| <i>Monodelphis kundi</i> (Pine, 1975) | <i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766) |
| Dasyproctidae | Suidae |
| <i>Dasyprocta novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758) | <i>Sus scrofa</i> (Linnaeus, 1758) |
| Cebidae | Cervidae |
| <i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812) | <i>Mazama gouazoubira</i> (Fischer, 1814) |
| Phyllostomidae | Leporidae |
| <i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810) | <i>Lepus europaeus</i> |
| <i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818) | Sciuridae |
| <i>Micronycteris cf. microtis</i> (Miller, 1898) | <i>Guerlinguetus ingrami</i> (Thomas, 1901) |
| <i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758) | Cricetidae |
| <i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818) | <i>Akodon cursor</i> (Meyen, 1833) |
| <i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821) | <i>Bibimys labiosus</i> (Winge, 1887) |
| <i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810) | <i>Calomys tener</i> (Winge, 1837) |
| Vespertilionidae | <i>Hylaeamys laticeps</i> (Lund, 1840) |
| <i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821) | <i>Nectomys lasiurus</i> (Lund, 1841) |
| Felidae | <i>Nectomys squamipes</i> (Brants, 1827) |
| <i>Leopardus</i> sp. (Gray, 1842) | <i>Oecomys catherinae</i> (Thomas, 1909) |
| <i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilare, 1803) | <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Bangs, 1900) |
| <i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771) | <i>Oxymycterus delator</i> (Waterhouse, 1837) |
| Canidae | <i>Rhipodomys mastacalis</i> (Lund, 1840) |
| <i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766) | Erethizontinae |
| Mustelidae | <i>Coendou</i> sp. Lacépède, 1799 |
| <i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782) | Caviidae |
| | <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1966) |

Discussão e Conclusão

Algumas espécies vegetais registradas são comuns a outras tipologias florestais e, mesmo com baixa densidade, são de fundamental importância para a manutenção da comunidade vegetal e fauna associada. Desde décadas passadas, áreas próximas a Sorocaba receberam influências de outras formações vegetacionais, das Florestas Ombrófilas (Densa e Mista) ao Leste e ao Sul, e das formações savânicas a Oeste, constituindo-se em uma região fitogeograficamente ecotonal (ALBUQUERQUE & RODRIGUES, 2000).

A constatação de Myrtaceae como a família com maior riqueza em espécies corrobora o padrão encontrado para o domínio da Mata Atlântica (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). A presença de espécies vegetais “quase ameaçadas” salienta a importância da área estudada, que abriga populações em alta (*Copaifera langsdorffii*) e baixa (*Cedrela cf. fissilis* e *Machaerium villosum*) densidades destas espécies.

Os valores encontrados para zoocoria confirmam-se aos apresentados por Albuquerque (2005) para as espécies arbustivo-arbóreas das florestas do sudeste brasileiro, e são similares ao observado em outras localidades das florestas do domínio da Mata Atlântica (ZIPARRO *et al.*, 2005), principalmente nas formações estacionais (Coelho, 2013), demonstrando a importância da fauna para as espécies vegetais e o alto número de interações interespecíficas (conectância) existente nas florestas desse domínio.

Quanto à herpetofauna, os anfíbios e os répteis são grupos considerados sensíveis às modificações ambientais e é evidente o declínio de suas populações em áreas com elevada pressão antrópica (MARQUES & SAZIMA, 2004; VALLAN, 2002). Dentre os principais fatores de declínio estão as alterações

microclimáticas e a perda ou degradação de seus habitats (GIBBONS *et al.*, 2000). Por estes motivos, a efetiva conservação da herpetofauna da região depende da extensão e conexão dos ambientes naturais da Zona de Amortecimento entre si e com o PNMCBio, de modo a garantir a manutenção de sítios propícios à reprodução e sobrevivência das espécies.

Em relação à avifauna, vários fatores podem influenciar no comportamento das aves e a forma como ocupam e permanecem na área. Os fragmentos da região podem estar pequenos demais para conter a área que certas espécies necessitam para viver ao longo do ano, ou para manter a população geneticamente estável a longo prazo. O isolamento das matas ciliares também pode impedir os deslocamentos das aves para outras áreas em épocas de escassez de frutos. Além disso, modificações na estrutura e composição da vegetação, provocadas por alterações microclimáticas e perturbações antrópicas, podem alterar a abundância relativa das espécies de plantas e, assim, diminuir a disponibilidade de locais para nidificação para aves dependentes de ocos de árvores.

O efeito de borda pode ser também um possível responsável pelo empobrecimento da avifauna florestal, pois propicia o avanço da mata secundária, abundante em lianas, rumo ao interior da mata. O avanço desse tipo de floresta extremamente alterada normalmente é mais rápido do que o estabelecimento de novos indivíduos de árvores emergentes, que manteriam a qualidade da cobertura florestal local. Ainda assim, o fragmento estudado na SZA 3, assim como diversos outros presentes no Estado de São Paulo, constitui um refúgio para populações atuais de aves, evitando grandes extinções locais. No entanto, a área de vida reduzida e os poucos recursos presentes impedem um aumento populacional e podem, inclusive, fazer com que as populações locais tornem-se inviáveis e se extingam localmente devido a altas frequências de endocruzamentos. Assim sendo, não é somente necessária a conservação dos fragmentos de mata da Zona de Amortecimento do PNMCBio, mas também o enriquecimento, expansão e conexão entre os mesmos, de forma a sustentarem comunidades maiores, que consigam manter heterogeneidade genética, garantindo assim a conservação destas espécies.

Quanto à mastofauna, destaca-se o registro da Onça-parda (*Puma concolor*) e da Lontra (*Lontra longicaudis*), predadores que possuem grandes áreas de vida e utilizam esse território de forma variada para demarcação e forrageio (Cheida *et al.*, 2011). Desta forma, várias hipóteses podem explicar o registro destas espécies no local; pode ser que o entorno do PNMCBio faça parte de uma área muito maior utilizada por estas espécies, de maneira que a frequência com que utilizam a área estudada pode ser baixa. Pode ser também que os registros obtidos sejam de indivíduos em movimentos de dispersão que estavam apenas utilizando a área momentaneamente, ou até mesmo de indivíduos que estavam se estabelecendo na região, passando a ocupar o entorno do PNMCBio como parte de suas áreas de vida.

Espécies exóticas como o Javaporco (*Sus scrofa*) e a Lebre-europeia (*Lepus europaeus*) podem ser consideradas fatores de degradação ambiental na área do estudo, uma vez que competem por recursos com a fauna nativa e podem interferir na dinâmica de regeneração florestal devido à predação de plântulas e sementes.

Acreditamos que o fragmento estudado na SZA 3 reflete as condições da maioria dos fragmentos da Zona de Amortecimento, um ambiente simplificado, em estágio de regeneração secundária inicial, de formato estreito e alongado e com intenso efeito de borda. Mesmo com todas as limitações estruturais e ecológicas listadas, os dados aqui apresentados demonstram que o fragmento estudado abriga ou faz parte da área de vida de uma elevada quantidade de espécies da flora e da fauna terrestre, algumas delas de especial interesse, por estarem “ameaçadas de extinção” (duas) ou “quase ameaçadas” (11) no Estado de São Paulo ou serem endêmicas da Mata Atlântica (12). Desta forma, concluímos que o local estudado é uma área importante para a manutenção da diversidade biológica em nível local e regional. Este objetivo, no entanto, só poderá ser alcançado por meio da conservação e ampliação dos ambientes naturais remanescentes da Zona de Amortecimento.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, G.B. de. Síndrome floral em espécies arbustivo-arbóreas da Floresta Nacional de Ipanema. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAIT. II. 2005. Itapeva. **Anais do II Simpósio de ciências aplicadas da FAIT**. Itapeva: Editora FAEF, 2005. p. 331/338.

ALBUQUERQUE, G.B. de; RODRIGUES, R.R. A vegetação do Morro de Araçoiaba, Floresta Nacional de Ipanema, Iperó (SP). **Scientia Forestalis**, n. 28, p. 145/159. 2000.

ALMEIDA A.F.; ALMEIDA A. Monitoramento de fauna e de seus habitats em áreas florestadas. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 31, p. 85/92. 1998.

BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M.T. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**. v. 42, n. 11, p. 287/297. 2002.

BRASIL. Decreto n. 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 109, 7 de junho de 1990.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. . **Diário Oficial da União**, n. 138, 19 de julho de 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de afluentes, e dá outras providências. Resolução 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, n. 53, p. 58/63, 18 de março de 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA. Resolução 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, n. 92, p. 89, 16 de maio de 2011.

CHEIDA, C.C. et al. Ordem Carnívora. In: REIS, N.R. et al. **Mamíferos do Brasil**. 2 ed. Londrina: Nelio R. dos Reis, 2011, p. 231/276.

COELHO, S. **Estudo da vegetação do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio), Sorocaba/SP**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, 2013.

DEVIVO, M. et al. Checklist dos mamíferos do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**. v. 11, n. 1. 2011. Disponível em: <<http://www.biota-neotropica.org.br/v11n1a/pt/fullpaper?bn0071101a2011+pt>>. Acesso em: 18 de setembro de 2015.

ESTADO DE SÃO PAULO. Lei Estadual n. 997, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo, n.102, 18 de junho. 1976a.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo, 9 de setembro. 1976b.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Listagem das espécies arbóreas e indicação de ocorrência natural nos biomas, ecossistemas e regiões no Estado de São Paulo. Resolução 08, de 31 de janeiro de 2008 (Anexo). Disponível em: <http://appvps6.cloudapp.net/sigam3/repositorio/222/documentos/FEHIDRO/2008Res_SMA8_anexo.pdf>. Acesso em 18 de setembro de 2015.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto n. 60.133, de 07 de fevereiro de 2014. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no estado de São Paulo. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo, 07 de fevereiro. 2014.

GIBBONS, J.W. et al. The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. **BioScience**. v. 50, n. 8, p. 653/666. 2000.

HADDAD, C.F.B.; PRADO, C.P.A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **BioScience**. v. 55, n. 3, p. 207/217. 2005.

ICMBio. **Lista de espécies endêmicas de Mata Atlântica**. 2013. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/3631-aves-endemica-de-mata-atlantica-ba-ao-rs.html>>. Acesso em: 18 de setembro de 2015.

IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. 2015. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em 31 de agosto de 2015.

MARQUES, O.A.V. et al. Os Répteis do Município de São Paulo: diversidade e ecologia da fauna pretérita e atual. **Biota Neotropica**. v. 9, n. 2. 2009. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/pt/abstract?article+bn02309022009>>. Acesso em: 31 de agosto de 2015.

MARQUES, O.A.V.; SAZIMA, I. 2004. História natural dos répteis da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: Marques, O.A.V.; Duleba, W. (eds.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2004. p. 257/277.

OLIVEIRA, J.A.; BONVICINO, C. Ordem Rodentia. In: REIS, N.R. et al. **Mamíferos do Brasil**. 2 ed. Londrina: Nelio R. dos Reis, 2011, p. 347/406.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**. v. 32, n. 4, p. 793/810. 2000.

POUGH, F.H. et al. **Herpetology**. 3 ed. Pearson Prentice Hall, 2004.

SOROCABA. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal “Corredores da Biodiversidade”**. 2012. Disponível em: <<http://www.meioambientesorocaba.com.br/Pagina.aspx?pg=71>>. Acesso em:

12 de agosto de 2015.

SOROCABA. **Parque Natural Municipal “Corredores da Biodiversidade”**. 2014. Disponível em: <<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/gestaoambiental/plano-de-manejo-do-parque-da-biodiversidade/>>. Acesso em 28 de janeiro de 2016.

VALLAN, D. Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rainforest of eastern Madagascar. **Journal of Tropical Ecology**. v. 18, n. 5, p. 725/742. 2002.

ZIPARRO, V. B. et al. Levantamento Florístico de Floresta Atlântica no Sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 147/170. 2005.

Capítulo 4

A Importância dos Corredores Ecológicos

Cristian Michel Gabriel de Souza¹, Renan Angrizani de Oliveira¹, Vanessa Cezar Simonetti¹, Priscila Palombino¹, Darllan Collins da Cunha e Silva², Débora Zumkeller Sabonaro³, Nobel Penteado de Freitas⁴

¹ Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

² Coordenador do curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

³ Professora e Pesquisadora do Programa de Mestrado Profissional em Processos

Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

⁴ Coordenador dos Cursos de Gestão Ambiental e Ciências Biológicas,

Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

Resumo

Os corredores ecológicos têm a função de permitir que os animais transitem com segurança de um fragmento florestal ao outro, favorecendo que haja o fluxo gênico entre estas populações para a regeneração natural da floresta, bem como contribuir para a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados por estes fragmentos aos seres humanos. O presente estudo visa analisar a importância de um corredor ecológico para interligar o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) à Floresta Nacional de Ipanema (Flona de Ipanema) - importantes unidades de conservação (UC) presentes na Região Metropolitana de Sorocaba. Para isso, serão utilizadas técnicas de geoprocessamento para identificar a melhor possibilidade para a formação de um corredor ecológico, considerando os menores custos e facilidade de implantação. Além da proposição de medidas mitigadoras ao atropelamento de animais silvestres observados nas vizinhanças do PNMCBio.

Introdução

Os corredores ecológicos (CE), segundo os autores Valeri e Senô (2004), são importantes ferramentas para o planejamento da conservação da flora e fauna. Estes autores alertam ainda sobre a importância e urgência da implementação de corredores ecológicos para evitar o processo de fragmentação florestal, que é intenso no interior do Estado de São Paulo, para que possamos garantir a biodiversidade, por conseguinte, a sobrevivência da fauna e flora, além de proporcionar diversos serviços ecossistêmicos para a sociedade (BRANCALION *et al.*, 2012). Conforme Melo (2012), o bioma da Mata Atlântica é o mais afetado pelo efeito da fragmentação. Este processo influencia na composição genética das populações, reduzindo a variabilidade genética e consequentemente acarretando a perda da capacidade adaptativa das espécies, podendo até mesmo ocasionar a extinção por isolamento.

Dentre os impactos observados por Clevenger e Huijser (2011) em Unidades de Conservação, foi evidenciado que devido à expansão das rodovias, a fauna selvagem perde parte de seu habitat pela sua fragmentação, o que pode ocasionar acidentes provocados pela movimentação dos animais nas vias de trânsito, causando a perda e, consequentemente, resultando na vulnerabilidade das espécies. Este efeito de vulnerabilidade ocorre de forma ainda mais acentuada em espécies com ciclo reprodutivo mais demorado podendo até mesmo ocasionar sua extinção no local.

Os atropelamentos de fauna vêm sendo monitorados pelo Centro Brasileiro de Estudos em Ecologias de Estradas (CBEE, 2015), através do Sistema Urubu que é uma importante rede social que disponibiliza informações sobre a mortalidade de fauna selvagem nas rodovias e ferrovias. Ainda, conforme retratado por Lima (2013) em seus estudos, há atropelamentos de fauna selvagem em pelo menos 76% das unidades de conservação que possuem vias de tráfego em seu entorno. O que reforça ainda mais a necessidade de se propor e implementar medidas mitigadoras principalmente em unidades de conservação que desempenham uma vital importância para a preservação das espécies. (KORMAN, 2003).

Para garantia da sustentabilidade do meio ambiente, foi instituída a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que trata do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o qual é um dos mais sofisticados modelos de conservação do mundo. Esta dispõe de um conjunto de unidades de conservação na esfera federal, estadual e municipal, tendo sido concebido a fim de melhorar a administração e planejamento das UCs. Ainda, de acordo com o Art. 25 “as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos que também estão previstos”.

Além desta lei, há outras ferramentas jurídicas que visam à preservação da fauna e flora, tais como a Lei nº 12.651/12, que institui o Novo Código Florestal, e o projeto de Lei nº 556/2012 do Estado de São Paulo, que torna obrigatória a implantação de passagem para animais em estradas, rodovias e ferrovias.

Medidas mitigadoras para passagem de fauna em segurança

As medidas mitigadoras são de extrema importância, conforme Bager *et al.* (2007) e ainda carecem de estudos no Brasil, onde o tema é discutido há pouco mais de uma década. Os autores evidenciaram que a presença de estradas e rodovias tem grande contribuição na perda da biodiversidade devido ao atropelamento de fauna selvagem, porém poucos trabalhos abordam medidas mitigadoras para estes impactos. Conover *et al.* (1996), observou em seus estudos a ocorrência de danos físicos e materiais ocasionados aos seres humanos em acidentes, causados pela travessia da fauna selvagem não segura em trechos de rodovias.

Estas medidas de preservação das espécies de fauna (Tabela 1) também contribuem indiretamente para a manutenção das boas condições do solo e a flora. Sendo assim, Valeri e Senô (2004) explicam que estes grupos biológicos são interdependentes, pois a ausência de qualquer um desses fatores inviabilizará a presença dos demais.

Tabela 1. Medidas de intervenções já conhecidas e de uso conhecido no Brasil.

| Tipo | Medida mitigadora | Grupo biológico | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------|---|---|---|
| | | I | H | A | M |
| Intervenções Estruturais | 1 Passagens inferiores | | | | |
| | 2 Passagens inferiores grandes | | | | |
| | 3 Passagens inferiores multiuso | | | | |
| | 4 Túneis para anfíbios e répteis | | | | |
| | 5 Passagens superiores | | | | |
| | 6 Passagens superiores multiuso | | | | |
| | 7 Passagens no estrato arbóreo | | | | |
| | 8 Tunéis rodoviários | | | | |
| | 9 Viadutos e elevadas | | | | |
| | 10 Pontes e pontilhões | | | | |
| | 11 Bueiros modificados | | | | |

| Legenda: | |
|---|---------------------------|
| | Eventualmente recomendada |
| | Recomendada |
| | Inadequada |

I = ictiofauna, H = herpetofauna, A = avifauna, M = mastofauna

Fonte: adaptado de Lauxen (2012).

Diversas medidas para minimização do impacto das rodovias sobre a fauna foram propostas e implantadas, para que possamos restabelecer a conectividade de fragmentos, minimizar o efeito de barreira e impedir os atropelamentos que têm se tornando cada vez mais frequentes (LAUXEN, 2012). Entretanto, a maioria das medidas carece de estudos avaliando a sua eficácia, desta forma, o autor indica que é importante o conhecimento dos tipos de opções existentes, com o propósito de se encontrar a que mais se adapte à fauna existente. Para isso, foi realizado uma avaliação das medidas mitigadoras que se enquadrassem ao PNMCBio, levando-se em consideração as estruturas preexistentes, o tipo de fauna local, além de avaliações do custo, facilidade de implantação e eficácia dos tipos de medidas existentes para mitigação do atropelamento de fauna selvagem. As análises se basearam em medidas que possuem seu uso conhecido no Brasil, presentes na Tabela 1, e também em estudos *in loco* da área, realizados para um levantamento mais detalhado a fim de se conhecer quais as medidas de maior potencial de mitigação para estas ameaças à fauna local.

Nestes estudos foi observado o potencial de duas galerias que servem para o escoamento da água do córrego da Campininha, que passam sob a Avenida Itavuvu e podem exercer o papel de túneis de passagem da fauna, numa área na qual há registro visual de diversos casos de atropelamento de animais, e por isso optamos por propor medidas de intervenções estruturais de baixo custo e tempo de implantação recomendadas para os grupos de fauna presentes no Parque, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Ressalta-se também a importância de tomadas de medidas de controle do acesso da fauna à rodovia e direcionamento da mesma para o uso correto das passagens, para tal recomenda-se a implantação de cercas e barreiras nas áreas mais críticas, assim como redutores de velocidade, sinalizações,

campanhas educativas, dentre outras medidas cabíveis descritas por Luxen (2012).

Sendo assim, as medidas propostas nesse estudo, foram a implantação de duas intervenções estruturais que atendessem aos quesitos de custo, facilidade de implantação e eficácia. Sendo propostos a implantação de bueiros modificados e passagens no estrato arbóreo descritos a seguir.

Bueiros Modificados: São estruturas inicialmente destinadas à drenagem de corpos d'água, porém através de pequenas adaptações são possíveis torná-las eficientes estruturas de passagem para vertebrados, além de manter sua função original de drenagem de água. Para tal adaptam-se plataformas secas e rampas de acesso na estrutura inicial, que são de fácil implantação e reduzido custo, resultando em uma estrutura adequada para ictiofauna, herpetofauna e mastofauna (LAUXEN, 2012).

Estudos demonstrados por Ascensão e Mira (2007), retratam que este tipo de estrutura possui um grande atrativo aos animais durante os períodos quentes, já que possui a capacidade de regulagem da temperatura. Diante dos relatos dos autores, tal fenômeno foi verificado e confirmado no PNMCBio por Oliveira *et al.* (2015).

Foram identificados sob a Avenida Itavuvu na área que tange o PNMCBio, dois túneis de 100 metros de comprimento cada e com as dimensões mostradas na Figura 1, que servem para o escoramento do córrego Campininha e cujas dimensões são compatíveis com a implantação dos bueiros adaptados, para isso Oliveira *et. al.* (2015) recomenda a utilização de placas de cimento pré-moldado apoiadas sob mãos francesas, conforme apresentado na Figura 1, tal proposta foi dimensionada no software AutoCad 2014, de modo que não houvesse diminuição na vazão d'água mesmo em períodos de cheias, não interferindo na capacidade de vazão do túnel.

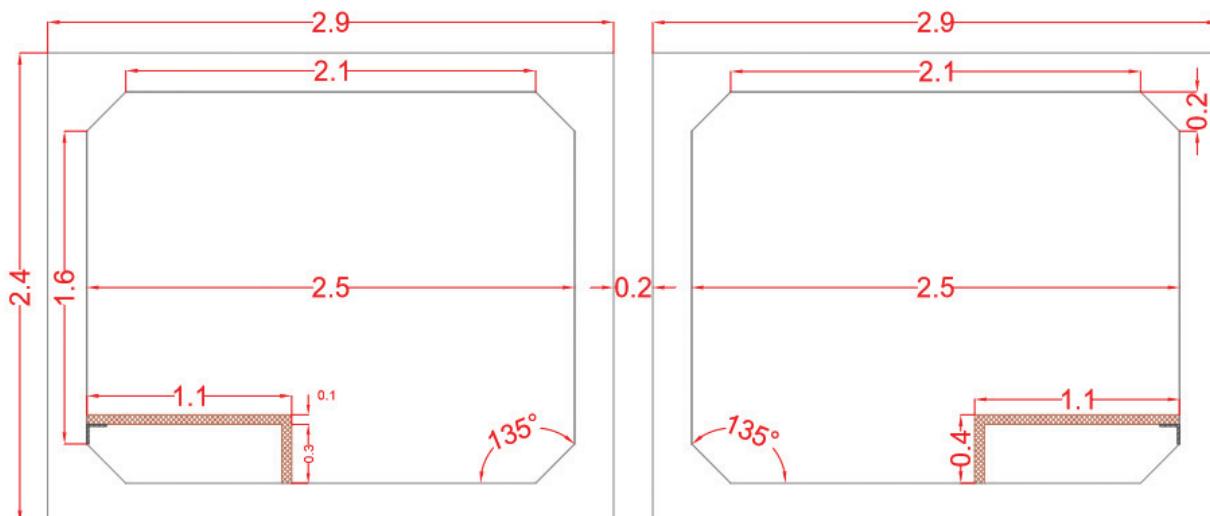


Figura 1. Proposta de Oliveira *et al.* (2015) de adaptação para passagem de animais aplicáveis aos túneis do córrego Campininha (Dimensões em metros).

Passagens no estrato arbóreo: São estruturas construídas principalmente para conexão de mato-fauna entre habitats divididos por rodovias, estradas e ferrovias a fim de reduzir a mortalidade da fauna selvagem em habitats separados (CLEVENGER; HUIJSER, 2011). Os autores trazem diversas formas de se implantar estas medidas, mas em todas elas sua estrutura é simples e de fácil implantação, que consiste em elementos simples, como cabos grossos, formando um ligamento entre árvores ou até mesmo a adaptação de estruturas de sinalização sobre as rodovias para passagem da fauna, devido a estas características, objetivou-se a recomendação desta medida para aplicação ao PNMCBio.

Recomendações futuras para as medidas mitigadoras

Para futuras pesquisas, recomenda-se mecanismos de contagem de animais que estejam utilizando as passagens, através de armadilhas fotográficas e de vídeo, armadilhas de pegadas, observações visuais diretas, dentre outros mecanismos abordados por Lauzen (2012). Diante dos resultados, propõem-se verificar a eficiência das medidas a longo prazo, assim como avaliar a necessidade do estudo da implantação de novas medidas mitigadoras de atropelamento de fauna selvagem.

Proposta de um corredor ecológico para ligar o PNMCBIO à Flona de Ipanema

Para a proposta de interligação do PNMCBio à Flona de Ipanema, foram considerados fatores como o uso do solo e cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e a declividade entre essas duas Unidades de Conservação. Para isso, utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de “pesos de menor custo” proposta por Louzada *et al.* (2012) e geocodificadas pelo Sistema de Informações Geográficas (SIGs) denominado ArcGIS 10.2.

Para a criação do corredor ecológico, primeiramente, foram geradas imagens matriciais de custos, que representam algum fator ou combinação de fatores que afetam o deslocamento da biota pelo corredor ecológico. Para estes fatores atribui-se pesos baseados na metodologia proposta por Louzada *et al.* (2012), que busca impedir ou limitar a passagem do CE por áreas não desejáveis, como áreas edificadas e estradas.

Os pesos variam de 1 a 100, sendo que foram atribuídos pesos mais elevados às classes de fatores por onde os corredores não deveriam passar, gerando assim, um mapa de custo nas quais as classes com maiores pesos teriam maiores custos, para o caso da implantação de um CE.

O mapa das Áreas de Preservação Permanente Totais (APPs Totais) (Figura 2) da área de estudo foi dividido em duas classes para atribuição dos pesos. Para a classe de APPs Totais foi atribuído o peso igual a 1, enquanto que, para a classe de outras áreas foi atribuído o peso igual a 100, uma vez que o objetivo maior é que a rota do CE passe pelas APPs, por isso, estas receberam o peso menor.

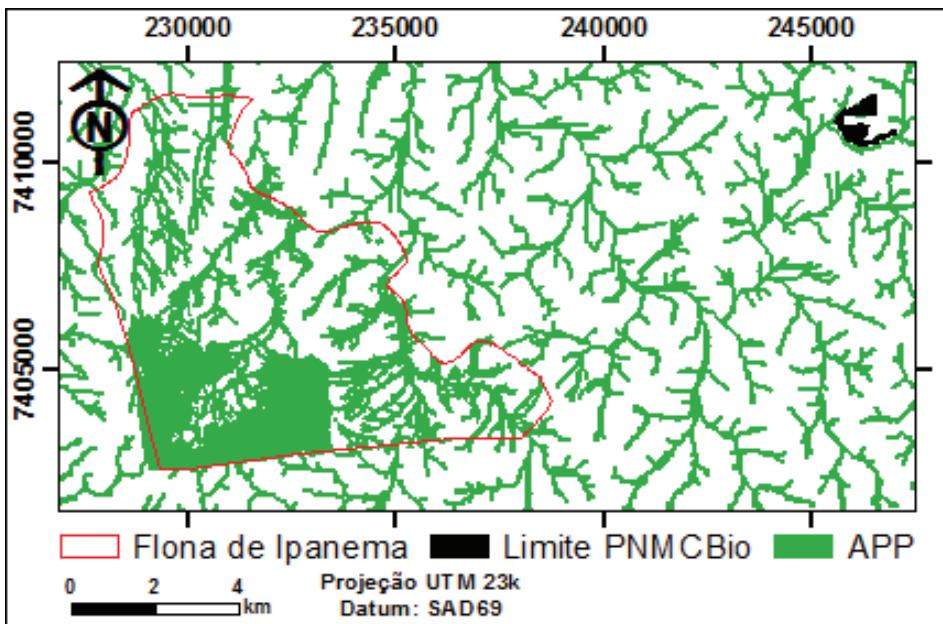


Figura 2. Mapa das APP's totais da área de estudo.

O mapa de declividade da área de estudo (Figura 3) foi dividido em três classes para a atribuição dos pesos: Agricultável Mecanicamente com declividade menor do que 20°, com peso igual a 100; Uso Restrito com declividade entre 20° e 45°, com peso igual a 50; e Área de Preservação Permanente com declividade maior que 45°, com peso igual a 1. Como os terrenos com declividade mais suave (inferiores a 20°) são mais aptos para a mecanização na agricultura, estas áreas tiveram um custo maior, enquanto que, para as áreas com declividade superior a 45° foi atribuído um menor peso, pois são APPs e adequadas para integrar o CE.

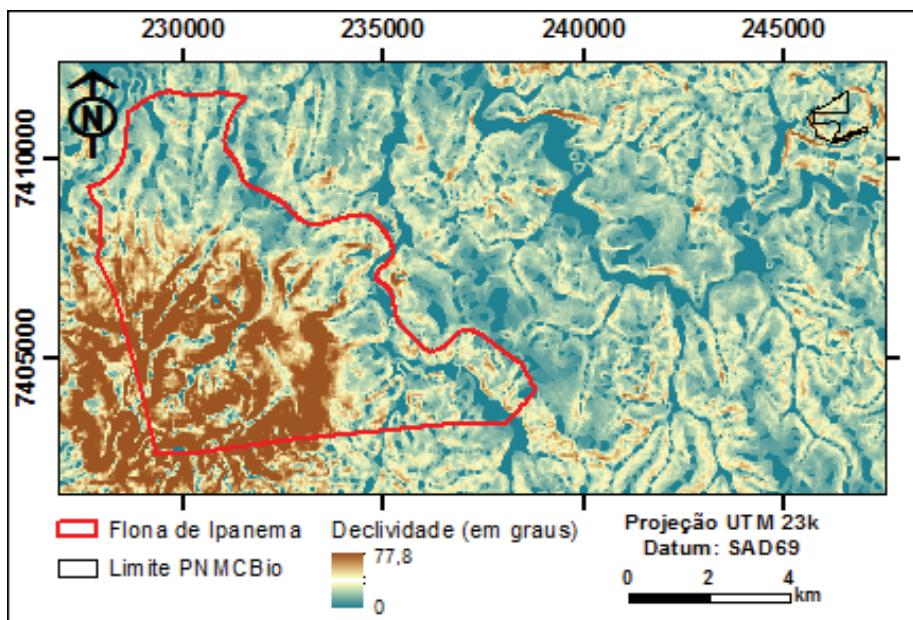


Figura 3. Mapa da declividade da área de estudo.

A partir do mapa de uso do solo e cobertura vegetal (Figura 4) foram definidos os pesos para cada classe presente no mapa e justificados, conforme a Tabela 2.

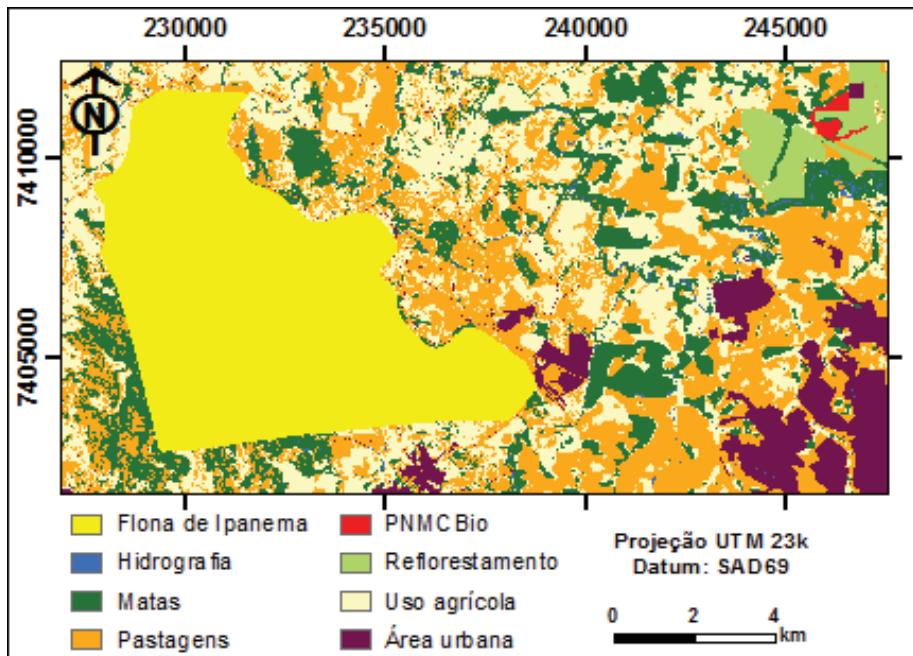


Figura 4. Mapa de uso do solo da área de estudo.

Tabela 2. Pesos atribuídos às diferentes classes de usos do solo e cobertura vegetal

| Classes | Pesos | Justificativas |
|----------------------------|-------|---|
| Área urbana e uso agrícola | 100 | Considerada como barreiras para a passagem do CE, recebendo o custo extremo, além de sua aquisição para esta implantação ser muito complexa. |
| Pastagem | 50 | São áreas que podem ser utilizadas para fim de agropecuária e seria necessário recuperá-la com plantio de espécies nativas. |
| Reflorestamento | 50 | São áreas plantadas, em sua maioria com objetivo econômico, sendo suprimida após alguns anos ficando a área desflorestada. |
| Matas | 1 | São áreas adequadas para integrar o CE |
| Hidrografia | 1 | São áreas adequadas para integrar o CE, pois são lugares de des-sedentação da fauna, além de constituir em seu entorno área de preservação. Não é considerado como barreira, pois há presença de matas marginais. |
| PNMCCBio | 1 | Área de Preservação Permanente |
| Flona de Ipanema | 1 | Unidade de Conservação que apresenta uma grande biodiversidade |

Fonte: Adaptado de Louzada *et al.* (2012).

Após a atribuição dos pesos, as imagens matriciais de custo geradas foram multiplicadas pelo seu respectivo peso, o qual foi calculado a partir do método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) proposto por Saaty (1991) e aplicado por Louzada *et al.* (2010) e Louzada *et al.* (2012). Os pesos calculados para cada mapa de custo foram: APPs Totais (0,2605); Declividade (0,1061); Uso do Solo e Cobertura Vegetal (0,6334).

Posteriormente, as imagens resultantes foram somadas para gerar um mapa de Custo Total (CT) de acordo com a Equação (1):

$$CT = 0,2605 \times APP + 0,1061 \times Decliv + 0,6334 \times Uso \quad (1)$$

Onde:

CT é a imagem matricial do Custo Total;

APP é a imagem matricial do custo de APPs;

Decliv é a imagem matricial do custo de declividade;

Uso é a imagem matricial do custo de uso do solo e cobertura vegetal.

Para traçar o melhor caminho, o qual representa os menores custos entre as duas Unidades de Conservação, utilizou-se módulo *Shortest Path* do ArcGIS 10.2 para calcular o caminho mais curto. Esta função utiliza as imagens matriciais de distância e direção de custo para determinar uma rota de custo

efetivo entre a origem e o destino. Dessa forma, foi traçado o corredor interligando as duas UCs.

A largura do corredor foi definida utilizando a CONAMA 09/96, que determina as regras para o cálculo da largura de corredores ecológicos. Segundo esta resolução, a largura do corredor ecológico corresponde a 10% do seu comprimento total, porém optou-se por trabalhar com a largura mínima que é de 100m, pois o comprimento total do corredor ecológico proposto é de aproximadamente 14,3km e 10% desse comprimento como largura mínima tornaria o corredor inviável. Como em quase todo o trecho do corredor segue-se algum curso de água e a resolução do CONAMA 09/96 estabelece que quando em faixas marginais a curso de água, a largura mínima se fará em ambas as margens do rio, portanto, para essas fisionomias ficou estabelecido que a largura mínima do corredor proposto fosse de 200m.

A Figura 5 mostra o mapa de uso do solo da área de estudo com o corredor ecológico proposto para interligar a Flona de Ipanema ao PNMCBio.

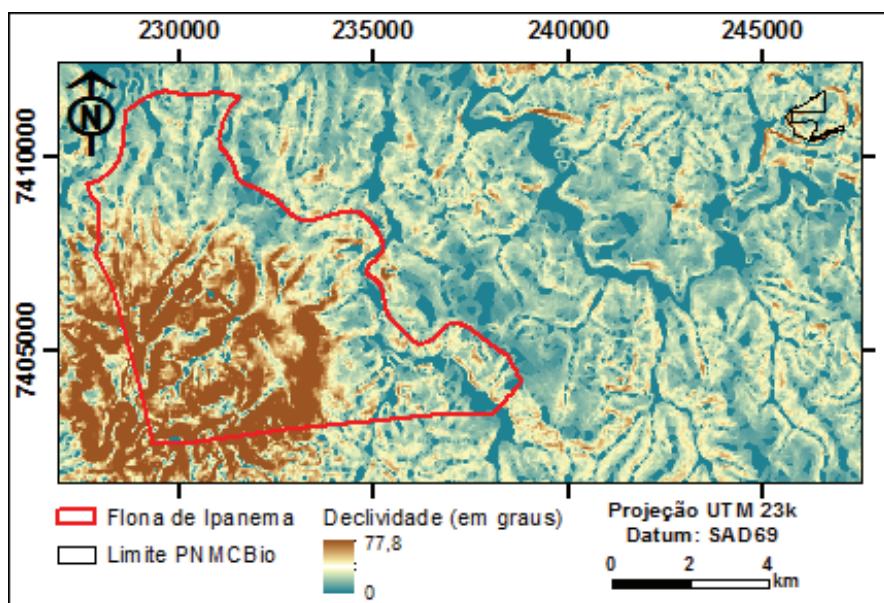


Figura 5. Mapa de uso do solo com o corredor ecológico proposto

A área estimada para o corredor ecológico proposto é de aproximadamente 269,9ha, e está distribuído em várias classes de uso do solo e cobertura vegetal, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição das classes de usos do solo e cobertura vegetal no traçado do CE

| Classes | Área (ha) | % do total |
|-----------------|-----------|------------|
| Uso agrícola | 37,3 | 13,8% |
| Pastagens | 62,6 | 23,2% |
| Matas | 153,8 | 57,0% |
| Área Urbana | 2,2 | 0,8% |
| Reflorestamento | 14 | 5,2% |

Percebe-se ao visualizar a Tabela 3 que o percurso do corredor ecológico praticamente não passa por nenhuma área urbana, porém há uma alta porcentagem do mesmo que se encontra em propriedades agrícolas, que necessitaria de uma fiscalização constante para sua preservação e geraria um alto custo para desapropriação dessas áreas pelo governo. Aproximadamente 52,3ha da área total do corredor ecológico encontra-se em APPs, isto é, 19,3% da área já está protegida legalmente, o que facilitaria a manutenção desse corredor.

Para a conservação e manutenção desse corredor ecológico proposto devem ser promovidas atividades sustentáveis, como agricultura e pecuária orgânica, e técnicas de adequação ambiental, como regularização e averbação de Reserva Legal, proteção às APPs, incentivo e criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e ações de turismo e ecoturismo (LOUZADA *et al.*, 2012). Além disso, Henriques e Negro (2007) enfatizam a importância do estímulo a atividades de ecoturismo e de turismo sustentável como forma de geração de renda para as comunidades locais, promovendo, desta forma, a manutenção dessas áreas através do incentivo ao comércio de produtos ambientalmente sustentáveis, uma vez que, atividades como essas favorecem o fortalecimento da relação homem-natureza, tanto da população local, quanto dos visitantes dessas áreas.

Considerações finais

Os corredores ecológicos, conforme retratam os autores Valeri e Senô (2004), vão estender e reforçar o modelo atual das Unidades de Conservação, garantindo sua sustentabilidade assim como melhorar sua regeneração. Para a Região Metropolitana de Sorocaba tal corredor é de extrema importância, pois além de servir de zona de transição para as espécies presentes no PNMCBio e na Flona de Ipanema, permitirá que os animais transitam com segurança de um fragmento florestal ao outro, garantindo o fluxo gênico entre estas populações, favorecendo que haja dispersão das sementes para a regeneração natural da floresta. Servirá também para oferecer serviços ecossistêmicos com o papel fundamental na preservação da disponibilidade de água, auxiliando na recarga dos corpos d'água, além de contribuir para a retenção de alguns gases e assim diminuir os problemas de saúde, que podem ser ocasionados pela qualidade do ar e, desta forma, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

Recomendam-se estudos mais detalhados após a implantação do corredor com o intuito de investigar as espécies da fauna que o estão utilizando, assim como a revegetação e/ou enriquecimento de alguns trechos do corredor com espécies de mudas nativas. Para a formação ou recomposição do corredor, é necessário o acompanhamento e monitoramento das áreas objeto de intervenção, para que estas alcancem um grau de regeneração que garanta sua resiliência e sustentabilidade.

Referências bibliográficas

ASCENSÃO, F.; MIRA, A.. Factors affecting culvert use by vertebrates along two stretches of road in southern Portugal. **Ecological Research**, v. 22, n. 1, p. 57-66, 2007.

BAGER, A.; PIEDRAS, S.R.N.; MARTIN, T.S.; HÓBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento: diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. **Áreas Protegidas. Repensando as escalas de atuação (A. Bager, ed.)**. Armazém Digital, Porto Alegre, p. 49-62, 2007.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. **Martins, SV Restauração ecológica de ecossistemas degradados**, v. 1, p. 262-293, 2012.

CBEE, CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. 2014. Disponível em: <<http://cbee.ufba.br/portal/atropelometro/>>. Acesso em 28/08/2015.

CLEVENGER, A.P.; HUIJSER, M.P. **Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America**. US. Department of Transportation. Federal Highway Administration, Lakewood, CO, 2011.

CONOVER, M. R.; PITI, W. C.; KESSLER, K. K.; DUBOW, T. J.; SANBORN, W. A. Review of human injuries, illnesses, and economic losses caused by wildlife in the United States. **Wildlife society bulletin**, p. 407-414, 1995.

HENRIQUES, J. H. P.; NEGRO, E. F. C. Turismo sustentável nos corredores ecológicos do estado do Espírito Santo. In: **Instituto do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis Corredores Ecológicos: experiência em planejamento e implantação**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, 2007.

KORMAN, V. **Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003

LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão**. Monografia (Especialização em Diversidade e Conservação de Fauna) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LIMA K. C. B. **Impacto de Estradas em Unidades de Conservação do Brasil**. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade de Lavras, Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, Lavras, 2013.

LOUZADA, F. L. R. O.; DOS SANTOS, A. R.; DA SILVA, A. G.; DE OLIVEIRA, O. M.; DE OLIVEIRA G. G.; SOARES, V. P.; PELUZIO, J. B. E. Proposta de corredores ecológicos para interligação de parques estaduais utilizando geotecnologia, Espírito Santo (ES) - Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, v. 53, p. 2, 2012.

LOUZADA, F. L. R. O.; SANTOS, A. R.; SILVA, A. G.; COELHO, A. L. N.; EUGENIO, F. C.; SAITO, N. S.; PELUZIO, T. M. O.; TULER, T. O.; TEBALDI, A. L. C.; GARCIA, G. O. **Delimitação de Corredores Ecológicos no ArcGIS 9.3**. Alegre: CAUFES, 2010. 50p.

MELO, A. T. O. **Fluxo gênico e estrutura genética espacial de Cabralea canjerana (Vell.) Mart. (Meliaceae) em fragmentos florestais de Mata Atlântica**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade

Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

OLIVEIRA, R. A.; SOUZA, C. M. G; SIMONETTI, V. C.; PALOMBINO, P.; STROKA, E. A. B.; FRANÇA, J. F.; SOUZA, N.; SILVA, D. C. C.; SABONARO, D. Z.; SMITH, W. S.; ALBUQUERQUE, D. A. C.; LOURENÇO, R. W. Viabilidade de implantação de bueiro adaptado à passagem de fauna selvagem em segurança no PNMCBio. I Mostra de Atividades Acadêmicas **Anais**: XVIII Encontro de Pesquisadores e Iniciação Científica - EPIC, Universidade de Sorocaba, Sorocaba – SP, 2015.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Publisher, 1991. 367 p.

URUBU, CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS. Disponível em: <http://cbee.ufla.br/portal/sistema_urubu/> Acesso em 27/07/2015.

VALERI, S. V.; SENÔ, M. A. A. F. A importância dos corredores ecológicos para a fauna e a sustentabilidade de remanescentes florestais. **Anais**. XVIII Congresso Internacional de Direito Ambiental, São Paulo. Anais Eletrônicos. ONG Planta Verde, São Paulo. 2004.

CAPÍTULO 5

Restauração Ecológica no Interior do Parque Natural Corredores da Biodiversidade, Sorocaba-SP

José Carmelo de Freitas Reis^{1,2}; César Augusto da Costa Scaglianti¹ & Welber Senteio Smith³

¹ Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Sorocaba

² Mestrando em Agricultura e Ambiente – UFSCar Araras

³ Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil.; Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP); Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

Resumo

Criado em 2011 pelo Decreto Municipal nº 19.424, o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBio) está localizado em uma antiga área de plantio de eucalipto com remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual. O Plano de Manejo do Parque identificou a necessidade de restauração ecológica em mais da metade de sua extensão com o objetivo de se recuperar a estrutura, resiliência e função do ecossistema natural. Em 2013 iniciou-se a restauração e este capítulo relata a experiência desse trabalho e as expectativas futuras para consolidação e maturação das áreas em processo de restauração. O Parque foi dividido em diferentes zonas e métodos de plantio conforme o estadio de degradação e tipo de vegetação, onde foram plantadas 124 espécies de 36 famílias botânicas. O acompanhamento mensal verificou parâmetros como sobrevivência, fitossanidade das mudas e ocorrência de espécies invasoras. A primeira fase, concluída em janeiro de 2014, apontou menos de 10% de perda das mudas. O monitoramento da implantação deu-se aos 2 anos após o início da restauração com os indicadores: densidade de indivíduos, altura, presença de regenerantes, cobertura herbácea e projeção de copa. De maneira geral a avaliação foi positiva, fatores como a distância de remanescentes favorece a presença de regenerantes e o manejo das florestas plantadas pode beneficiar a estrutura e a diversidade da regeneração sob os plantios. Os plantios em floresta apresentaram maior cobertura de copa e densidade de indivíduos regenerantes comparados às áreas abertas, que ainda não apresentaram cobertura de copa satisfatória (80%). A existência de diferentes áreas e métodos de plantio cria oportunidades de uma ampla gama de pesquisas e trabalhos científicos. Com a investigação dessas especificidades, que podem vir a influenciar a dinâmica da regeneração nesses plantios, podem-se ter indícios de melhores práticas de manejo e obtenção de valores referência para monitoramento. Em uma visão de futuro, esperamos com essas ações poder catalisar a regeneração e propiciar um ambiente de colonização para espécies presentes nos remanescentes regionais, com benefícios de serviços ecossistêmicos e uso sustentável dos recursos.

Introdução

O Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade foi criado em uma antiga área de plantio comercial de eucalipto, local que se encontrava em sua maior parte degradada. Com a transformação da área em Unidade de Conservação, o primeiro passo foi realizar estudos para conhecer a situação da conservação da cobertura vegetal, seus pontos negativos, como os fatores de degradação, e positivos, como presença de fragmentos nas proximidades do Parque. Em novembro de 2012, o Plano de Manejo do Parque foi concluído e com ele definido o seu zoneamento e identificadas as áreas que necessitavam ser restauradas. O Parque possui uma área total de 62,42 ha, dividida em Floresta Estacional Semidecidual ou Mata Mesófila Secundária, Matas Ciliares, Floresta de Eucalipto, Floresta de Pinus, Áreas Alagadas, Trilhas e Estradas. A Floresta Estacional Semidecidual, com 19,9 ha, é a porção do parque com a melhor cobertura vegetal, sendo chamada de zona intangível. As áreas que foram identificadas como degradadas foram as Florestas de Eucaliptos e de Pinus e Matas Ciliares, áreas que somam um total de 37,65 ha, ou seja, mais da metade da área do parque.

Em agosto de 2013, iniciou-se o trabalho de restauração ecológica das áreas com o preparo do solo e o plantio de mudas, que se estendeu até janeiro de 2014. Logo após o início dos plantios começou também a manutenção das áreas plantadas, atividade que continua até hoje e que será mantida até que ocorra o fechamento do dossel.

A Sociedade de Restauração Ecológica define a restauração como uma ferramenta com o objetivo de recriar as condições naturais de um ecossistema, como sua estrutura, resiliência e função, considerando seus valores ecológicos, econômicos e sociais (SER, 2004).

Como instrumento de recuperação de áreas degradadas, a restauração está prevista na legislação ambiental. A atividade está contemplada na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981), que define como um de seus princípios a recuperação de áreas degradadas. No nível estadual, há a Resolução SMA 32/2014, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo e a SMA 49/2015, que disponibiliza o Sistema Informatizado de Apoio à Restauração Ecológica (SARE), além da Portaria CBRN 01/2015, que estabelece o Protocolo de Monitoramento e Restauração Ecológica.

O presente capítulo relata a experiência do trabalho de restauração da cobertura vegetal do PNMCBio, o histórico da área, a situação atual, além de expectativas e etapas futuras para consolidação e maturação das áreas em restauração.

Caracterização do Parque

O PNMCBio é composto por um remanescente secundário de Floresta Estacional Semidecidual, parte da Mata Ciliar do Córrego da Campininha, plantios homogêneos de eucalipto e uma pequena área com plantio homogêneo de pinheiros. O Plano de Manejo da Unidade de Conservação apontou a ocorrência de 59 espécies arbóreas nativas pertencentes a 50 gêneros e 31 famílias, com destaque para Fabaceae e Myrtaceae, famílias com maior riqueza de espécies (SOROCABA, 2012). O estudo classificou as áreas da unidade como Zona Intangível, Zona Primitiva e Zona de Recuperação, apontando a necessidade da restauração do entorno dos remanescentes, de modo a aumentar o grau de conectividade entre os fragmentos de mata da região.

As medidas de restauração vêm sendo desenvolvidas na Zona de Recuperação, formada por 11,10

ha de Mata Ciliar do Córrego da Campininha e 20,54 ha de plantios homogêneos de eucaliptos, totalizando 31,64 ha. As áreas foram divididas em diferentes zonas conforme o estado de degradação e o tipo de vegetação ocorrente em cada local, uma necessidade para definição da técnica de restauração mais adequada a ser utilizada em cada área. A Zona 1 caracteriza-se pela presença de floresta homogênea de pinheiros, onde o manejo é a supressão total das árvores e plantio em área total. A Zona 2 possuía originalmente floresta de eucalipto com manchas de vegetação nativa, notadamente junto às grotas, onde a cobertura vegetal foi preservada por estar sobre um relevo não favorável ao plantio comercial. A Zona 3, também chamada de zona intangível, é composta por uma Floresta Estacional Semidecidual com a ocorrência de alguns eucaliptos no seu interior. Há ainda as áreas de mata ciliar que apresentam boa cobertura vegetal (Figura 1).

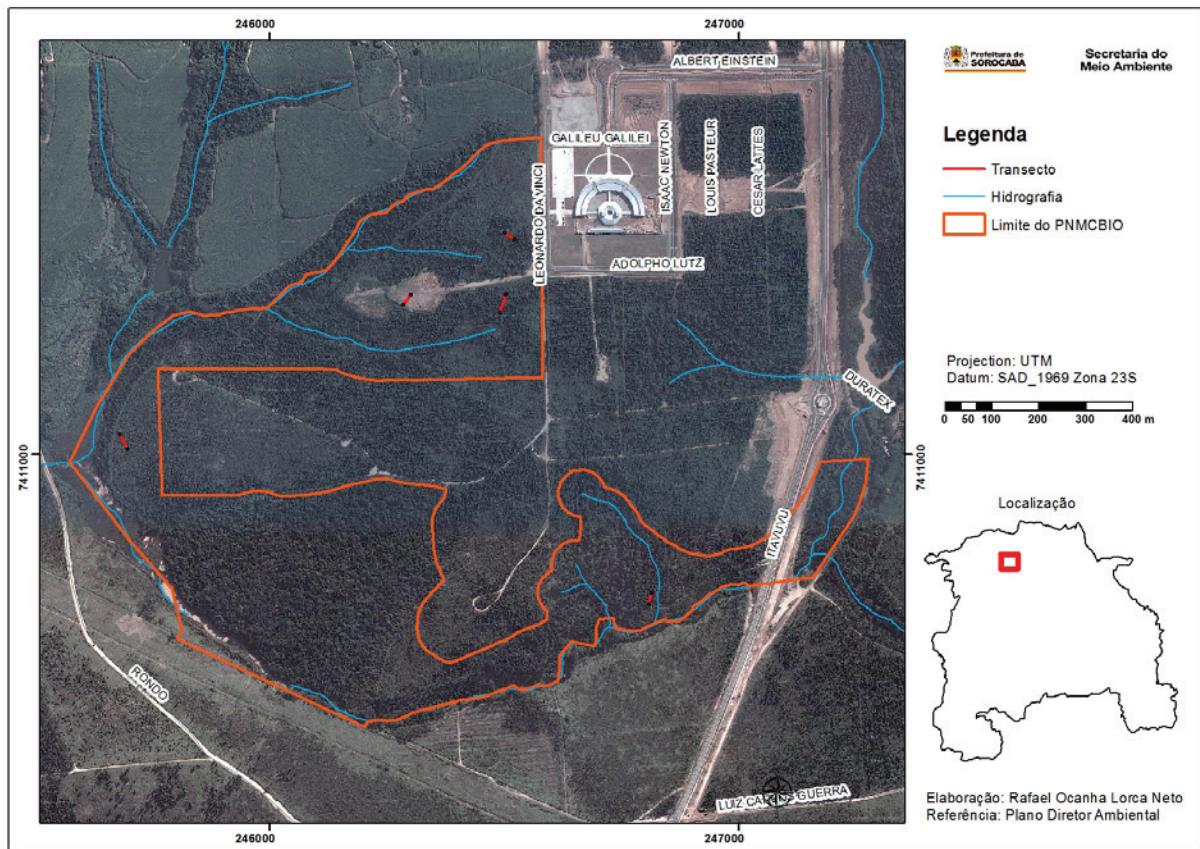


Figura 1. Delimitação da unidade de conservação e a localização dos transectos estudados.

Plantio e Restauração Ecológica no PNMCBIO

A restauração ecológica foi realizada com diferentes métodos de plantio, conforme a situação da área a ser restaurada. Os plantios em área total foram feitos nos locais onde não havia nenhuma cobertura vegetal ou foi feita a supressão total do eucalipto. Nos locais onde a cobertura vegetal ocorria de maneira descontínua, foi feito o enriquecimento de espécies. As áreas com boa cobertura vegetal, situação que ocorre em manchas ao longo de todo o Parque, principalmente junto às grotas, mas também na zona intangível e matas ciliares, faz-se a condução da regeneração natural, sem execução de plantio. Estas últimas áreas podem no futuro receber plantios de enriquecimento conforme apontamento em monitoramentos futuros.

Os plantios começaram na parte mais alta do Parque, áreas originalmente sem cobertura vegetal arbórea, junto à divisa com o Parque Tecnológico, onde foi feito o plantio em área total. A área seguinte foi o local com plantio de eucaliptos, onde a cobertura de nativas e mesmo de eucalipto é irregular, variando de porções sem nenhuma vegetação até partes onde a vegetação é fechada. O plantio de eucalipto foi realizado de forma adensada quando comparado aos plantios tradicionais, dessa forma para a restauração foi feita a supressão parcial, de forma a permitir o plantio de mudas de nativas. A supressão foi feita inicialmente nas linhas de plantio de forma alternada e as linhas de eucaliptos que permaneceram em pé foram raleadas com o corte alternado em linha (Figura 1).

Antes da criação do Parque, uma de suas áreas foi usada para a deposição de solo removido das obras da Prefeitura, material que teve origem da movimentação de terra com diferentes origens e profundidades, o que resultou em um solo com variação nos teores de matéria orgânica, situação que manifesta a ocorrência de plantas herbáceas de maneira desigual na área. Em dezembro de 2012, o platô foi vegetado com o plantio de mudas de árvores nativas em uma ação de participação e envolvimento popular, conhecida em Sorocaba como Mega Plantio III. Um plantio de espaçamento adensado com 30.000 mudas de árvores nativas em 14.000 m².

No total das áreas em restauração foram plantadas 124 espécies arbóreas, pertencentes a 36 famílias botânicas, sendo as principais: Fabaceae, com 27% das espécies; Myrtaceae, com 10%; e Malvaceae, com 8% (Anexo I). Dessas, 13 não são nativas do Estado de São Paulo (De Janeiro, 2012) e 2 são exóticas (*Eriobotrya japonica* e *Morus nigra*), as últimas vêm sendo removidas durante a manutenção e reposição nos plantios. As Classes Sucessionais das mudas usadas se dividem em 43 pioneiras ou de preenchimento e 81 não pioneiras ou de diversidade. Em relação à síndrome de dispersão, 46% são espécies zoocóricas, 31% anemocóricas e 23% autocóricas. As mudas usadas nos plantios foram produzidas nos viveiros municipais, que estão instalados no Parque Natural “Chico Mendes” e nos Sistemas Prisionais de “Aparecidinha” e “Mineirão”.

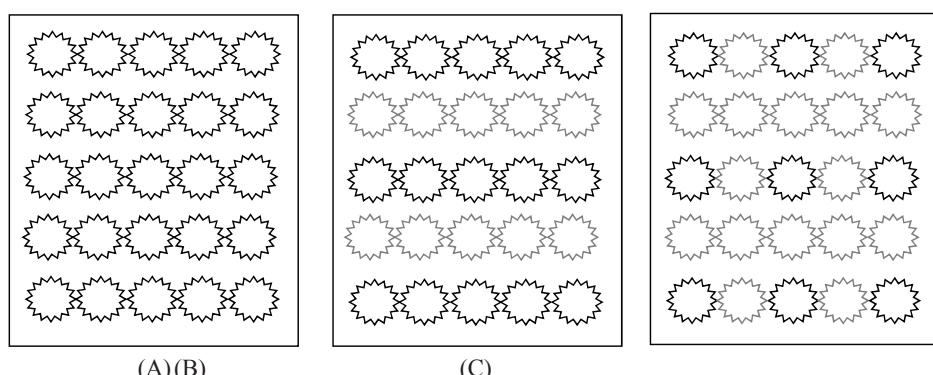


Figura 2. Esquema de supressão dos eucaliptos: (A) Espaçamento original do plantio de Eucalipto; (B) Eliminação alternada de metade das linhas de plantio; (C) Raleamento das linhas remanescentes de plantio.

Acompanhamento

Logo após o início dos plantios, iniciou-se o acompanhamento das áreas em processo de restauração, com vistorias mensais para verificar a sua situação. Os parâmetros verificados durante o plantio foram: tamanho dos berços, adubação, saúde das mudas, limpeza das linhas e entrelinhas de plantio, coroamento das mudas, uso de hidrogel para retenção de água, profundidade do coletor, ocorrência de formigas cortadeiras e presença de espécies exóticas e invasoras. A primeira fase do plantio foi concluída em janeiro de 2014. Após o plantio, as vistorias continuaram a verificar a necessidade de manutenção, como a limpeza das áreas e o coroamento das mudas, controle de formigas, presença de invasoras e também mortalidade das plantas.

A mortalidade observada para o período foi baixa, com menos de 10% de perda, mesmo o volume de chuva não atingindo a média esperada para a região, 71 mm (30%). Nos meses seguintes a precipitação aumentou, mas sem atingir o esperado. O volume de chuva no ano de 2014 foi de 319,2 mm (24%), abaixo da média para a região, no entanto, as plantas mantiveram um bom desenvolvimento.

Monitoramento e avaliação

A implantação e monitoramento de projetos de restauração de ecossistemas é uma tarefa que objetiva alcançar o reestabelecimento de interações ecológicas e serviços ecossistêmicos. Entre esses serviços, estão a produção e o armazenamento de água subterrânea, proteção quanto à erosão e assoreamento (CLEWELL & ARONSON, 2005), manutenção e restauração da biodiversidade (BENAYAS *et. al.*, 2009; Munro *et. al.*, 2011), sensibilização e envolvimento social (MENZ *et. al.*, 2013; SUDING & HIGGS, 2015), e sequestro de carbono (DAWSON & SMITH, 2007; MATZEK, *et. al.*, 2015).

O sucesso da restauração ecológica é avaliado pela maioria dos estudos utilizando de três atributos principais: diversidade, estrutura da vegetação e processos ecológicos; e a escolha desses fatores reflete nas decisões para manutenção do ecossistema a ser restaurado (RUIZ & MITCHELL, 2005). Os indicadores de restauração de ecossistemas avaliam as mudanças na paisagem e os processos ecológicos da dinâmica vegetacional que possam proporcionar a sustentabilidade da área restaurada quanto ao seu papel de conservação da biodiversidade remanescente (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

Durante o monitoramento devem ser consideradas as diferentes etapas do processo, para as diferentes variáveis avaliadas, permitindo a análise das ações implantadas em determinada área. Para isso, os indicadores avaliam a presença das espécies e grupos funcionais, cobertura da área e alteração da fisionomia e da diversidade biológica (BELLOTO, *et. al.*, 2009).

O monitoramento das áreas em restauração no PNMCBio iniciou-se com 2 anos e 6 meses de execução dos projetos. Foram escolhidas 5 áreas de abrangência e instaladas parcelas retangulares de 4 x 25m, de forma aleatória para levantamento das informações, que incluem os indicadores: densidade de indivíduos, classes de Circunferência na Altura do Peito (CAP), altura, presença de regenerantes, cobertura herbácea e projeção de copa.

Resultados

A Área 1 teve em sua implantação a supressão total do eucalipto e plantio em área total no espaçamento 3 x 2m. Foi observado um total de 2.200 árvores plantadas por hectare, sendo que 50% dos indivíduos observados atingiram a CAP maior que 15 cm. A média de altura dos indivíduos foi de 2,5 m e as espécies com maior altura foram *Jacaranda caroba* (4,5m), *Inga vera* (3,5m) e *Schinus molle* (3,5m). Não foi observada a presença de regenerantes. A cobertura de herbácea esteve em 43,75% e a projeção de copa, em 43%. Foram encontradas 16 espécies, sendo 50% pioneiras e 25% não pioneiras, 47% zoocóricas e 40% anemocóricas. Todos os indivíduos monitorados provinham de plantio.

A Área 2 teve em sua implantação um antigo platô de movimentação de terra com plantio adensado de 0,5 x 1m. Foi observado um total de 8.900 árvores plantadas por hectare, sendo que 21% dos indivíduos observados atingiram a CAP maior que 15 cm. A média de altura dos indivíduos foi de 1,5 m e as espécies com maior altura foram *Inga vera* e *Anadenanthera colubrina*, ambas com 3,5 m. Foi observada a presença de regenerantes, *Eucalyptus* sp. e *Mangifera indica*, a primeira caracterizada como espécie invasora e a segunda como consequência de ação antrópica. A cobertura de herbácea esteve em 31,88% e a projeção de copa, em 65%. Foram encontradas 31 espécies, sendo 50% pioneiras e 25% não pioneiras, 47% zoocóricas e 40% anemocóricas. Foram encontradas 30 espécies, sendo 37% pioneiras e 30% não pioneiras, 37% zoocóricas, 13% anemocóricas e 19% autocóricas. Dos indivíduos monitorados, 2% originaram de regeneração natural.

A Área 3 teve em sua implantação a supressão parcial do eucalipto e plantio nas entrelinhas com espaçamento 3 x 2 m. Foi observado um total de 1.700 árvores plantadas e 1.300 regenerantes por hectare, sendo que 22% dos indivíduos observados atingiram a CAP maior que 15 cm. A média de altura dos indivíduos foi de 2,2 m e as espécies com maior altura foram *Pseudobombax grandiflorum* e *Senegalia polyphylla*, ambas com 5m, e *Triplaris americana*, com 4m. Foi observada a presença de regenerantes, *Myrtaceae* sp1, *Solanum mauritianum*, *Eugenia uniflora*, *Psidium guajava* e Indeterminada 1. A cobertura de herbácea esteve em 34% e a projeção de copa, em 69%. Foram encontradas 16 espécies, sendo 25% pioneiras e 38% não pioneiras, 19% zoocóricas, 44% anemocóricas e 6% autocóricas. Dos indivíduos monitorados, 48% originaram de regeneração natural.

A Área 4 teve em sua implantação a supressão parcial do eucalipto e plantio nas entrelinhas com espaçamento 3 x 2 m. Foi observado um total de 1.100 árvores plantadas e 3.000 regenerantes por hectare, sendo que 19% dos indivíduos atingiram a CAP maior que 15 cm. A média de altura foi de 2,2 m e as espécies com maior altura foram *Tabebuia roseoalba*, com 6 m, e *Schinus terebinthifolius*, Indeterminada 2 e *Guazuma ulmifolia*, com 5 m. Foi observada a presença de regenerantes, sendo eles Indeterminada 3, *Solanum mauritianum*, *Guazuma ulmifolia*, Indeterminada 4, Indeterminada 5, *Myrtaceae* sp2, *Celtis iguanaea*, *Melia azedarach*, *Acosmium subelegans*, Indeterminada 2, Indeterminada 6, *Trema micrantha*, Indeterminada 7, *Inga marginata*, Indeterminada 8, Indeterminada 9, Indeterminada 10 e *Schinus terebinthifolius* (1 indivíduo). A cobertura de herbácea esteve em 70% e a projeção de copa, em 69%. Foram encontradas 27 espécies, sendo 22% pioneiras e 22% não pioneiras, 30% zoocóricas e 7% anemocóricas. Dos indivíduos monitorados, 73% originaram de regeneração natural.

A Área 5 teve em sua implantação a supressão parcial do eucalipto e plantio nas entrelinhas com espaçamento 3 x 2 m. Foi observado um total de 800 árvores plantadas e 2.200 regenerantes por hectare, sendo que 50% dos indivíduos observados atingiram a CAP maior que 15 cm. A média de altura dos indivíduos foi de 3,08 m, e as espécies com maior altura foram *Moquiniastrum polymorphum*, *Platypodium maxonianum* e Indeterminada 11, ambas com 7m, *Platypodium elegans*, com 6m, e *Sapindaceae* sp1, com 5,4m. A cobertura de herbácea esteve em 21% e a projeção de copa,

em 100%. Foram encontradas 16 espécies, sendo 31% pioneiras e 19% não pioneiras, 25% zoocóricas e 31% anemocóricas. Dos indivíduos monitorados, 73% originaram de regeneração natural.

Durante o período de avaliação as espécies que apresentaram floração e frutificação foram: *Schinus terebinfolius*, *Schinus molle*, *Guazuma ulmifolia*, *Trema micrantha*, *Solanum mauritidianum*, *Tibouchina granulosa*, *Tibouchina mutabilis* e *Rapanea guianensis*.

Discussão

Diversos estudos vêm demonstrando a capacidade de plantios florestais em facilitar a regeneração natural em sub-bosque, e a cobertura vegetal do PNMCBio aponta essa potencialidade nas áreas de restauração ecológica. O histórico de antiga floresta comercial de eucalipto e a existência de áreas de vegetação nativa conservadas criam um ambiente relevante para conservação e estudo do manejo.

De maneira geral, a avaliação da implantação dos projetos de restauração ecológica no Parque é observada de forma positiva. Fatores como a distância dos remanescentes favorecem à densidade e à riqueza de regenerantes, e o manejo das florestas plantadas pode vir a beneficiar a estrutura e diversidade da regeneração sob os plantios.

Entre as áreas monitoradas, os plantios em floresta de eucalipto apresentaram maior cobertura de copa e densidade de indivíduos regenerantes. Os mesmos apresentaram densidade total menor que os plantios com supressão total, no entanto, a presença e densidade do eucalipto não foram apresentadas no monitoramento, sendo avaliada somente quanto a sua cobertura. Comparando entre plantios de eucalipto houve uma heterogeneidade na distribuição da presença e altura de regenerantes.

As áreas com remoção do eucalipto e plantio em área total ainda não apresentaram cobertura de copa satisfatória (80%), o que reflete na ausência de regenerantes e necessidade de controle da cobertura de gramíneas. Quando comparada à primeira área monitorada, a área 2 teve um menor desenvolvimento e maior projeção de copa, devido ao plantio adensado.

A distribuição e proporção de espécies quanto aos grupos funcionais e sucessionais refletem a escolha e uso dessas para inclusão nos projetos de plantio, uma vez que boa parte das espécies regenerantes nos plantios de eucalipto não foi identificada quanto a essas características. No entanto, a diferença da porcentagem de espécies e seus grupos funcionais e sucessionais entre a lista de plantadas e a ocorrência *in situ* aponta a necessidade futura de monitoramento e possível enriquecimento e manejo.

Perspectivas futuras

A criação de uma área como o PNMCBio, uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, com características peculiares quanto à flora e fauna nativa, bem como seu histórico de uso e áreas do entorno, é um ganho enorme para a região. Um benefício social e ambiental visto sua continuidade com corredores ecológicos como matas ciliares, proximidade com a maior floresta nativa da região (Floresta de Ipanema) e integração com um grande potencial de pesquisa (Parque Tecnológico de Sorocaba). O Parque também possui em sua característica o envolvimento social nos plantios realizados, com participação da comunidade local em eventos que promovem a educação ambiental e a arborização urbana na cidade.

A existência no local de diferentes áreas de plantio e possível estratégia de manejo criam a oportunidade de uma ampla gama de pesquisas e trabalhos científicos. Entre os estudos está a investigação dessas especificidades, que podem vir a influenciar a dinâmica da regeneração nesses plantios, indi-

cando melhores práticas de manejo, e obtenção de valores referência para monitoramento.

Entre os estudos que vêm sendo realizados está a avaliação de grupos funcionais, o desenvolvimento e o papel de espécies de cobertura e reestruturantes do ambiente em projetos de restauração. Entre as demandas está o monitoramento das áreas para avaliação e possível intervenção em fase posterior a 3 anos de plantio e monitoramentos, com objetivo de quantificar serviços ambientais proporcionados pela restauração das florestas nativas. Visto a ampla gama de linhas de pesquisa e especialistas envolvidos em projetos no PNMCBio , a restauração ecológica é uma área ainda pouco explorada e possui lacunas nas mais diferentes áreas da ciência, ainda com necessidades de compreender as diversas relações existentes entre o ambiente físico, fauna e flora.

Em uma visão de futuro esperamos com essas ações poder promover regeneração e propiciar um ambiente favorável de colonização para espécies presentes nos remanescentes regionais, com benefícios de serviços ecossistêmicos e uso sustentável dos recursos que estão sendo alocados na restauração do PNMCBio.

Referências Bibliográficas

BELLOTTO, A., VIANI, R. A. G., NAVÉ, A. G., GANDOLFI, S., & RODRIGUES, R. R. (2009). Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. **Pacto pela restauração da mata atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal, 1.**

BENAYAS, J. M. R., NEWTON, A. C., DIAZ, A., & BULLOCK, J. M. (2009). Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*, 325(5944), 1121-1124.

BRASIL. 1988. **Constituição da república Federativa do Brasil.**

BRASIL. 1998. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente.** MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais. Brasília: SEF.

BRASIL. 2002. Código Florestal de 1934, de 23 de janeiro de 1934. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: < http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_federal/LEIS/CO_DIGO_FLORESTAL_1934.pdf >. Acessado em: 12/10/15.

CLEWELL, A. F., & ARONSON, J. 2006. Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation Biology*, 20(2), 420-428.

DAWSON, J.J.C. AND SMITH, P. 2007. Carbon losses from soil and its consequences for land-use management. *Sci. Total Environ.* 382, 165–190

MATZEK, V., PUUESTON, C., & GUNN, J. 2015. Can carbon credits fund riparian forest restoration?. *Restoration Ecology*, 23(1), 7-14.

DE JANEIRO, J. B. D. R. 2012. Lista de espécies flora do Brasil. 2012. <http://floradobrasil. jbrj. gov. br/2012/FB014384>. Acesso em, 29, 243-249.

MENZ, M. H., DIXON, K. W., & HOBBS, R. J. 2013. Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. *Science*, 339(6119), 526-527.

MUNRO, N. T., FISCHER, J., BARRETT, G., WOOD, J., LEAVESLEY, A., & LINDENMAYER, D. B. 2011. Bird's response to revegetation of different structure and floristics—Are "restoration plantings" restoring bird

communities?. **Restoration Ecology**, 19(201), 223-235.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISENHAGEM, I. 2009a. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 19-24.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. 2004. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. ; Leitão-Filho, H. F.(eds) **Matas Ciliares Conservação e Recuperação**. v.1, p.235-247, EDUSP.

RUIZ-JAEN, M. C.; MITCHELL. A. T. 2005. Restoration success: how is it being measured?. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569-577.

SÃO PAULO, Secretaria do Meio Ambiente. **Portaria CBRN 01/2015**. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica, considerando o disposto no § 2º do artigo 16 da Resolução SMA 32, de 3 de abril de 2014. Publicada no Doe de 17-01-2015 Seção I Pág 45-46.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução SMA Nº 32 de abril de 2014**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/resolucoes-sma/resolucao-sma-32-2014/> Acesso em: 12/10/15.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução SMA Nº 49 de julho de 2015**. Disponibiliza o Sistema Informatizado de Apoio à Restauração Ecológica – SARE, instituído pela Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/resolucoes-sma/resolucao-sma-32-2014/> Acesso em: 12/10/15.

SER (Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group). 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration** (<http://www.ser.org>). Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.

SUDING, K., & HIGGS, E. (2015). Committing to ecological restoration. **Communities**, 8, 9.

SOROCABA. Secretaria do Meio Ambiente. 2012. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba** (versão preliminar). Biométrica. Sorocaba. 387p.

Anexo 1. Lista de Espécies Nativas do Estado de São Paulo usadas nos plantios do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade.

| Nome científico | Nome | Família | Classe Sucessional | Síndrome de dispersão |
|--|---------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| <i>Albizia polycarpa</i> (Benth.) Killip ex Record | Angico-branco | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. | Chal-Chal | Sapindaceae | P | ZOO |
| <i>Annona montana</i> Macfad | Araticum | Annonaceae | NP | ZOO |
| <i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg. | Peroba-rosa | Apocynaceae | NP | ANE |
| <i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll.Arg. | Guatambú | Apocynaceae | NP | ANE |
| <i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl. | Pau-marfim | Rutaceae | P | Aut |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link | Pata-de-vaca | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Bixa orellana</i> L. | Urucum | Bixaceae | P | ZOO |
| <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. | Cajarana | Meliaceae | NP | ZOO |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess. | Guanandi | Calophyllaceae | NP | ZOO |
| <i>Campomanesia phaea</i> (O.Berg) Landrum | Cambuci | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg | Guabiropa | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze | Jequitibá-branco | Lecythidaceae | NP | ANE |
| <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze | Jequitibá-rosa | Lecythidaceae | NP | ANE |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | Guaçatonga | Salicaceae | P | ZOO |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul | Embaúba-branca | Urticaceae | P | ZOO |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell. | Cedro-rosa | Meliaceae | NP | ANE |
| <i>Cedrela odorata</i> L. | Cedro-do-brejo | Meliaceae | NP | ANE |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna | Paineira-rosa | Malvaceae | NP | ANE |
| <i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna | Paineira | Malvaceae | NP | ANE |
| <i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemin. ex Benth. | Araribá | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Chamaecrista apoucouita</i> (Aubl.) H.S.Irwin & Barneby | Pau-santo | Fabaceae | NP | - |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham. | Pau-viola | Verbenaceae | P | ZOO |
| <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins | Sobrasil | Rhamnaceae | NP | ZOO |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | Copaíba | Fabaceae | NP | ZOO |
| <i>Cordia ecalyculata</i> Vell. | Café-de-bugre | Boraginaceae | P | ZOO |
| <i>Cordia sellowiana</i> Cham. | Chá-de-bugre | Boraginaceae | P | ZOO |
| <i>Cordia superba</i> Cham. | Barbosa-branca | Boraginaceae | P | ZOO |
| <i>Croton floribundus</i> Spreng. | Capixingui | Euphorbiaceae | P | AUT |
| <i>Croton urucurana</i> Baill. | Sangra-d'água | Euphorbiaceae | P | AUT |
| <i>Cupania oblongifolia</i> Mart. | Pau-magro | Sapindaceae | NP | ZOO |
| <i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. | Ipê-da-flor-verde | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. | Caviuna-do-cerrado | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil. | Pindaíva | Annonaceae | NP | ZOO |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong | Timbóri | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr. | Timbóri-do-cerrado | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth. | Tamboril-orelha-de-macaco | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Erythrina cristagalli</i> L. | Corticeira-do-banhado | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Erythrina speciosa</i> Andrews | Mulungu-do-litoral | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Eugenia brasiliensis</i> Lam. | Grumixama | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Eugenia involucrata</i> DC. | Cerejeira-do-Rio-Grande | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied. | Pessegueiro-do-mato | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess. | Uvaia | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Eugenia uniflora</i> L. | Pitangueira | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Euterpe edulis</i> Mart. | Juçara | Arecaceae | NP | ZOO |
| <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms | Pau-dálho | Phytolaccaceae | NP | ANE |
| <i>Genipa americana</i> L. | Jenipapo | Rubiaceae | NP | ZOO |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Mutamba | Malvaceae | P | ZOO |
| <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. | Branquilho | Euphorbiaceae | P | ZOO |
| <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos | Ipê-amarelo-cascudo | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Handroanthus heptaphyllum</i> (Vell.) Mattos | Ipê-roxo-de-sete-folhas | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos | Ipê-roxo-de-bola | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos | Ipê-amarelo-do-brejo | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth | Pau-jangada | Malvaceae | P | ANE |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L. | Jatobá | Fabaceae | NP | ZOO |

| | | | | |
|--|------------------------|-----------------|----|-----|
| <i>Inga vera</i> Willd. | Ingá-do-brejo | Fabaceae | NP | ZOO |
| <i>Inga marginata</i> Willd. | Ingá-feijão | Fabaceae | NP | ZOO |
| <i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC. | Caroba | Bignoniaceae | P | AUT |
| <i>Jacaranda puberula</i> Cham. | Caroba-do-cerrado | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.D.C. | Jacaratá | Caricaceae | NP | ZOO |
| <i>Lafoensis pacari</i> A.St.-Hil. | Dedaleiro | Lythraceae | NP | ANE |
| <i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima | Embira-de-sapo | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc. | Açoita-cavalo-miúdo | Malvaceae | NP | ANE |
| <i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc. | Açoita-cavalo-graúdo | Malvaceae | NP | ANE |
| <i>Machaerium acutifolium</i> Vogel | Jacarandá-bico-de-pato | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Machaerium stipitatum</i> Vogel | Sapuva | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil. | Tingui | Sapindaceae | NP | ANE |
| <i>Mimosa scabrella</i> Benth. | Bracatinga | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho | Cambará | Asteraceae | P | ANE |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão | Urundeúva | Anacardiaceae | NP | AUT |
| <i>Myroxylon perufiherum</i> L.f. | Cabreúva-vermelha | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | Capororoca | Primulaceae | P | ZOO |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | Capororoca | Primulaceae | P | ZOO |
| <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze | Capororoca-do cerrado | Primulaceae | P | ZOO |
| <i>Nectandra lanceolata</i> Nees | Canela -amarela | Lauraceae | NP | ZOO |
| <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees | Canela-guaicá | Lauraceae | NP | ZOO |
| <i>Pachira glabra</i> Pasq. | Castanha-do-maranhão | Malvaceae | NP | AUT |
| <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan | Angico-da-mata | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. | Canafistula | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill. | Tamanqueiro | Peraceae | P | ZOO |
| <i>Phytolacca dioica</i> L. | Cebolão | Phytolaccaceae | P | AUT |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr. | Pau-jacaré | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel | Jacarandá-do-campo | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel | Jabuticaba | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral | Cambuci | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | Pessegueiro-bravo | Rosaceae | NP | ZOO |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns | Embiruçu-da-mata | Malvaceae | NP | ANE |
| <i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns | Embiruçu-do-cerrado | Malvaceae | NP | ANE |
| <i>Psidium cattleianum</i> Sabine | Araçá-pera | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Psidium guajava</i> L. | Goiabeira | Myrtaceae | NP | ANE |
| <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl | Aldrago | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Pterogyne nitens</i> Tul. | Amendoim-do-campo | Fabaceae | NP | ANE |
| <i>Sapindus saponaria</i> L. | Saboeiro | Sapindaceae | NP | ZOO |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | Aroeira-pimenteira | Anacardiaceae | P | ZOO |
| <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake | Guapuruvu | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Seguieria langsdorffii</i> Moq. | Aguileiro | Phytolaccaceae | NP | ANE |
| <i>Senegalia polypylla</i> (DC.) Britton & Rose | Monjoleiro | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby | Fedegoso | Fabaceae | P | AUT |
| <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby | Pau-cigarra | Fabaceae | P | zoo |
| <i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby | cassia-do-nordeste | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Solanum paniculatum</i> L. | Jurubeba | Solanaceae | P | ZOO |
| <i>Strychnos brasiliensis</i> Mart. | Salta-martim | Loganiaceae | NP | ZOO |
| <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville | Barbatimão-verdadeiro | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc. | Gariroba | Arecaceae | NP | ZOO |
| <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith | Ipê-branco | Bignoniaceae | NP | ANE |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. | Peito-de-pomba | Anacardiaceae | NP | ZOO |
| <i>Terminalia glabrescens</i> Mart. | Capitão-amarelo | Combretaceae | P | ANE |
| <i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn | Quaresmeira | Melastomataceae | P | ANE |
| <i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. | Manaca-da-serra | Melastomataceae | P | ANE |
| <i>Triplaris americana</i> L. | Pau-formiga | Polygonaceae | P | ANE |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | Pau-pólvora | Cannabaceae | P | ZOO |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | Mamica-de-porca | Rutaceae | NP | ZOO |

Anexo 2. Lista de Espécies Exóticas do Estado de São Paulo usadas nos plantios do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade.

| Nome científico | Nome | Família | Classe Sucessional | Síndrome de dispersão |
|--|----------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul | Angico-branco | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz | Pau-ferro | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray | Sapucaíinha | Achariaceae | P | ZOO |
| <i>Euterpe oleracea</i> Mart. | Açaí | Arecaceae | P | ZOO |
| <i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler | Piriquiteira | Salicaceae | NP | ZOO |
| <i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) G.M.Barroso ex Sobral | Peludinha | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Psidium acutangulum</i> DC. | Araça-pera | Myrtaceae | NP | ZOO |
| <i>Schinus molle</i> L. | Aroeira-salsa | Anacardiaceae | P | ZOO |
| <i>Astrocaryum vulgare</i> Mart. | Tucumã-do-pará | Arecaceae | P | ZOO |
| <i>Poecilanella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P.Queiroz | Sipipiruna | Fabaceae | NP | AUT |
| <i>Couepia bracteosa</i> Benth. | Pajurá-de-Anta | Chrysobalanaceae | NP | ZOO |
| <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch | Oiti | Chrysobalanaceae | P | ZOO |
| <i>Pachira aquatica</i> Aubl. | Munguba | Malvaceae | NP | AUT |

Nota: estas espécies são nativas, mas não tem sua origem no estado de São Paulo.

Anexo 3: Fotos das áreas de restauração.



Novembro/2014



Novembro/2015



Novembro/2014



Novembro/2015



Novembro/2014



Novembro/2015

Capítulo 6

Aptidão de áreas de restauração para a formação de corredores ecológicos no entorno do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade

Fatima C. M. Piña-Rodrigues¹; José Mauro Santana da Silva¹;
Ivonir Piotrowski^{1,3}; Gustavo Galetti²; Gabriela Rosa Lopes³

¹ Universidade Federal de São Carlos, Grupo SeMeAr – Sementes e Mudas Aplicadas a Restauração- Departamento de Ciências Ambientais, SP 264, km 110, Itinga, Sorocaba-SP. CEP: 18.086-330.

² Programa de Pós-graduação em Planejamento e Uso de Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, SP 264, km 110, Itinga, Sorocaba-SP. CEP: 18.086-330.

³ Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental - Universidade Federal de São Carlos, SP 264, km 110, Itinga, Sorocaba-SP. CEP: 18.086-330

Resumo

A formação de corredores ecológicos está diretamente ligada à sua função como conectores do fluxo de pólen, sementes e de inclusão de diversidade local e regional. Para avaliar a aptidão e eficiência de áreas de restauração para a formação de corredores ecológicos, foi estudado um conjunto de unidades (MZ, MP, RAD1, RAD2 e RAD3) situadas no entorno do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCCBio), em Sorocaba, SP. Para tanto, foi elaborado protocolo baseado em critérios de conectividade funcional (distância do PNMCCBio, índice sucessional, zoocoria, diversidade, equitabilidade), conectividade estrutural (similaridade com o PNMCCBio, tamanho e forma da área, permeabilidade da paisagem e índice de conectividade) e grau de perturbação (nível de ruído e malha viária). Os indicadores mais importantes para avaliar a aptidão das áreas foram nesta ordem: os índices de grau perturbação, de conectividade, forma da área (estruturais), equitabilidade, sucessional e distância do PNMCCBio (funcionais). As áreas RAD2 e RAD3 foram as que apresentaram alta aptidão para a formação de corredores. Recomenda-se a formação de uma rede de áreas de restauração (RAR) que incrementem a conectividade das restaurações, baseados nos seguintes critérios: locais de reduzida malha viária, distantes no máximo 3 km de outro fragmento ou área agrícola/florestal, formas proporcionais (comprimento x largura) e distribuição equitativa dos indivíduos de diferentes grupos sucessionais.

Introdução

O modelo urbanístico brasileiro causa a fragmentação das florestas e seu isolamento, sem que a arborização urbana cumpra o papel de reconectar estas áreas. Por sua vez, a fragmentação está ligada a perda de diversidade dos ecossistemas e a extinção de espécies, tanto da flora quanto da fauna, com a perda de sua variabilidade genética (SEOANE et al., 2005). No município de Sorocaba, dados do inventário florestal da vegetação natural mostraram que os 732.956 ha de vegetação nativa são formados por matas secundárias (35,7%) e capoeiras (60,2%), sendo considerada a região administrativa mais intensamente devastada no estado de São Paulo

(KRONKA et al., 2005). Deste total, 1998,8 ha são de fragmentos isolados, com tamanhos inferiores a 5 hectares (37,5% dos fragmentos) e situados fora das áreas de preservação permanente (APP), sendo mais vulneráveis a degradação (SILVA, 2005; LOURENÇO et al., 2014). Além disto, 54% das espécies ocorrentes nos fragmentos de Sorocaba com até 10 ha foram classificadas como localmente raras, ou seja, ocorrem exclusivamente em poucas áreas, requerendo ações para sua conservação (PIÑA-RODRIGUES et al., 2014).

A estratégia adotada para a proteção dos remanescentes florestais tem sido a criação de unidades de conservação (UCs) com capacidade de proteger a diversidade de comunidades e ecossistemas e manter sua integridade biológica para a formação de corredores ecológicos (AYRES et al., 2005; PEREIRA et al., 2007). Recuperar áreas entre unidades de conservação é uma estratégia viável para a desfragmentação florestal (SEOANE et al., 2010), pois viabiliza a formação de corredores. A implantação de ilhas de vegetação pode ser uma ação efetiva para ligar, não apenas as unidades de conservação, mas também os remanescentes florestais que se encontram ameaçados. Com este fim, a importância de corredores ecológicos vem sendo estudada (MUCHAILH et al., 2010), embora se saiba que a sua conectividade é influenciada pela abundância e distribuição de plantas, interferindo diretamente na locomoção dos agentes disseminadores de pólen e sementes (METZGER, 1998).

O Estado de São Paulo apresenta arcabouço legal de restauração que regulamenta a implantação de áreas de restauração. Contudo, estes mecanismos legais ainda carecem de uma perspectiva de paisagem que estimulem a implantação de áreas de restauração para a formação de corredores. A maior ênfase da restauração ecológica tem sido o retorno da fisionomia florestal original, que engloba o resgate da biodiversidade. Embora tal conceituação não seja errônea, a restauração não deve ser reduzida à questão da diversidade, pois se apresenta como uma concepção muito mais ampla e variável (ARONSON et al. 2011). Assim, em um contexto mais abrangente, a restauração não deve se restringir apenas ao resgate da diversidade biológica local, mas da função ecológica e de sua capacidade de se manter ao longo do tempo para permitir a autosustentabilidade do ambiente (HIGGS, 2005; GANDOLFI & RODRIGUES, 2007). Por isto, atuar sobre os fatores que reduzem a diversidade, tais como, o isolamento reprodutivo das espécies e a redução do fluxo gênico entre populações, pode ser capaz de manter a migração de genes entre populações (HALL et al. 1996; HAMRICK & NASON, 2000) e, portanto, estabelecer a conectividade efetiva entre fragmentos e sua perpetuação a longo prazo (SEOANE et al., 2010).

Em Sorocaba, o maior número de fragmentos de tamanho superior a 20 ha situa-se no eixo zona norte-sul, abrangendo o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade - cuja sigla oficial é PNMCBio (LOURENÇO et al., 2014). Nesta região, foi observada a presença de espécies ameaçadas e vulneráveis e alta proporção de espécies atrativas à fauna, fato que levou a proposta de formação de um Corredor de Diversidade Norte-Sul (PIÑA-RODRIGUES et al., 2014). Por outro lado, embora esta unidade de conservação tenha a finalidade de atuar como um corredor, no seu entorno localizam-se complexos industriais e de tecnologia, gerando a expansão urbana e da malha viária. Ao mesmo tempo em que tal processo é uma ameaça, pode ser uma oportunidade para a ampliação das áreas de restauração com função de reconectar os fragmentos remanescentes e reduzir o isolamento do Parque. Nesta condição, os termos de compromisso de restauração (TCRA) estabelecidos na região tornam-se importante ferramenta técnica e política para a expansão das áreas a serem restauradas. Porém, não de forma isolada, mas no contexto da paisagem local e com objetivo de contribuir para a conexão entre as florestas naturais e, em especial, com o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade.

Considerando os fatos apresentados, procurou-se desenvolver um protocolo simplificado que permitisse avaliar potenciais áreas para a formação de corredores ecológicos. Para tanto, foi conduzido um estudo de caso no entorno de uma das principais áreas de vegetação do município de Sorocaba, o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade. A partir dos resultados obtidos, pretende-se propor procedimentos e melhoria das ações de planejamento da restauração que visem reduzir o isolamento na paisagem, não apenas no Parque, mas aplicável a todo município.

Área de estudo

Os estudos foram realizados de 2012 a agosto de 2015, abrangendo cinco áreas de restauração situadas no entorno do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMNCBio) e em áreas de restauração situadas no seu entorno (Tabela 1). Na área MZ, com 2,7 ha, foi utilizada metodologia de plantio de formação de multicamadas com o uso de alta diversidade de espécies, funções e densidade de plantas, com cerca de 3 mudas/m² (MIYAWAKI, 1998; SCHIRONE et al., 2011). Na MP, o plantio também empregou alta densidade (\approx 7 mudas/m²), porém sem considerar as questões relativas à diversidade e função das espécies. Nas demais áreas de restauração (RAD1, RAD2 e RAD3) o plantio foi efetuado no modelo diversidade e preenchimento (RODRIGUES et al., 2009), com espaçamento 3 x 2 m e com proporção de espécies pioneiras e não pioneiras de acordo com a SMA nº 08/08 (SÃO PAULO, 2008). Nas áreas de estudo foram implantadas parcelas permanentes de monitoramento de 10 x 10 m, sendo 18 no MZ, 5 no MP, 15 no RAD1, 26 no RAD2 e 9 no RAD3.

Tabela 1. Descrição e localização geográfica das áreas estudadas para a formação de corredores ecológicos junto ao Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMNCBio), Sorocaba-SP. Dados obtidos em agosto de 2015. ¹ distâncias calculadas entre os pontos de referência.

| Área de estudo | Localização | Ponto de referência | Distância do PNMNCBio ¹ (m) | Área (ha) | Densidade inicial de plantas/ha | Data de plantio |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|--|-----------|---------------------------------|-----------------------|
| MZ | 23°21'56,12"S 47°28'38,31"O- | 23°22'8.83"S 47°27'46.14"O | 2754,90 | 2,7 | 80.000 | Outubro de 2011 |
| | 23°22'16,72"S 47°27'26,59"O | | | | | |
| | | | | | | |
| MP | 23°23'31,85"S 47°28'28,56"O- | 23°22'57.83"S 47°28'25.76"O | 942,89 | 1,5 | 100.000 | Março de 2012 |
| | 23°23'47,74"S 47°28'34,07"O | | | | | |
| | | | | | | |
| RAD1 | 23°22'12,85"S 47°28'21,31"O- | 23°23'26.47"S 47°28'21.53"O | 1911,96 | 37,25 | 1666 | Fevereiro de 2011 |
| | 23°22'39,27"S 47°28'17,73"O | | | | | |
| | | | | | | |
| RAD2 | 23°22'46,72"S 47°28'02,23"O- | 23°22'51.61"S 47°28'0.27"O | 1413,90 | 19,68 | 1666 | Março Abril 2013 |
| | 23°22'55,58"S 47°27'48,72"O | | | | | |
| | | | | | | |
| RAD 3 | 23°22'26,71"S 47°28'44,26"O- | 23°22'41.33"S 47°28'44.41"O | 1446,43 | 22,20 | 1666 | Outubro Novembro 2014 |
| | 23°22'44,22"S 47°28'44,26"O | | | | | |
| | | | | | | |
| PNMNCBio | 23°23'03,09"S 47°28'25,71"O- | 23°23'26.59"S 47°28'31.92"O | - | 62,42 | - | - |
| | 23°23'48,88"S 47°29'00,14"O | | | | | |
| | | | | | | |

Monitoramento da aptidão ecológica

Para caracterizar a aptidão das áreas como corredores ecológicos foram estabelecidos os seguintes parâmetros: (a) **conectividade funcional** - baseia-se na presença de elementos que possibilitem a manutenção da diversidade local, troca de material genético via polinização e dispersão, com ênfase na entomofilia e zoocoria e presença de espécies atrativas à fauna; (b) **conectividade estrutural** – refere-se a condições que no tempo e no espaço propiciem o estabelecimento das espécies e da paisagem onde se inserem e seu potencial de manutenção da conectividade com outras áreas; (c) **grau de perturbação** – avalia fatores causadores de distúrbios e que podem interferir nos demais processos (Tabela 2). Para avaliações de parâmetros de paisagem foram utilizadas imagens de satélite (SPOT5- 2014) e fotografias aéreas, com resolução 0,4 e escala 1:2000 a partir das quais foram obtidas algumas das métricas de paisagem adaptadas de Gama et al. (2013) e Lourenço et al. (2014). Para atualizar e coletar informações foram realizados levantamentos de campo em agosto de 2015 nas parcelas permanentes instaladas.

Determinação dos indicadores

Para os estudos relativos à vegetação foram empregados os dados de Coelho (2013), Lopes (2014) e Piña-Rodrigues et al. (2014) e para classificação das espécies (grupo sucessional e síndrome de dispersão) adotou-se a SMA nº 08/2008. Para cada indicador foram estabelecidos cenários e referenciais teóricos que subsidiaram os critérios estabelecidos (Tabela 2). A conectividade funcional foi avaliada pelos indicadores: (a) *distância do PNMCBio* – obtida por meio da distância do ponto de referência de cada área até a do parque; (b) *Índice sucessional* – Atribuição de notas considerando o percentual de espécies por grupo sucessional, variando de 4 (100% de espécies não pioneiras) a 1 (100% de espécies pioneiras); (c) *dispersão por zoocoria* – percentual de espécies presentes apresentando síndrome de zoocoria; (d) *diversidade de espécies* – determinada pelos índices de Shannon (H') e (e) *equitabilidade* - calculada pelo índice de Pielou (J) (PIELOU, 1966), ambas de acordo com Magurran (2004). Para a conectividade funcional foram obtidos os dados dos indicadores de: (a) *Índice de Similaridade de Jaccard* – calculado por: $ISJ = [C/(R + F + C)] * 100$, onde: R = número de espécies exclusivas do reflorestamento misto; F = número de espécies exclusivas do fragmento florestal; C = número de espécies comuns às duas áreas. (ATHIÉ & DIAS, 2012); (b) *área total restaurada* (ha); forma da área de restauração – calculada pela relação L/C , sendo a largura (L) a menor dimensão da área e o comprimento (C) a maior dimensão perpendicular à largura; (c) *índice de conectividade* – distância mínima encontrada entre a borda da área restaurada e uma área de fragmento no seu entorno; (d) *permeabilidade da paisagem* – a partir da borda mais extrema de cada área, nos quadrantes nordeste, noroeste, sudeste e sudoeste foram estabelecidas distâncias de 500 m, contabilizando-se o percentual de cobertura com florestas e áreas agrícolas. Cada quadrante com mais de 50% de sua área com a presença destes tipos de vegetação foi classificado como apresentando 25% de permeabilidade.

Para o grau de perturbação foram avaliados: (a) *nível de ruído* – avaliado nos pontos de referência, nos horários de pico de deslocamento (manhã, das 8h às 9h) empregando-se decibelímetro, com o dado apresentando o valor máximo obtido no intervalo; (b) *malha viária* – procedimento similar ao realizado para a avaliação da permeabilidade, considerando-se a presença de qualquer forma de circulação (rodovias, estradas e caminhos com mais de 3 m de largura). Para o cálculo da aptidão de cada área foram atribuídas as classificações estabelecidas na Tabela 2, definindo-se o nível de aptidão pelo somatório de indicações obtidas para cada classe (alta, média e baixa).

Para selecionar os indicadores ($n= 12$) a serem empregados na determinação da aptidão das restaurações estudadas, foi empregada a análise de principais componentes (PCA). A similaridade da

composição florística foi determinada pela análise de agrupamento com a matriz áreas e espécies com o método de ligação entre grupos UPGMA e usando como método de distância a euclidiana, aplicando-se o programa Past 3.02 (HAMMER et al., 2001).

Tabela 2. Indicadores de conectividade funcional, estrutural e de perturbação para avaliação da aptidão ecológica de áreas de restauração como corredores ecológicos junto ao Parque Natural Municipal “Corredores da Biodiversidade” (PNMCBio), Sorocaba-SP.

| Indicador | Descrição | Cenários e referenciais teóricos | Parâmetros de aptidão |
|--|--|---|---|
| CONECTIVIDADE FUNCIONAL | | | |
| Distância do PNMCBio (D _{PNMCBio}) | Distância (km) em linha reta entre o ponto mais próximo do PNMCBio e o ponto extremo mais próximo da área estudada | A fragmentação altera o comportamento dos polinizadores e dispersores podendo causar perda da variabilidade genética (SEOANE et al., 2005; 2010). A polinização dominante em florestas estacionais é a melitofilia (YAMAMOTO et al., 2007). Abelhas <i>Euglossina</i> são boas indicadoras para a determinação da qualidade dos habitats (CARROCCI, 2011) e são comuns em áreas alteradas (RAMALHO et al., 2009). A distância onde ocorre maior proporção de cruzamentos via de polinização por este grupo situa-se entre 750 m a 3 km (DUTECH et al., 2002; STEFFAN-DEWENTER, 2003;) | D _{PNMCBio} ≤ 1 km = alta aptidão 1 km < D _{PNMCBio} ≤ 3 km = média aptidão D _{PNMCBio} > 3 km = baixa aptidão |
| Índice sucessional (IS) | Analisa a proporção entre espécies pioneiras e não-pioneiras | Adaptado de Poorter et al. (2004, 2008). São atribuídas as notas em relação ao número de plantas pioneiras, variando de 1, quando todos os indivíduos observados são pioneiros a 4, no qual todos os indivíduos observados são não-pioneerias. | IS ≥ 3 = alta aptidão 1,5 ≤ IS < 3 = média aptidão IS < 1,5 = baixa aptidão |
| Dispersão por zoocórica (Z) | Percentual de espécies com síndrome zoocórica presentes nas áreas de restauração | A zoocórica é a síndrome dominante (> 60%) em áreas de florestas conservadas (MORELATTO, 1991). Em fragmentos florestais onde se observam perturbações aumenta a dispersão abiótica (PIÑA-RODRIGUES & FREIRE, 2007). Devido à importância da relação frugívoro-planta, na restauração devem ser empregadas espécies atrativas para a fauna (RODRIGUES & GANDOLFI, 2007). | Z ≥ 80% = alta aptidão 60% ≤ Z < 80% = média aptidão Z < 50% = baixa aptidão |
| Diversidade de espécies (H') | Índice de diversidade de Shannon (H') | Diversidade similar ao Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) e a Florestas Estacionais Semideciduais (LOPES et al., 2012; COLMANETTI e BARBOSA, 2013) (H' = 3,22) | H' ≥ PNMCBio = alta aptidão 3,22 < H' < PNMCBio = Média aptidão H' ≤ 3,22 = Baixa aptidão |
| Equitabilidade (J) | Índice de equitabilidade de Pielou (J) | Valores encontrados em estudos fitossociológicos no Estado de São Paulo (J' = 0,8425) (TEIXEIRA e RODRIGUES, 2006; LOPES et al., 2012; TANUS et al., 2012; COLMANETTI e BARBOSA, 2013). J' = 0,8425 | J ≥ PNMCBio = alta aptidão 0,84 < J < PNMCBio = Média aptidão J ≤ 0,84 = Baixa aptidão |
| CONECTIVIDADE ESTRUTURAL | | | |
| Índice de Similaridade de Jaccard (ISJ) | Verifica a similaridade na riqueza (nº) de espécies vegetais entre os ambientes estudados. Considera a similaridade entre as áreas estudadas e o PNMCBio | Índice de similaridade entre as áreas superior a 40% foram considerados desejáveis baseado nos dados de ATHIÉ & DIAS (2012). Analisa o valor de C do índice de similaridade de Jaccard (ISJ) | ISJ ≥ 40% = alta aptidão 30% ≤ ISJ < 40% = média aptidão ISJ < 30% = baixa aptidão |
| Indicador | Descrição | Cenários e referenciais teóricos | Parâmetros de aptidão |
| Área da restauração (A) | Tamanho da área (ha) | Áreas de fragmentos menores do que 10 ha tendem a apresentar maior efeito de borda e degradação, com perda na sua capacidade de autosustentação (BIERREGAARD & LOVEJOY, 1989) | A ≥ 10 ha = alta aptidão 5 ha ≤ A < 10 ha = média aptidão A < 5 ha = baixa aptidão |
| Forma da Área (F) | Relação entre Largura (menor dimensão perpendicular ao comprimento da área) e o Comprimento (maior dimensão) | A largura do corredor pode influenciar fluxos entre eles de forma diferenciada (MUCHAILH et al., 2010). Segundo Metzger (1998), o número de fragmentos, a sua área, forma e efeito de borda podem ser correlacionados com a diversidade. Reservas ou áreas de conservação circulares são melhores do que as lineares (PIRATELLI et al., 2013). | F ≥ 1 = alta aptidão 0,5 ≤ F < 1 = média aptidão F < 0,5 = baixa aptidão |
| Índice de conectividade (IC) | Avalia a distância mínima para fragmentos situados a uma distância de 100 m de raio (ideal) | Baseado nas propostas de Muchailh et al. (2010) considera como 100 m a distância mínima para que uma área seja considerada como conectada a outra no seu entorno. | IC ≤ 100 m = alta aptidão 100 m < IC ≤ 200 m = média aptidão IC > 200 m = baixa aptidão |

| | | | |
|---------------------------------|---|---|---|
| Permeabilidade da paisagem (PP) | Avalia a permeabilidade da matriz onde a área está inserida (%) | Baseia-se em Scolozzi & Geneletti (2012) que analisaram parâmetros de conectividade estrutural com base na proximidade, área, forma e no grau de urbanização das áreas do entorno. Para tanto foi considerado que áreas agrícolas e florestais são mais permeáveis do que pastagens e áreas urbanas e proporcionam maior conectividade funcional e estrutural. Para sua avaliação foi considerado o raio de 500 m da borda (GALETTI, 2013) de cada área de estudo considerando a presença de floresta e agricultura nas zonas nordeste, sudeste, noroeste e sudoeste. | PP ≥ 65% da área do entorno com presença de áreas agrícolas ou florestais = alta aptidão 30% < PP < 65% com presença áreas agrícolas e florestais= média aptidão PP < 30% com presença de áreas agrícolas ou florestais = baixa aptidão |
| GRAU DE PERTURBAÇÃO | | | |
| Nível de ruído (NR) | Avalia a intensidade do ruído nas áreas estudadas | Dentre as perturbações que afetam a avifauna está o nível de ruído e pode favorecer a presença de algumas espécies generalistas (CRUZ & PIRATELLI, 2011). A escala considerada como audível pela avifauna foi de 40-110 db (BOSCOLO, 2002). | NR ≤ 40 db = alta aptidão 40 db ≤ NR < 110 db = média aptidão NR > 110 db - baixa aptidão |
| Malha viária (MV) | Avalia a presença de malha viária na área do entorno da área estudada | A presença de rodovias e malha rodoviária fragmenta os ambientes e obriga as espécies da fauna a atravessar estes caminhos ameaçando a sua sobrevivência (MARTINELLI & VOLPI, 2011). Distância de referência: 500 m de raio | MV < 30% da área do entorno = alta aptidão 30% < MV < 65% com presença de malha viária no entorno = média aptidão MV > 65% com presença de malha viária no entorno = baixa aptidão |

Avaliação do potencial das áreas de restauração

A análise no nível da vegetação contrasta com outras metodologias de determinação de áreas prioritárias para restauração que enfocam prioritariamente o uso de SIG (NOSSACK et al., 2011; SARTORI et al., 2012; GAMA et al., 2013). Contudo, a abordagem dada ao protocolo ressalta a importância de fatores de meso e microescala, fundamentais para a estrutura da floresta a ser restaurada e das próprias áreas naturais (KAUANO et al., 2013).

O protocolo proposto apresentou facilidade de utilização e interpretação, mesmo requerendo a necessidade de levantamentos de campo nas áreas estudadas. Por outro lado, foi uma ferramenta de fácil aplicação, mesmo para aqueles sem acesso a sistemas de informação geográfica (SIG). Nesta condição, programas abertos como Google Earth podem ser empregados pela simplicidade dos indicadores propostos.

Em relação aos indicadores propostos, os resultados do PCA mostraram que o eixo 1 acumulou 83,96% da variação encontrada, estando associado às maiores correlações obtidas para os indicadores de perturbação ($r_{NR} = 31,4$; $r_{MV} = 28,8$). Sabendo-se que a conectividade, seja funcional ou estrutural, é fator-chave na manutenção da diversidade local e na persistência das populações (GAMA et al., 2013; KAUANO et al., 2013), os resultados obtidos reforçam o potencial impacto negativo na conectividade da paisagem da disposição dos sistemas viários próximos a remanescentes florestais e mesmo a unidades de conservação.

Em relação aos indicadores estruturais, o índice de conectividade ($r_{IC} = 24,76$), forma da área ($r_F = -18,72$) e índice sucessional ($r_{IS} = -17,29$) foram os com maior correlação. No que se refere à conectividade funcional, os indicadores de equitabilidade ($r_J = -18,29$) e de sucessão ($r_{IS} = -17,29$) apresentaram maior correlação ($r > [17]$) com as áreas estudadas. Com base nesta avaliação, a forma das áreas, a relação entre pioneiras e não-pioneiras e o número de indivíduos presentes devem ser considerados para analisar áreas potenciais para a conectividade, bem como para propor zonas prioritárias para o estabelecimento de áreas de restauração no entorno de unidades de conservação ou mesmo de outros fragmentos.

A formação de paisagens favoráveis à manutenção da biodiversidade (*biodiversity-friendly landscapes*) envolve não apenas a manutenção de remanescentes florestais, mas também a formação de uma matriz no entorno que também incorpore processos produtivos, como atividades agrícolas e florestais, e de áreas formando ilhas ou manchas de vegetação (CHAZDON et al. 2009; MELO et al., 2013). Dentro desta abordagem, Brancalion et al. (2013) discutiram o conceito de “reservas de restauração”. Segundo os autores, estas áreas seriam unidades espaciais com potencial para promover a conectividade na paisagem em locais onde ocorrem relevantes remanescentes florestais, agregando também outras que suportem

atividades agrícolas capazes de promover o aumento da cobertura florestal por meio da restauração.

Embora a presença de cultivos ou outros remanescentes na paisagem possam promover a permeabilidade da paisagem, nas áreas estudadas este não foi o fator mais relevante para a aptidão na formação de corredores ($r_{PP} = 0,89$), mas sim a distância destas ao PNMCBio (Tabela 3). Neste contexto, entre as áreas estudadas, RAD2 e RAD3 reuniram condições funcionais (índice de sucessão e de diversidade) e estruturais (tamanho da área e índice de conectividade) em relação à sua aptidão como corredores ecológicos comparativamente às demais áreas (Tabela 3).

Considerando-se que no município Sorocaba há aproximadamente 711 ha de fragmentos em estágio médio de sucessão fora de áreas de preservação permanente e que estes apresentam menos de 5 ha (LOURENÇO et al., 2014), estes estão altamente vulneráveis ao isolamento e degradação. Embora a criação de unidades de conservação seja uma alternativa para o município, a região norte insere a zona industrial, o que deixa os remanescentes florestais locais sobre forte pressão de fatores de perturbação, como os apontados nesta pesquisa. Deve-se também considerar que o Plano Municipal da Mata Atlântica (SEMA, 2014) prioriza a implantação de unidades de conservação em áreas de preservação permanente pertencentes ao poder público, o que ressalta a vulnerabilidade desta parcela de pequenos fragmentos isolados, a maioria em áreas particulares.

Considerando a abordagem proposta por Chazdon et al. (2009) é possível que se planeje a implantação de projetos de restauração em regiões com potencial para promover a conectividade, a proteção de espécies e a sustentabilidade ecológica, mesmo em áreas privadas.

Tabela 3. Valores obtidos para os indicadores de conectividade funcional, estrutural, grau de perturbação e classes de aptidão para áreas de restauração situadas no entorno do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio), Sorocaba, SP. Dados obtidos em agosto de 2015.

| Indicadores | Áreas de estudo | | | | |
|--|-----------------|-------|--------|--------|--------|
| | MZ | MP | RAD1 | RAD2 | RAD3 |
| Conectividade funcional | | | | | |
| Distância do PNMCBio ($D_{PNMCBio}$) (km) | 2,69 | 0,9 | 1,9 | 1,4 | 1,4 |
| Diversidade (H') (nats.ind ⁻¹) | 3,714 | 4,682 | 4,886 | 4,633 | 4,988 |
| Equitabilidade (J) | 1 | 1 | 0,9791 | 0,9876 | 0,9865 |
| Zoocoria (Z) (%) | 50,5 | 41 | 46,8 | 44,3 | 55,6 |
| Conectividade estrutural | | | | | |
| Índice de Similaridade de Jaccard (ISJ) (%) | 6,9 | 1,7 | 10,6 | 11,2 | 10,8 |
| Índice sucessional (IS) | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Área da restauração (A) (ha) | 2,7 | 1,5 | 37,25 | 19,38 | 22,2 |
| Forma da Área (F) | 0,02 | 0,02 | 0,31 | 0,17 | 0,94 |
| Índice de conectividade (IC) (m) | 143,36 | 32,77 | 127,07 | 33,57 | 47,35 |
| Permeabilidade da paisagem (PP) (%) | 25 | 75 | 25 | 50 | 25 |
| Grau de perturbação | | | | | |
| Nível de ruído (NR) (dcb) | 150 | 110 | 60 | 60 | 40 |
| Malha viária (MV) (%) | 100 | 50 | 100 | 50 | 75 |
| Classe de aptidão mais frequente | Baixa | Baixa | Baixa | Média | Alta |

Neste perfil se encaixam as áreas estudadas, RAD2 e RAD3, as quais apresentaram alta aptidão para a formação de corredores com o Parque - PNMCBio (Figura 1). Por outro lado, embora próximas e apresentando alta diversidade, áreas como MZ, MP e RAD1 não exibiram características funcionais (baixa zoocoria) e estruturais desejáveis (similaridade de espécies, área, forma) (Tabela 3). Apesar disto, MZ e MP foram as áreas com a composição florística mais similar ao PNMCBio (Figura 1), enquanto as áreas de restauração foram distintas desta.

Nos remanescentes da região foram catalogadas espécies em diferentes categorias de ameaça, desde vulnerável até “presumivelmente extinta” (KOCH et al., 2014). Por sua vez, a zona norte onde se situa o PNMCBio, reúne a maior quantidade de registros de espécies vulneráveis e ameaçadas (PIÑA-RODRIGUES et al., 2014). Nestas condições, a área RAD3 com diversidade superior ($H' = 4,988$) ao Parque - PNMCBio ($H' = 4,369$) contribui para o aumento da diversidade local. Além disto, o plantio de espécies raras e ameaçadas, como *Cedrela fissilis* Vell., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Cedrela odorata* L., entre outras presentes nas restaurações (MZ, MP, RAD 1, 2 e 3), atua no restabelecimento não apenas das funções ecológicas dos corredores (conectividade e fluxo gênico), mas ao mesmo tempo, potencializa a reintrodução de espécies e a diversidade regional, atuando como redes de ilhas de vegetação capazes de gerar um fluxo biológico em múltiplas escalas (LEITE et al., 2013). Contudo, os resultados obtidos reforçam que não basta ter alta diversidade e espécies similares às ocorrentes na região, é necessário também buscar outros fatores de conectividade funcional e estrutural e reduzir as perturbações para promover a restauração efetiva. Caso contrário, criam-se apenas manchas de plantios desconectadas e isoladas na paisagem.

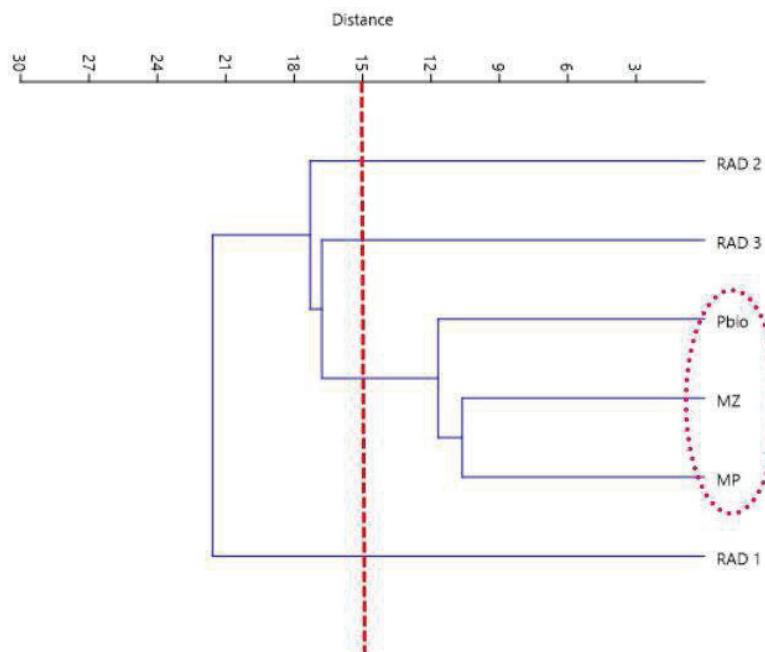


Figura 1. Dendrograma formado baseado na composição florística e fitossociológica de espécies florestais presentes nas áreas estudadas. MP, MZ – áreas de restauração em modelo de alta densidade; RAD1, RAD2, RAD3 - áreas de restauração em modelo diversidade e preenchimento; PNMCBio= Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, Sorocaba, São Paulo. Baseado em dados de Coelho (2013), Piña-Rodrigues et al. (2014) e levantamentos de campo.

Considerações finais e propostas

As questões apontadas na presente pesquisa enfatizam que não basta a alocação de áreas restauradas em uma zona previamente delimitada como “corredor de vegetação”. Há processos biológicos, funcionais e estruturais que devem ser considerados em uma escala micro e meso que geram a necessidade de se estabelecer um planejamento, não apenas na paisagem, mas também funcional e estrutural, na alocação de áreas de restauração.

Em função disto, ao invés de estimular ações individuais ou em pequena escala e desconectadas espacial e temporalmente (BRANCALION et al. 2013), as iniciativas de restauração devem focar a aptidão das áreas considerando os fatores apontados no presente trabalho. Assim, a incorporação de outras iniciativas de recomposição da vegetação, como a arborização com espécies nativas e a formação de cinturões verdes e de corredores locais nas vias públicas, devem considerar a vegetação local e a localização das áreas, buscando menor custo e maior eficiência.

Os resultados obtidos destacam que, para atingir a meta de restauração do Plano Municipal de Mata Atlântica de Sorocaba (SEMA, 2014),, com 40 ha de propriedades particulares e 200 ha de áreas públicas de APP e áreas verdes restauradas, é preciso considerar não apenas os aspectos gerais de alocação destas restaurações, mas também a estratégia de sua localização em relação aos fatores identificados, em especial o grau de perturbação a que estão submetidos. Para tanto, recomenda-se a criação de uma zona de “**rede de reservas de restauração**” (RAR) que não abranja apenas a formação de corredores integrando as áreas de preservação permanente, mas também aumentando a permeabilidade da área urbana com ações de paisagismo e arborização, formando manchas de vegetação (*step-in-stones*) essenciais para o fluxo biológico.

Assim, recomenda-se o estabelecimento dos seguintes critérios de alocação e implantação das “redes de reservas de restauração” (RAR), de acordo com os dados obtidos:

a) Aspectos estruturais

- Locais com malha viária pouco estruturada ou reduzida;
- Distância máxima de 3 km de fragmentos maiores do que 10 ha;
- Presença de fragmentos, manchas de vegetação ou atividade agrícola (exceto pastagens) e florestal em um raio até 200m da área a ser revegetada;
- Formato proporcional (comprimento x largura)

b) Aspectos ecológicos

- Distribuição equitativa de indivíduos entre as espécies e grupos sucessionais (pioneiras e não-pioneerias).
- Priorização de espécies zoocóricas nos plantios de restauração e/ ou arborização urbana e de praças;
- Plantio nas áreas de restauração de espécies raras, ameaçadas e vulneráveis e outras da vegetação atual e original da região de Sorocaba (ver dados de Coelho, 2013; Koch et al., 2014; Piña-Rodrigues et al., 2014).

A implementação desta estratégia depende também da articulação local dos órgãos de meio ambiente com o Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA, para que Termos de Ajuste de Conduta (TAC) e Termos de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA) sejam

executados de forma a serem instalados em áreas que cumpram efetivamente o papel de corredores ecológicos.

É essencial que o município tome a si a responsabilidade de propor áreas prioritárias para a formação das Redes de Áreas de Restauração-RAR, em parceria com os órgãos ambientais locais. Caso contrário, as restaurações compensatórias correm o risco de transformarem-se em meros reflorestamentos sem a prestação de essenciais serviços ambientais.

Referências bibliográficas

ARONSON, J.; DARONCO, C.; BRANCALION, P.H.S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **IF Série Registros**, n. 44 p. 1-38 ago. 2011.

ATHIÉ, S.; DIAS, M. M. Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.26, n.1, p.84–93, 2012. <http://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100010>

BIERREGAARD, R. O. J.; LOVEJOY, T. E. Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. *Acta Amazonica*, v. 19, p. 215-241, 1989.

BOSCOLO, D. O uso de técnicas de play-back no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais. Instituto de Biociências. Departamento de Ecologia, 59p. (Dissertação de Mestrado), 2003.

BRANCALION, P.; MELO, F.; TABARELLI, M.; RODRIGUES, R. Restoration Reserves as Biodiversity Safeguards in Human-Modified Landscapes. **Natureza e Conservação**, v. 11, p.186–190, 2013. <http://doi.org/10.4322/natcon.2013.029>

CARROCCI, J.B. Análise da dinâmica da paisagem em uma região da bacia do rio Corumbataí-SP e suas consequências para o fluxo gênico entre populações. UFSCar (Dissertação de Mestrado), 2011. 89p.

CHAZDON, R.L. et al. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in human modified tropical landscapes. **Biotropica**, v.41, p.142-153, 2009. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00471.x/full>

COELHO, S. Estudo da vegetação do Parque Natural Municipal Corredores da Vegetação (PNMVC), Sorocaba, SP. UFSCar, Sorocaba. (Dissertação de Mestrado). 2013.

COLMANETTI, M.A.A.; BARBOSA, L.M. Fitossociologia e estrutura do estrato arbóreo de um reflorestamento com espécies nativas em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. **Hoehnea**. v. 40, n. 2, p. 419-435. Ago. 2013.

CRUZ, B.B.; PIRATELLI, A.J. Avifauna associada a um trecho urbano do Rio Sorocaba, Sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* vol.11 no.4, p. 255-264, 2011.

DUTECH, C.; SEITER, J.; PETRONELLI, P.; JOLY, H.I. JARNE, P. Evidence of low gene flow in a neotropical clusterd tree speciesin two rainforest stands of French Guiana. *Molecular Ecology*, v.11, n.4, p.725-738, 2002.

GALETTI, G. Diagnóstico da estrutura da paisagem da estação ecológica de Avaré e seu entorno, como subsídio à sua conservação. UFSCar, Sorocaba, 2013. (Dissertação de Mestrado).

GAMA, V.F.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M. M.; RIBEIRO, M. C. Site selection for restoration planning: A protocol with landscape and legislation based alternatives. **Natureza e Conservação**, v.11, n.2, p.158–169, 2013. <http://doi.org/10.4322/natcon.2013.025>

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. São Paulo, p.109-143. 2007.

HALL, P.; ALKER, S.; BAWA, K. Effect of forest fragmentation on genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Pithecellobium elegans*. **Conservation Biology**, v. 10, n. 3, p.757-768, 1996.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Pack-age for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, p. 1-9, 2001.

HAMRICK, J. L.; NASON, J.D. Gene flow in forest trees. In: YOUNG, A; BOSIER, D; BOYLE, T. (Eds.). Forest conservation genetics: principles and practice, CABI, Publishing, Wallingford, p. 81-90, 2000.

HIGGS, E. The two-culture problem: ecological restoration and the integration of knowledge **Restoration Ecology**, v. 13, n. 1, p. 159-164, 2005.

KAUANO, E. E.; CARDOSO, F. C. G.; TOREZAN, J. M. D.; MARQUES, M. C. M. Micro- and meso-scale factors affect the restoration of Atlantic Forest. **Natureza e Conservacao**, v.11, n.2, p. 145–151, 2013. <http://doi.org/10.4322/natcon.2013.023>

KOCH, I.; LEITE, E.C.; ALMEIDA, V.P.; CAPELO, F.F.M.; CASTELLO, A.C.D.; FERREIRA, L.C.; KORTZ, A.R.; KATAOKA, E.Y.; COELHO, S.; MOTA, M.T. Plantas com flores e frutos das áreas de vegetação remanescente do município de Sorocaba. In: WELBER, S.S.; MOTA JUNIOR, V.; CARVALHO, J.L. Biodiversidade do município de Sorocaba. Sorocaba, Prefeitura Municipal de Sorocaba: Secretaria de Meio Ambiente, p.79-124, 2014.

KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K.; KANASHIRO, M.M.; YWANE, M.S.S.; PAVÃO, M.; DURIGAN, G.: LIMA, L.P.R.; GUILLAUMON, J.R.; BAITELLO, J.B.; BORGO, S.C.; MANETTI, L. A.; BARRADAS, A.M.F; FUKUDA, J.C.; SHIDA, C.N.; MONTEIRO, C.H.B.; PONTINHAS, A.A.S.; ANDRADE, G.G.; BARBOSA, O.; SOARES, A.P.; JOLY, C.A.; COUTO, H.T.Z.; 2005. Inventário florestal da vegetação nativa do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 200p.

LEITE, M.S. et al. Landscape ecology perspective in restoration projects for biodiversity conservation: a review. **Natureza e Conservação**, v.11, n.2, p.108-118, 2013.

LOPES, G.R. Sistemas de alta diversidade são funcionais? Avaliação da estabilidade e resiliência de modelos de restauração em zonas de Floresta Estacional Semidecidual. UFSCar, Sorocaba (Dissertação de Mestrado). 2014.

LOURENÇO,R.W.;SILVA,D.C.C.;SALES,J.C.A.;CRESPO,G.C;PIÑA-RODRIGUES,F.C.M.Geoprocessamento como ferramenta de gestão e planejamento ambiental: o caso da cobertura vegetal em áreas urbanas. In: WELBER, S.S.; MOTA JUNIOR, V.; CARVALHO, J.L. Biodiversidade do município de Sorocaba. Sorocaba, Prefeitura Municipal de Sorocaba: Secretaria de Meio Ambiente, p.65-78, 2014.

MAGURRAN, A. E. Chapter 2-4. Measuring Biological Diversity, 2004.

MARTINELLI, M.M.; VOLPI, T.A. Mamíferos atropelados na Rodovia Armando Martinelli (ES-080), Espírito Santo, Brasil. **Natureza on line**, v.9, n.3, p.113-116, 2011.

MELO F.P.L et al., 2013b. Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects: Early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact. **Environmental Science & Policy**, 33:395-404. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.07.013>

METZGER, J. P. Landscape ecology approach in the preservation and rehabilitation of riparian forest areas in S.E. Brazil. In: CHAVÉZ, S.; MIDDLETO N, J. (Orgs.). Landscape Ecology as a Tool for Sustainable

Development in Latin America. Logan: International Association for Landscape Ecology, 1998.

MIYAWAKI, A. Restoration of urban green environments based on the theories of vegetation ecology. **Ecological Engineering**. v. 11, p. 157-165, 1998.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.L.F. 1991. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: História natural da serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Morellato, P.C. (org.). Campinas, SP. Editora da UNICAMP/FAPESP. p 112- 140.

MUCHAILH, M.C.; RODERJAN, C.V.; CAMPOS, J.B.; MACHADO, A.L.T.; CURCIO, G.R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v.40, n.1, p. 147-162, 2010.

NADKARNI, N. M. Tropical rainforest ecology from a canopy perspective. In: Tropical rainforests: diversity and conservation. San Francisco: California Academy of Science and Pacific Division. American Association for the Advancement of Science, 1988. 306 p.

NAEEM, S. Biodiversity and ecosystem functioning in restored ecosystems: extracting principles for a synthetic perspective. In: Falk, D. A.; Palmer, M. A.; Zedler, J.B. (Eds). Foundations of Restoration Ecology. Washington, Island Press, p.210-237. 2006.

NOSSACK, F. Á., SARTORI, A. A. DA C., SILVA, R. F. B. DA, MORAES, D. DE C. A., & ZIMBACK, C. R. L. Definição de áreas prioritárias para a recuperação florestal visando conectividade entre fragmentos: Análise Multicriterial. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2006, p.4062–4069, 2011.

ODUM, E. P. Ecologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 1988. 434 p.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. v. 13, p. 131-144. 1966.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M. Fenologia e a produção de sementes florestais. REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Ed.). Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 79-100.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; ALMEIDA, V.P; FREITAS, N.P.; LOURENÇO, R.W.; MANDOWSKY, D.; LOPES, G.R.; GRIMALDI, M.; SILVA, D.C.C. Remanescentes florestais: identificação de áreas de alto valor para a conservação da diversidade vegetal no município de Sorocaba. In: WELBER, S.S.; MOTA JUNIOR, V.; CARVALHO, J.L. Biodiversidade do município de Sorocaba. Sorocaba, Prefeitura Municipal de Sorocaba: Secretaria de Meio Ambiente, p.37-63, 2014.

PIRATELLI, A.J.; FAVORETTO, G.R.; BELLEMO, A.C. Biologia da conservação: uma ciência multidisciplinar. In: PIRATELLI, A.J.; FRANCISCO, M.R. Conservação da biodiversidade: dos conceitos às ações. Rio de Janeiro, Technical Books. p. 19-41, 2013.

POORTER L, et al. Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. *Ecology*, v. 89, n.7, p.1908–1920, 2008.

POORTER, L.; VAN DE PLASSCHE, M.; WILLEMS, S.; BOOT, R.G.A. Leaf traits and herbivory rates of tropical tree species differing in successional status. *Plant Biology*, v.6, n.6, pp. 746–754, 2004.

RICARTE, J. D. et al. Avaliação de agroecossistemas em duas propriedades de produção orgânica através de indicadores de sustentabilidade. *Revista Interagir Pensando a Extensão*. Rio de Janeiro, n. 9, p. 173-184. 2006.

RODRIGUES et al. Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de

restauração florestal. Organização por Rodrigues et al. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto Bioatlântica, 2009. 256 p.

SÃO PAULO. Resolução SMA n° 8, de 31-1-2008. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo – Meio Ambiente.

SARTORI, A. A. DA C.; SILVA, R. F. B. DA; ZIMBACK, C. R. L. Combinação Linear Ponderada Na Definição De Áreas Prioritárias À Conectividade Entre Fragmentos Florestais Em Ambiente SIG. **Revista Árvore**, v.36, n.6, p.1079–1090, 2012. <http://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600009>

SCHIRONE, B.; SALIS, A.; VESSELLA, F. Effectiveness of the Miyawaki method in Mediterranean forest restoration programs. **Landscape and Ecological Engineering**. v. 7, n. 1, p. 81-92, 2011.

SCOLOZZI, R.; GENELETTI, D. A multi-scale qualitative approach to assess the impact of urbanization on natural habitats and their connectivity. **Environmental Impact Assessment Review**, v.36, p.9-22, 2012.

SEMA – Secretaria de Meio Ambiente de Sorocaba. Plano Municipal de Mata Atlântica Sorocaba. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/04/pmma-sorocaba-bx.pdf>. 2014.

SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; RIBEIRO, A.; MATIAS, R.; REIS, M. S.; BAWA, K.; SEBBENN, A. M. Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de Euterpe edulis M. **Revista do Instituto Florestal**, v. 17, n. 1, p. 23-43, 2005.

SEOANE, C.E.S.; DIAZ, V.S.; SANTOS, T.L.; FROUFE, L.C.M. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 207-216, 2010.

SILVA, A.M. Cobertura do solo do município de Sorocaba-SP e implicações na fragmentação dos remanescentes florestais. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 7, p. 38-46, 2005.

STEFFAN-DEWENTER, I. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. **Conservation Biology**, v.17, n.4, p.1036-1044, 2003.

TANUS, M. R. et al. Estrutura e composição de um trecho de Mata Atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**. v. 39, n. 1, p. 157-168, 2012.

TEIXEIRA, A. P.; RODRIGUES, R. R. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 803-813. 2006.

YAMAMOTO, L.F.; KINOSHITA, L.S.; MARTINS, F.R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.3, p.553-573, 2007.

CAPÍTULO 7

Flora do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil

Samuel Coelho¹, Ana Carolina Devides Castello², Karinne Sampaio Valdemarin³, Nicollí Bruna Cabello de Almeida³, Fiorella Fernanda Mazine^{4,5}, Eliana Cardoso-Leite^{4,6}

1. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – campus Sorocaba (samucabeca@hotmail.com)
2. Discente do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – campus Botucatu (carol.dcastello@gmail.com).
3. Discente do curso de Engenharia Florestal – Universidade Federal de São Carlos - campus Sorocaba, Rodovia João Leme dos Santos, km 110 – SP-264, Bairro do Itinga Sorocaba (SP) (kvaldemarin@gmail.com; nicollibruna@icloud.com).
4. Docente da Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba, Rodovia João Leme dos Santos, km 110 – SP-264, Bairro do Itinga Sorocaba (SP).
5. PPGPUR- Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Naturais da UFSCar – campus Sorocaba (fiorella@ufscar.br).
6. PPGSGA- Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental da UFSCar – campus Sorocaba (eliana.leite@ufscar.br).

Resumo

Neste capítulo estão reunidas as informações sobre as espécies de angiospermas ocorrentes no PNMCBio a partir de um estudo realizado em 2013 e de estudos adicionais desenvolvidos mais recentemente. São apresentados os nomes científico e popular das espécies da flora amostrada, citando aquelas que constam em listas de espécies ameaçadas e também as espécies exóticas e/ou invasoras. Espécies utilizadas em projetos de paisagismo também ocorrem na área e são apresentadas. Para as espécies nativas amostradas são apresentados ainda dados sobre os biomas de ocorrência no território nacional. A amostragem da flora nativa foi feita por meio da instalação de parcelas de área fixa no interior do fragmento de Floresta Estacional, sendo amostrados 950 indivíduos vivos, identificados em 78 espécies e 29 famílias, com Fabaceae e Myrtaceae representando as mais ricas. Já a flora exótica foi amostrada por meio de visita e identificação “in loco”, sendo que algumas delas são apontadas como invasoras para o local. Este capítulo foi elaborado com o objetivo de contribuir para o conhecimento da biodiversidade desta Unidade de Conservação recentemente criada e fornecer informações para auxiliar na definição de propostas de pesquisa, conservação e manejo da área, extremamente importante em decorrência, principalmente, da presença de espécies exóticas, uma grande ameaça à biodiversidade nativa e aos recursos genéticos. Vale lembrar que estudos adicionais podem ser realizados na área do estudo e a lista de espécies encontradas ser aumentada.

Introdução

A Mata Atlântica possui grande importância ecológica devido à riqueza de espécies que abriga (PROENÇA *et al.*, 2014). Mesmo sendo considerada um *hotspot* de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000) é um dos biomas mais ameaçados do mundo (MITTERMEIER *et al.* 1999), uma vez que já foi quase totalmente devastada (ZIPPARRO *et al.*, 2005). As fitofisionomias deste Bioma presentes no Estado de São Paulo cobrem atualmente apenas 16% do seu território (RIBEIRO, 2009).

O Cerrado é reconhecido como uma das savanas mundialmente mais ricas em espécies, sendo também um bioma brasileiro de grande importância. Além de possuir elevada biodiversidade, uma vez que também é considerado um *hotspot* de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000), o Cerrado ainda possui um processo histórico de destruição ao qual foi submetido devido à conversão de terras para produção agrícola e pastoril.

Assim, a devastação das florestas reduziu a vegetação a pequenos fragmentos, esparsos e isolados em matriz urbana e/ou agropastoril, tornando a conservação da biodiversidade dependente da manutenção desses fragmentos dispersos (TABANEZ *et al.*, 1997). Em todo o território estadual, além de poucos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual - uma das fitofisionomias da Mata Atlântica - e de Cerrado, poucas são as Unidades de Conservação que protegem estas formações (METZGER & RODRIGUES, 2008; XAVIER *et al.*, 2008). Os distúrbios ocasionados nesses ecossistemas os tornam frágeis (TROIAN *et al.*, 2011) e, no contexto de fragmentação de *habitat*, ações de recuperação e preservação ambiental devem ser cada vez mais incentivadas (SALLES & SCHIAVINI, 2007).

Os ecossistemas são formados por diversos componentes e, dentre os componentes da biota, a vegetação é considerada como boa indicadora das condições ambientais e do estado de conservação dos remanescentes (DIAS, 2005). Nesse contexto, além da necessidade de realizar estudos para subsidiar ações de sustentabilidade e manejo dos fragmentos (GENELETTI, 2004; WATZLAWICK *et al.*, 2005), um dos passos iniciais é o estudo específico da flora, considerada a base fundamental para o desenvolvimento de estratégias de gestão de conservação e recuperação de áreas degradadas (DURIGAN *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2015).

Os estudos dos aspectos florísticos e ecológicos de florestas brasileiras, em especial aqueles com vegetação ciliar, tiveram início na Bacia Amazônica (BLACK *et al.*, 1950; PIRES & KOURY, 1958; RODRIGUES, 1961), estendendo-se posteriormente a outras regiões do país em decorrência da necessidade e urgência de preservação, enriquecimento e/ou recuperação dos relictos florestais remanescentes (CARVALHO *et al.*, 2005). Na região de Sorocaba, apesar de haver inúmeros fragmentos florestais (MELLO, 2012), são poucos os estudos envolvendo a flora (ALBUQUERQUE & RODRIGUES, 2000; CARDOSO-LEITE, 1995; CARDOSO-LEITE *et al.*, 2005; FONSECA & FONSECA 2004; CARDOSO-LEITE & RODRIGUES, 2008; KORTZ *et al.*, 2014, CORREA *et al.* 2014), sendo grande parte destes estudos realizados em Unidades de Conservação, gerando conhecimento necessário para a elaboração de estratégias para o manejo adequado das áreas.

Apesar de estarem localizados em áreas com grande pressão antrópica, devido à localização em área com entorno urbano, Unidades de Conservação como o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) contribuem para a diminuição dos efeitos da fragmentação e da contínua destruição dos remanescentes (ALVEY, 2006; NILON, 2011). Por estarem localizados em matriz urbana, estudos nestes locais são prioritários, uma vez que a disponibilidade de informações ecológicas em ambientes urbanos ainda é muito escassa, limitando os esforços dirigidos para a recuperação e conservação da biota nativa nesses fragmentos (FONSECA & CARVALHO, 2012).

Sorocaba está localizada em uma região ecotonal - de contato - entre a Mata Atlântica e o Cerrado (ALBUQUERQUE & RODRIGUES, 2000). A Mata Atlântica abriga as seguintes formações florestais:

Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e vegetação com influência marinha (restingas) ou flumiomarinha (manguezais) (IBGE, 2012). Por sua vez, o Cerrado abriga fitofisionomias de savana parque, savana floresta, campo sujo e campo limpo (IBGE, 2012). Desta forma, a região de Sorocaba apresenta grande heterogeneidade ambiental, reforçando a necessidade do conhecimento de sua flora. Atualmente grande parte dos fragmentos de vegetação nativa existentes é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual (formação de Mata Atlântica) e manchas de Savana (formação de Cerrado); porém, ainda assim, dentro destas formações encontram-se presentes espécies de Floresta Ombrófila Densa (formação de Mata Atlântica).

Este capítulo é resultado de um estudo da comunidade arbórea nativa, desenvolvido no âmbito de um projeto de mestrado de um dos autores (COELHO, 2013), além de estudos adicionais envolvendo espécies exóticas. O trabalho de mestrado foi realizado com auxílio financeiro da Toyota do Brasil, empresa que participou da implantação do Parque, por meio de um processo de compensação ambiental pelo impacto causado com a instalação da indústria em Sorocaba. Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar a flora arbórea amostrada no PNMCBio, contribuindo para o conhecimento de sua diversidade e fornecendo informações para auxiliar na definição de propostas de pesquisa, conservação e manejo.

Caracterização da área de estudo

O PNMCBio (Figura 1) possui um fragmento de vegetação nativa, além de plantios homogêneos de *Eucalyptus grandis* W.Hill e *Pinus* sp. A interação das espécies permite que a composição específica da flora sirva como fonte de material genético, alimento, abrigo para a fauna, polinização e efeitos de controle e regulação do microclima e temperatura. No entanto, espécies exóticas – que não ocorrem naturalmente em uma dada região geográfica (MORO et al., 2012) – estão se disseminando e dominando os ecossistemas, ameaçando a integridade e o equilíbrio das formações, causando alterações, inclusive, nas características naturais das paisagens (Brasil, 2009). Desta forma, conhecer também as espécies exóticas é de fundamental importância para auxiliar estratégias de manejo e controle das mesmas, uma vez que se configuraram como uma grande ameaça à biodiversidade nativa e aos recursos genéticos (QUAMMEN, 1996; LOW, 2001; GANEM, 2011). No entendimento sobre espécie exótica, uma espécie pode ser nativa para o Brasil, porém considerada exótica para o PNMCBio, se não ocorre naturalmente na área e/ou nos biomas da região.

No livro “Biodiversidade do Município de Sorocaba” (SMITH et al., 2014), recentemente publicado pela Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, há um capítulo que apresenta a flora ocorrente no município (KOCH et al., 2014). Na listagem apresentada foi considerada a flora amostrada no PNMCBio, porém não houve apresentação exclusiva das espécies do Parque.

Métodos utilizados

Este estudo foi realizado no fragmento de vegetação nativa do PNMCBio, que possui área total de cerca de 30 ha (Figura 1). Foi utilizado o método de parcelas de área fixa (100 m^2), sendo alocadas 64 parcelas distribuídas na área em blocos de quatro parcelas (Figura 1), amostrando todos os indivíduos vivos com DAP (diâmetro à altura do peito) igual ou maior que 15 centímetros. Foram coletados materiais botânicos para posterior identificação em laboratório, com auxílio de literatura especializada, consulta a herbários e a especialistas, quando necessário.

Foi realizada também análise das espécies exóticas presentes na área, por meio de visita e identificação “*in loco*”, já que a área é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e que nesta categoria é proibida a introdução de espécies exóticas (BRASIL, 2000).

As espécies nativas amostradas foram classificadas de acordo com a ocorrência nos distintos biomas por meio da consulta ao *Check List* da Lista de Espécies da Flora do Brasil (vide referência). A consulta de espécies exóticas e/ou invasoras/daninhas foi feita por meio da consulta ao *Check List* supracitado e ao trabalho de Lorenzi & Souza (2008).

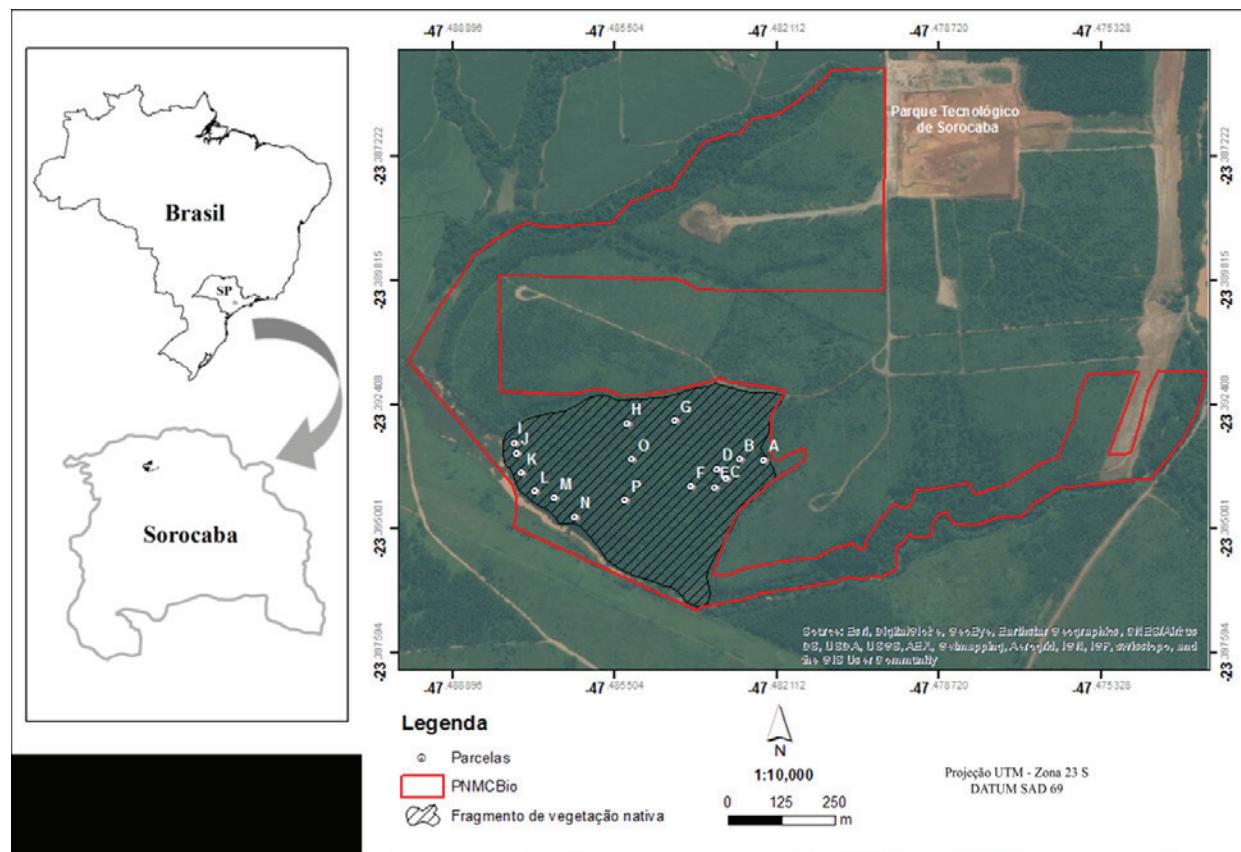


Figura 1. Localização da área de estudo no Brasil, Estado de São Paulo e Sorocaba, e localização das unidades amostrais (blocos de 4 parcelas) na área identificadas na figura pelas letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P. A área hachurada representa o fragmento de vegetação nativa do PNMCBio.

Resultados e Discussão

No total foram amostradas mais de 950 árvores vivas nas parcelas alocadas, pertencentes a 78 espécies e 29 famílias (Tabela 1), sendo uma delas exótica (*Citrus aurantium* L.). As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae a Myrtaceae, o que é esperado para a formação em questão, pois são famílias bastante diversas nos Biomas Mata Atlântica e Cerrado. A Figura 2 apresenta ilustrações de algumas das espécies de ocorrência na área. A área apresentou uma riqueza de espécies baixa em comparação com outros estudos da região, pois Albuquerque & Rodrigues (2000) registraram 119 espécies arbóreas na Floresta Nacional de Ipanema, e Corrêa *et al.* (2014) - com esforço amostral menor - registraram 79 espécies nos fragmentos florestais do *campus* da Universidade Federal de São Carlos em Sorocaba.

Grande parte das espécies amostradas (38%) tem ampla ocorrência, pois ocorrem em diversos biomas brasileiros (Tabela 1). Uma parte considerável (24%) das espécies ocorre somente nos Biomas Mata Atlântica e Cerrado, e poucas espécies tem ocorrência em somente um bioma, como é o caso de *Celtis fluminensis* Caraúta, *Sloanea hirsuta* (Schott) Planch. ex Benth, *Dahlstedtia floribunda* (Vogel) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo, *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Myrcia hebepepetala* DC., para o Bioma Mata Atlântica. Do total de espécies amostradas, somente o jacarandá paulista (*Machaerium villosum* Vogel) foi considerado vulnerável pela lista mundial de espécies ameaçadas (IUCN, 2015).

Tabela 1. Espécies e suas respectivas famílias botânicas amostradas dentro das parcelas alocadas no PNMCBio, onde N. Ind. = Número de árvores amostradas na referida espécie; Bioma = AM: Amazônia, CA: Caatinga, CE: Cerrado, MA: Mata Atlântica, PT: Pantanal, PA: Pampas, Vários: espécies que ocorrem em mais de 3 biomas. Espécies ameaçadas estão destacadas com ***.

| Família | Nome Científico | Nome popular | N. Ind. | Bioma |
|-------------------|--|----------------|---------|------------|
| Anacardiaceae | <i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl. | Aroeira-brava | 3 | CE, MA |
| | <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. | Peito-de-pomba | 1 | Vários |
| Araliaceae | <i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch. | Maria-mole | 1 | Vários |
| Arecaceae | Arecaceae sp. | - | 4 | - |
| | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman | Jerivá | 5 | CE, MA, PA |
| Asteraceae | <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho | Cambará | 3 | CE, MA |
| Bignoniaceae | <i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos | Ipê-do-brejo | 13 | CA, CE, MA |
| Boraginaceae | <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud. | Louro-pardo | 11 | Vários |
| Burseraceae | <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand | Breu | 2 | Vários |
| Cannabaceae | <i>Celtis fluminensis</i> Caraúta | Grão-de-galo | 10 | MA |
| Cardiopteridaceae | <i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard | Carne-de-vaca | 7 | CA, CE, MA |
| Celastraceae | <i>Maytenus gonoclada</i> Mart. | Cafézinho | 8 | AM, CE, MA |
| Ebenaceae | <i>Diospyros inconstans</i> Jacq. | Fruta-de-jacú | 11 | Vários |
| Elaeocarpaceae | <i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth | Sapopema | 2 | MA |

| | | | | |
|-----------------|---|------------------------|----|------------|
| Euphorbiaceae | <i>Croton floribundus</i> Spreng. | Capixingui | 4 | CA, CE, MA |
| | <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng. | Branquinho | 1 | CE, MA |
| | <i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg | Branquinho | 1 | CA, MA |
| | <i>Sebastiania</i> sp. | - | 1 | - |
| Fabaceae | <i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud. | Pata-de-vaca | 21 | CE, MA |
| | cf. <i>Albizia</i> sp. | - | 3 | - |
| | <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | Copaíba | 7 | Vários |
| | <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton | Cipó-preto | 1 | Vários |
| | <i>Inga</i> sp. | Ingá | 1 | - |
| | <i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W. Grimes | Angico-rajado | 25 | CE, MA |
| | <i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima | Embira-de-sapo | 5 | CA, CE, MA |
| | <i>Dahlstedtia floribunda</i> (Vogel) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo | Falsa-eritrina | 82 | MA |
| | <i>Machaerium brasiliense</i> Vogel | Jacarandá-cipó | 24 | Vários |
| | <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld | Jacarandá-de-espinho | 3 | Vários |
| | <i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth. | Jacarandá-bico-de-pato | 7 | CE, MA |
| | <i>Machaerium</i> sp. | - | 1 | - |
| Lauraceae | <i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel | Jacarandá-branco | 82 | CE, MA |
| | <i>Machaerium villosum</i> Vogel *** | Jacarandá-paulista | 30 | CA, CE, MA |
| | <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan | Angico-da-mata | 3 | MA |
| | <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr. | Pau-jacaré | 10 | CE, MA |
| | <i>Platypodium elegans</i> Vogel | Amendoim-do-campo | 51 | Vários |
| | cf. <i>Ocotea</i> sp. | - | 1 | - |
| | <i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart. | Canela-batalha | 1 | CE, MA |
| Lecythidaceae | <i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. | Canela-amarela | 14 | CE, MA, PT |
| | <i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez | Canela-de-folha grande | 2 | CA, CE, MA |
| | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze | Jequitibá-branco | 1 | AM, CE, MA |
| Malvaceae | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Mutambo | 1 | Vários |
| Melastomataceae | <i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc. | Açoita-cavalo | 7 | CE, MA |
| | <i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc. | Açoita-cavalo | 4 | Vários |
| Meliaceae | <i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC. | Quaresmeira | 1 | Vários |
| Meliaceae | <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. | Canjerana | 1 | Vários |
| | <i>Trichilia elegans</i> A. Juss. | Catiguazinho | 5 | Vários |
| | <i>Trichilia pallida</i> Sw. | Catiguá | 17 | AM, CE, MA |
| Monimiaceae | <i>Mollinedia widgrenii</i> A. DC. | - | 2 | CE, MA, PT |

| | | | | |
|---------------|---|---------------------|-----|---------------|
| Moraceae | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud. | Taiúva | 1 | Vários |
| | <i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg | Sete-capotes | 9 | CA,CE, MA |
| | <i>Campomanesia</i> sp. | - | 2 | - |
| | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg | Guabiroba-de-árvore | 44 | CE, MA |
| | <i>Eugenia florida</i> DC. | Guamirim | 1 | Vários |
| | <i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg | - | 2 | CE, MA |
| Myrtaceae | <i>Myrcia hebepepetala</i> DC. | Aperta-guéla | 3 | MA |
| | <i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC. | Cambuí | 3 | Vários |
| | <i>Myrcia</i> sp. 1 | - | 2 | - |
| | <i>Myrcia</i> sp. 2 | - | 18 | - |
| | <i>Myrcia</i> sp. 3 | - | 1 | - |
| | <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. | Folha-miúda | 3 | Vários |
| | <i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC. | Goiaba-brava | 1 | Vários |
| | <i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O.Berg | Cambuí | 1 | Vários |
| Nyctaginaceae | <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz | Maria-mole | 5 | Vários |
| Peraceae | <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill. | Tamanqueira | 26 | Vários |
| Primulaceae | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | Capororoquinh a | 1 | CE, MA |
| Rubiaceae | <i>Cordiera concolor</i> (Cham.) Kuntze | - | 2 | Vários |
| Rutaceae | <i>Citrus aurantium</i> L. | Laranja-amarga | 1 | - |
| | <i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart. | Laranjeira-do-mato | 17 | CE, MA |
| | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | Mamica-de-porca, | 9 | Vários |
| | <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg. | Mamica-de-porca | 2 | Vários |
| Salicaceae | <i>Casearia obliqua</i> Spreng. | Guaçatunga-vermelha | 33 | Vários |
| | <i>Casearia decandra</i> Jacq. | Pau-de-espeto | 40 | Vários |
| | <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | Guaçatonga | 93 | Vários |
| | <i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer | Espinho-de-judeu | 2 | CE, MA |
| Sapindaceae | <i>Cupania vernalis</i> Cambess. | Rabo-de-bugio | 115 | AM, CE, MA |
| | <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl. | Vacum | 5 | Vários |
| | <i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk. | Maria-preta | 1 | CE, MA |
| | <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. | Camboatá | 28 | CE, MA |

De acordo com Coelho (2013), algumas espécies, como *Platypodium elegans* Vogel, *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill., *Bauhinia longifolia* (Bong.) Steud. e *Machaerium villosum* Vogel, apresentaram ocorrência preferencial na parte mais alta na área, mais distante do Córrego Campininha e consequentemente em terreno mais seco. Já espécies como *Casearia decandra* Jacq., *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg, *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos e *Esenbeckia febrifuga* (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart. apresentaram ocorrência preferencial na parte mais baixa do terreno e mais próxima ao córrego. Desta forma, pode-se dizer que ficou clara a existência de duas fitofisionomias de Mata Atlântica no PNMCBio: Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (FESA) - "Mata Ciliar". As variáveis ambientais existentes no fragmento em decorrência da presença de um curso d'água provavelmente são o que está delimitando a ocorrência de determinadas espécies na porção mais alta ou baixa do remanescente.

Vale ressaltar também o registro de uma grande quantidade de árvores mortas (em pé) (COELHO, 2013), o que evidencia que a área pode estar com problemas em sua dinâmica florestal natural, podendo dificultar a sustentabilidade do fragmento em questão, em longo prazo.

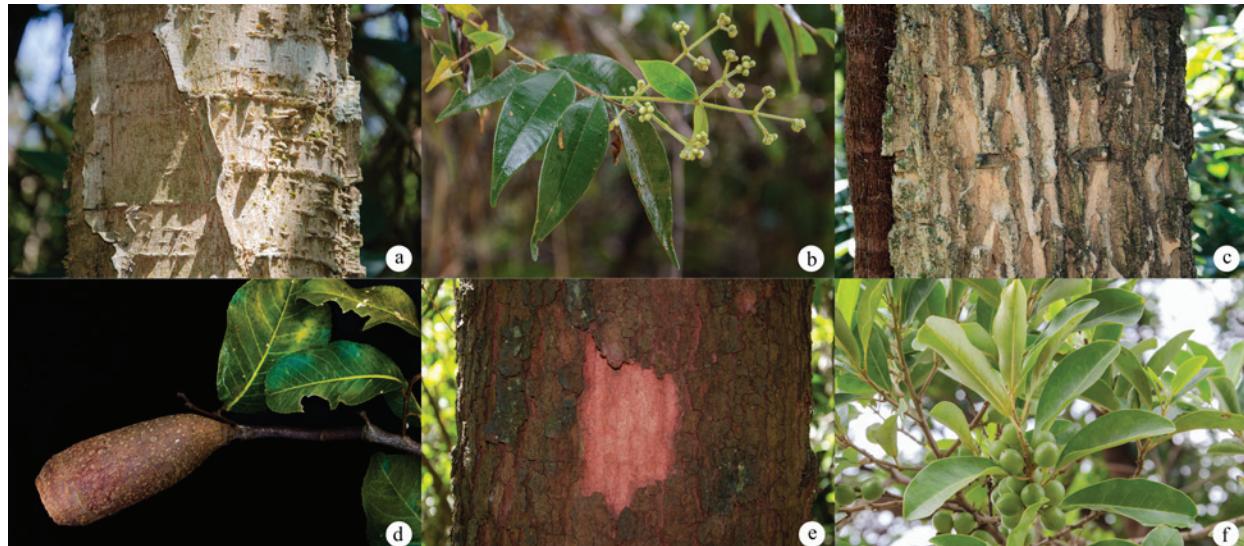


Figura 2. Algumas das espécies nativas de ocorrência no Parque da Biodiversidade: **a)** Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. - Fabaceae). **b)** Folha miúda (*Myrcia splendens* (Sw.) DC. - Myrtaceae). **c)** Mamica-de-porca (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam. - Rutaceae). **d)** Jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze - Lecythidaceae). **e)** Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Fabaceae). **f)** Pera (*Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill - Peraceae).

Além da vegetação nativa, o PNMCBio conta também com inúmeros exemplares de espécies exóticas e naturalizadas, algumas cultivadas, que representam um desafio na área, uma vez que o Art. 31 da Lei nº 9.985 (Brasil, 2000) atesta que “é proibida a introdução nas Unidades de Conservação de espécies não autóctones”, e o parágrafo primeiro do mesmo artigo abre exceção “apenas para os animais e plantas necessários à administração”. Entretanto, o paisagismo presente no PNMCBio é composto, em sua grande parte, por espécies exóticas, como os lírios-amarelos (*Lilium pumilum* Redouté, Liliaceae), os dietes (*Dietes bicolor* Sweet ex Klatt, Iridaceae), as azaleias (*Rhododendron simsii* Planch., Ericaceae),

os cróttons (*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. Ex A. Juss.) e as estrelítzias (*Strelitzia* sp., Strelitziaceae).

Existe também no PNMCBio um meliponário com espécies nativas e exóticas, onde é possível observar girassóis (*Helianthus debilis* Nutt., Asteraceae), hibiscos (*Hibiscus rosa-sinensis* L., Malvaceae), ipomeias (*Ipomoea* sp., Convolvulaceae), "patas-de-vaca" (*Bauhinia* sp., Fabaceae), russélias (*Russelia equisetiformis* Schlechl. & Cham., Plantaginaceae) e manjericões (*Ocimum basilicum* L., Lamiaceae). O meliponário ainda conta com espécies de folhas bem aromáticas, como aroeira-salsa (*Schinus molle* L., Anarcadiaceae) e aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi).

Na "Trilha de Recuperação e Manejo", outras espécies de uso paisagístico estão presentes, como a primavera (*Bougainvillea spectabilis* Willd., Nyctaginaceae), além de orquídeas, como a "orquídea chuva-de-ouro" (*Oncidium* sp., Orchidaceae), ambas nativas do Brasil mas consideradas exóticas para a área. Existem também nesta trilha algumas espécies nativas consideradas invasoras, como o cambará (*Lantana camara* L., Verbenaceae), a falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* (L.) DC. ex Wight, Asteraceae) e o assa-peixe (*Vernonia* sp., Asteraceae).

A espécie *Citrus aurantium* foi a única exótica amostrada dentro das parcelas alocadas no fragmento de vegetação nativa, sendo também encontrada em outros pontos fora das parcelas no remanescente. Acredita-se que esta espécie tenha sido introduzida pela ação humana, uma vez que no início do trabalho de campo foram encontrados resíduos (lixo) que indicam a prática de pesca antes da implantação do Parque. Esta espécie é abundantemente encontrada no Parque Nacional do Iguaçu e é extremamente invasora, principalmente pelo seu longo período de frutificação e síndrome de dispersão zoocórica, por mamíferos e aves (RODOLFO *et al.*, 2008). Assim, esta espécie merece atenção quanto ao controle e manejo, uma vez que pode diminuir a disponibilidade da fauna para a dispersão de espécies nativas se sua densidade aumentar ao passar dos anos.

Vale ressaltar que grande parte da área do Parque da Biodiversidade era ocupada no passado (antes da criação do PNMCBio) por plantações de eucalipto, especialmente *Eucalyptus grandis* W.Hill (Myrtaceae), que ainda hoje podem ser observados no local. Tais eucaliptos passaram, recentemente, pelo processo de anelamento dos troncos, visando à eliminação dessas árvores, uma vez que o propósito destas áreas é a condução da regeneração natural para restauração da vegetação nativa.

Desta forma, é necessário realizar revisão nos procedimentos de manejo dentro do PNMCBio, para evitar a introdução de mais espécies exóticas, além de implantar um programa de erradicação daquelas já existentes. Muitos estudos mostram a viabilidade da utilização de espécies nativas, preferencialmente de ocorrência regional, para fins paisagísticos. Outros serviços ecossistêmicos como produção de mel, atração de polinizadores e dispersores também podem ser obtidos utilizando-se espécies nativas da flora.

Próximo à região do Parque Tecnológico, o Parque da Biodiversidade conta com uma área de plantio de espécies nativas do Brasil, como araçá (*Psidium guineense* Sw., Myrtaceae), guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, Fabaceae), paineira (*Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna, Malvaceae), pitanga (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae), quaresmeira (*Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn., Melastomataceae) e urucum (*Bixa orellana* L., Bixaceae). Essa área é limitada por uma cerca viva de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth., Fabaceae), mostrando que as espécies da nossa flora também possuem usos domésticos.

Considerações Finais

A área do PNMCBio é recoberta por duas fitofisionomias de Mata Atlântica - Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial - embora apresente também espécies do Cerrado e da Floresta Ombrófila Densa (formação de Mata Atlântica). Desta forma, fica evidente a importância da área para conservação da biodiversidade regional, ainda que a riqueza de espécies seja

comparativamente menor que de outras áreas da região.

A ocupação de quase metade da área por espécies exóticas (*Eucalyptus grandis*) representa uma dificuldade, pois todo processo de restauração ecológica apresenta alto custo e demanda de tempo para ocorrer. Esta reflexão é importante no processo de criação de novas áreas protegidas, quando podem ser evitadas situações em que grandes extensões de áreas degradadas ou ocupadas por espécies exóticas, sejam incluídas nos limites da Unidade de Conservação.

O uso corriqueiro de espécies exóticas para fins paisagísticos e outros fins utilitários é relativamente comum em Unidades de Conservação no sudeste do Brasil, no entanto esta prática deve ser combatida. Assim, recomenda-se que a gestão do PNMCBio elabore e siga um Programa de Proteção bastante rígido no que diz respeito à Flora, de modo a conservar a diversidade nativa existente, evitar novas introduções de espécies exóticas, além de monitorar as condições da vegetação nativa daqui para o futuro.

Estudos adicionais envolvendo a flora do PNMCBio podem ser realizados, considerando diferentes hábitos de plantas, o que pode aumentar a riqueza de espécies conhecidas para a área.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, Gislene Batista; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. A vegetação do Morro de Araçoiaba, Floresta Nacional de Ipanema, Iperó (SP). *Scientia Forestalis*. n. 58, p. 145-159, dez. 2000.

ALVEY, Alex A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, Amsterdam, v. 5, p. 195-201. 2006.

BLACK, George Alexander; DOBZHANSKY, Theodosius Hryhorovich; PAVAN, Crodowaldo Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. *Botanical Gazette*. v. 11, p. 413-425. 1950.

BRASIL. Comissão Nacional da Biodiversidade - Conabio. 2009. *Resolução Conabio nº 05, de 21 de outubro de 2009. Dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas invasoras.*

BRASIL. Lei 9985/2000. *Sistema Nacional de Unidades de Conservação*. MMA. Brasília. 2000.

CARDOSO-LEITE, Eliana. *Ecologia de um fragmento florestal em São Roque, SP: florística, fitossociologia e silvigenese*. 1995. 235p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo.

CARDOSO-LEITE, Eliana; PAGANI, Maria Inez; MONTEIRO, Reinaldo; HAMBURGUER, Diana Sarita. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2005.

CARDOSO-LEITE, Eliana; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. *Revista Árvore*, v. 32, n. 3, p. 583-595, 2008.

CARVALHO, Douglas Antônio; OLIVEIRA-FILHO, Ary T.; VILELA, Enivanis A., Curi, Nilton; VAN DEN BERG, Eduardo; FONTES, Marco Aurélio L.; BOTEZELLI, Luciana. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 28, n. 2, p. 329-345. 2005.

COELHO, Samuel. *Estudo da vegetação do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio)*, Sorocaba/SP. 2013. 87 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade

Federal de São Carlos - campus de Sorocaba. Sorocaba.

CORRÊA, Laíne Silveira; CARDOSO-LEITE, Eliana; CASTELLO, Ana Carolina Devides; COELHO, Samuel; KORTZ, Alessandra Rocha; VILLELA, Fernando Nadal Junqueira; KOCH, Ingrid. Estrutura, composição florística e caracterização Sucessional em remanescente de floresta estacional Semidecidual no sudeste do brasil. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.38, n.5, p.799-809, 2014.

DIAS, Antonio Cecilio. *Composição florística, fitossociologia, diversidade de espécies arbóreas e comparação de métodos de amostragem na Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual Carlos Botelho/SP-Brasil*. 2005. 183p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, 2005.

DURIGAN, Giselda; BERNACCI, Luís Carlos; FRANCO, Geraldo Antonio Daher Correa; ARBOCZ, Géza de Faria; METZGER, Jean Paul; CATHARINO, Eduardo Luís Martins. Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botanica Brasiliensis*, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 51-62, 2008.

FONSECA, Cassiano Ribeiro da; CARVALHO, Fabrício Alvim. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil). *Biosci. J.* Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 820-832, sept./oct. 2012.

FONSECA, Renata Cristina Batista e FONSECA, Ines Cristina de Batista. Utilização de métodos numéricos estatísticos multivariados na caracterização do mosaico sucessional em floresta semidecidual. *Revista Árvore*, v. 28, n. 3, p. 351-359, 2004.

GANEM, R.S. (org.). *Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas* – (Série memória e análise de leis; n. 2 – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 437 p. 2010.

GENELETTI, Davide. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 5, n. 1, p. 1-15. 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, 2012. 271p.

IUCN, 2015. *Red List International Union for Conservation Nature*. In: <http://www.iucnredlist.org/search>. (Acesso em 10/07/2015).

KOCH, Ingrid; CARDOSO-LEITE, Eliana; ALMEIDA, Vilma Palazetti; MAZINE, Fiorella Fernanda; CASTELLO, Ana Carolina Devides; FERREIRA, Larissa Campos; KORTZ, Alessandra Rocha; KATAOKA, Eric Yasuo; COELHO, Samuel; MOTA, Maurício Tavares. Plantas com flores e frutos das áreas de vegetação remanescente do Município de Sorocaba. In: SMITH, Welber Senteio; JUNIOR, Vidal Dias da Mota; CARVALHO, J. de L. (orgs). *Biodiversidade do Município de Sorocaba, SP*. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014, cap. 5, p. 79- 124.

KORTZ, Alessandra Rocha; COELHO, Samuel; CASTELLO, Ana Carolina Devides; CORRÊA, Laíne Silveira; CARDOSO-LEITE, Eliana; KOCH, Ingrid. Wood vegetation in Atlantic rain forest remnants in Sorocaba (São Paulo, Brazil). *Check List*. v. 10, ed. 2, p. 344-354. 2014.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. (website – disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do>).

LORENZI, Harri; SOUZA, Hermes Moreira de. Plantas ornamentais no Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 4^a ed. 672 p. 2008.

LOW, Tim. *Feral future: the untold story of Australia's exotic invaders*. 2 ed. Chicago: Chicago Univ. Press, 2001.

MELLO, Kaline de. *Análise espacial de remanescentes florestais como subsídio para o estabelecimento de unidades de conservação*. 2012. 82f. Dissertação. (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) - Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências e Tecnologia para a Sustentabilidade, Sorocaba, São Paulo, 2012.

METZGER, Jean Paul.; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. *Mapas-síntese das diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo*. In: Secretaria do Meio Ambiente. *Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008.

MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina Goettsch; MYERS, Norman; FORD, Harrison. *Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. México: CEMEX/Conservation International, 1999. 431p.

MORO, Marcelo Freire; SOUZA, Vinicius Castro; OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de; QUEIROZ, Luciano Paganucci de; FRAGA, Claudio Nicoletti de; RODAL, Maria Jesus Nogueira; ARAÚJO, Francisca Soares de; MARTINS, Fernando Roberto. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, London, v. 403, p. 853–858, 2000.

NILON, Charles H. Urban biodiversity and the importance of management and conservation. *Landscape and Ecological Engineering*, Tokyo, v. 7, p. 45-52, 2011.

PIRES, João Murça; KOURY, Humberto Marinho. 1958. Estudo de um trecho de mata de várzea próximo de Belém. *Boletim Técnico I.A.N.* 36: 3-44.

PROENÇA, Illa; CONDE, Marilena; GONÇALVES, Nathan; FIGUEIREDO, Pablo; RAJÃO, Pedro. *Árvores da Ilha de Marambaia*. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2014.

QUAMMEN, David. *The song of the dodo: island biogeography in an age of extinctions*. New York: Scribner, 1996.

RIBEIRO, Milton C.; METZGER, Jean Paul; MARTENSEN, Alexandre C.; PONZONI, Flávio J.; HIROTA, Márcia M. The brazilian atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v.142, p.1141-1153, 2009.

RODOLFO, Allyne Mayumi; CÂNDIDO JR, José Flávio; TEMPONI, Lívia Godinho; GREGORINI, Marina Zanin. *Citrus aurantium L. (laranja-apepu) e Hovenia dulcis Thunb. (uva-do-japão): espécies invasoras da trilha do Poço Preto no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil*. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 6, n. 1, p. 16-18, 2008.

RODRIGUES, Willian A. *Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo Rio Negro de solo argiloso e úmido*. Publicação 10. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus. 1961.

SALLES, Jania Cabrelli; SCHIAVANI, Ivan. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. *Acta Botanica Brasilica*. v. 21, p. 223-233, 2007.

SMITH, Welber Senteio; JUNIOR, Vidal Dias da Mota; CARVALHO, J. de L. (orgs). *Biodiversidade do Município*

de Sorocaba, SP. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014. 272 p.

SOARES, Narcisa Silva; GONÇALVES, Carlos André; ARAÚJO, Glein Monteiro; LOMÔNACO, Cecília. Floristic composition and abundance in forest fragments: a case study from southern Goiás, Brazil. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 31, n. 4, p. 1238-1252, jul./aug. 2015.

TABANEZ, André.J.; VIANA, Virgílio. M.; DIAS, A. da S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 57, n. 1, p. 47-60. 1997.

TROIAN, Letícia Casarotto; KÄFFER, Márcia Isabel; MÜLLER, Sandra Cristina; TROIAN, Vera Ribeiro; GUERRA, Judite; BORGES, Marcelo Gules; GUERRA, Teresinha; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves; FORNECK, Eduardo Dias. Florística e padrões estruturais de um fragmento florestal urbano, região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. *Iheringia*, v.66, n.1, p.5-16, 2011.

WATZLAWICK, Luciano Farinha; SANQUETTA, Carlos Roberto; VALÉRIO, Álvaro Felipe; SILVESTRE, Raul. Caracterização da composição e estrutura de uma floresta ombrófila mista, no município General Carneiro (PR). *Ambiência*, v. 1, n. 2, p. 229-237, 2005.

XAVIER, Ana Fernandes.; BOLZANI, Beatriz Moraes; JORDÃO, Silvia. *Unidades de Conservação da Natureza no Estado de São Paulo*. In: Secretaria do Meio Ambiente. Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008.

ZIPPARRO, Valesca Bononi; GUILHERME, Frederico Augusto G.; ALMEIDA-SCABBIA, Renata J.; MORELLATO, L. Patrícia C. Levantamento florístico de floresta atlântica no sul do estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, base Saibadela. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 1, p. 127-144, 2005.

Capítulo 8

A mata Ripária do Córrego da Campininha

Angélica Pereira Machado¹, Lucas Antunes de Oliveira¹, Regina Y. Hashimoto Miura¹

¹ Universidade Paulista campus Sorocaba, Instituto de Ciências da Saúde, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional

Resumo

A Mata Ciliar, considerada área de proteção permanente (APP), consiste na vegetação presente às margens de corpos d`água, funcionando como “cílios”, responsável pelo controle do que chega a estes locais, conferindo proteção não só as formas de vida aquáticas, mas também às espécies que vivem nestas matas. As matas ciliares têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Folhas e outras partes de um vegetal proveniente da mata ciliar formam o folhiço, encontrado no substrato de corpos d`água, servindo de recurso alimentar e micro-habitat para a fauna aquática, com os macroinvertebrados participando do processo de consumo e decomposição foliar. O alto índice de devastação das matas ciliares altera toda sucessão ecológica, interferindo no deslocamento e dispersão de espécies de animais e plantas, resultando na diminuição da biodiversidade local. O objetivo deste trabalho foi identificar as espécies das folhas encontradas no fundo do Córrego da Campininha, no “Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade”, Sorocaba-SP, onde foram encontrados macroinvertebrados associados, para fornecer subsídio a outro estudo também realizado neste mesmo córrego. Foram identificadas dezenove espécies nativas e uma exótica, pertencentes a 13 famílias. Através do levantamento das espécies encontradas no substrato do Córrego da Campininha foram indicadas as espécies nativas espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*) e aroeira-branca (*Lithraea molleoides*) para o estudo dos macroinvertebrados realizado no mesmo trecho do córrego.

Introdução

Mata ciliar, também denominada floresta ribeirinha, é a vegetação que se desenvolve nas margens dos cursos d`água, como rios e córregos, e no entorno das nascentes, e nela é encontrada uma comunidade de plantas, animais e outros organismos. Esta vegetação, que funciona como cílios, tem um papel importante no controle da chegada de nutrientes e sedimentos e erosão de ribanceiras, que poderiam matar espécies existentes no substrato do córrego ou rio, e também atua na interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica da água. Determina assim, as características físicas, químicas e biológicas dos cursos d`água (DELITTI, 1989).

As formações ciliares são importantes na manutenção da integridade dos ecossistemas locais, representando importante área de preservação de espécies animais e vegetais e conservação dos

recursos naturais (MONTAG *et al.*, 1997; BARRELLA *et al.*, 2000).

A presença de mata ciliar natural no entorno de uma nascente é utilizada para classificar seu grau de conservação, que pode ser considerada preservada quando a nascente possui 50 metros de mata ciliar natural em sua volta, perturbada quando não há a presença de 50 metros de vegetação natural em seu entorno, mas mantendo-se ainda em bom estado de conservação, e é classificada como degradada, quando possui elevado índice de compactação, pouca vegetação em seu entorno, erosão e voçorocas (OLIVEIRA, 2009).

De acordo com o artigo 4º da Lei Federal N.º 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o Código Florestal, “todas as nascentes mesmo que intermitentes, devem possuir um raio mínimo de 50 m de preservação da mata ciliar”. Essa mesma lei estabelece a nascente como área de preservação permanente (APP), sendo vedada qualquer interferência antrópica.

Segundo a Lei nº 4.771, de 15.09.1965, revogada pela Lei nº 12.651/2012, as larguras mínimas das faixas de vegetação ciliar a serem mantidas são: 30 m em cada margem no caso de rios com até 10m de largura, 50 m em cada margem para rios entre 10 a 50 m de largura, 100 m em cada margem nos rios com 50 a 200 m de largura, 200 m em cada margem em rios com 200 a 600 m de largura, 500 m em cada margem em rios com mais de 600 m de largura, e um raio de 50 m no entorno de nascentes.

Na literatura também são encontrados termos diferentes para se referir as formações vegetais ao longo de cursos d’água, como: floresta ripária, mata de galeria, floresta beiradeira, floresta ripícola e floresta ribeirinha (OLIVEIRA, 2009).

A composição da vegetação ciliar exerce influência direta sobre os efeitos por ela proporcionados (MARTINS, 2007). Quanto maior a diversificação maior será a contribuição ao meio ambiente. A presença de árvores, sobretudo as frutíferas nativas, funciona como abrigo e alimento para as espécies animais que por sua vez disseminam as espécies vegetais. Este ciclo resulta na manutenção do equilíbrio ambiental e da biodiversidade (LIMA & ZAKIA, 2000).

Do ponto de vista ecológico, as matas ciliares têm sido consideradas como corredores de migração extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal (ODUM, 1988). Corredor Ecológico, no seu sentido mais amplo, é definido como uma faixa que difere do seu entorno e permeia uma área (FORMAN, 1995), podendo ser isolado ou ligado a algum fragmento ou algum tipo de vegetação similar (FORMAN & GODRON, 1986). As conexões entre os remanescentes de vegetação permitem que os animais de diferentes famílias se encontrem, permitindo a continuidade de suas populações. Para a maioria das plantas é relevante que os animais polinizadores e os dispersores também possam circular (ANJOS, 1992).

A serrapilheira é a camada mais superficial do solo em ambientes florestais, formada por ramos, órgãos reprodutivos, detritos e folhas (COSTA, 2010). Quando as folhas provenientes da mata ciliar vão para o rio, córrego, lago ou riacho, formam o folhiço, encontrado no substrato destes corpos d’água, servindo de recurso alimentar e micro-habitat para a fauna aquática (MESQUITA, 2004). Dentre a fauna aquática, os macroinvertebrados participam do processo de consumo e decomposição foliar (MESQUITA, 2004).

Todo o material alóctone proveniente da zona ripária é aproveitado 66% como fluxo de energia para consumidores primários em pequenos cursos d’água, além de servirem como habitat para os

mesmos (NELSON & SCOTT (1962). Com esse histórico é possível considerar a necessidade não somente quantitativa de se identificar espécies vegetais como também à funcionalidade ecológica no meio em que estão inseridas. Os animais que se alimentam de folhas em decomposição colonizadas por fungos são detritívoros (CHAUVET, 2001) e constituem um grupo funcional heterogêneo de invertebrados, abundantes em sistemas ribeirinhos de baixa ordem (CUMMINS, 1974).

Microrganismos decompositores (fungos) e macroinvertebrados detritívoros participam da decomposição destes detritos vegetais através de mecanismos físicos e biológicos (MESQUITA, 2003). Devido a sua diversidade de espécies, a comunidade de macroinvertebrados apresenta diversas formas e modos de vida, adaptando-se ao habitat local, os quais podem ser: fundos de córregos, riachos, rios, lagoas e represas. Estes invertebrados, por sua vez, são a fonte de alimento de peixes, anfíbios e aves, o que caracteriza uma sucessão ecológica (MESQUITA, 2003).

Levantamentos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de florestas ciliares, realizados em diferentes regiões do Brasil, têm mostrado que essas áreas são muito diversas quanto à composição e estrutura fitossociológica como resultado da elevada heterogeneidade ambiental a qual estão associadas (SANCHEZ, 1999)

Apesar da importância para a preservação do meio ambiente e da biodiversidade, muitos trabalhos têm demonstrado um alto índice de devastação das matas ciliares, devido ao desmatamento para expansão de áreas agrícolas e urbanas, os incêndios e a extração de areia nas áreas ribeirinhas. Com isso, toda sucessão ecológica também é alterada, pois elas além de serem consideradas um filtro natural para a água que chega aos cursos de água, formam também os corredores ecológicos ligando fragmentos florestais, facilitando o deslocamento da fauna e a migração de genes entre as populações de espécies animais e também vegetais (OLIVEIRA-FILHO *et al.* 1994; CORREIA *et al.* 2001; NEBEL *et al.* 2001; CAMPOS & SOUZA, 2002). Essa degradação interfere no deslocamento e dispersão de espécies de animais e plantas, resultando na diminuição da biodiversidade local (FERREIRA, 2012).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies das folhas encontradas no folhiço do substrato do fundo do córrego, associadas a macroinvertebrados em um trecho do Córrego da Campininha, dentro do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba-SP, para dar subsídio na indicação da espécie vegetal nativa a ser utilizada em um estudo com macroinvertebrados, também realizado neste mesmo trecho do córrego (Capítulo 12 – Invertebrados aquáticos).

Material e Métodos

A área de estudo está localizada no Parque Municipal Natural Corredores de Biodiversidade, na cidade Sorocaba – SP (Figura 1), coordenadas 23°21' e 23°35' de Latitude Sul e 47°17' e 47°36' de Longitude Oeste, inserido na zona de contato entre as formações Savana (Cerrado) e Mata Atlântica, que são dois biomas considerados “hotspots” (MYERS, 2000). O Parque foi criado pelo decreto municipal nº 16.408, de 23/12/2008, nº 17.857, de 20/10/2009, e nº 19.033, de 13/04/2011, e possui aproximadamente 19 ha de mata bastante alterada por plantações de *Eucalyptus sp.* (Figura 1).

Método de identificação do material

Para a identificação das espécies das folhas encontradas no fundo do córrego foi realizado também um levantamento florístico das espécies encontradas próximas à borda do córrego no trecho estudado (Figura 1). As coletas foram realizadas entre julho de 2013 e agosto de 2014.

Levantamento florístico ao longo da borda do córrego

As coletas foram realizadas em caminhadas assistemáticas ao longo de 50 metros na borda da área onde as folhas no fundo do córrego foram coletadas. Esta borda apresenta topografia em declive, em terreno de zona ribeirinha, e devido a esta declividade, houve uma variação da área no entorno da margem do rio, entre 50 cm e 2 metros da margem, onde as coletas foram realizadas.

Os indivíduos de borda, cuja medida mínima de Diâmetro à Altura do Peito (DAP) era de 15 cm, foram numerados e quantificados. Os 50 metros de borda foram divididos em 5 trechos de 10 metros cada um, para se localizar a posição das espécies. Os materiais coletados foram depositados entre folhas de jornal, prensados e secos em uma estufa de acordo com a metodologia usual. As exsicatas prontas foram depositadas no herbário da Universidade Paulista, campus Sorocaba. Os indivíduos foram identificados a partir de chaves de identificação e literatura específica, além da consulta à especialista quando necessário.

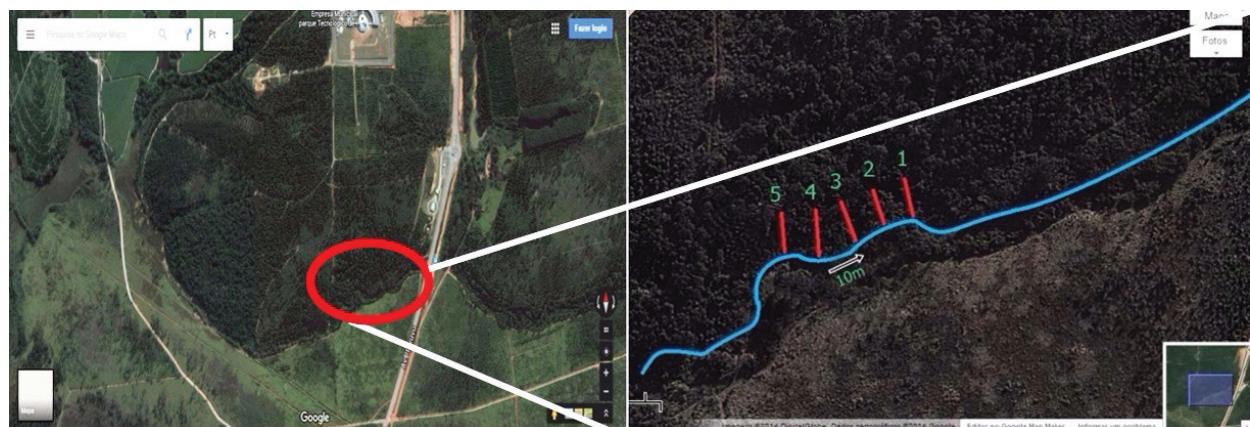


Figura 1. Parque da Biodiversidade. Esquerda) Vista área do Parque; Coordenadas 23º24'671.57mE 74º11'311.36mS. Direita) Local onde foi realizada a amostragem vegetal, com a localização dos 5 pontos de coleta. A linha azul representa o Córrego da Campininha e as linhas em vermelho indicam os pontos de coleta ao longo do córrego.

Identificação das espécies das folhas coletadas no substrato do córrego

As coletas das folhas do substrato do córrego foram realizadas de forma manual com uso do amostrador Surber para rios de pequeno porte, como córregos e nascentes. O Surber foi posicionado contra a correnteza e fixado no substrato, em 5 pontos diferentes, com uma distância de 10 metros entre cada um deles (Figura 1). O material botânico foi cuidadosamente retirado com as mãos e destinado para sacos plásticos, do tipo "ZipLock", contendo álcool 70% (PINHEIRO, 2004).

A identificação das espécies das folhas coletadas no folhiço do substrato do fundo do córrego foi realizada através de uma comparação entre as folhas das árvores encontradas às margens do rio e com auxílio das exsicatas do levantamento florístico da borda, deste mesmo trecho do córrego da Campininha, além de consulta da lista de espécies vegetais do plano de manejo do Parque da Biodiversidade e literatura específica (LORENZI, 1998). As folhas coletadas foram prensadas e secas em uma estufa de acordo com a metodologia usual, a fim de produzir material testemunho para ser depositado no herbário da UNIP.

Resultados

Os cinco pontos instalados ao longo do curso d'água perfazem uma área de 50 metros com elevação de 608 m, local em que foram identificadas as espécies vegetais, onde a distância da borda do córrego variou de 50 cm a 2 metros.

Mesmo tratando-se de pequenas áreas é possível a catalogação de um número elevado de espécies vegetais, sendo o número de espécies classificadas neste presente trabalho em dezenove nativas e uma exótica, cujas famílias representadas são *Celestraceae*, *Myrtaceae*, *Phytolaccaceae*, *Fabaceae*, *Verbenaceae*, *Anacardiaceae*, *Urticaceae*, *Rubiaceae*, *Sapindaceae*, *Bixaceae*, *Melastomataceae*, *Combretaceae*, *Lecythidaceae* (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos indivíduos encontrados na borda do córrego e das espécies das folhas identificadas no folhiço, em cada um dos pontos (1 a 5), ao longo da área analisada no Córrego da Campininha dentro do Parque Municipal Natural Corredores de Biodiversidade. N - NATIVA; E - EXÓTICA; B - BORDA; F - FOLHIÇO.

| PONTO | NOME POPULAR | NOME CIENTÍFICO | N/E | FAMILIA | Nº DE INDIVÍDUOS | B/F |
|---------|--------------------|---|-----|-----------------|------------------|-------|
| Ponto 1 | Espinheira Santa | <i>Maytenus aquifolium</i> Mart. | N | Celastraceae | 2 | B e F |
| | Eucalipto | <i>Eucalyptus saligna</i> Sm. | E | Myrtaceae | 3 | B e F |
| | Aroeira Branca | <i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl. | N | Anacardiaceae | 2 | B e F |
| | Pau d'álho | <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms. | N | Phytolaccaceae | 1 | B e F |
| | Copaíba | <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | N | Fabaceae | | F |
| Ponto 2 | Gavinha | <i>Petrea sub serrata</i> Cham. | N | Verbenaceae | 1 | B e F |
| | Aroeira Pimenteira | <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | N | Anacardiaceae | 1 | B e F |
| | Maria Preta | <i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk. | N | Sapindaceae | 1 | B e F |
| | Eucalipto | <i>Eucalyptus saligna</i> Sm. | E | Myrtaceae | 1 | B |
| | Pau Ferro | <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. | N | Fabaceae | | F |
| Ponto 3 | Aroeira Branca | <i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl. | N | Anacardiaceae | 1 | B e F |
| | Espinheira Santa | <i>Maytenus aquifolium</i> Mart. | N | Celastraceae | 1 | B e F |
| | Embaúba | <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. | N | Urticaceae | 1 | B e F |
| | Carvoeiro | <i>Amaioua intermedia</i> Mart. | N | Rubiaceae | 1 | B e F |
| | Jacarandá-da-bahia | <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth. | N | Fabaceae | 1 | B e F |
| Ponto 4 | Eucalipto | <i>Eucalyptus saligna</i> Sm. | E | Myrtaceae | 1 | B e F |
| | Manacá-da-serra | <i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. | N | Melastomataceae | 1 | B |
| | Urucum | <i>Bixa orellana</i> L. | N | Bixaceae | 3 | B |
| | Aroeira salsa | <i>Schinus molle</i> L. | N | Anacardiaceae | 1 | B |
| | Mulungu-do-litoral | <i>Erythrina speciosa</i> Andrews | N | Fabaceae | 1 | B e F |
| Ponto 5 | Capitão Amarelo | <i>Terminalia brasiliensis</i> (Cambess. ex A.St.-Hil.) Eichler | N | Combretaceae | 1 | B e F |
| | Pau-jacaré | <i>Piptadenia gonoacantha</i> Mart. | N | Fabaceae | 1 | B |
| | Pau-ferro | <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. | N | Fabaceae | | F |
| | Jequitibá Branco | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze | N | Lecythidaceae | 1 | B e F |

Obs. O número de indivíduos só foi analisado para os indivíduos de borda.

Na Figura 2, pode-se verificar mais claramente a representatividade das famílias coletadas na borda do Córrego da Campininha. As famílias Anacardiaceae, Fabaceae e Myrtaceae foram as mais representativas dentre as espécies identificadas na borda. Foram identificadas 15 espécies nativas e 1 exótica no folhiço (Figura 3). Apesar de não ter sido realizada uma análise quantitativa do folhiço, algumas espécies foram registradas em mais de um ponto, como o caso da Aroeira-branca (*Lithraea molleoides*), do Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e da Espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*), além de visualmente estarem em maior quantidade quando comparadas às demais espécies. Nos pontos de coleta de folhiço também foram encontrados outros tipos morfológicos de folhas, cujas espécies não foram identificadas.

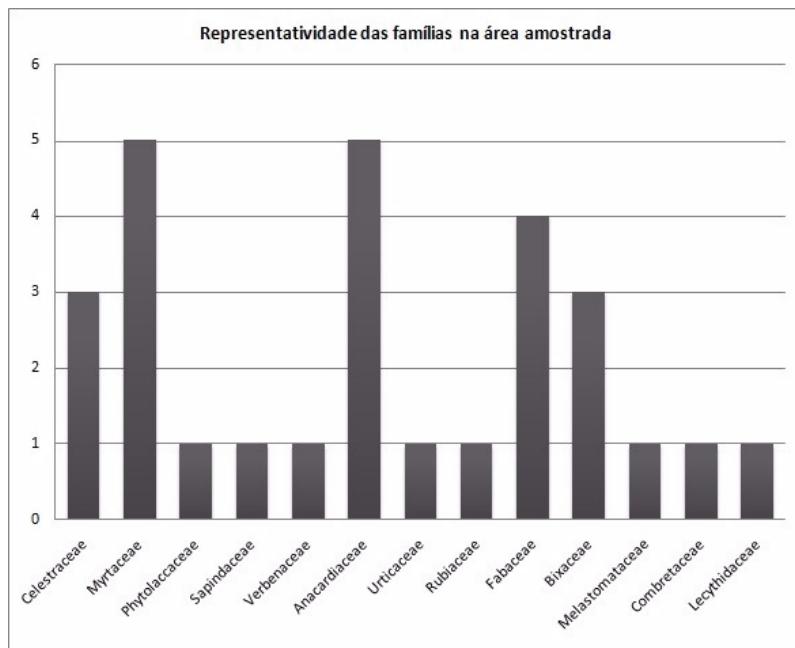


Figura 2. Relação das famílias dos indivíduos presentes na borda do Córrego da Campininha dentro do Parque Municipal Natural Corredores de Biodiversidade. Famílias das espécies encontradas na borda (Eixo x); Número de indivíduos identificados (Eixo Y).



Figura 3. Esquerda) Folhiço no Córrego da Campininha dentro do Parque Municipal Natural Corredores de Biodiversidade. Direita) Detalhe de material vegetal coletado no leito do riacho.

Discussão

Do total de 16 espécies amostradas na borda do córrego, 40% das espécies são típicas de borda, ou seja, encontrados na mata ciliar, em barrancos e terrenos úmidos, como no caso dos exemplares Mulungu-do-litoral (*Erythrina speciosa*) e Jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) (LORENZI, 1998).

Algumas espécies foram identificadas pelo aparecimento do fruto do indivíduo no substrato, como no caso da Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), do Jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*) e do Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), que podem ser consideradas importantes no fluxo de energia decorrente do material proveniente da zona ripária, servindo como alimento e micro-habitat, assim como as folhas, para ação de fungos, macroinvertebrados bentônicos e peixes (MESQUITA, 2003)

Do total de espécies amostradas observou-se número maior de indivíduos da família Myrtaceae devido à presença de *Eucalyptus saligna*. O gênero *Eucalyptus*, segundo L'Héritier, conta com cerca de 600 espécies, grande número de variedades e híbridos. A grande maioria é originária da Austrália, onde formam densas e vastas florestas (ANDRADE, 1961). Atualmente acha-se bastante disseminado por quase todas as regiões tropicais e subtropicais, encontrando condições extremamente propícias na região centro-sul do Brasil. A espécie *Eucalyptus saligna* possui algumas limitações climáticas, edáficas e topográficas.

Eucalyptus saligna é a espécie mais difundida entre nós para a fabricação de celulose de fibras curtas, e ainda, uma das espécies exóticas de *Eucalyptus* mais comum em inúmeros países. Sua madeira tem sido bastante estudada quer em termos de suas características anatômicas, químicas e físicas, quer para a produção de celulose. Celuloses de excelentes qualidades (CHITTENDEN, COOMBER & CORNEY, 1951; SANYER; PETROFF, 1965; BARRICHELO, 1968 e PEREIRA, 1969).

Locais que atendam às exigências mínimas deste gênero favorecem o seu crescimento, garantindo assim sua produtividade. Desta forma o Parque vem realizando uma supressão dessa espécie e reflorestamento com espécies nativas em toda sua área (BIOMETRICA, 2012). Foram catalogadas em mais de um ponto, folhas das espécies *Lithraea molleoides* (Aroeira-branca) e *Maytenus aquifolium* (Espinheira-santa).

As plantas da espécie Espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*) são encontradas na Floresta Amazônica, na Floresta Atlântica, no Cerrado, na Restinga, na Caatinga e no Campo Rupestre. As folhas têm forma variada, que podem ser crenadas, serreadas ou aculeadas nas margens. (CARVALHO-OKANO, RM & LEITÃO FILHO, H.F. 2004).

O Pau-jacaré, encontrado no substrato do córrego, foi caracterizado como uma espécie típica de Floresta Estacional Semidecidual, proveniente da mata ciliar COSTA (2010). A espécie se apresenta hoje com índice de quase ameaçada de extinção no Estado (BIOMÉTRICA, 2012).

Embora o histórico do Parque reflita na presença do eucalipto em grande extensão, notou-se que neste pequeno trecho há uma certa diversidade de espécies. A produção de serrapilheira em abundância, por estas espécies, contribui com o fluxo energético do córrego, servindo de recurso alimentar e micro-habitat para a comunidade bentônica. Em relação aos macroinvertebrados, estes foram identificados em nível de ordem e família, sendo os mesmos já descritos, participando do processo de consumo e decomposição foliar (MESQUITA, 2003).

Conclusão

A família Myrtaceae foi a mais representativa entre as identificadas, devido à abundância da espécie *Eucalyptus saligna*, que compõe grande parte do Parque.

Através do levantamento das espécies encontradas no substrato do Córrego da Campininha foram indicadas duas espécies nativas para o estudo dos macroinvertebrados, também realizados no mesmo trecho do córrego, Espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*) e Aroeira-branca (*Lithraea molleoides*).

Os trabalhos serviram para ajudar na caracterização da vegetação de mata ciliar dentro do PNMCBio, através da identificação dos indivíduos de bordas e folhas coletadas no substrato com macroinvertebrados associados aos pontos de coleta no córrego da Campinha, que são responsáveis pela manutenção do fluxo energético, servindo de recurso alimentar e micro-habitat para a comunidade aquática.

Referências

- ANDRADE, E. N. - O eucalipto. 2^a ed., Jundiaí, Cia Paulista de Estradas de Ferro. 667 p.1961.
- ANJOS, L., 1992, Riqueza e abundância de aves em “ilhas” de floresta de araucária. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BARRICHELO, L. E. G. - 1968 - Celulose sulfato de kiri e eucalipto. In: Convenção anual da ABCP. 1^a ed., São Paulo; 16p. 1968.
- BIOMÉTRICA. Plano de Manejo 6.2.1.3.2. Estrutura Fitossociológica.pg 189. 2012.
- CARVALHO-OKANO, R. M.; LEITÃO-FILHO, H. F. O gênero *Maytenus* Mol. Emend. Mol (Celastraceae) no Brasil extra-amazônico. In: REIS, M. S.; SILVA, S. R. (Org.). Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa. Brasília: Ibama, 2004. p. 11-51.
- CHAUVET, E. Effect of culture conditions on ergosterol as an indicator of biomass in the aquatic hyphomycetes. Appl. Environ. Microbiol. 2001.
- CHITTENDEN, A. E.; COOMBER, H. E. & CORNEY, N. S. - 1951 - The paper maker. 122(3): 179-95.
- COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açu-RN. Revista Árvore, 2010.
- CUMMINS, K. W., R. W. MERRIT, 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 40. 69-89.
- DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: Simpósio sobre mata ciliar, n. 1, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 88-98.
- FERREIRA E. O novo código florestal e as matas ciliares 4.2012
- FORMAN, R.T.T. GODRON, R. Landscape Ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1986.

- FORMAN, R.T.T. Land Mosaics. Cambridge University Press, Great Britain 1995.
- INICIATIVA VERDE 2ed. ; Sustentabilidade São Paulo, Julho de 2015.
- LIMA, W. P; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. Matas ciliares: Conservação e recuperação. Editora da Universidade de São Paulo. 2000.
- LORENZZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1º Ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.
- MARTINS, S. V.: Recuperação de matas ciliares. 2ª Ed. Revista e ampliada. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 255p.
- MESQUITA, A. Decomposição de folhada de *Eucalyptus globulus* em sistemas lóticos: papel dos macroinvertebrados e fungos aquáticos. Porto 2003
- MONTAG, L.F.A.; SMITH, W.S.; BARRELLA, W. & PETRERE JR., M. 1997. As influências e as relações das matas ciliares nas comunidades de peixes do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Ecologia 1: 76-80.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403 (6772):853-858
- NELSON, D. J.; SCOTT, D. C. Role detritus in the Productivity of a rock-outcrop community in a piedmont stream. Limnology and Oceanography, v. 7, n. 3, p. 396-413, 1962.
- ODUM, H.T. Ecologia. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro, 1988.
- OLIVEIRA. F. Avaliação de diferentes métodos de regeneração na recuperação de nascentes. Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia. Sul de Minas Gerais. 2009.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. VIELLA, E. A., CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. 1994Aa. Differentiation of streams and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. J. Trop. Ecol. 10:483-508.
- PEREIRA, R. A. G. - Estudo comparativo das propriedades físico-mecânicas da celulose sulfato de madeira de *Eucalyptus saligna* Smith. EUCAL- 1969.
- PETROFF, G. - Bois et forêts des tropiques, 94: 25-39- 1964.
- PINHEIRO, M.S.; FERRAZ, J.Q.; CARLA, R.B. Protocolo de Coleta e Preparação de amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Jaguariúna, SP, Outubro, 2004
- RIZZO, M. R. A Recomposição das Mata Ciliares – Um bom exemplo que vem de Pedro Gomes (MS). Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Três Lagoas, v.1, n.6, 2007.
- SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO-FILHO, H.F. & CESAR, O. 1999. Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. Revista Brasileira de Botânica 22(1): 31-42.
- SANYER, N. - UNESCO/FAO Regional Symposium on Pulp and Paper Research and Technology in the Middle East and North Africa -Proceedings.
- http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm
- https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=zfsRdQIFDqVU.k8hchi2z-YIA&hl=en_US

Capítulo 9

A influência da sazonalidade e dos invertebrados na decomposição de folhas nativas (*Lithraea molleoides* e *Maytenus aquifolium*) e exóticas (*Eucalyptus grandis*) em um riacho tropical localizado no Parque Natural Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, São Paulo, Brasil

Gisele Pires Pelizari¹, Heidi Marcela Suarez Robayo², Adriane Almeida Vaz¹, Ariane Almeida Vaz¹, Ana Lúcia Gonçalves³ Cristina Canhoto³ & Welber Senteio Smith^{1,2,4,5}.

¹ Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP)

² Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

³ Centro de Ecologia Funcional, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

⁴Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil

⁵ Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, Prefeitura de Sorocaba

Resumo

A introdução e o plantio de espécies exóticas florestais, como o eucalipto (*Eucalyptus grandis*), estão normalmente associados a efeitos negativos na biodiversidade dos ecossistemas terrestres e aquáticos afetados. No Brasil, nomeadamente no Estado de São Paulo, as plantações de *Eucalyptus grandis* ocupam grandes áreas, sendo ainda pouco conhecidos os seus impactos na estrutura e funcionamento dos cursos de água, que dependem da folhada ripícola como fonte de energia e nutrientes. Este estudo comparou a decomposição de folhas de eucalipto com folhas de espécies nativas (*Lithraea molleoides* e *Maytenus aquifolium*) durante as estações seca e chuvosa, em um riacho de 2^a ordem localizado no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba. O condicionamento das folhas foi feito por um período máximo de 60 dias, em sacos de malha grossa, permitindo a colonização por fungos e invertebrados. As perdas de massa foliar foram distintas entre as espécies foliares, independentemente da sua origem geográfica, e entre estações. *Maytenus aquifolium*, a folha mais rica em azoto, apresentou maior propensão para lixivar. Esta espécie apresentou taxas de degradação rápidas em ambas as estações, enquanto *L. molleoides*, a folha menos dura e pobre em azoto, apresentou as taxas mais baixas. Observou-se um número muito reduzido de invertebrados (<15/g folha) associados à folhada em ambas as estações, o que pode estar relacionado com o elevado teor em óleos essenciais em todas as espécies utilizadas. No entanto, as temperaturas e as concentrações de oxigênio mais elevadas na época de chuva parecem induzir (via estimulação do condicionamento fúngico) a uma maior colonização e degradação do eucalipto. Apesar da ausência de trituradores associados às folhas, a presença de um micélio mais desenvolvido e ativo nesta estação pode consistir um atrativo adicional para os

coletores e, em particular, para Chironomidae, com reconhecida capacidade decompositora. De acordo com os resultados, os efeitos da presença de folhas de eucalipto em cursos de água tropicais (sem/pobres em trituradores) são menos drásticos do que em zonas temperadas. Em cursos de água onde a maioria das folhas é rica em defesas físicas e químicas, as folhas de eucalipto parecem poder constituir um recurso adicional para o biota. No entanto, os testes incluíram apenas duas espécies nativas, não consideram abundâncias relativas nem disponibilidade dos recursos ao longo do tempo, o que limita as conclusões e generalizações.

Introdução

Os riachos de cabeceira florestados são caracteristicamente heterotróficos devido à vegetação ripícola que limita a entrada de luz e a produção primária. Os organismos aquáticos dependem por isso da matéria orgânica alóctone, particularmente folhas, como fonte de nutrientes e de energia (FISHER & LIKENS, 1972; MOLINERO & POZO, 2004; ABELHO, 2001). Uma vez na água, as folhas são sujeitas a um processo de decomposição. Este processo chave para a ciclagem de nutrientes em ambientes aquáticos ocorre em três fases mais ou menos bem definidas (GESSNER *et al.*, 1999): a lixiviação dos compostos hidrossolúveis, o condicionamento - fase em que as folhas são colonizadas por microrganismos (fungos e bactérias) - e a fragmentação física e biológica. Neste último caso, a degradação foliar é largamente promovida por macroinvertebrados bentônicos, nomeadamente pelo grupo funcional alimentar dos trituradores (CUMMINS *et al.*, 1989; GESSNER *et al.*, 1999; HIEBER & GESSNER 2002). A decomposição foliar é *a priori* determinada pela qualidade da folhada e é modelada por fatores ambientais, como a velocidade da corrente (FERREIRA *et al.*, 2006), temperatura (MATHURIAU & CHAVET, 2002; FERREIRA & CANHOTO, 2015), pH (DANGLES *et al.*, 2004) e/ou nutrientes (GULIS *et al.*, 2006).

Em cursos de água de zonas tropicais (vs. zonas temperadas), e em particular em áreas cobertas por mata atlântica semidecidual, são ainda insuficientes os estudos sobre a decomposição da folhada. No entanto, é geralmente aceito que nestas zonas as folhas se decompõem rapidamente (ABELHO *et al.*, 2005; RIBAS *et al.*, 2006; CARVALHO & UIEDA, 2009), apesar da sua elevada recalcitrância (WANTZEN *et al.*, 2002) e da eventual (CROWL *et al.*, 2006; CHESHIRE *et al.*, 2005; RINCÓN & MARTÍNEZ, 2006) menor importância dos detritívoros (vs. fungos) no processo degradativo (DOBSON *et al.*, 2002 ; ABELHO *et al.*, 2005; GONÇALVES Jr. *et al.*, 2007; CARVALHO & UIEDA, 2009; BOYERO *et al.*, 2011).

O Brasil constitui hoje um dos países com maior área plantada de *Eucalyptus* no mundo (http://git-forestry.com/download_git_eucalyptus_map.htm). Só na região de São Paulo, e na última década, foi registrado um acréscimo de 12% na área cultivada (CANAVESI *et al.*, 2011). No entanto, pouco se sabe acerca das consequências desta atividade nos abundantes (~85% do comprimento do sistema fluvial) ribeiros de cabeceira, cruciais na manutenção da diversidade biológica e da qualidade da água da rede fluvial (MEYER *et al.*, 2007). Os estudos sobre a decomposição de folhas de eucalipto e sua incorporação na produção secundária têm sido largamente realizados no Cerrado, transição entre o Cerrado e a Floresta Atlântica e na Floresta Atlântica (GONÇALVES Jr., 2005; HEPP *et al.*, 2009; ABELHO *et al.*, 2010).

Os resultados sugerem que estas folhas podem apresentar taxas de degradação inferiores (HEPP *et al.*, 2009) ou superiores a algumas espécies nativas (GONÇALVES Jr., 2005; MORETTI *et al.*, 2007a, b), dependendo da espécie de eucalipto utilizada (frequentemente *E. grandis*, *E. camaldulensis* e também *E. globulus*), da época do ano (estaçao chuvosa ou de seca; AFONSO *et al.*, 2000; GONÇALVES Jr. *et al.*, 2006; HEPP *et al.*, 2008), das características físico-químicas do curso de água, e da abundância e tipo de comunidade bentônica presentes nos cursos de água (GONÇALVES Jr. *et al.*, 2007; ABELHO *et al.*,

2010). No entanto, semelhante ao que acontece em zonas temperadas, é geralmente aceito que a plantação de exóticas, sobretudo se em regime de monocultura (KLINK & MACHADO, 2005), pode alterar a quantidade e qualidade dos inputs de matéria orgânica fornecidos aos ribeiros (CANHOTO & GRAÇA, 1999; ABELHO *et al.*, 2010), com consequências ainda largamente desconhecidas. Assim, neste estudo pretendeu-se avaliar a dinâmica da decomposição das espécies nativas *Lithraea molleoides* (Aroeira branca) e *Maytenus aquifolium* (Espinheira-santa) e da espécie exótica *Eucalyptus grandis* (Eucalipto) num curso de água de baixa ordem (Ribeiro da Campininha). O riacho percorre a unidade de conservação Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba-SP, (coordenadas 23° 23' 40" de Latitude Sul e 47° 29'00" de Longitude Oeste) (PNMCBIO, 2012). Este curso de água é ladeado por floresta mesófila, mas sujeito à influência de plantações de eucalipto. A estrutura da comunidade de invertebrados associada às três espécies foi estudada durante o processo de decomposição foliar que decorreu na estação de seca e na estação chuvosa. Considerando a natureza potencialmente recalitrante das espécies nativas e exótica (SHIMIZU *et al.*, 2006; YARIWAKE *et al.*, 2006; HEPP *et al.*, 2009), esperamos que a decomposição das folhas de Eucalipto decorra a taxas semelhantes às registadas para Aroeira e Espinheira. As taxas de degradação deverão ser superiores na estação chuvosa devido à maior temperatura e oxigenação da água. A presença e diversidade de invertebrados que usam os sacos de malha grossa como substrato e/ou alimento deverão ser reduzidas, mas superior nas espécies nativas.

Área de estudo e caracterização ambiental do riacho

Os experimentos foram realizados num riacho de segunda ordem (Riacho da Campininha, Município de Sorocaba, Estado de S. Paulo; 23°23'40"S, 47°29'00"O). As matas ciliares do riacho da Campininha formam corredores florestais que se ligam com aproximadamente 62 hectares de fragmento, de floresta estacional semidecidual ou mata mesófila secundária e de plantação de *Eucalyptus grandis* (PNMCBIO, 2012). O riacho é circumneutral, pobemente oxigenado e oligotrófico nas estações de seca e chuvosa (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas e químicas da água do riacho da Campininha durante o período de estudo. Os dados representam valores médios ($n=8$) e o desvio padrão.

| | Período Seco | Período Chuvoso |
|---|---------------------|------------------------|
| Parâmetros físicos/ químicos | | |
| pH | $6,80 \pm 0,50$ | $7,40 \pm 0$ |
| Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | $79,00 \pm 11,31$ | $56,50 \pm 2,12$ |
| Sólidos Totais dissolvidos (ppm) | $53,00 \pm 1,41$ | $27,50 \pm 0,70$ |
| Oxigênio dissolvido (mg/l) | $4,08 \pm 1,96$ | $6,00 \pm 0$ |
| Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) | $20,00 \pm 4,24$ | $25,50 \pm 0,70$ |
| Largura (m) | $1,00 \pm 0,28$ | $1,50 \pm 0,37$ |
| Profundidade (m) | $0,22 \pm 0,01$ | $0,36 \pm 0,09$ |
| Velocidade da correnteza (m/s) | $0,90 \pm 0$ | $0,29 \pm 0,09$ |
| Vazão (m^3/s) | $0,014 \pm 0,002$ | $0,175 \pm 0,12$ |

4

Experimento de decomposição

Para a realização do experimento do processo de decomposição foram utilizadas folhas senescentes da espécie exótica *Eucalyptus grandis* e folhas de duas espécies nativas abundantes (MACHADO, 2014; OLIVEIRA, 2014) na área ripícola do riacho: *Lithraea molleoides* (Aroeira branca; A) e *Maytenus aquifolium* (Espinheira santa; E). Depois da sua caracterização físico-química (dureza, concentração em azoto (N), fósforo (P) e fenóis totais; GRAÇA *et al.*, 2005), as folhas foram distribuídas por um total de 84 sacos de tela plástica de 20×30 cm, com 10,0 mm de abertura (POMPÊO & MOSCHINI-CARLOS, 2003); em cada saco foram colocados ~4g de folhas e placas de identificação feita de latas de alumínio, material reaproveitado. Os sacos foram imersos no curso de água durante 2, 7, 14, 21, 28 e 60 dias na estação de seca (S) e na estação chuvosa (C). Nestas datas foram também avaliados os parâmetros físico-químicos da água. Um grupo

de sacos com folhas de cada espécie ($n=4$) foram trazidos para o laboratório no dia do início do experimento (época seca e época de chuva) para avaliação de perdas de massa por manuseamento. As folhas de cada espécie coletadas do riacho nos dois períodos e em cada uma das datas foram acondicionadas e transportadas ao laboratório de ecologia em mala térmica. No laboratório cada uma das amostras foi lavada utilizando um crivo de 500 µm para reter os invertebrados. Os invertebrados encontrados foram separados e guardados em álcool 70% (SILVEIRA *et al.*, 2004), e posteriormente identificados até o menor nível taxonômico possível (FERNÁNDEZ & DOMÍNGUEZ, 2001; MUGNAI *et al.*, 2010). As folhas foram lavadas com água para remoção dos resíduos aderidos (OLIVEIRA, 2013) e colocadas para secar em estufa a 60°C por 48h para obtenção do peso seco remanescente. A perda de peso foi expressa como percentagem da massa inicial, tendo em conta as perdas de peso por manipulação.

Análise de dados

As taxas de decomposição (k) foram determinadas através da utilização do modelo exponencial negativo $W_t = W_0 \cdot e^{-kt}$, onde W_t é a massa remanescente no tempo t (em dias), W_0 corresponde à massa foliar inicial e k é o coeficiente de decomposição (WEBSTER & BENFIELD, 1986). As inclinações das linhas de regressão (dados \ln) foram comparadas, através de uma ANCOVA, com a espécie foliar, a estação do ano, como variáveis categóricas, e o tempo, como variável contínua (ZAR, 1999). O processo de lixiviação foi comparado entre tratamentos através de uma ANOVA de duas vias (tipo de folha e estação como variáveis categóricas), seguido de teste de Tukey.

A abundância total de invertebrados (transformado em $\log(x+1)$) presentes nos sacos de rede foi também comparada através de uma ANOVA de duas vias, onde o tipo de folha e a estação do ano foram usados como variáveis categóricas, seguida de teste de Tukey. As análises foram realizadas no programa STATISTICA 7.

Resultados

Decomposição das folhas

As folhas utilizadas apresentaram um gradiente de dureza: Eu ($75,62g \pm 10,99$; média ± EP) $>$ E ($72,16g \pm 3,09$) $>$ A ($39,45g \pm 4,33$) e valores bastante reduzidos de P ($<0,1\%$) e de N (Eu=2,44%, A=2,89%; E=3,26%). Os teores de fenóis totais iniciais foram de 4,95% ($\pm 0,04$) em Eu, 4,4% ($\pm 0,05$) em A e 1,02% ($\pm 0,1$) em E.

As taxas de decomposição (k (d^{-1})) variaram entre 0,0074 e 0,0178, encontrando-se os extremos ambos na estação de seca (S) nas folhas de Eu/A e E, respectivamente. Nesta estação, e de acordo com a classificação proposta por PETERSEN & CUMMINS (1974), as taxas de decomposição foram rápidas nas espécies nativas ($K_{AS}=0,0105$; $K_{ES}=0,0178$) e média em E ($K_{Eus}=0,0074$); na estação chuvosa, a espécie exótica ($K_{Euc}=0,0147$) e E ($K_{Ec}=0,0159$) apresentaram taxas rápidas de decomposição, enquanto a A ($K_{Ac}=0,0074$) apresenta uma degradação média (Tabela 2).

Tabela 2. Taxas de decomposição ($k (d^{-1})$) de Aroeira (*L. molleoides*), Espinheira (*M. aquifolium*) e Eucalipto (*E. grandis*) e em sacos de malha grossa na estação chuvosa (C) e de seca (S), Erro Padrão (EP) e coeficientes de regressão (R^2).

| Tratamento | $k (d^{-1})$ | EP | R^2 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------|
| Aroeira, Seca (AS) | 0,0105 | $\pm 0,0013$ | 0,7210 |
| Aroeira, Chuvosa (AC) | 0,0074 | $\pm 0,0011$ | 0,6536 |
| Espinheira, Seca (ES) | 0,0178 | $\pm 0,0029$ | 0,6120 |
| Espinheira, Chuvosa (EC) | 0,0159 | $\pm 0,0038$ | 0,4244 |
| Eucalipto, Seca (EuS) | 0,0074 | $\pm 0,0011$ | 0,6536 |
| Eucalipto, Chuvosa (EuC) | 0,0147 | $\pm 0,0020$ | 0,6861 |

Observaram-se diferenças estatísticas significativas na perda de massa entre espécies foliares, estação do ano e ao longo do tempo (ANCOVA; $P_{espécie} < 0,001$, $P_{estação} = 0,0096$, $P_{tempo} < 0,001$) (Figura 1).

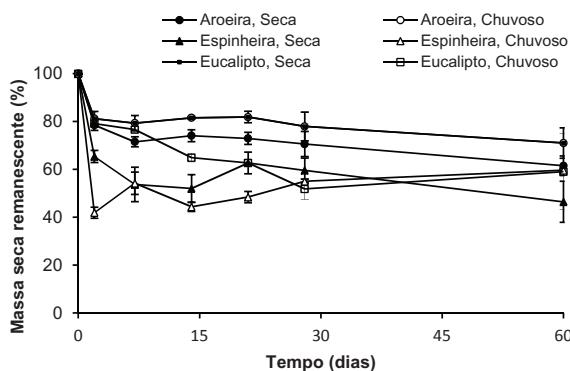


Figura 1. Massa seca remanescente (média \pm EP) de folhas de Aroeira (*L. molleoides*), Espinheira (*M. aquifolium*) e Eucalipto (*E. grandis*) condicionadas em sacos de malha grossa, por um período máximo de 60 dias, na estação de seca e estação chuvosa.

A perda de massa de A foi significativamente inferior à de E em ambas as estações do ano. Na época chuvosa, a perda de massa é diferente entre todas as espécies foliares (E > Eu > A). Apenas as folhas de eucalipto perderam significativamente mais massa na estação chuvosa do que na estação de seca. Não existem diferenças na perda de massa da A e Eu na estação de seca (Tabela 3).

Tabela 3. Tabela sumária dos resultados do teste de Tukey (realizado pós ANCOVA) efectuado em dados de perda de massa de folhas de Aroeira (*L. molleoides*), Espinheira (*M. aquifolium*) e Eucalipto (*E. grandis*), condicionadas num período de seca e num período chuvoso. Os valores de P<0,05 (a negrito) indicam diferenças significativas entre tratamentos.

| Tukey's test | | Aroeira | Aroeira | Espinheira | Espinheira | Eucalipto | Eucalipto |
|--------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Folha | Estação | Seca | Chuvosa | Seca | Chuvosa | Seca | Chuvosa |
| Aroeira | Seca | | | | | | |
| Aroeira | Chuvosa | 0.367047 | | | | | |
| Espinheira | Seca | 0.000023 | 0.000020 | | | | |
| Espinheira | Chuvosa | 0.000020 | 0.000020 | 0.428983 | | | |
| Eucalipto | Seca | 0.367047 | 1.000000 | 0.000020 | 0.000020 | | |
| Eucalipto | Chuvosa | 0.110073 | 0.000132 | 0.115665 | 0.000214 | 0.000132 | |

As perdas de massa por lixiviação oscilaram entre 18,81% (AC e EuS) e 58,12% (EC), diferindo entre as espécies foliares (ANOVA de duas vias; P<0,001) e períodos do ano (ANOVA de duas vias; P<0,009). Não se observaram diferenças significativas entre as perdas de massa de A ou Eu entre estações (Teste de Tukey; P>0,05), verificando-se, no entanto, perdas de massa significativamente superiores no caso das folhas de E em ambas as épocas (Teste de Tukey; P<0,015) .

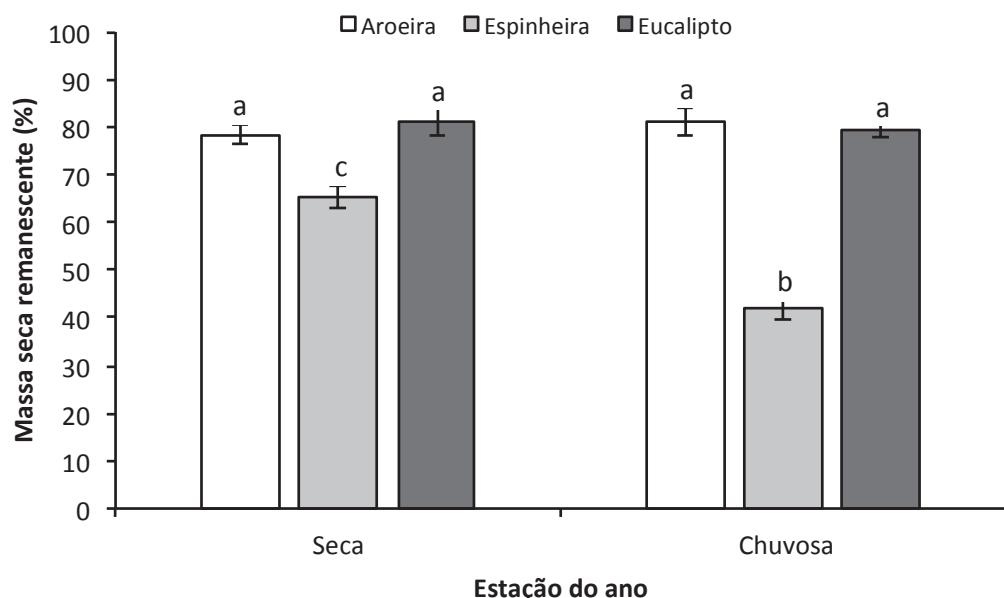


Figura 2. Massa seca remanescente (média ± EP) de folhas de Aroeira (*L. molleoides*), Espinheira (*M. aquifolium*) e Eucalipto (*E. grandis*) condicionadas em sacos de malha grossa, durante dois dias – período de lixiviação - na estação de seca e estação chuvosa.

Fauna de invertebrados associada ao material vegetal

A colonização dos sacos de malha por invertebrados foi bastante reduzida (< 15 indivíduos g⁻¹ de massa foliar) em todas as espécies e em ambas as estações do ano. Os invertebrados bentônicos encontrados foram distribuídos pelas ordens Diptera, Odonata e Unionoida. Estes organismos foram distribuídos em quatro famílias - Chironomidae, Calopterigidae, Culicidae, Mycetopodidae -, sendo Chironomidae o grupo mais abundante em ambas as épocas. Esta família chega a representar 99% dos organismos encontrados em EuC e AS. Em ES e EC pode encontrar-se, além de Chironomidae (máximo de 72.5% em C), um máximo de 16.7% de organismos pertencentes à família Culicidae e de 12.5% de Calopterigidae. Associados a AC encontram-se maioritariamente organismos das famílias Chironomidae (52%) e Culicidae (44%) em proporções semelhantes (Fig. 3). De acordo com a informação disponível, os organismos identificados até ao gênero pertencem aos grupos funcionais alimentares dos colectores e predadores. Não se registou a presença de trituradores e raspadores nas amostras.

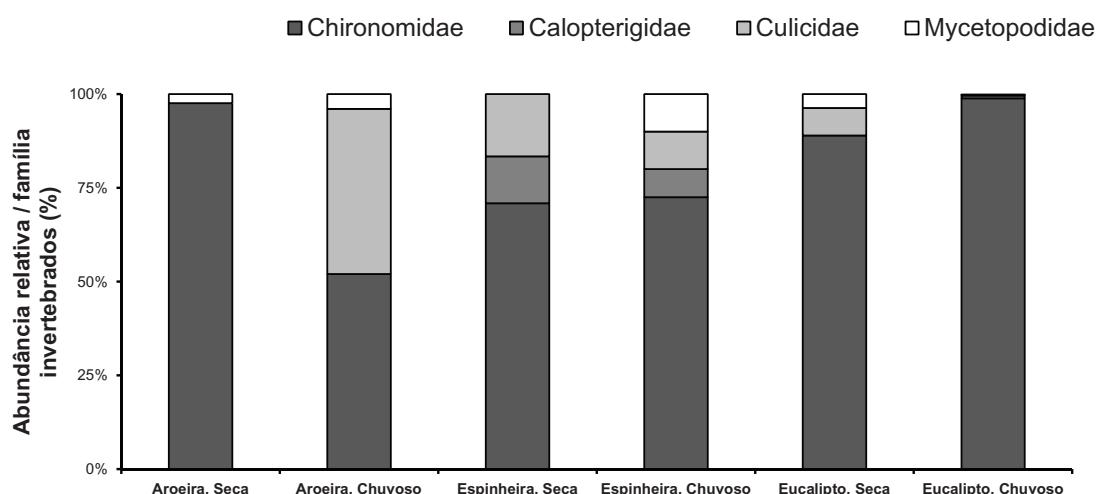


Figura 3. Abundâncias relativas médias (%) das diferentes famílias de invertebrados associadas em folhas de Aroeira (*L. molleoides*), Espinheira (*M. aquifolium*) e Eucalipto (*E. grandis*) condicionadas em sacos de malha grossa, durante um período máximo de 60 dias, na estação de seca e estação chuvosa

O número de invertebrados por g de folhada atingiu um pico no dia 21 em todas as espécies, salvo no caso das folhas de EuC que apresentaram maior abundância após um período de imersão de 28 dias (ANOVA de duas vias; $P_{espécie} < 0,05$). Observou-se uma interação entre os dois factores (i.e. espécie foliar x estação do ano; $P < 0,001$). Na época de seca não se observaram diferenças significativas na abundância de invertebrados entre as diferentes espécies; na época chuvosa, as folhas de EuC apresentam uma colonização superior ($P < 0,036$).

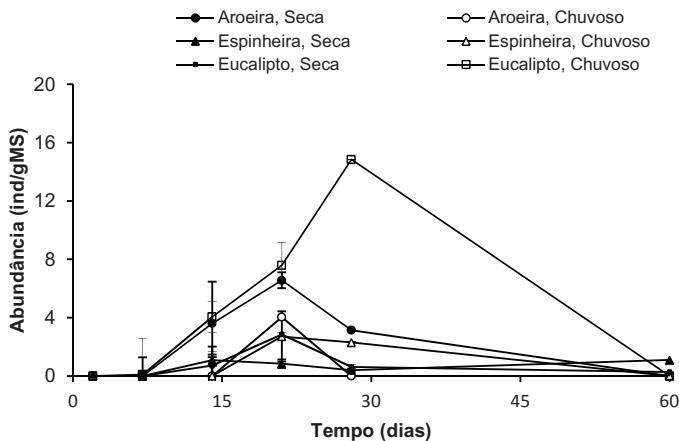


Figura 4. Número de invertebrados por massa seca de folha (média ± EP) presentes em folhas de Aroeira (*L. molleoides*), Espinheira (*M. aquifolium*) e Eucalipto (*E. grandis*) condicionadas em sacos de malha grossa, durante um período máximo de 60 dias, na estação de seca e estação chuvosa.

Discussão

Apesar da natureza refratária das folhas nativas e exótica utilizadas neste estudo, as taxas de decomposição foliar observadas foram médias e/ou rápidas (PETERSEN & CUMMINS, 1974) em todas as espécies. Diferenças significativas na perda de massa parecem ser mais evidentes entre E e as restantes espécies, o que pode estar relacionado com o seu maior teor em N, reduzidos teores em fenóis, e a uma muito elevada lixiviação (ver ABELHO, 2001), especialmente na época chuvosa. Valores mais elevados de lixiviação são normalmente observados em sistemas tropicais (vs. temperados) (MATHURIAU & CHAUDET, 2002). A consistência das perdas de massa elevadas em ambas as estações leva-nos a considerar que as folhas de E são muito ricas em compostos solúveis facilmente eliminados após imersão. Tal fato pode facilitar a colonização e, portanto, estimular a decomposição mediada por microorganismos, sobretudo em meios oligotróficos, como o curso de água em que decorreu o condicionamento. É reconhecido que folhas mais ricas em N são decompostas mais rapidamente; sabe-se ainda que a lixiviação, após imersão, tende a facilitar a colonização fúngica através da eliminação de compostos inibidores, como fenóis (SUBERKROPP *et al.*, 1976). Tal como já referido para as folhas de eucalipto (CANHOTO & GRAÇA, 1996; ABELHO *et al.*, 2010), e em oposição ao esperado, a presença de uma cutícula espessa parece não ter limitado a lixiviação.

Os valores encontrados para as taxas de decomposição das folhas de *E. grandis* foram inferiores (ABELHO *et al.*, 2010) ou encontram-se nos limites superiores dos valores encontrados em outros estudos realizados em zonas tropicais e subtropicais ($0.005 < K < 0.0068$; GONÇALVES Jr., 2005; HEPP *et al.*, 2009). As diferenças encontradas nas taxas de decomposição podem dever-se às características abióticas (e.g. teores em nutrientes, temperatura) e bióticas (e.g. abundância de trituradores) dos cursos de água. Tal como já apontado em outros trabalhos, a origem geográfica parece ser pouco importante para o biota aquático em comparação com a qualidade da folha (GRAÇA *et al.*, 2001): de fato, as perdas de massa de Eu não são distintas das de A na época de seca e são intermédias em relação às duas nativas na época de chuva.

No entanto, nesta época, a temperatura e teores de oxigénio mais elevados parecem ter contribuído para estimular a decomposição foliar. O efeito positivo da temperatura no metabolismo dos micro-organismos e invertebrados é reconhecido (BROWN *et al.*, 2004; FERREIRA *et al.*, 2012; MAS-MARTÍ *et al.*, 2015; CANHOTO *et al.*, 2015). Teores comparativamente mais elevados de oxigênio dissolvidos na água, em relação à época de seca, podem também ter favorecido o condicionamento fúngico, mesmo que promovido por uma eventual comunidade empobrecida (MEDEIROS *et al.*, 2009). Os hifomicetes aquáticos são reconhecidamente adaptados a águas turbulentas e ricas em oxigénio, apesar de conseguirem resistir em meios pobremente oxigenados (KRAUSS *et al.*, 2011). No entanto, a maior velocidade da corrente na época de seca parece compensar de algum modo estes “estímulos”, traduzindo-se numa ausência de diferença estatística na perda de massa das folhas nativas entre estações.

O eucalipto, possivelmente devido à sua cutícula resistente (CANHOTO & GRAÇA, 1999) e forma hidrodinâmica, parece ser menos susceptível ao efeito da corrente que as espécies nativas. A manutenção da integridade foliar pode ter permitido a utilização da folha como substrato estável em ambas as estações. Na estação chuvosa, e apesar de não terem sido encontrados trituradores entre os macroinvertebrados associados à folhada, é legítimo assumir que a integridade foliar e uma superior colonização microbiana na época mais quente favoreceram a formação de biofilmes foliares e a produção de matéria orgânica fina, fontes alimentares de organismos pertencentes aos grupos funcionais dos coletores (catadores e filtradores). Estes grupos poderão ter contribuído de forma relevante para uma maior perda de massa das exóticas neste período. É reconhecida a importância de Chironomidae em termos de abundância e como decompisitores em zonas tropicais (e.g. CALLISTO *et al.*, 2007). Essa importância foi também observada em folhas de eucalipto em zonas temperadas (CANHOTO & GRAÇA, 1999) e em zonas tropicais (ABELHO *et al.*, 2010; este estudo); o reduzido tamanho destes invertebrados e a sua capacidade em evitar o consumo de vesículas com óleos essenciais (potencialmente letais) permitem o acesso ao mesófilo da folha como fonte alimentar (CANHOTO & GRAÇA, 1999). Mais estudos são no entanto necessários em zonas tropicais (e.g. análise do conteúdo dos macroinvertebrados associados à folhada; CARVALHO & UIEDA, 2009) para definir a real participação dos invertebrados no processo de decomposição foliar e definir, de forma precisa, o seu grupo funcional alimentar. Até o momento, a questão da escassez de trituradores em zonas tropicais continua em discussão (ver CHESHIRE *et al.*, 2005; CROWL *et al.*, 2006; GONÇALVES Jr. *et al.*, 2006; RÍNCON & MARTÍNEZ, 2006; BOYERO *et al.*, 2011).

De um modo geral, o número de invertebrados encontrados nas folhas foi reduzido em todas as folhas e atingiu os picos entre os 21 e os 28 dias de imersão. A comunidade presente (e.g. Culicidae, Chironomidae) nas folhas foi típica de cursos de água pouco oxigenados (e.g. RIBEIRO & UIEDA, 2005) – os valores máximos de oxigenação registados foram de 6 mg/l na época chuvosa. A recalcitrância das folhas usadas e a presença de óleos essenciais em todas as espécies (YARIWAKE *et al.*, 2006; SHIMIZU *et al.*, 2006), potencialmente tóxicos para os invertebrados, podem ter contribuído para a sua reduzida abundância e riqueza e para uma dominante decomposição mediada por fungos, nomeadamente no caso das espécies nativas. A ideia de que a decomposição em zonas tropicais é largamente mediada por microorganismos tem sido sugerida em vários trabalhos (ABELHO *et al.*, 2005; BOYERO *et al.*, 2011). Apesar de, tanto quanto sabemos, não haver dados para as espécies foliares nativas utilizadas, é de salientar que um período de imersão de 3-4 semanas parece ser suficiente para o condicionamento foliar, mesmo de espécies tropicais recalcitrantes (GONÇALVES Jr. *et al.*, 2006, 2007); o pico de biomassa fúngica de folhas de eucalipto (*E. globulus*) em zonas temperadas ocorre ao fim de 28 dias (GONÇALVES *et al.*, 2007). É pois possível que o pico de densidade dos invertebrados ao fim deste tempo em *E. grandis* seja uma resposta à dinâmica fúngica, e portanto qualidade nutritiva desta folha (MATHURIAU & CHAUDET, 2002); a importância do tempo de exposição da folhada (vs. qualidade foliar) na colonização por invertebrados em zonas tropicais foi também referida por outros autores (LIGEIRO *et al.*, 2010).

As perdas de massa foliar foram distintas entre as espécies foliares, independentemente da sua ori-

gem geográfica e entre estações. O efeito estimulador da temperatura no metabolismo do biota e os valores mais elevados de oxigênio dissolvidos na água na época chuvosa parecem resultar numa aceleração da decomposição, mas apenas na espécie exótica. Esta espécie, devido à sua espessa cutícula e forma hidrodinâmica, tende a manter a sua integridade física por bastante tempo. Esta característica parece facilitar o condicionamento e estimular a colonização por Chironomidae (que podem desempenhar o papel dos trituradores) e coletores que procuram um substrato estável.

Contrariamente ao esperado, a dureza foliar não foi um bom indicador das taxas de degradação. Uma das folhas mais duras (*M. aquifolium*) degradou-se mais depressa em qualquer das estações, enquanto a mais mole (*L. molleoides*) apresentou as taxas mais baixas de decomposição. No primeiro caso, os resultados parecem dever-se a concentrações mais elevadas de N e mais reduzidas em fenóis totais, assim como a uma elevada perda de nutrientes em fase de lixiviação; a folha parece ficar reduzida às suas páginas superior e inferior muito rapidamente após imersão. No caso da Aroeira, os reduzidos valores de N e elevadas concentrações de fenóis parecem torná-la num substrato pobre e de degradação mais difícil; a perda de coerência devido a uma cutícula mais frágil tende a reduzir a área disponível para a associação e ação dos macroinvertebrados. Fatores como a velocidade da corrente, teores de oxigênio dissolvido e temperatura da água, variáveis entre estações, parecem afetar as espécies de forma intimamente relacionada com os traços (i.e. *traits*) foliares e de acordo com o tempo de imersão. Vale salientar que todas as espécies usadas são ricas em óleos essenciais com potencial ação tóxica contra fungos e invertebrados. Toxicidades (e solubilidades) distintas dos compostos secundários foliares podem ter um papel fundamental nos padrões de degradação biótica destas folhas nos ecossistemas ribeirinhos.

De acordo com os resultados, os efeitos da presença de folhas de eucalipto em cursos de água tropicais (sem/pobres em trituradores) são menos drásticos do que em zonas temperadas. Em sistemas tropicais, onde a maioria das folhas é rica em defesas físicas e químicas, as folhas de eucalipto parecem poder constituir um recurso adicional para o biota, nomeadamente para os fungos. No entanto, os testes foram realizados apenas com duas espécies nativas, não consideram abundâncias relativas nem disponibilidade dos recursos ao longo do tempo, o que limita as conclusões e generalizações. Mais trabalho necessita ser feito também em sistemas tropicais, onde os trituradores (*sensu stricto*) tenham um papel importante na reciclagem de nutrientes.

Referências bibliográficas

- ABELHO, M. 2001. From litterfall to breakdown in streams: a Review. *The Scientific World*, 1: 656-680.
- ABELHO, M., CRESSA, C. & GRAÇA, M.A.S. 2005. Microbial biomass, respiration, and decomposition of *Hura crepitans* L. (Euphorbiaceae) leaves in a tropical stream. *Biotropica*, 37: 397-402.
- ABELHO, M., MORETTI, M., FRANÇA, J. & CALLISTO, M. 2010. Nutrient addition does not enhance leaf decomposition in a Southeastern Brazilian stream (Espinhaço mountain range). *Braz. J. Biol.*, 70: 747-754
- AFONSO, A.A.O., HENRY, R. & RODELLA, R.C.S.M. 2000. Allochthonous matter input in two different stretches of a headstream (Itatinga, São Paulo, Brazil). *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 43: 335-343.
- BOYERO L., PEARSON R.G., DUDGEON D., GRAÇA M.A.S., GESSNER M.O., ALBARIÑO R.J., FERREIRA V., YULE C.M., BOULTON A.J., ARUNACHALAM M., CALLISTO M., CHAUDET E., RAMÍREZ A., CHARÁ J., MORETTI M.S., GONÇALVES J.F. Jr., HELSON J.E., CHARÁ-SERNA A.M., ENCALADA A.C., DAVIES J.N., LAMOTHE S., CORNEJO A., CASTELA J., LI A.O.Y., BURIA L.M., VILLANUEVA V.D., ZUÑIGA M.C. & PRINCE C.M., 2011. Global distribution of a key trophic guild contrasts with common latitudinal diversity patterns. *Ecology*, 92: 1839-1848.
- BROWN, T.J., HALL, B.L. & WESTERLING, A.L. 2004. The impact of twenty-first century climate change on wildland fire danger in the Western United States: an applications perspective. *Clim. Change*, 62: 365-388.
- CALLISTO, M., GONÇALVES Jr., JF. & GRAÇA, MAS. 2007. Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24: 442-448.
- CANAVERE, V; ALVALÁ. R. C. S.; CUNHA, A. P. M. A. 2011. Análise espaço-temporal dos plantios de *Eucalyptus* spp. no Estado de São Paulo. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, p.2113.
- CANHOTO, C. & GRAÇA, M.A.S. 1995. Food value of introduced eucalypt leaves for a Mediterranean stream detritivore: *Tipula lateralis*. *Freshwater Biology*, 34: 209-214.
- CANHOTO, C. & GRAÇA, M.A.S. 1999. Leaf barriers to fungal colonization and shredder consumption of decomposing *Eucalyptus globulus*. *Microbial Ecology*, 37: 163-172.
- CANHOTO, C., & GRAÇA, M.A.S. 1996. Decomposition of *Eucalyptus globulus* leaves and three native leaf species (*Alnus glutinosa*, *Castanea sativa* and *Quercus faginea*) in a Portuguese low order stream. *Hydrobiologia*, 333: 79-85.
- CANHOTO, C., GONÇALVES, A.L. & BÄRLOCHER, F. 2015. Biology and ecological functions of aquatic hyphomycetes in a warming climate. *Fungal Ecology*, 19: 201-218.
- CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S. 2009. Diet of invertebrates sampled in leaf-bags incubated in a tropical headwater stream. *Zoologia*, 26 : 694-704.
- CHESHIRE, K.L. BOYERO & PEARSON. R.C. 2005. Food webs in tropical Australian streams: shredders are not scarce. *Freshwater Biology* 50:748-769.
- CROWL, T.A., WELSH, V., HEARTSILL-SCALLEY, T. & COVICH, A.P. 2006. Effects of different types of conditioning on rates of leaf-litter shredding by *Xiphocaris elongata*, a Neotropical freshwater shrimp. *Jour-*

nal of the North American Benthological Society, 25:198–208.

CUMMINS, K.W., WILZBACH, M.A., GATES, D.M., PERRY J.B. & TALAFERRO, W.B. 1989. Shredders and riparian vegetation. *Bioscience*, 39:24-30.

DANGLES, O., GEESNER, M. O., GUEROL, F. & CHAUVET, E. 2004. Impacts of stream acidification on litter breakdown: implications for assessing ecosystem functioning. *Journal of Applied Ecology*, 41: 365–378.

DOBSON, M., MAGANA, A. MATHOOKO J.M. & NDEGWA, F.K. 2002. Detritivores in Kenyan highland streams: more evidence for the paucity of shredders in the tropics? *Freshwater Biology*, 47: 909–919.

FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUÉZ, E., 2001. Guia para determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. UNT, Tucumán: 282 p.

FERREIRA, V. & CANHOTO, C. 2015. Future increase in temperature may stimulate litter decomposition in temperate mountain streams – evidence from a stream manipulation experiment. *Freshwater Biology*, 50: 881-892.

FERREIRA, V., GONÇALVES, A.L. & CANHOTO, C. 2012. Aquatic hyphomycete strains from metal-contaminated and reference streams might respond differently to future increase in temperature. *Mycologia*, 104: 613-622.

FERREIRA, V., GULIS, V. & GRAÇA, M.A.S. 2006. Whole-stream nitrate addition affects litter decomposition and associated fungi but not invertebrates. *Oecologia*, 149: 718–729.

FISHER, S.G. & LIKENS, G.E. 1972. Stream ecosystems: organic energy budget. *BioScience*, 22: 33-35.

GEESNER, MO., CHAUVET, E. & DOBSON, M. 1999. perspective on leaf litter breakdown in stream. *Oikos*, 85: 377-384.

GONÇALVES Jr., J.F. 2005. Decomposição de detritos foliares em riachos: composição química, invertebrados e microrganismos. Tese de Doutorado, Belo Horizonte (MG), Brasil.

GONÇALVES Jr., J.F., GRAÇA, M.A.S. & CALLISTO, M. 2006. Leaf litter breakdown in 3 streams in temperate, Mediterranean, and tropical Cerrado climates. *Journal of the North American Benthological Society*, 25: 344-355.

GONÇALVES Jr., J.F., GRAÇA, M.A.S. & CALLISTO, M. 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and a low density of shredders. *Freshwater Biology*, 52: 1440-1451.

GONÇALVES, A.L., GAMA, M., FERREIRA, V., GRAÇA, M.A.S. & CANHOTO, C. 2007. The breakdown of *Eucalyptus* bark in a Portuguese stream. *Fundamental and Applied Limnology / Archive für Hydrobiologie*, 168: 307-315.

GRAÇA M.A.S., F. BÄRLOCHER & GEESNER M.O. (eds) 2005: Methods to Study Litter Decomposition. A Practical Guide. Springer, the Netherlands.

GRAÇA, M.A.S., CRESSA, C., GEESNER, M.O., FEIO, M.J., CALLIES, K.A. & BARRIOS, C. 2001. Food quality, feeding preferences, survival and growth of shredders from temperate and tropical streams. *Freshwater Biology*, 46: 947-957.

GULIS, V., FERREIRA, V. & GRAÇA, M.A.S. 2006. Stimulation of leaf litter decomposition and associated fungi and invertebrates by moderate eutrophication: Implications for stream assessment. *Freshwater Biology*, 51: 1655–1669.

HEPP, L.U., BIASI, C., MILESI, S.V., VEIGA, F.O. & RESTELLO, R.M. 2008. Chironomidae (Diptera) larvae associated to *Eucalyptus globulus* and *Eugenia uniflora* leaf litter in a subtropical stream (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 20: 345-350.

HEPP, L.U., DELANORA, R. & TREVISON, A., 2009. Compostos secundários durante a decomposição foliar de espécies arbóreas em um riacho do sul do Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 23: 407-413.

HIEBER, M. & GEISSNER, M.O. 2002. Contribution of stream detritivores, fungi, and bacteria to leaf breakdown based on biomass estimates. *Ecology*, 83:1026–1038.

KLINK, C.A. and MACHADO, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19: 707-713.

KRAUSS, G.J., SOLE, M., KRAUSS, G., SCHLOSSER, D., WESENBERG, D. & BÄRLOCHER, F., 2011. Fungi in freshwaters: ecology, physiology and biochemical potential. *FEMS Microbiol. Rev.* 35: 620-651.

LIGEIRO, R., MORETTI, M.S., CONÇALVES Jr., J.F. & CALLISTO, M. 2010. What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species? *Hydrobiologia*, 654:125–136

MACHADO, P.A. 2014. Levantamento fitossociológico e florístico em um trecho de borda do córrego da campininha no parque natural municipal “corredores da biodiversidade”. Iniciação científica. Sorocaba-SP, Brasil. (Dados não publicados).

MAS-MARTÍ, E., MUÑOZ, I., OLIVA, F. & CANHOTO, C. 2015. Effects of increased water temperature on leaf litter quality and detritivore performance: a whole-reach manipulative experiment. *Freshwater Biology*, 60: 184-197.

MATHURIAU, C. & CHAUDET, E. 2002. Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 21: 384-396.

MEDEIROS, A.O., PASCOAL, C. & GRAÇA, M.A.S. 2009. Diversity and activity of aquatic fungi under low oxygen conditions. *Freshwater Biology*, 54: 142-149.

MEYER, J.L., STRAYER, D.L., WALLACE, J.B., EGGERT, S.L., HELFMAN, G.S. & LEONARD, N.E. 2007. The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks. *Journal of the American Water Resources Association*, 43: 86-103.

MOLINERO, J. & POZO, J., 2004. Impact of a eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) plantation on the nutrient content and dynamics of coarse particulate organic matter (CPOM) in a small stream. *Hydrobiologia*, 528: 143-165.

MORETTI, MS., GONÇALVES Jr., J.F. & CALLISTO, M., 2007a. Leaf breakdown in two tropical streams: differences between single and mixed species packs. *Limnologica*, 37: 250-258.

MORETTI, M.S., GONÇALVES Jr., J.F., LIGEIRO, R. & CALLISTO, M., 2007b. Invertebrates colonization on native tree leaves in a neotropical stream (Brazil). *International Review of Hydrobiology*, 92: 199-210.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F., 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Technical Books Rio de Janeiro: 176 p.

OLIVEIRA A.C.P., 2013. O aporte vegetal e a participação de macroinvertebrados no processo de decomposição foliar em um igarapé impactado e um preservado em Manaus. Manaus (AM), Brasil.

OLIVEIRA, L.A. 2014. Identificação das espécies de folhas coletadas no substrato do córrego da campininha, no parque natural municipal “corredores de biodiversidade”, sorocaba-sp, contendo ma-

croinvertebrados associados. Sorocaba – SP, Brasil. (Dados não publicados).

PETERSEN, R.C. & CUMMINS, K.W. 1974. Leaf processing in a woodland stream. *Freshwater Biology*, 4: 343-368.

PNMCBIO (PLANO DE MANEJO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL CORREDORES DA BIODIVERSIDADE DE SOROCABA). 2002. Base de Dados SEMA. Disponível em: <http://www.meioambientesorocaba.com.br/sema/UserFiles/file/P%20M_Parte%20_0912.pdf>. Acesso em: 02 de janeiro de 2014.

POMPÉO, M.L.M. & MOSCHINI-CARLOS, V. 2003. Macrófitas Aquáticas e Perifítion: Aspectos ecológicos e metodológicos. São Carlos, SP, Brasil.

RIBAS, A.C.A., TANAKA, M.A. & SOUZA, A.L.T. 2006. Evaluation of macrofaunal effects on leaf litter breakdown rates in aquatic and terrestrial habitats. *Austral Ecology*, 31: 783-790.

RIBEIRO, L. & UIEDA, V. 2005. estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 613-618.

RINCÓN, J. & MARTÍNEZ, I. 2006. Food quality and feeding preferences of *Phylloicus* sp. (Trichoptera:Calamocerati-dae). *Journal of the North American Benthological Society*, 25: 208-215.

SILVEIRA P. M. 2004. Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios. Jaguariúna (SP), Brasil.

SHIMIZU, M.T., BUENO, L.J.F., RODRIGUES, R.F.O., SALLOWICZ, F.A., SAWAYA, A.C.H.F. & MARQUES, M.A.O.M. 2006. Essencial oil of *Lithraea molleoides* (Vell.): Chemical composition and antimicrobial activity. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37: 556-560.

SUBERKROPP, K., GODSHALK, G.L. & KLUG, M.J. 1976. Changes in the Chemical Composition of Leaves During Processing in a Woodland Stream. *Ecology*, 57: 720-727.

WANTZEN, K.M., R. WAGNER, R. SUETFELD & JUNK, W.J. 2002. How do plant-herbivore interactions of trees influence coarse detritus processing by shredders in aquatic ecosystems of different latitudes? *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 28: 815-821.

WEBSTER J.R. & BENFIELD E.F. 1986. Vascular plant breakdown in freshwater ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 17: 567-594.

YARIWAKE, J.H., LANÇAS, F.M., CAPPELARO, E.A., VASCONCELOS, E.C., TIBERTI, L.A., PEREIRA, A.M.S. & FRANÇA, S.C. 2005. Variabilidade sazonal de constituintes químicos (triterpenos, flavonóides e polifenóis) das folhas de *Maytenus aquifolium* Mart. (Celastraceae). *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 15: 162-168.

ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4th edn. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Capítulo 10

Invertebrados terrestres

Giuliano Grici Zacarin¹, Simone M. Ribeiro¹,
Rogério Barros¹, Ana Beatriz de Almeida¹.

¹ Universidade Paulista campus Sorocaba, Instituto de Ciências da Saúde,
Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional

Resumo

O filo Arthropoda (do grego **Arthros**, articulação, e **podos**, pés) constitui o maior de todos os grupos animais e estima-se que mais de 1 milhão de espécies de artrópodos já foi descrita, e as estimativas dão conta que esse número deve representar menos de 10% do total de espécies, sendo os mais familiares representados pelas aranhas, escorpiões, insetos, centopeias e camarões. A sua enorme capacidade adaptativa permitiu que sobrevivessem praticamente em todos os ambientes, sendo os animais com maior sucesso na colonização de habitats terrestres.

Esse capítulo aborda alguns grupos que foram foco de pesquisas no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCCBio). O primeiro é Classe Insecta, representada neste capítulo pela Ordem Odonata, dividida em duas subordens: Anisoptera e Zygoptera, presentes em rios, lagos, corredeiras, poças ou brejos. O segundo grupo é representado pela Classe Chilopoda, mais precisamente, as lacraias, as quais apresentam o corpo articulado em vários segmentos, cada qual com um par de pernas. São animais predadores que se alimentam de outros pequenos artrópodes, com o auxílio de um par de patas modificadas denominadas forcipulas, capazes de injetar veneno na presa. A Ordem Geophilomorpha apresenta o maior número de famílias e gêneros dentre os quilópodes, contando com 14 famílias, sendo 11 de regiões neotropicais.

Já a Classe Arachnida representada no parque pela Ordem Araneae, é composta por 44.540 espécies viventes, distribuídas em 112 famílias e 3.924 gêneros. O Brasil apresenta a maior diversidade de espécie de aranhas do planeta, com aproximadamente 3.203 espécies descritas até o ano de 2008. O estudo realizado no PNMCCBio se mostra de extrema importância, visto que são escassas as literaturas sobre a distribuição geográfica desses animais e sobre sua importância no âmbito ecológico.

Introdução

O filo Arthropoda (do grego **Arthros**, articulação, e **podos**, pés) constitui o maior de todos os grupos animais e estima-se que mais de 1 milhão de espécies de artrópodos já foi descrita, e as estimativas dão conta que esse número deve representar menos de 10% do total de espécies, sendo os mais familiares representados pelas aranhas, escorpiões, insetos, centopeias e camarões. A sua enorme capacidade adaptativa permitiu que sobrevivessem praticamente em todos os ambientes, sendo os animais com maior sucesso na colonização de habitats terrestres (RUPPERT & BARNES, 2005).

Ainda assim, cada organismo funciona melhor dentro de um intervalo limitado de condições, ao qual podemos nos referir como seu espaço de atividade. Este conceito se aplica a todos os aspectos da vida de um indivíduo (RICKLEFS, 2003), os animais selecionam seus microhabitats de acordo com a oferta e variedade de recursos, tais como alimentação, abrigo, locais para postura de ovos, acasalamento e condições micro-climáticas (PODGAISKI *et al.*, 2007).

Os artrópodes desenvolvem grande função ecológica no ecossistema, pois ocupam uma grande diversidade de microhabitats e nichos (Longcore apud Rocha, *et al.*, 2005). Artrópodes também são bons bioindicadores da interferência humana na qualidade do habitat, devido à alta diversidade de espécies e sua ligação física e biológica, indicando o grau de alteração que ocorreu em determinado ambiente (LEIVAS & FISCHER, 2007).

São organismos que exercem as mais variadas funções, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas, promovendo a decomposição de resíduos orgânicos e estruturação do solo (FERREIRA & KATO, 2003).

Florestas e matas, de uma maneira geral, fornecem condições diversificadas para a existência de uma maior biodiversidade devido às suas estruturas mais complexas: grande número de espécies vegetais, estratificação vertical e copas interconectadas formando um dossel contínuo (FERREIRA & MARQUES, 1998).

O solo é o habitat de um grande número de organismos que estão em constante interação e cujas atividades determinam, em grande parte, as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo por alterá-las de diferentes modos (PANKHURST & LYNCH, 1994; THEENHAUS & SCHEU 1996). Vários processos mediados por esses organismos contribuem, por exemplo, para a fertilidade de um solo, seja pela mineralização de nutrientes a partir de matéria orgânica do solo, para a fixação de nitrogênio ou pela solubilização de fosfatos.

As estimativas para a biodiversidade global giram em torno de 5 a 80 milhões de espécies. A maior parte desta biodiversidade é composta por invertebrados, que por sua vez, em sua maioria são artrópodes e mais precisamente insetos. A maior parte dos insetos terrestres faz parte da comunidade do solo, em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida, dos quais se conhecem 950 mil espécies no mundo e 80.750-109.250 no Brasil (LEWINSOHN & PRADO, 2005; GILLER, 1996).

Classe Insecta (Ordem Odonata)

Estudos realizados em locais com grande heterogeneidade, seguindo padrões de diversidade, são essenciais para monitorar e compreender fenômenos naturais ou antrópicos que definem a biota e são de extrema importância para a conservação da biodiversidade (PINTO *et al.*, 2011). Assim, ambientes heterogêneos têm diferentes padrões de distribuição espacial, e a dificuldade de dispersão dos organismos e auto correlação espacial dos ambientes podem ser possíveis explicações para essa heterogeneidade (PINTO *et al.*, 2011). Portanto, a compreensão desses padrões é indispensável para planejamento de medidas para preservação da biodiversidade (PINTO *et al.*, 2011).

Para definir áreas para preservação da biodiversidade é necessário que se siga padrões e critérios, como riqueza de espécies, grau de ameaça, grau de endemismo, representatividade ambiental; geralmente, a riqueza de espécie é o padrão mais utilizado pelos pesquisadores (DE MARCO & VIANNA, 2005). No entanto há um enorme problema em definir estas áreas, por causa da falta de informações sobre a diversidade que prioriza os locais para preservação (DE MARCO & VIANNA, 2005). Neste capítulo estão evidenciados trabalhos desenvolvidos no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiver-

sidade (PNMCCBio) os quais demonstram a importância destes estudos. Um dos grupos de indivíduos pesquisados no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade foi da Ordem Odonata. Estes pertencem à classe Insecta, o grupo dos insetos são os mais abundantes de todos os organismos. Ocorrem em quase todo o mundo e estima-se que no Brasil são em torno de 828 espécies distribuídas em 14 famílias e 140 gêneros (HANAUER *et al.*, 2014). São divididos em duas subordens: Anisoptera e Zygoptera, ambas estão presentes em rios, lagos, corredeiras, poças ou brejos (Figura 1).

As espécies encontradas foram as seguintes: Subordem Anisoptera (*Perithemis mooma*); Subordem Zygoptera (*Acanthagrion aepiolum* (Figura 2), *Oxyagrion terminale* e *Argia sp*); pelo fato desse grupo possuir uma grande agilidade e o período de coleta não ter sido favorável devido ao mal tempo, provavelmente existam mais espécies como as descritas na Tabela 1. A Ordem Odonata é considerada um importante grupo ecológico pelo fato de algumas espécies serem sensíveis a alterações no ambiente; fator este de grande importância para avaliar as condições de resistência do indivíduo após alguma perturbação no ambiente (seja natural ou antrópica). Portanto, é um dos grupos ecológicos mais importantes para monitoração e possível definição de áreas para preservação.



Figura 1. Local de coleta no PNMCCBio.



Figura 2. *Acanthagrion aepiolum*

Tabela 1. Lista de identificação de espécies (Odonata) do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCCBio). Fonte: Simone Ribeiro

| Táxon | Espécie |
|-----------------------------|--|
| Sub ordem Anisoptera | |
| Libellulidae | <i>Diastatops intensa</i> Montgomery |
| | <i>Erythrodiplax basalis</i> Kirby |
| | <i>Erythrodiplax fusca</i> Rambur |
| | <i>Erythrodiplax castanea</i> Burmeister |
| | <i>Erythrodiplax juliana</i> Ris |
| | <i>Erythemis plebeja</i> Burmeister |
| | <i>Micrathyria hesperis</i> Ris |
| | <i>Miathyria marcella</i> Selys |
| | <i>Orthemis discolor</i> Burmeister |
| | <i>Perithemis mooma</i> Kirby |
| | <i>Tramea binotata</i> Rambur |
| | <i>Tramea cophysa</i> Hagen |
| | <i>Zenithoptera sp</i> |
| Gomphidae | <i>Aphylla sp</i> |
| Aeshinidae | <i>Anax amazili</i> Burmeister |
| | <i>Coryphaescha perrensi</i> Mc Lachlan |
| | <i>Remartinia luteipennis</i> Burmeister |
| | <i>Remartinia sp</i> |
| Sub ordem Zygoptera | |
| Coenagrionidae | <i>Acanthagrion cuyabe</i> Calvert |
| | <i>Acanthagrion gracile</i> Rambur |
| | <i>Acanthagrion aepiolum</i> Tennessean |
| | <i>Homeoura chelifera</i> Selys |
| | <i>Ischnura capreolus</i> Hagen |
| | <i>Oxyagrion chapadense</i> Costa |
| | <i>Oxyagrion terminale</i> Selys |
| Lestidae | <i>Lestes forficula</i> Rambur |

Classe Chilopoda (Ordem Geophilomorpha)

Os geofilomorfos são representantes da classe Chilopoda (popularmente conhecidos como lacraias), constituintes do subfilo Myriapoda. Atualmente estão descritas e revisadas cerca de 2.800 espécies de lacraias, as quais subdividem-se em cinco ordens: Geophilomorpha, Scolopendromorpha, Lithobiomorpha, Scutigeromorpha e Craterostigmomorpha (CALVANESE *et al.*, 2014; MINELLI, 2011; BRUSCA & BRUSCA, 2003). No Brasil foram descritas cerca de 150 espécies (CHAGAS, 2003). Possuem grande capacidade adaptativa, tornando a sua distribuição geográfica ampla (RUPPERT, FOX & BARNES 2005).

Para a classificação filogenética do grupo são analisados importantes dados morfológicos, como posição e quantidade de espiráculos pleurais - que são grandes áreas laterais de cutícula flexível -, presença ou não de olhos e número de segmentos. Todos os quilópodes possuem desenvolvimento direto, podendo ser epimórfico, ou seja, o jovem ao eclodir já apresenta todos os segmentos, ou anamórfico, quando eclode o jovem tem apenas parte dos segmentos de um adulto (MINELLI, 2011; BRUSCA & BRUSCA, 2007).

As lacraias apresentam o corpo articulado em vários segmentos, cada qual com um par de pernas, e a quantidade de segmentos varia de acordo com a espécie. São animais predadores, alimentam-se de outros pequenos artrópodes. Seu primeiro par de patas se modificou em um par de forcipulas capazes de injetar veneno, utilizando-as no ato da caça, já o último par de segmentos se estende para trás e não é utilizado na locomoção (CHAPARRO, 2011). Se encontram em habitats escuros e úmidos, ocupando serrapilheiras e troncos em decomposição (GREGORY & GIRIBERT, 2007), podem também ser encontradas em áreas urbanas, sob entulhos e tijolos, por exemplo.

No Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, por meio de análises e coletas de serrapilheira, foram amostrados indivíduos representantes da ordem Geophilomorpha (Figura 3) e dentre os quilópodes, este é o grupo que apresenta maior número de famílias e gêneros, contando com 14 famílias, das quais 11 ocorrem em regiões neotropicais (FODDAI, PEREIRA & MINELLI, 2004).



Figura 3. Indivíduo representante da ordem Geophilomorpha

Os geofilomorfos possuem hábitos fossoriais, vivendo, portanto, dentro de cavidades no solo. Para cavar, são auxiliados pela dilatação de seu corpo, utilizando a musculatura do corpo de maneira semelhante às minhocas. Nos artrópodes, em geral, esses movimentos são raros devido à rigidez do seu exoesqueleto, no entanto, devido aos geofilomorfos contarem com a presença das pleura, elas lhes permitem alterar o diâmetro de seu corpo (BRUSCA & BRUSCA, 2007). São facilmente identificados devido ao seu corpo alongado e com grande número de segmentos. As espécies neotropicais podem apresentar uma variação quanto a estes, podendo possuir de 27 a 191 pares de patas (MINELLI, 2011). Os constituintes dessa ordem são totalmente cegos, para compensar isso apresentam adaptações nas antenas e pernas para capturar suas presas (ADIS, 2002).

A fauna do solo participa de um complexo com a serrapilheira, desempenhando um papel de extrema importância, que é a ciclagem de nutrientes atuantes na manutenção do equilíbrio ambiental (BARROS, 2001). As lacrais, junto aos demais artrópodes edáficos, podem responder às intervenções do homem para com o meio ambiente antes mesmo de alterações perceptíveis em suas propriedades ou até mesmo na vegetação (ARAUJO *et al.*, 2010; ANDRADE, 2000; GREENSLADE, 1983). Portanto estes invertebrados podem ser utilizados como indicadores para estudos nos processos de recuperação, auxiliando à conservação e manutenção da biodiversidade (CORREIA, 2002). Justificando o uso destes animais como indicadores da qualidade do solo (CORREIA & OLIVEIRA, 2000).

Desta forma, o estudo realizado no PNMCBio se mostra de extrema importância, visto que se encontra pouca literatura científica sobre a distribuição geográfica desses animais e sobre sua importância no âmbito ecológico. Por se tratar de animais sinantrópicos, ou seja, que se adaptaram a viver em meio urbano à despeito da vontade do homem, segundo a Zoonoses, a população tem um preconceito significativo para com estes animais. Sendo assim, estudos que relatem a importância da classe dos Quilópodes são necessários para que a população entenda e respeite seu papel biológico.

Classe Arachnida (Ordem Araneae)

A Ordem Araneae representa um dos principais grupos dentro da classe Arachnida, composta por 44.540 espécies viventes, distribuídas em 112 famílias e 3.924 gêneros (PLATNICK, 2013), sendo um sucesso da adaptação, habitando praticamente todos os ecossistemas, com ocorrência em todos continentes, com exceção da Antártida. O Brasil apresenta a maior diversidade de espécie de aranhas do planeta (BRESCOVIT *et al.*, 2011).

As aranhas são carnívoras e capturam suas presas com uma variedade de estratégias que dificilmente são encontradas em outros grupos de seres vivos (HICKMAN, 2004). Se alimentam basicamente de insetos, embora possam capturar presas maiores, como: répteis, anfíbios, peixes, aves e roedores. Uma habilidade que elas possuem é de produzir seda, que é essencial para sua sobrevivência, porém, essa capacidade não é exclusiva do grupo pois, outros aracnídeos, como os pseudo-escorpiões, também a possuem. Possuem o corpo dividido em céfalo-tórax (cabeça fundida com o tórax) e abdômen, não segmentados, separadas por um pedicelo (CODDINGTON, 2005). A maioria das espécies é de tamanho bem diminutos (2-10 mm de comprimento), com exceção das “aranhas caranguejeiras” que podem chegar a 80-90 mm de corpo e até 200 mm de envergadura.

A Ordem Araneae é dividida em duas subordens: Opisthothelae e Mesothelae (PLATNICK & GERTSCH, 1976), sendo a segunda composta por aranhas que retém caracteres primitivos, como traços de segmentação abdominal, encontradas exclusivamente na Ásia (BRESCOVIT *et al.*, 2002). Opisthothelae é representado pelas subordens Mygalomorphae e Araneomorphae, diferenciadas principalmente pela

disposição paraxial e diaxial de suas quelíceas, respectivamente (CODDINGTON, 1990). As tradicionais “aranhas caranguejeiras” pertence ao grupo Mygalomorphae, que é pouco expressivo quando comparado a outra infraordem, Araneomorphae, que representa 90% das aranhas viventes (FOELIX, 1996).

O Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade abriga espécies representativas das duas subordens citadas acima. O grupo das Mygalomorphae é representada por sua família mais numerosa, Theraphosidae. Em relação a essas espécies, não existem casos graves relatados em situações de acidentes. Entretanto, para sua defesa, elas utilizam cerdas urticantes localizados na face dorsal do abdome. Este mecanismo consiste em atritar com as pernas posteriores nesta região do abdome, soltando as cerdas com facilidade e formando uma “nuvem” em direção ao inimigo. Quando aderidas na epiderme e/ou mucosa ocular podem causar alergias com manifestações cutâneas ou problemas nas vias respiratórias, devido a sua ação mecânica e irritante.

A grande maioria das espécies conhecidas e todas aquelas consideradas com interesse em saúde no Brasil são incluídas dentro da subordem Araneomorphae (CUPO, 2003). Com aranhas construtoras de teias orbiculares até as consideradas errantes, o grupo é altamente representativo no parque. Até o momento, 10 famílias distintas já foram encontradas no local. Dentro dessas famílias, 13 gêneros e 15 espécies foram observadas, lembrando que os trabalhos relacionados ao tema ainda são bem escassos e estima-se que os números sejam significativamente maiores.

Espécies com interesse em saúde

Como já foi mencionado nesse capítulo, praticamente todas as aranhas possuem glândulas produtoras de veneno e mecanismos para inoculação do mesmo. Portanto, é correto afirmar que todas as aranhas são animais peçonhentos. Entretanto, nem todas as toxinas produzidas são nocivas aos seres humanos.

No caso das aranhas encontradas no Brasil apenas três gêneros se encaixam nesse grupo: *Latrodectus* (viúva-negra), *Phoneutria* (aranha-armadeira), *Loxosceles* (aranha-marrom), totalizando cerca de 20 espécies conhecidas (Cardoso & Lucas, 2009), que são amplamente encontradas em todo território. Esses três gêneros possuem representantes muito numerosos em toda a extensão desta Unidade de Conservação. As espécies mais representativas dos grupos foram: *Loxosceles gaucho* (aranha-marrom); *Phoneutria nigriventer* (aranha-armadeira); e *Latrodectus geometricus* (viúva-amarela ou viúva-marrom) (Fig. 04 - A, B, C). Todas as espécies citadas no capítulo possuem indivíduos coletados e fixados no formaldeído, depositados no Museu de Zoologia do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros”, para futuros trabalhos e revisões.



Figura 4. A, B, C: *Loxosceles*; *Phoneutria*; *Latrodectus*.

Referências Bibliográficas

ADIZ, J. 2002. (ed). Amazonian Arachnida and Myriapoda. Sofia-Moscow: Pensoft.

Andrade, L. B. 2010. O uso da fauna edáfica como bio-indicadora de modificações ambientais em áreas degradadas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Florestas.

ARAUJO, L. H. A.; SOUZA, C.; OLIVEIRA, S. J. C.; SOUTO, J. S.; SOARES, J. J. 2010. Macrofauna Edáfica Sob Diferentes Ambientes em Latossolo da Região do Agreste. IV Congresso Brasileiro de Mamona & I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa-PB. Inclusão Social e Energia: Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão. p. 1008-1013.

BRESCOVIT, ANTONIO DOMINGOS, UBIRAJARA DE OLIVEIRA, AND ADALBERTO JOSÉ DOS SANTOS. 2011 "Aranhas (Araneae, Arachnida) do Estado de São Paulo, Brasil: diversidade, esforço amostral e estado do conhecimento." *Biota Neotropica* 11.1a : 1-32.

BARROS, E.; CURMI, P.; HALLAIRE, V.; CHAUVEL, A.; LAVELLE, P. 2001. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of an oxisol in the process of forest to pasture conversion. *Geoderma*, v.100, p.193-213.

BRESCOVIT, ANTONIO DOMINGOS, et al. 2002. "Araneae." *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft, Sofia: 303-344.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. 2003. Invertebrates. 2nd ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. 2007. Invertebrados. 2a.ed., Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. Cap. 18 - pag. 635-649.

CALVANESE, V. DE; SILVA, A. M. M. S.; SANTOS, F. S. DOS; PEREIRA, M. 2014 Breve síntese da situação taxonômica dos Quilópodes (Myriapoda, Arthropoda) e identificação dos gêneros do Brasil. *Scientia Vitae*, v.2, n.6, ano 2, p. 37-50.

CHAPARRO, E. Moléculas bioativas em quilópodes. 2011. 120f. Dissertação (Mestrado Biologia da Relação Patógeno-Hospedeiro) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHAGAS JR, A. 2003. Revisão de espécies neotropicais de Scolopocryptopinae (Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopocryptopidae). 2003. 91f. Dissertação (Mestrado Zoologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CODDINGTON JONATHAN, A. 1990. "Cladistics and spider classification: araneomorph phylogeny and the monophyly of orbweavers (Araneae: Araneomorphae; Orbiculariae)." *Acta Zoologica Fennica* 190.190: 75-87.

CODDINGTON JONATHAN, A., and HERBERT W. LEVI. 1991. "Systematics and evolution of spiders (Araneae)." *Annual review of ecology and systematics*: 565-592.

CORREIA, M.E.F. 2002. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia; Documentos, no. 156.

CORREIA, M.E.F; Oliveira L.C.M. 2000. Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 46 p. Documentos, no. 112.

CUPO, Palmira, Marisa M. Azevedo-Marques, and Sylvia Evelyn Hering. 2003. "Acidentes por animais peçonhentos: escorpiões e aranhas." *Medicina (Ribeirão Preto. Online)* 36.2/4: 490-497.

DE MARCO & VIANNA. 2005. Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil – subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos faunísticos. Lundiana 6(supplement):13-26.

FOELIX, R. 1996 "Biology of spiders 2nd edn."

FERREIRA, R.. L.; MARQUES, M. M. G. S. M. 1998. A Fauna de Artrópodes de Serrapilheira de Áreas de Monocultura com *Eucalyptus* sp. e Mata Secundária Heterogênea Ano. Soc. Entomol. Brasil 27, 1998 p.396. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0301-80591998000300007&script=sci_arttext> Acesso em 24/08/2015.

FODDAI, D.; PEREIRA, L. A.; MINELLI, A. 2004. The Geophilomorph Centipedes (Chilopoda) of Brazilian Amazonia. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma do Mexico, série Zoología.

GRENSLADE, P. J. M.; GRENSLADE, P. 1983. Ecology of soil invertebrates. In: Commonwealth Scientific and Industrial research organization. Soils: an Australian viewpoint. Melbourne: CSIRO/Academic Press. p. 645-669.

GILLER, P. 1996. The diversity of soil communities, the poor man's tropical rain forest. Biodiversity and Conservation, London, v. 5, p135-168.

GREGORY, D.; GIRIBERT, G. 2007. Evolutionary Biology of Centipedes (Myriapoda: Chilopoda). Anual Ver. Entomol, Sidney, Austrália.

HICKMAN, CP and L. S. ROBERTS. 2004. "LARSON. Princípios Integrados de Zoologia."

HANAUER, G. et al. 2014. Inventariamento Preliminar da Fauna de libélulas (Odonata) em quatro municípios do vale do Taquari/RS. V. 6, 1-10.

LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.N. 2005. Quantas espécies há no Brasil? Megadiversidade. v.1, n.1, p:36-42.

LEIVAS, F. W. T.; FISCHER, M. L. 2008. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul. Paraná, Brasil, Revista Biotemas, pág. 65-73, março.

MINELLI, A. 2011. Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology of the Myriapoda. Leiden/Boston: Editora Brill.

PLATNICK, NORMAN I., and WILLIS JOHN GERTSCH. 1976. "The suborders of spiders: a cladistic analysis (Arachnida, Araneae). American Museum novitates; no. 2607".

PANKHURST, C. E.; LYNCH, J.M. 1994. The role of soil biota in sustainable agriculture. Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems,, 262p.

PODGAIISKI, L. R. et al. 2007. Ocupação de microhabitats artificiais por invertebrados de solo em um fragmento florestal no sul do Brasil. Neotropical Biology and Conservation, pág. 71-79, Agosto.

PINTO, N. S.; JUEN, L.; DE MARCO, P. JR. 2011. Padrões de Diversidade beta de espécies de Odonata na Amazônia Brasileira In: 63a Reunião Anual da SBPC, 2011, Goiânia. Trabalhos do Conpeex 2011 - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão da UFG, 1-15.

PLATNICK, N. I. 2014. "The world spider catalog, version 12.5 American Museum of Natural History."

RICKLEFS, R. E. A. Economia da Natureza. 2003. 5º Ed., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro – RJ.

ROCHA, G. O. et al. 2005. Diversidade, riqueza e abundância da entomofauna edáfica em área de cerrado do Brasil Central. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. 2005. Zoologia dos Invertebrados: Uma abordagem funcional evolutiva. 7º Ed., Editora Guanabara Rocca, São Paulo – SP.

THEENHAUS, A.; SCHEU, S. 1996. Successional changes in microbial activity and nutrient status in faecal material of the slug *Arion rufus* (Gastropoda) deposited after feeding on different plant materials. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.28, p.569-577.

Capítulo 11

Inventário da comunidade de invertebrados aquáticos, no Córrego da Campininha, Parque Natural Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, São Paulo, Brasil

Heidi Marcela Suarez Robayo¹, Adriane Almeida Vaz², Ariane Almeida Vaz²,
Cecília Maria de Paula², Gisele Pires Pelizari² & Welber Senteio Smith^{1,2,3,4}

¹ Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP).

² Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP)

³ Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil.

⁴ Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, Prefeitura de Sorocaba.

Resumo

Os ecossistemas aquáticos abrigam grande quantidade de organismos, tornando-os ricos e com uma ampla diversidade. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos é um elo importante e pode representar a qualidade da água de forma rápida e eficiente. O estudo através do levantamento da comunidade de macroinvertebrados também tende a proporcionar o conhecimento sobre o funcionamento dos habitats e as dinâmicas dos organismos. Deste modo, foi realizado o levantamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no principal córrego do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio), o Córrego da Campininha, onde foram coletadas 14 Famílias distribuídas ao longo do córrego. Com base nos dados coletados, foi possível conhecer a avaliação da qualidade da água deste córrego, na qual revelou situação de vulnerabilidade a possíveis impactos antrópicos, sendo assim, é de suma importância a conservação deste eixo ambiental do Parque. Tal estudo também evidenciou a relevância e eficácia do biomonitoramento dos recursos hídricos através do levantamento dos macrosinvertebrados, como uma ferramenta factível para realizar planos e programas de conservação de recursos hídricos de importância ambiental.

Introdução

Diversos impactos ambientais têm alterado de maneira significativa os ecossistemas aquáticos causados pelas ações antrópicas, tanto pela descarga direta de poluentes, como pelas alterações no uso do solo e modificações no sistema fluvial. Tais fatores contribuem para a degradação dos ecossistemas dulcícolas, representando um dos maiores problemas ambientais no Brasil (TUCCI *et al.*, 2001; BARBOLA *et al.*, 2007), que contribuem na diminuição acelerada da diversidade nos ecossistemas em função da desestruturação do ambiente físico, químico além das alterações na dinâmica e estrutura das comunidades biológicas (CALLISTO *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ *et al.*, 2008). Todas estas atividades contribuem para o aumento da concentração de nutrientes na água, aporte de sedimento, aumento de partículas orgânicas e elementos tóxicos, modificando características do ambiente aquático, o pH, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade elétrica das águas, comprometendo a qualidade do ambiente e con-

sequentemente a dos organismos aquáticos (ROY *et al.*, 2003; HEPP & RESTELLO, 2007).

A ecologia dos rios tornou-se de fundamental importância no manejo em todo o mundo, já que é importante compreender o comportamento das espécies e sua relação com o habitat, sua interação com as outras espécies e a tolerância de cada espécie às variações físicas e químicas do ambiente (TUNDISI & MATSUMURA TUNDISI, 2008), assim os estudos limnológicos podem fornecer informações sobre a qualidade da água dos ecossistemas e seus recursos hídricos.

Na dinâmica do corpo hídrico a comunidade biológica também é utilizada para quantificar os impactos ambientais no meio (GALDEAN *et al.*, 2000; CORTES *et al.*, 2003). As análises biológicas avaliam os efeitos da poluição sobre a população do ambiente aquático, fornecendo um amplo conjunto de informações para um biomonitoramento efetivo (BARBOSA *et al.*, 2000; GOULART & CALLISTO *et al.*, 2003). O biomonitoramento de sistemas aquáticos através de organismos aquáticos é considerado uma ferramenta rápida e de baixo custo para obter resultados de qualidade dos sistemas hídricos, seja em estados de poluição ou não. Essa avaliação é desenvolvida por meio da compreensão da comunidade de organismos bentônicos e de seu comportamento quando estes são submetidos a alterações ambientais, positivas e negativas (CALLISTO *et al.*, 2001; HOLT & MILLER, 2011), e especialmente relacionadas a mudanças na sua estrutura e composição da comunidade bentônica, permitindo não só conhecer a comunidade bentônica presente, mas também cria a possibilidade de uma visão geral da qualidade ambiental presente na área de estudo. (MOURA E SILVA *et al.* 2008). Dentre os componentes da biodiversidade aquática, os macroinvertebrados bentônicos são bons indicadores da qualidade da água (CALLISTO *et al*, 2002; BONADA *et al*, 2006). Isso é justificado porque apresentam ciclos de vida relativamente longos; diversidade de formas e de habitat, oferecendo um amplo aspecto de resposta aos estresses (PINTO, 2009); a sensibilidade dos macroinvertebrados não só está relacionada à poluição, mas também às mudanças que podem ocorrer no habitat (RESH & JACKSON, 1995; LIGEIRO *et al.*, 2010); a obtenção das amostras qualitativas do material é fácil e simples e, atualmente, existe uma metodologia desenvolvida para a triagem, a identificação e o tratamento adequado dos dados e resultados, o que facilita a utilização destes organismos como elementos-chave no biomonitoramento (HEINO, 2009).

Vários índices bióticos têm sido desenvolvidos para relatar a associação entre comunidades de macroinvertebrados bentônicos e o grau de poluição do corpo d'água (Bartram & Ballance, 1996). Um dos índices mais utilizados é o Índice Biótico BMWP, que se baseia na existência de uma comunidade de macroinvertebrados que atua como sensor ambiental (ALBA- TERCEDOR, 1996; BRIGANTE *et al.*, 2003).

No BMWP as famílias são ordenadas em 10 grupos, sendo conferido a cada grupo um valor numérico pré-estabelecido de acordo com sua tolerância à poluição. As pontuações são feitas de forma qualitativa e não quantitativa, de modo que somente um exemplar é contado da respectiva família. A pontuação varia entre 1 e 10, na qual as famílias intolerantes à poluição têm pontuações mais altas e famílias tolerantes à poluição têm pontuações mais baixas (RIGHI, 2005, KANG & KING. 2013). Em cada amostra deve ser feita a soma das pontuações por família, esse resultado será o valor do índice BMWP. Este valor encontra-se dentro de uma faixa de pontuação que corresponde à qualidade da água do local amostrado, e está distribuída em cinco classes no caso do índice BMWP de Junqueira e Campos. As classes representantes de níveis de contaminação são excelente, boa, regular, ruim e péssima. Estes índices são ferramentas úteis na avaliação ambiental de um sistema aquático, o que permite identificar a "saúde" e "doença" de ecossistemas, identificando fatores de risco como resíduos industriais e esgoto como uma ameaça ao funcionamento dos ecossistemas, tendo possível nível de estresses, definida pelas características físicas e químicas, ou indicadores biológicos (ZILLI & MARCHESE; 2011); podendo também conhecer a habilidade de um ecossistema e de seus organismos de suportar um determinado nível de estresses que o mesmo pode estar exposto.

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no córrego da Campininha, que contorna o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade. O parque localiza-se no município de Sorocaba-SP ($23^{\circ}23'40''S$, $47^{\circ}29'00''O$) e é composto por vegetação de Floresta Estacional Semidecidual ou mata mesófila ligada à mata ciliar e floresta de Eucalyptus (SMITH et al, 2014). O córrego da Campininha apresentou em seus diferentes trechos larguras e profundidades sempre inferiores a dois metros. O substrato é predominantemente cascalho e fundo arenoso-lodoso com material orgânico de origem alóctone, como folhas, galhos e outros.

Para caracterização ambiental foram obtidos *in situ* os parâmetros físico e químicos, como oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água e condutividade elétrica. Suas águas são turvas, apresentando em alguns trechos baixos valores de oxigenação com mínimo de 4,4 mg/L e máximo de 5,3 mg/L, os valores de pH estão em condição de neutralidade (6,5 a 7,40), a temperatura apresentou-se baixa, oscilando entre valores de 17°C a 21,9°C. A condutividade apresentou baixos valores em relação às atividades antrópicas geradas perto do local de estudo (69 μ s a 87 μ s). Os pontos amostrados se encontravam alterados e apresentavam suas características naturais, principalmente devido à degradação da vegetação ripária desencadeada por ações humanas, como a monocultura do eucalipto presente nos corredores florestais das matas ciliares do córrego. Não há lançamento de esgoto no córrego.

Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos

A coleta de macroinvertebrados bentônicos foi feita utilizando rede surber (área 0.1m², rede 0.25 mm) para cada um dos pontos escolhidos ao longo do córrego da Campininha, mostrando todos os tipos de substratos presentes nos pontos amostrais.

Após a coleta, esse material foi transferido como recomenda a Norma CETESB nº 5.309/2003. O substrato coletado em cada ponto foi acondicionado em sacos plásticos resistentes, contendo água do próprio local, dados como ponto de coleta, tipo de substrato e data; e cada amostra foi identificada imediatamente para triagem dos organismos vivos, facilitando desta forma a visualização. O material recolhido foi lavado em peneira com malha de 500 micras e colocado sob uma bandeja branca em local bem iluminado; e os macroinvertebrados foram triados e identificados ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de chaves de identificação apropriadas. Os macroinvertebrados recolhidos nas amostragens de cada riacho foram armazenados em frascos em álcool 70%, marcando a amostra com tempo de data e responsável pela coleta, depois identificados de acordo a TACHET et al. (2000), MERRITT & CUMMINS (1996), PEREZ (2003), CUMMINS et al. (2005), COSTA et al. (2004), COSTA & SIMONKA, (2006) e MUGNAI et al. (2010). Para cada amostra foi obtido o número de indivíduos por ordens, famílias e gêneros correspondentes.

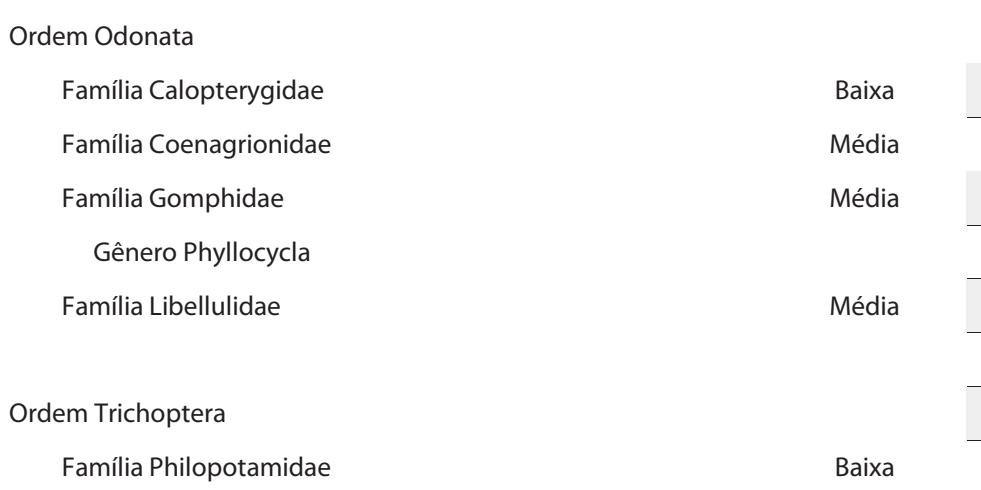
Tabela 1. Características gerais das ordens de macroinvertebrados aquáticos mais comuns no córrego da Campininha, no Parque da Biodiversidade.

| CLASSE / ORDEM | NOMES ASSOCIADOS | CARACTERÍSTICAS GERAIS |
|----------------------|--|---|
| Coleóptera | Besouros, Escaravelhos, Joaninhas, Gorgulhos | Os coleópteros se reproduzem de forma sexual. As larvas alimentam-se de material animal e vegetal em decomposição. A maioria dos adultos é predador e usualmente tem partes peças bucais adaptadas para morder as presas. Podem ser encontrados em sistemas lênticos e lóticos, em galhos, folhas em decomposição, areia, pedra e vegetação. Os adultos da maioria das espécies são bons voadores e ocorrem em águas limpas com boa oxigenação. |
| Bivalvia | Mexilhões de água doce | Os Mexilhões de água doce são dioicos. Alimentam-se filtrado de plâncton e detritos e alguns mexilhões alimentam-se de animais de pequenas dimensões. Abundantes em águas lóticas e lênticas, com fundo lodoso, frequentemente ficam inseridos em substratos ou fixados em vegetação aquática. Alguns conseguem sobreviver a extensos períodos de seca, enterrando-se na lama e fechando a sua concha. |
| Diptera | Borrachudo | Organismos com reprodução sexual. Alimentam-se de matéria vegetal em decomposição, desempenhando por isso um papel importante na reciclagem de nutrientes. Muitas espécies são fitófagos e poucas são predadoras. Seu habitat é variado, podendo ser encontrado em sistemas lênticos ou lóticos, aderido a plantas e rochas, em buracos dos troncos de árvores, onde haja água. Podem viver em águas com baixos níveis de oxigênio dissolvido, uma vez que vem muitas vezes à superfície para respirar. |
| Ephemeroptera | - | Ephemeroptera são conhecidos por terem seu ciclo de vida adulto curto, ingerem material vegetal orgânico, alimentando-se de algas e tecidos de plantas. Os ephemeropteros vivem geralmente em águas correntes, limpas e bem oxigenadas. As ninfas normalmente se encontram aderidas a rochas, galhos e vegetação submersa. |
| Trichoptera | - | Estes organismos se reproduzem de forma sexual. As larvas ingerem as algas fixadas nas plantas e pedras, podem fragmentar os depósitos de folhas e alimentam-se de outras plantas (vivas e mortas), algumas espécies alimentam-se de outros insetos. Têm a capacidade de construir casas de formas variadas, vivem em águas correntes, limpas e com boa oxigenação. |

| | | |
|--------------------|---|---|
| Odonata | Libélula, Lavadeira, Cavalo-de-judeu, Zig-zag e Jacinta | Sua reprodução é exclusivamente sexual. São predadores e alimentam-se essencialmente de outros insetos. Por vezes podem ser canibais e alimentarem-se uns dos outros, sendo organismos predadores. Sua visão tem um papel muito importante para alimentação. Vivem nas plantas, entre pedras e depósitos de folhas, ou no fundo de lagoas e rios com pouca corrente e limpa, rodeados de vegetação ripária. |
| Oligochaeta | Minhocas aquáticas | Sua reprodução é geralmente assexuada, mas também pode ocorrer de forma sexual. Sua alimentação consiste principalmente de algas e detritos de plantas e animais. A maior parte dos oligocheatos vive em águas com fundo lodoso e com abundante quantidade de detritos, e conseguem sobreviver em ambientes de baixa concentração de oxigênio. Os organismos Oligochaeta vivem em águas de ambientes lóticos e lênticos. |
| Hemiptera | Alfaiates, Cigarras, Cigarrinhas, Afídios, Bichos-frade e Escorpião de água | Reprodução é sexuada. São predadores e detritívoros. Alimentam-se de uma variedade de invertebrados aquáticos, incluindo camarões, larvas de mosquito que vêm à superfície e insetos que caiem na água. Têm uma boca adaptada a morder e sugar. Ocorrem geralmente em áreas de remanso dos rios, alguns organismos vivem sobre a superfície da água e apresentam adaptações para nadar e juntam-se em grupos. |
| Hirudinea | Sanguessuga | São organismos de reprodução hermafrodita. Algumas se alimentam de resíduos orgânicos, em sua grande maioria são carnívoras e algumas sendo parasitas alimentam-se do sangue de vertebrados, tais como os anfíbios, répteis, peixes e mamíferos (incluindo os humanos). Vivem geralmente em águas com pouco movimento, sobre troncos, plantas, rochas e detritos. Toleram ambientes com baixas concentrações de oxigênio. |

Tabela 2. Grupos taxonômicos de macroinvertebrados bentônicos encontrados no córrego da Campininha, no Parque da Biodiversidade, e a tolerância à poluição das famílias conforme o protocolo proposto por Junqueira e Campos (1998).

| TAXON | TOLERÂNCIA |
|----------------------------|------------|
| Classe Bivalvia | |
| Família Hyriidae | *S.I. |
| Gênero <i>Diplodon</i> | |
| Classe Clitellata | |
| Subclasse Oligochaeta | Alta |
| Classe Hirudinea | * S.I. |
| Classe Insecta | |
| Ordem Coleoptera | |
| Família Dytiscidae | Média |
| Gênero <i>Copelatus</i> | |
| Família Notoridae | * S.I. |
| Gênero <i>Hydrocanthus</i> | |
| Ordem Diptera | |
| Família Chironomidae | Alta |
| Família Culicidae | Alta |
| Ordem Ephemeroptera | |
| Família Baetidae | Média |
| Ordem Hemiptera | |
| Família Gelastocoridae | *S.I. |



*S.I. Sem informações sobre a tolerância das famílias de macroinvertebrados bentônicos com relação aos níveis de poluição

Conclusão

O biomonitoramento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos permitiu conhecer a comunidade e sua distribuição ao longo do córrego da Campininha, onde foram encontradas 4 Classes, sendo Insecta a de maior distribuição e a mais coletada, e identificadas 6 ordens, distribuídas em 14 Famílias.

Com os dados coletados, foi possível conhecer o tipo de qualidade do córrego, porém os dados não demonstraram influência de impactos negativos na qualidade da água, embora algumas variações tenham sido detectadas em alguns parâmetros físico, químicos e biológicos.

Através do estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos não se observou uma situação de alta poluição, que coloque em risco o bom estado ecológico do córrego e a conectividade com outros ecossistemas. No entanto é importante realizar uma análise continuada e, através de um maior monitoramento, uma avaliação mais ampla do funcionamento do ecossistema aquático.

O estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos através do índice BMWP indicou que o córrego da Campininha se encontrava entre em um estágio regular e bom, atingindo o “bom” estado ecológico, mas mostrando vulnerabilidade a possíveis impactos antrópicos, demonstrando a importância de sua conservação, pois o mesmo se apresenta como um eixo ambiental de grande importância para o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, para os diferentes organismos aquáticos e suas comunidades.

Referências bibliográficas

- ALBA-TERCEDOR, J., 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio de aguas en Andalucia (SIAGA). Ameria, 2: 203-213.
- BARBOLA, I.F.; MORAES, M.F.P.G.; CAMILOTTI, E.M.; NASCIMENTO, E.A. 2007. Macroinvertebrados do rio Pitangui. In: Gealh, A.M.; Melo, M.S.; Moro, R.S. (orgs.). Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente. Ponta Grossa: Editora UEPG. 2007. Cap. 7, p. 97-95.
- BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M. & GALDEAN, N. 2000. The diversity of benthic macroinvertebrates as na indicators of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. Aquatic EcosystemHealth & Management
- BARTRAM, J.; BALLANCE, R., 1996. Water quality monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. UNEP/WHO, E & FN Spon, London, 383p.
- BONADA, N., PRAT, N., RESCH, V.H., STATZNER, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. Annu. Rev. Entomol. 51, 495-523.
- BRIGANTE, J.; DORNFELD, C. B.; NOVELLI, A.; MORRAYE, M. A., 2003. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no Rio Mogi-Guaçu. 181-187. In: Brigante, J. & Espíndola, E. L. G. Limnologia fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos. Rima editora. 278 pp.
- CALLISTO, M; MORETTI, M & GOULART, M.). (2001), Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 6(1): 71-82
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J.F. JR.; MORENO, P. 2002. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In p. 1-12. Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Belo Horizonte: UFMG. v.1, p.1-12
- CALLISTO, M; MORENO, P; BARBOSA, F.A.R., 2003. Habitat diversity and benthic functional trophic grouos at serra do cipó, Southeast Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 61(2) 259-266.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Norma Técnica L5.309: Determinação de bentos de água doce: macroinvertebrados:métodos qualitativo e quantitativo. São Paulo, 2003, 16 p.
- CORTES, L: SIMÕES, L.B. & CARDOSO, L G. 2003. Avaliação das larguras de matas ripárias para controle da poluição difusa. Energia na agricultura. In: R. HENRY. Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: RIMA,. p.339-49.
- COSTA, J.M.; SOUZA, L.O.I.; LOURENÇO, A.N.; OLDRINI, B.B. 2004. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos. Publicação Avulsa Museu Nacional.;99:3-42.
- COSTA C, IDE S, SIMONKA CE. Insetos ninfas: metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos; 2006
- CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.
- FERNÁNDEZ, H. R., F. ROMERO & E. DOMÍNGUEZ. (2008). Intermountain basins use in subtropical regions and their influences on benthic fauna. River Res. Appl. 24: 1-13.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; F. A. R. & Rocha, L. A. (2000). Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. *J. Aquatic Ecosystem Health & Management*

GOULART, M. & CALLISTO, M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, n. 1.

HEINO, J.; Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at arge scales. *Freshwater Reviews* 2009 .2(1): 1-29.

HOLT, E. A. & MILLER, S. W. 2011. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. *Nature Education Knowledge* 2(2):8

JUNQUEIRA, M. V. & CAMPOS, S. C. M. (1998) Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, 10 (2): 125-135.

LIGEIRO, R.; MORETTI, M.S.; GONÇALVES JR, J.F.; (2010) CALLISTO M. What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species?. *Hydrobiologia* 654: 125–136..

MERRITT, R. W. E CUMMINS, K. W. (1996). *An introduction to the aquatic insects of north America*. Third edition. Kendall/Hunt Publishing Company.

MOURA, E ;SILVA, M.S.G.; QUEIROZ, J.F.; TRIVINHO-STRIXINO, S. (2008) Indicadores biológicos de qualidade. Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água. Juaguaríuna: Embrapa Meio Ambiente. p. 26-34.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. 1^a edição. Technical Books, 2010. 109 p.

PINTO, R. R.. (2009). Macroinvertebrados bentônicos como Indicadores de poluição em rios urbanos: um Eestudo do Rio Grande – JPA – RJ

RESH, V. H.; NORRIS, R. H. & BARBOUR, M. T. (1995). Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Australian Journal of Ecology* 20: 108-121.

RIGHI, K. O. (2005). Utilização de macroinvertebrados bentônicos na análise da qualidade da água: o caso do córrego Cabaça. Campo Grande. 40p. Monografia (Curso Ciências Biológicas). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

ROY, A.H; ROSEMOND, AD; PAUL, M.J.; LEIGH, DS; WALLACE, J.B; Stream macroinvertebrate response to catchment urbanisaion(Georgia, U.S.A.). *Freshwater Biology* 2003. 48: 329- 346.

KANG. S R.; KING. S. L. (2013) Seasonal comparison of aquatic macroinvertebrate assemblages in a flooded coastal freshwater marsh. *Open Journal of Ecology*. Vol.3, No.2, 94-101

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O.M.C. (2001) Gestão da água no Brasil. Brasília: UNESCO. 156 p.

TUNDISI J.G, TUNDISI T.M. (2008) Limnologia. São Paulo: Oficina de textos; v.2, p 632

ZILLI, F.L; MARCHESE, M.R. (2011) Patterns in macro- invertebrate assemblages at different spatial scales. Im- plications of hydrological connectivity in a large flood- plain river. *Hydrobiologia*, 663, 245-257.

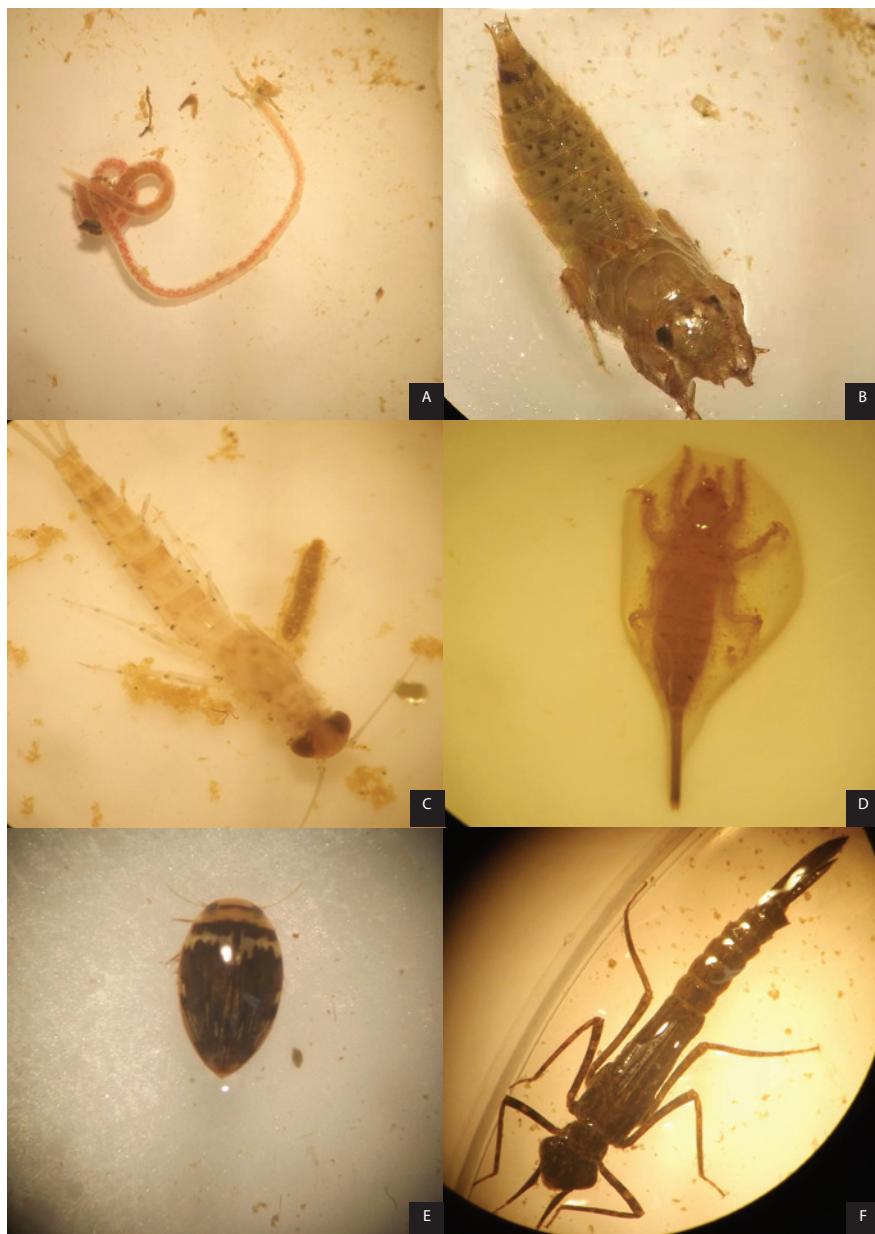


Figura 1 – Algumas famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrados no PNMCB (a) Oligochaeta; (b) Gomphidae; (c) Baethidae; (d) Gomphidae; (e) Notoridae; (f) Coenagrionidae



Figura 2 – Algumas famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrados no PNMCB (g) Libellulidae; (h) Gelastracidae; (i) *Diplodon (Rhipidodonta) charruanus* (d'Orbigny, 1835); (j) Chironomidae.

Capítulo 12

A ictiofauna do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade- SP, Brasil

Ariane Almeida Vaz¹, Letícia Halcsik¹, Renata Cassemiro Biagioni^{1,2,3} & Welber Senteio Smith^{1,2,4}

1 Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba, SP, Brasil.

2 Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura de Sorocaba, SP, Brasil.

3 Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis e Conservação, Sorocaba, SP, Brasil.

4 Universidade de Sorocaba, Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil.

Resumo

Neste capítulo, a ictiofauna de um riacho localizado no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade foi caracterizada baseada em informações de riqueza, abundância, diversidade e dieta. O riacho está localizado na bacia do rio Sorocaba, pertencendo a bacia do Alto Rio Paraná, Brasil. A maioria dos pontos estudados apresenta-se alterado de acordo com o protocolo utilizado. Foram coletadas 16 espécies de peixes pertencentes a cinco ordens e oito famílias, sendo cinco espécies consideradas acessórias e onze accidentais. Apenas uma espécie exótica invasora foi capturada. Com relação à dieta das espécies foram descritas 3 guildas (onívora, insetívora e detritívora) e a maioria dos itens é autóctone, o que é esperado para riachos perturbados. Recomenda-se o monitoramento das comunidades de peixes em programas de recuperação de vegetação ripária para que sejam avaliados os efeitos do assoreamento sobre essas comunidades.

Introdução

A fauna de peixes de água doce sul-americana é a mais rica em espécies conhecidas dentre as regiões zoogeográficas (MOYLE & CECH JR, 2000). No Brasil é provável que ocorram 2.587 espécies de peixes, das quais estudos recentes propuseram que 15% ocorram no Estado de São Paulo, o que corresponde a cerca de 391 espécies (OYAKAWA & MENEZES, 2011). Desse total, 260 ocorrem no Alto Paraná (OYAKAWA & MENEZES, 2011) e 71 espécies na Bacia do Rio Sorocaba (SMITH *et al.*, 2007).

Dentre as espécies dulcícolas, a ictiofauna de ambientes de riachos possui o conjunto de espécies menos conhecidas, com distribuição restrita, pouco ou nenhum valor comercial e fortemente dependentes da vegetação ripária para alimentação, reprodução e abrigo (CASTRO & MENEZES, 1998). Sendo assim, as unidades de conservação representam nos dias de hoje uma importante estratégia para a conservação dessas espécies que são fortemente dependentes de ambientes florestados (SARMENTO-SOARES *et al.*, 2013).

Os ecossistemas naturais têm sido fortemente alterados nos últimos anos em função de múltiplos impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas (FINOTO, 2013). Os ecossistemas aquáticos estão sujeitos a modificações na integridade de seus habitats e na qualidade das suas águas, quando há um aumento das atividades antrópicas em seu entorno sem que haja um planejamento sustentável e controle do seu uso (FLORES-LOPES *et al.*, 2010).

São também cada vez mais frequentes os desmatamentos da mata ciliar, o que é considerado um dos impactos mais prejudiciais e responsáveis por prejuízos bióticos e abióticos (CARNAÚBA *et al.*, 2007). A vegetação ripária apresenta importantes funções como proteção estrutural dos habitats, regulagem do fluxo e vazão de água, abrigo e sombra, manutenção da qualidade de água, filtragem de substâncias que chegam ao rio e fornecimento de matéria orgânica e substrato para fixação de algas e perifítion (BARRELLA *et al.*, 2000).

A destruição da vegetação ripária pode acarretar modificações no sucesso reprodutivo e na sobrevivência de ovos e larvas, perda de sincronização de processos reprodutivos em relação às variações sazonais e mudanças na dinâmica trófica (PUSEY & ARTHINGTON, 2003). Nessas condições as espécies de peixes podem não encontrar mais as condições necessárias, migrando para outros ambientes ou morrerem, reduzindo a diversidade do sistema aquático (BARRELLA *et al.*, 2000).

Estudos a respeito da ecologia funcional e estrutural da ictiofauna fornecem as bases para uma série de outros avanços de biologia da conservação e constituem o passo inicial para ações de manejo e gestão (CARNAÚBA *et al.*, 2007). Considerando o restrito conhecimento da fauna de peixes de água doce e a importância das unidades de conservação para a ictiofauna, o presente capítulo teve como objetivo apresentar o inventário ictiofaunístico do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade e as relações existentes entre a ictiofauna e a integridade ambiental.

Área de estudo

O Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCCBio) (Figura 1) estende-se por uma área de 62,42 hectares, onde ocorrem riachos e pequenos lagos, cujas matas ciliares formam corredores florestais que se ligam com aproximadamente 20 hectares de floresta estacional semidecidual ou mata mesófila secundária, circundada por reflorestamento homogêneo de *Eucalyptus grandis* e *Pinus sp.*



Figura 1. Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil. (Google Earth, 2015).

A área foi estudada durante três anos (janeiro de 2012 a janeiro de 2015) através de pontos de amostragem localizados tanto na zona de amortecimento, quanto no interior da unidade de conservação, totalizando seis estações de coleta (Tabela 1).

Tabela 1. Localização e caracterização dos pontos de coleta ao longo do córrego da Campininha.

| | Estação | Localização | Zona | Caracterização |
|-----------|----------------|----------------------|---------------------------|--|
| C1 | | 23k247087 7411892 | Sub-Zona de Amortecimento | Lagoa localizada às margens da avenida, caracterizada por ser um ambiente lêntico, formado pelo represamento de um riacho, com processos erosivos no seu entorno, mata ciliar degradada e substrato predominante do tipo arenoso/lodoso. |
| C2 | | 23k247208 7411092 | Sub-Zona de Amortecimento | Lago localizado na margem oposta ao PNMCBio, ambiente lêntico com processos erosivos no seu entorno, mata ciliar degradada e substrato predominante do tipo arenoso/lodoso. |
| C3 | | 23k246706 7410618 | Zona de Uso Extensivo | Trecho lótico do riacho que possui vegetação ripária em seu entorno e substrato predominante do tipo cascalho/areia. |
| C4 | | 23k246611 7410588 | Zona de Uso Extensivo | Trecho lótico do riacho que possui vegetação ripária em seu entorno e substrato predominante do tipo cascalho/areia. |
| C5 | | 23k246219 7410417 | Zona de Recuperação | Transição do ambiente lótico para ambiente lêntico, substrato predominante do tipo arenoso/lodoso e vegetação ripária impactada em seu entorno. |
| C6 | | 23k245786 7410632 | Zona de Recuperação | Alagado com presença marcante de macrófitas aquáticas (<i>Typha</i> sp., <i>Eichhornia</i> sp. entre outras), ambiente lêntico com substrato predominante do tipo arenoso/lodoso e vegetação ripária impactada em seu entorno. |



Figura 2. Locais de amostragem da ictiofauna no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil.

Caracterização ambiental

Para a caracterização ambiental do riacho, foram obtidos *in situ*, com o auxílio de uma sonda multi-parâmetro modelo *Oakton 600 Series Waterproof Portable Meters Kit*, os parâmetros físicos e químicos da água (temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos) considerando as épocas seca e chuvosa (Tabela 2).

Tabela 2 - Características físicas e químicas da água do riacho da Campininha, durante o período de estudo. Os dados representam valores médios ($n= 6$) e o desvio padrão.

| Parâmetros físicos/químicos | Período Seco | Período Chuvoso |
|---|------------------|-------------------|
| pH | $6,38 \pm 0,18$ | $5,70 \pm 2,14$ |
| Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | $72,84 \pm 1,47$ | $57,00 \pm 48,08$ |
| Sólidos Totais dissolvidos (ppm) | $39,09 \pm 1,16$ | $29,00 \pm 24,04$ |
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | $4,67 \pm 0,11$ | $4,71 \pm 1,31$ |

O pH da água durante o estudo manteve-se próximo da neutralidade, variando entre 5,7 e 6,38, e esteve na maioria das análises dentro do limite estipulado pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que fixa os valores de pH entre 6,0 e 9,0. A condutividade foi mais elevada no período de seca com média de $72,84 \text{ mS/cm}^{-1}$. Os sólidos totais também apresentaram valores mais elevados no período de seca, obtendo média de 39,09 partículas por milhão. Os valores de oxigênio dissolvido não tiveram diferenças entre os períodos do estudo, estando entre 4,67 mg/L (período seco) e 4,71 mg/L (período chuvoso). A temperatura da água foi maior no período chuvoso com média de $28,45^\circ\text{C}$. Deve ser ressaltado que o córrego estudado não recebe lançamentos de esgoto, sendo o maior impacto constatado o transporte de sedimento proveniente da montante em virtude de movimentação de terra e o rompimento de uma barragem ocorrida no período de estudo.

A fim de avaliar o estado de conservação do riacho, bem como verificar a influência da geomorfologia, da cobertura vegetal circundante e influências antrópicas, as características ecológicas dos trechos amostrados foram descritas por meio de um protocolo de avaliação rápida adaptado de Callisto *et al.* (2002). A avaliação se deu pela atribuição de valores às características físicas da água, sedimento, tipo de substrato, erosão, assoreamento, mata ciliar e cobertura vegetal, entre outros. O somatório dos valores de cada atributo reflete o nível de preservação do trecho do riacho, sendo considerados *impactados* trechos com pontuações entre 0-40, *alterados* trechos com valores entre 41-60 e *naturais* trechos com somatórios acima de 61 pontos. Desta forma, os pontos C1, C2, C3, C4 e C5 foram enquadrados como trechos alterados e o ponto C6, impactado (Figura 3).

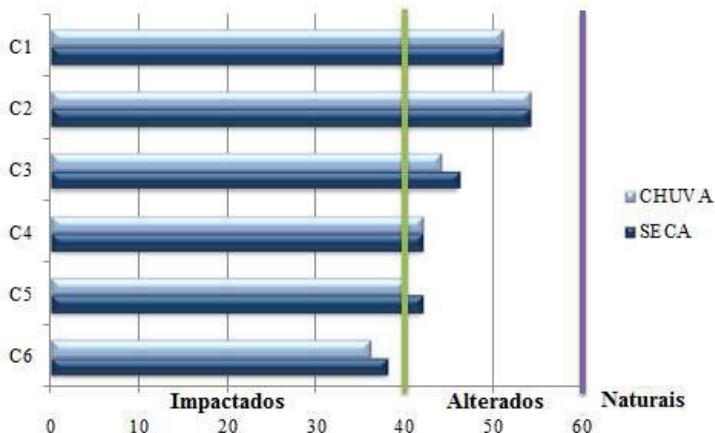


Figura 3. Pontuações do protocolo de avaliação da diversidade de habitats (Callisto *et al.* 2002) de cada um dos pontos amostrados no córrego da Campininha nas épocas de chuva e seca.

Amostragem da ictiofauna

Para a captura e amostragem dos peixes foram utilizadas peneiras, redes de arrasto e redes de espera de diferentes malhas (de 3 a 12 mm). As amostras foram realizadas mediante a licença SISBIO (Autorização para atividades com finalidade científica número 6017122). Os peixes capturados foram devidamente anestesiados em solução 4,5mg/ml de cloridrato de lidocaína, em seguida refrigerados em caixas térmicas, fixados em solução de formalina 10% e, após 48h, transferidos para solução de etanol 70%, sendo identificados em laboratório. O material testemunho foi depositado no Museu de Zoologia da USP na seção de ictiologia.

Análise de Dados

A fim de caracterizar a comunidade de peixes do riacho amostrado, foram obtidos os índices de abundância, riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e constância de ocorrência das espécies (Dajoz 2005) que agrupa as espécies: acidentais ($C \leq 25\%$), acessórias ($25\% \leq C \leq 50\%$) e constantes ($C \geq 50\%$).

Composição da ictiofauna

Foram identificadas 16 espécies de peixes, pertencentes a cinco ordens e oito famílias. A Figura 2 apresenta algumas espécies inventariadas. A Tabela 3 contém a lista das espécies capturadas no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade e suas principais características.



Figura 2. Representantes da ictiofauna do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade: (A) *Crenicichla britskii*; (B) *Geophagus brasiliensis*; (C) *Gymnotus carapo*; (D) *Hoplias malabaricus*; (E) *Astyanax altiparanae*; (F) *Synbranchus marmoratus* (G) *Characidium fasciatum* (H) *Cyphocharax modestus*.

Tabela 3. Espécies de peixes identificadas no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade.

| Espécie | Nome comum | Guilda Trofica | Local de ocorrência | Vertical Habitat | Uso Mesohabitat | Constância de ocorrência |
|----------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|------------------|-----------------|--------------------------|
| <i>Astyanax altiparanae</i> | tambiú | Onívora | C3 e C4 | Bentopelágico | Intermediário | Acessória |
| | lambari do rabo vermelho | | | | | |
| <i>Astyanax fasciatus</i> | rabo vermelho | Herbívora | C4 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Bryconamericus stramineus</i> | pequira | Onívora | C2 e C6 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Characidium fasciatum</i> | canivete | Insetívoro | C3 | Bentopelágico | Corredeira | Acidental |
| <i>Cichlasoma paranaense</i> | acará | Piscívora | C1 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Crenicichla britskii</i> | joaninha | Insetívora | C5 e C6 | Bentopelágico | Poção | Acidental |
| <i>Cyphocharax modestus</i> | saguiru | Detritívora | C5 | Bentopelágico | Poção | Acidental |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> | cará | Insetívora | C3, C4 e C5 | Bentopelágico | Intermediário | Acessória |
| <i>Gymnotus carapo</i> | tuvira | Onívora | C1, C2, C4 e C6 | Bentopelágico | Intermediário | Acessória |
| <i>Hemigrammus marginatus</i> | piaba | Insetívoro | C6 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | traíra | Insetívora | C1, C3, C5 e C6 | Bentopelágico | Poção | Acessória |
| <i>Hyphessobrycon eques</i> | mato-grosso | Onívora | C1 e C2 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Oreochromis niloticus*</i> | tilápia do Nilo | Herbívora | C3 e C4 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Phalloceros reisi</i> | guardu | Detritívora | C3 e C4 | Bentopelágico | Intermediário | Acessória |
| <i>Serrapinnus notomelas</i> | piaba | Insetívoro | C1 e C6 | Bentopelágico | Intermediário | Acidental |
| <i>Synbranchus marmoratus</i> | mussum | Piscívora | C3 e C4 | Demersal | Poção | Acidental |

*espécie exótica

As ordens mais representativas foram Characiformes (69%) e Cyprinodontiformes (16%) (Figura 3); as famílias foram Characidae e Curimatidae; enquanto que as espécies mais abundantes foram *Astyanax altiparanae* e *Cyphocharax modestus*. Esses resultados são compatíveis com os obtidos pelos trabalhos desenvolvidos na bacia do rio Sorocaba, cujo predomínio mostra ser de Characiformes (SMITH & PETRERE, 2007; SMITH *et al.*, 2007; SMITH *et al.*, 2009).

Quanto à presença de espécies exóticas invasoras, foi capturada apenas a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, que pode ter chegado até a essa área através de barramentos a montante onde ocorreram solturas de tilápias e demais propriedades do entorno (Plano de Manejo PNMCBio de Sorocaba/Biométrica, 2012). Segundo Winemiller *et al.* (2008), as espécies invasoras apresentam um grave problema para os rios tropicais e ameaça à ictiofauna nativa.

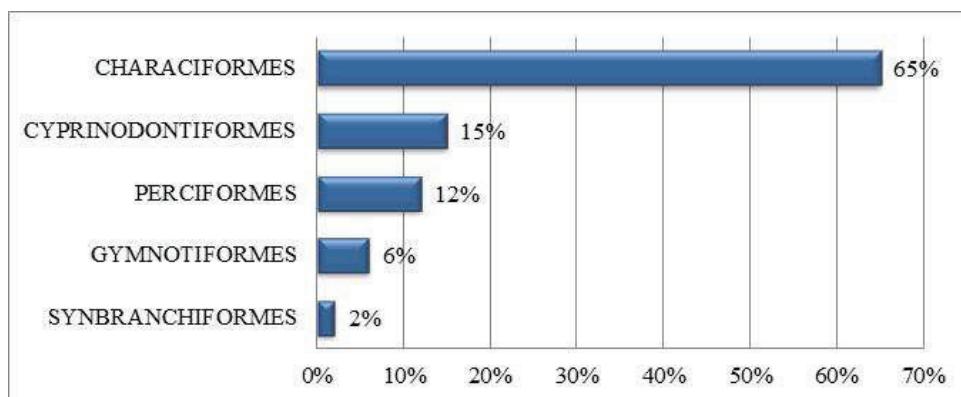


Figura 3. Representatividade das ordens amostradas no córrego da Campininha.

Segundo Castro (1999), em riachos sul-americanos a ictiofauna é uma combinação de peixes de pequeno porte e esse é o único modelo geral com valor diagnóstico. O número e a composição das espécies modificam significativamente de acordo com o porte e porção do riacho, região ou bacia. O tamanho dos exemplares amostrados variou de 1,5 a 3 cm, o que comprova o pequeno porte da assembleia de peixes presente no riacho.

A análise de constância demonstrou a existência de cinco espécies que podem ser consideradas acessórias e onze acidentais (Tabela 3). Stefani & Smith (2014) estudando o rio Tatuí, verificaram que a não existência de espécies constantes e o elevado número de espécies acessórias e acidentais estiveram vinculados à degradação da vegetação ripária e pontos com assoreamento, fatores esses desencadeados por ações antrópicas. Oliveira & Tejerina-Garro (2010) também afirmam que o elevado número de espécies acessórias e ocasionais está vinculado à presença de perturbações que o rio sofre. Esta situação também foi verificada no córrego da Campininha.

Sazonalidade

A abundância, riqueza e diversidade de peixes amostrados tiveram diferenças sazonais. A maior abundância de indivíduos foi registrada no período chuvoso quando comparado ao período seco (Figura 4), assim como a riqueza de espécies (Figura 5) e diversidade (Tabela 4). É durante o período chuvoso que o rio oferece melhores condições para sobrevivência dos organismos com maior diversidade na disponibilidade de habitat e alimentação. A espécie predominante durante o período chuvoso foi *Cyphocharax modestus*, enquanto que a espécie *Astyanax altiparanae* foi a que predominou durante o período de seca.

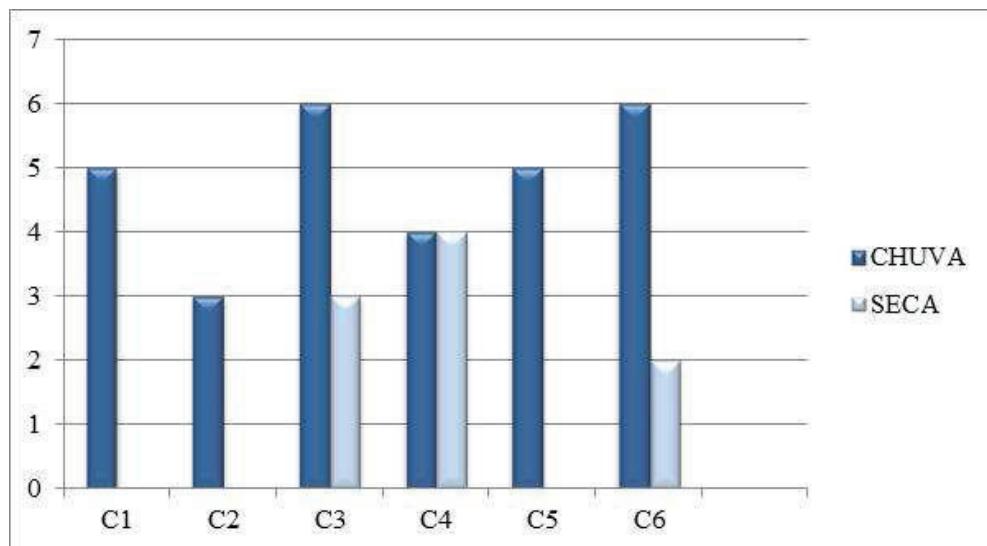


Figura 4. Riqueza de espécies amostradas no córrego da Campininha nas épocas de chuva e seca.

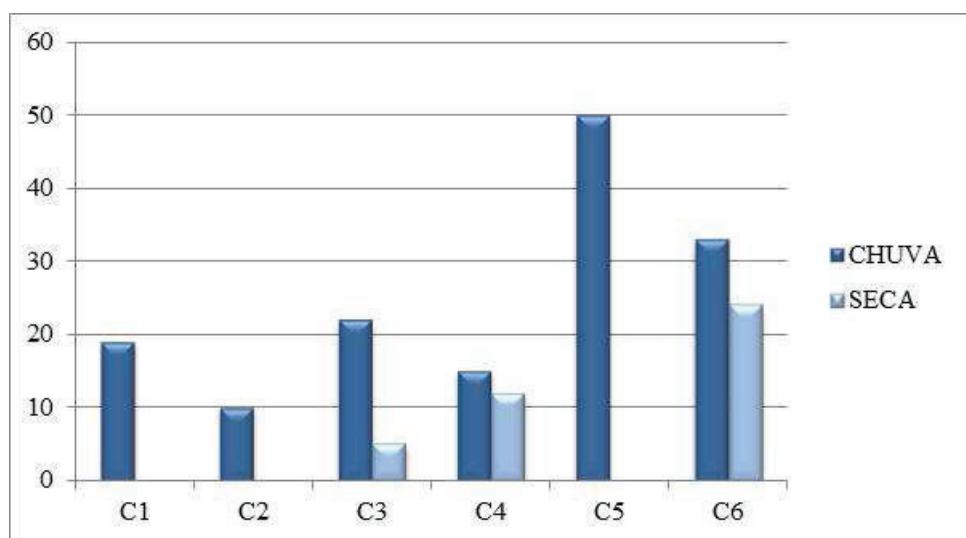


Figura 5. Abundância de indivíduos nos trechos amostrados no córrego da Campininha nas épocas de chuva e seca.

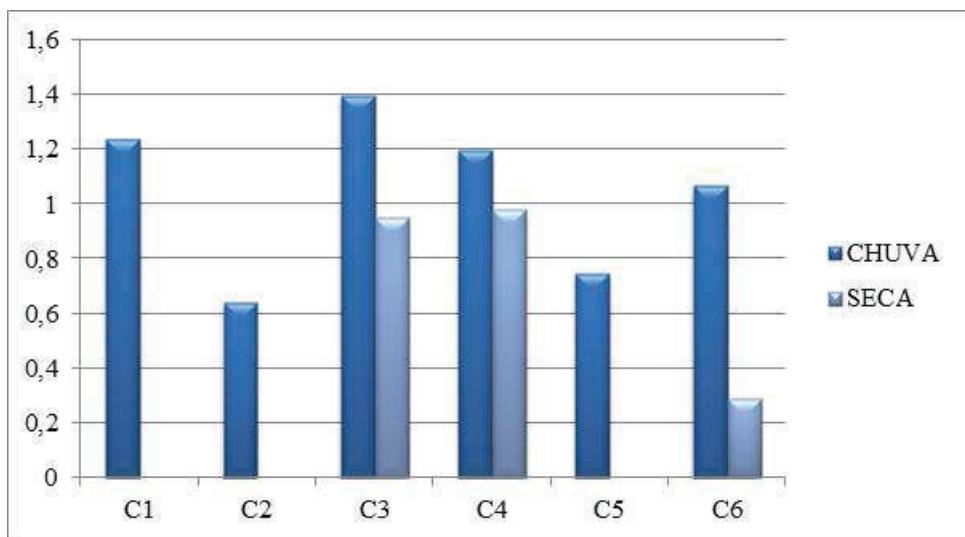


Figura 6. Índices de diversidade de Shannon-Wiener nos trechos amostrados no córrego da Campininha nas épocas de chuva e seca.

Ecologia trófica

Para evitar o comprometimento dos dados em função de alterações ontogenéticas na dieta das espécies, foram utilizados somente estômagos com conteúdo e de indivíduos adultos (ABELHA *et al.*, 2001). Os peixes foram eviscerados para a retirada dos estômagos, fixados em formol 4% e conservados no álcool 70%. Todos os itens alimentares encontrados foram analisados em microscópio estereoscópico e identificados até o menor nível taxonômico, através de consulta à bibliografia especializada.

O espectro alimentar das espécies foi determinado a partir do método sugerido por Lima-Junior & Goitein (2001), sendo a Frequência de Ocorrência (F_i) e Índice Alimentar (I_A). Para o cálculo da frequência de ocorrência considera-se a porcentagem de estômagos que contém certo item alimentar e o número total de estômagos analisados, através da fórmula: $F_o = N_i/N_t * 100$, onde: N_i é o número de estômagos onde ocorreu o item i e N_t é o número total de estômagos com alimentos. Já o índice de importância alimentar foi estimado segundo a fórmula: $I_{Ai} = (F_{oi} * P_i) / \sum (F_{oi} * P_i) * 100$, onde: I_{Ai} é o Índice Alimentar do item i , F_{oi} é a frequência de ocorrência do item i e P_i o peso do item i .

A similaridade entre a dieta das espécies estudadas foi calculada com o auxílio do software PAST 2.16 a partir dos valores do Índice Alimentar através do método de aglomeração por ligação simples usando o coeficiente de Morisita, sendo o resultado exibido na forma de dendrograma. O coeficiente de Correlação Cofenético foi calculado para avaliar a deformação do dendrograma em relação à matriz original.

Foram analisados 135 exemplares, sendo 42 *A. altiparanae*, 33 *P. reisi*, 20 *C. modestus*, 7 *G. brasiliensis*, 9 *G. carapo*, 6 *H. malabaricus*, 3 *S. marmoratus*, 2 *C. britskii*, 1 *C. fasciatum* e 1 *A. fasciatus*. Foram encontrados 9 diferentes recursos alimentares (Tabela 5), dos quais 62% foram classificados como de origem autóctone e 38, alóctone.

Tabela 5. Número de estômagos analisados (N) e o índice alimentar (IAi) da dieta da ictiofauna do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade. Categorias de alimentos: CH=Chironomidae; ZG=Zygoptera; MV=Material vegetal; SE=Sedimento; FO=Formicidae; SC=Escama de peixe; LI=Libellulidae; NO=Ninfa de Odonata e CL=Culicidae.

| Espécie | Composição da dieta | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------|----|------|----|------|----|----|----|----|
| | N | CH | ZG | MV | SE | FO | SC | LI | NO | CL |
| <i>Astyanax altiparanae</i> | 42 | - | - | 6,25 | - | 6,25 | 4 | 4 | - | 4 |
| <i>Astyanax fasciatus</i> | 1 | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Characidium fasciatum</i> | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Cyphocharax modestus</i> | 20 | - | - | 26,1 | 64 | - | - | - | - | - |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | 6 | 4 | 4 | - | - | - | 4 | 4 | 4 | - |
| <i>Phalloceros reisi</i> | 33 | - | - | - | 4 | - | - | - | - | - |
| <i>Gymnotus carapo</i> | 9 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> | 7 | 13,69 | 9 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Synbranchus marmoratus</i> | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Crenicichla britskii</i> | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

A disponibilidade de itens alóctones aumenta com a presença de vegetação ripária (OLIVEIRA & BENNEMANN, 2005; BARILI *et al.*, 2011) e está diretamente associada com o grau de integridade do ecossistema terrestre marginal (KAWAGUCHI & NAKANO, 2001). Itens alóctones são mais consumidos em riachos preservados e contribuem para a estabilidade de consumidores (FARIA & COSTA, 2010), evitando ainda que possíveis extinções ocorram.

A composição da dieta das espécies estudadas mostrou um grande consumo de artrópodes autóctones, principalmente dípteros da família Chironomidae. A ingestão de grandes quantidades de organismos dessas famílias pode ser explicada pela degradação ambiental, uma vez que larvas de diptera (principalmente Chironomidae), tolerantes e facilmente adaptáveis a condições extremas, são comuns em ambientes impactados (BONATO *et al.*, 2012).

O item alimentar “sedimento” foi o mais representativo na dieta dos espécimes coletados (Figura 6). Junto com os itens alóctones, os sedimentos da margem dos riachos são carregados para dentro dos sistemas aquáticos (FINOTO, 2013), principalmente quando há pouca vegetação ripária nas margens que sirva como ponto de amortecimento, podendo resultar em uma maior transferência de sedimento para o ambiente aquático e afetando, consequentemente, a dinâmica e o funcionamento de todo o ecossistema (MORMUEL *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2012). Desta forma, a ingestão de sedimentos na dieta das espécies pode ser accidental, durante o forrageamento do substrato em busca de itens alimentares (FINOTO, 2013).

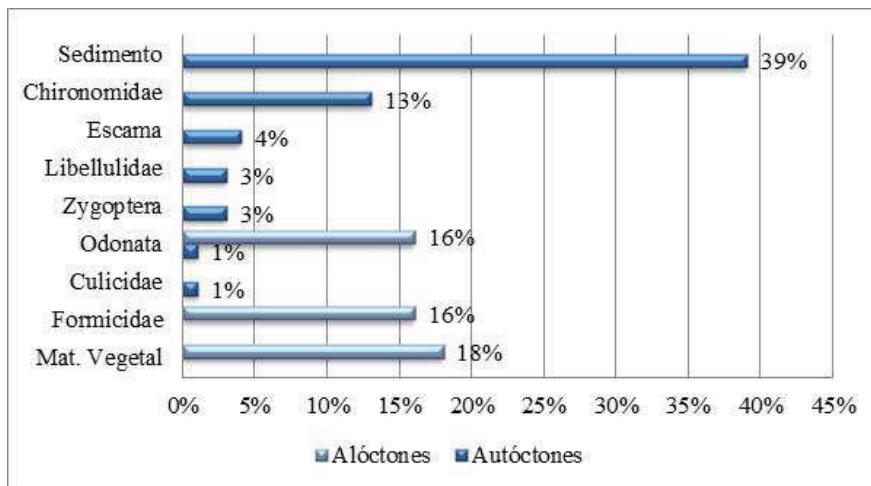


Figura 6. Percentual da participação de cada item dentre as espécies estudadas.

A partir da análise de cluster realizada com os dados da dieta, as sete espécies que apresentaram conteúdos estomacais foram separadas em três grupos. O primeiro grupo é formado pelas espécies *H. malabaricus* e *G. brasiliensis*, onde a similaridade da dieta se dá pelo consumo de invertebrados, predominando insetos. O segundo grupo inclui a espécies *A. altiparanae*, *G. carapo* e *A. fasciatus*. Esse grupo inclui apenas espécies com dietas mais diversificadas sendo consideradas onívoras. O terceiro grupo é formado por duas espécies detritívoras: *P. reisi* e *C. modestus*. A dieta de *P. reisi* diferiu daquela de *C. modestus* na menor porção de material vegetal e maior de sedimentos (Figura 7).

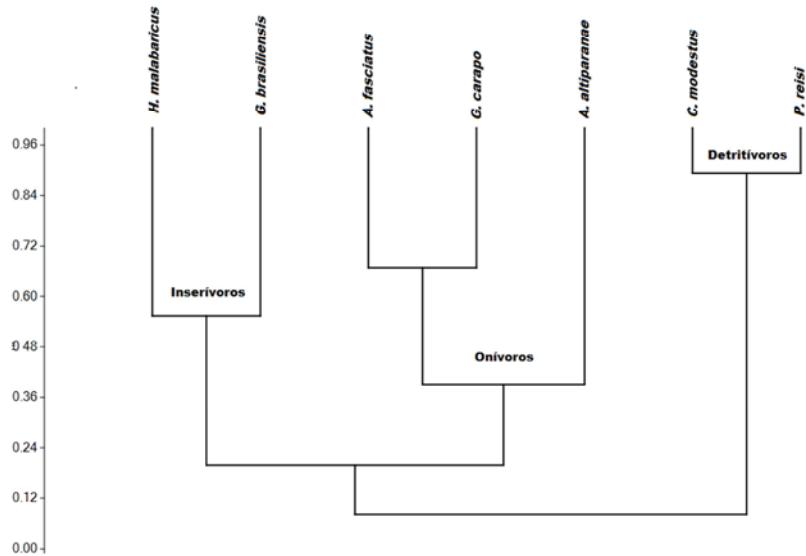


Figura 7. Dendrograma de similaridade resultante da análise de agrupamento das frequências de ocorrência dos itens alimentares da dieta da assembleia de peixes do córrego da Campininha, São Paulo, Brasil. Coeficiente de Correlação Cofenético 0, 83.

Referências bibliográficas

- ABELHA, M.C.F.; Agostinho, A.A. & Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Revista Acta Scientiarum Biological Sciences** 23(2): 425-434.
- BARILI, E., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. & LATINI, J.D. 2011. **The coexistence of fishes species in streams: relationships between assemblage attributes and trophic and environmental variables.** Environmental Biology of Fishes, 92(1): 41-52.
- BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. **"As Relações Entre as Matas Ciliares os rios e os Peixes"** Pp.187-207. In: Rodrigues, R. R. & Leitão filho, H.F. 2000. Matas Ciliares: Conservação e recuperação. Edusp, São Paulo, 320p, 2.000.
- BIOMÉTRICA. 2012. Plano de Manejo 6.2.2.3.3. **Ictiofauna**, pg 84.
- BONATO, K. O., DELARIVA, R. L., & Silva, J. C. da. (2012). **Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil.** Zoologia, 29(1), 27–38.
- BUCKUP, P.A. ; MENEZES, N.A .; GHAZZI , M.S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil.** Rio de Janeiro: Museu Nacional . 195 p.
- CARNAÚBA DA COSTA TERRA, LUCLÉCIA, SABINO, JOSÉ. **Composição da ictiofauna de dois rios, com diferentes graus de conservação, na bacia do rio formoso, município de bonito, mato grosso do sul, Brasil.** Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde [online] 2007, 11 (Abril-Sinmes): [Date of reference: 3 / septiembre / 2015] Available in:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26012838005>> ISSN 1415-6938
- CASTRO, R.M.C.; MENEZES, N.A. 1998. **Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo.** In: CASTRO, R.M.C. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX, 6 vertebrados. São Paulo: Winner Graph e FAPESP .p. 1-13.
- COSTA, F.N. **Estudo taxonômico das espécies de peixes de água doce da bacia do rio Pojuca, Bahia, Brasil.** 2012. Universidade Federal Da Bahia Instituto De Biologia, p. 88.
- DAJOZ R. **Princípios de Ecologia.** Porto Alegre: Artmed; 2005.
- FARIA, L.D.B. & COSTA, M.I.S. 2010. **Omnivorous food web, prey preference and allochthonous nutrient input.** Ecological Complexity, 7(1): 107-114.
- FERREIRA, A., De Paula, F. R., FERRAZ, S. F. de B., GERHARD, P., KASHIWAQUI, E. A. L., CYRINO, J. E. P., & MARTINELLI, L. A. (2012). **Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams.** Ecology of Freshwater Fish, 21(1), 12–22. Freshw. Fish15(3):284-290.
- FERREIRA, C. P. e CASATTI, L. 2006. **Integridade biótica de um córrego na Bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes.** Biota Neotropica, Campinas, 6(3): 1-25.
- FINOTO, L.V. 2013. **Peixes como bioindicadores: influência da integridade ambiental na biologia alimentar e reprodutiva de *Astyanax altiparanae* na bacia do rio Ivinhema, alto rio Paraná.** UEMS, Dourados, p. 48 (Tese de Mestrado).
- FLORES-LOPES, F.; CETRA, M.; MALABARBA, L. R. **Utilização de índices ecológicos em assembléias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento.** Biota Neotropica, v.10, n. 4, p. 183-193, 2010

MORMUEL, R. P.; RESSINATTE-JUNIOR, S. P.; VIEIRA, L. A.; MONKOLSKI, A.; POVH, E. B. **Caracterização das condições ambientais de um rio neotropical a partir da densidade, composição e riqueza de taxa de invertebrados bênticos.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 31, n. 4, p. 379-386, 2009.

MOYLE, P.B & CECH JR., J.J. 2000. **Fishes: An introduction to Ichthyology 4^a ed.** Prentice Hall, Inc.

OLIVEIRA, D.C. & BENNEMANN, S.T. 2005. **Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil.** Biota Neotropica, 5(1): 95-107.

OLIVEIRA M.P. & TEJERINA-GARRO F.L. 2010. **Distribuição e estrutura das assembleias de peixes em um rio sob influência antropogênica, localizado no alto da bacia do rio Paraná - Brasil Central.** Boletim do Instituto de Pesca 36 (3):185-195.

PUSEY, B.J.; ARTHINGTON, A.H. 2003. **Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review.** Marine and Freshwater Research Australia, 54(1): 1-16.

SARMENTO-SOARES, L.M. & MARTINS, R.F.P. 2013. **A fauna de peixes na REBIO Córrego Grande e seu entorno direto, Espírito Santo, Brasil.**

SMITH, W. S.; PETRERE JR, M.; BARRELLA, V. **Fish, Sorocaba River, subbasin, state of, São Paulo, Brazil.** Check List, Rio Claro, v. 3, n. 3. 2.007.

SMITH, W. S.; PETRERE JR., M.; BARRELA, W. **The fish community of the Sorocaba River Basin in different habitats (State of São Paulo, Brazil).** Braz. J.Biol, v.69, n.4. 2.009.

SMITH, W. S.; PETRERE, M., JR. **Fish, Itupararanga Reservoir, Sorocaba River Drainage, São Paulo, Brazil.** CheckList 3(2): 131-136, 2.007.

SMITH, W. S.; PETRERE, M., JR. **Fish, Itupararanga Reservoir, Sorocaba River Drainage, São Paulo, Brazil.** CheckList 3(2): 131-136, 2.007.

STEFANI, M.S. & SMITH, W.S. **A ictiofauna do rio Tatui, SP, Brasil sob influência de impactos ambientais.** Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2014, 18(2): 43-52.

WETLAND SCIENCE INSTITUTE 2003. **Fish Assemblage as indicators of the biological condition of streams and watersheds.** Technical note, USA. 43p.

CAPÍTULO 13

Herpetofauna do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade

Cleiton Ferreira da Silva¹, Fernanda Dias da Silva¹, Viviane Munhoz de Souza¹ e Welber Senteio Smith^{1,2,3,4}

¹ Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP)

² Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil.

³ Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, Prefeitura de Sorocaba.

⁴ Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP).

Resumo

Apesar da herpetofauna do estado de São Paulo ser considerada a mais conhecida do Brasil e contribuir com inúmeros inventários e áreas amostradas sobre a diversidade de espécies existentes, ainda existem lacunas de conhecimentos, principalmente em áreas que apresentem florestas estacionais semideciduais do bioma Mata Atlântica juntamente com formações do domínio Cerrado. No presente momento, este bioma situa-se em estado crítico de preservação e sua cobertura vegetal original está sendo reduzida de forma cada vez mais rápida, evidenciado um dos ecossistemas mais ricos e ameaçados do planeta e área prioritária para que se consiga desenvolver políticas efetivas de conservação da biodiversidade. Por apresentar características geomorfológicas assim como parâmetros climatológicos extremamente heterogêneos em toda a sua amplitude, o Domínio Mata Atlântica e Cerrado possibilita condições propícias para o desenvolvimento de uma fauna excepcionalmente rica em espécies endêmicas. Dentro do quadro de endemismo estão os anfíbios e répteis, que apesar de obter uma grande variedade de espécies endêmicas, ainda é escasso o conhecimento a respeito da diversidade desses grupos nesses dois biomas. O empenho extremo de pesquisadores nas últimas décadas contribuiu por revelar novas espécies originárias de fragmentos florestais próximos a áreas urbanas. O grupo dos répteis inclui predadores de níveis tróficos superiores, como os crocodilianos e algumas serpentes, além de diversos outros animais inseridos em outras posições da cadeia alimentar (serpente, lagartos e testudines). O papel dos répteis como bioindicadores de alterações ambientais não está demonstrado tão definitivamente como no caso dos anfíbios, um grupo mais uniforme em termos de características úteis para bioindicação.

Introdução

A herpetofauna estuda duas classes distintas de animais vertebrados: os anfíbios e os répteis. Os anfíbios são divididos em três ordens diferentes: *Gymnophiona* (cecílias), *Anura* (pererecas, rãs e sapos) e *Caudata* (salamandras e tritões); já os répteis são divididos em quatro ordens: *Chelonia* ou *Testudines* (cágados, jabutis e tartarugas), *Crocodylia* (crocodilos, gaviais e jacarés), *Squamata* (anfisbenas, lacertílios e serpentes) e *Rincocephalia* (tuataras) (BERNARDE, 2012). Apesar de serem classes distintas, alguns aspectos biológicos se complementam e permitem aos pesquisadores utilizarem a mesma metodologia de estudo em ambas às classes (CASTANHO *et al.*, 2014).

Atualmente são conhecidos no mundo 7.410 espécies de anfíbios (FROST *et al.*, 2015) e 10.038 espécies de répteis (UETZ & HOŠEK, 2015). A América do Sul apresenta uma enorme biodiversidade, em consequência, a sua variedade de ambientes apresenta uma das mais ricas herpetofaunas do mundo. Desta, o Brasil ocupa o segundo lugar e conta com 13,8% das espécies de anfíbios catalogadas no mundo e 7,5% espécies das répteis registradas no mundo (BERNILS *et al.*, 2012). No estado de São Paulo o número de espécies de anfíbios registrados chega a 236, enquanto na cidade de Sorocaba esse número reduz para 23 espécies catalogadas (CASTANHO *et al.*, 2014). Já os répteis no estado de São Paulo chega a 212 espécies catalogadas e na cidade de Sorocaba esse número reduz para 49 espécies (ZAHER *et al.*, 2011; CASTANHO *et al.*, 2014).

Apesar da alta porcentagem em biodiversidade, o conhecimento sobre a fauna brasileira de herpetofauna é incipiente devido à enorme variedade de habitats e a carência de trabalhos voltados na área (ALMEIDA, 2011; MARTINS & MOLINA, 2014). Essa carência pode ser explicada pelo declínio das espécies, uma consequência trazida pela constante destruição do habitat natural dos animais (CONDEZ *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2010).

Como a perda ou modificação de habitats provoca um impacto imediato para a fauna local, é de extrema importância à criação de Leis que preservem o habitat natural desses animais, já que eles são considerados bioindicadores de qualidade ambiental (GALETTI *et al.*, 2010; MARQUES *et al.*, 2010). Os anuros, por exemplo, são animais extremamente suscetíveis às alterações ambientais devido às diversas características morfológicas, fisiológicas, do ciclo de vida com estágios aquáticos e terrestres, dentre outros fatores (VERDADE & CRUCIO, 2010).

Além das características biológicas, a interação nas comunidades que estão inseridas demonstra a sensibilidade dos anfíbios às mudanças ambientais (BORGES *et al.*, 2007; VERDADE & CRUCIO, 2010). Já alguns ofídios, por exemplo, apresentam uma necessidade de micro-habitats preservados, tornando a Unidade de Conservação (UC) e as Áreas de Preservação Permanente essenciais fontes de preservação de espécies endêmicas para o país (MARQUES *et al.*, 2010).

Materiais e métodos

Área de estudo

A área de estudo fica localizada no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (23° 23'S e 47° 29'W), no município de Sorocaba, no Estado de São Paulo, nas proximidades da Rodovia Castelo Branco km 92, próximo ao Parque Tecnológico e o Complexo Industrial da Toyota.

O Parque da Biodiversidade tem como intuito preservar recursos naturais e biodiversidade. A cidade de Sorocaba nas ultimas décadas aumentou gradativamente a criação de parques e praças. A criação do PNMCBio, além de ser uma compensação ambiental, trata-se da primeira Unidade de Conservação implantada na cidade, contando com 60,5 hectares (JUNIOR-MOTA *et al*, 2014).

Coleta de dados para anuros e répteis

No período de março de 2014 a agosto de 2015, foram realizadas buscas ativas diurnas e noturnas, totalizando um esforço amostral de 310 horas; a armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) (CHECIN & MATINS, 2000) por sua vez apresentou 4.320 horas, permanecendo aberto por 15 dias consecutivos, sendo vistoriado uma vez ao dia. A coleta de dados ocorreu através de procura ativa, inspecionando troncos caídos, locais abrigados sob pedras, vegetação aquática e outros possíveis sítios utilizados como abrigos por répteis e anfíbios (VANZOLINI *et al.*, 1980; ZANELLA e CECHIN, 2006).

Já a busca aural em transecções (*sensu* Conte & Rossa-Feres 2007) foi realizada em transecções de 100 metros delimitada no interior da floresta em uma caminhada lenta, sendo identificados e quantificados os indivíduos que vocalizaram distantes de corpos d'água, ou que foram avistados em deslocamento ou descanso, dentro de um limite máximo de dois metros para cada lado da transecção.

Foi utilizada uma combinação de métodos diretos e indiretos para melhores resultados, isto é, além da busca ativa e aural, houve a instalação de armadilhas de interceptação e queda com cerca-guia (CECHIN *et al*, 2011). A área total do parque foi dividida em quatro para a instalação das armadilhas de interceptação e queda e, em oito pontos, para coleta de anuros como: mina, brejinho, brejão, lago e pedra fundamental (Tabela 1).

Tabela 1: Pontos de amostragem de espécimes no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba, SP. *(Busca Ativa=BA; Pitfall=PF; Amostragem para anuros=* ; Amostragem de pitfall=‐).

| Postos de Amostragem | Latitude | Longitude | Elevação |
|----------------------|---------------|---------------|----------|
| Mina* | 23°23'18.71"S | 47°29'8.26"O | 583 m |
| Brejinho* | 23°23'21.65"S | 47°29'17.55"O | 570 m |
| Brejão* | 23°23'35.54"S | 47°29'17.09"O | 573 m |
| Lago* | 23°23'47.42"S | 47°28'59.01"O | 577 m |
| Mina** | 23°23'18.71"S | 47°29'8.26"O | 583 m |
| Pedra Fundamental** | 23°23'32.60"S | 47°29'0.32" O | 615 m |
| Lago** | 23°23'47.42"S | 47°28'59.01"O | 577 m |

Análise de dados

A identificação dos anuros foi feita através da vocalização produzida pelos machos e por medidas morfométricas do corpo do indivíduo, sendo que para identificação somente por vocalização utilizou-se o Guia Interativo dos Anfíbios Anuros da Mata Atlântica (TOLEDO & HADDAD). Já os répteis, a identificação foi realizada através do número e da forma de escama que esses animais possuem, pois essa é uma das principais características para a identificação de grupos taxonômicos (BERNARDE, 2012).

Além disso, para as serpentes como não houve necessidade de promover uma identificação através da dentição, para identificação da captura da busca ativa foi usado o reconhecimento de peçonhenta pela presença da fosseta loreal, uma característica da família dos viperídeos (MARQUES et al, 2005 ; BERNARDE, 2012). Para a coleta por terceiros utilizou-se registro de fotos feito pelos mesmos, e a confirmação de todos os indivíduos foi feita pelo Herpetólogo do Instituto Butantan, Giuseppe Puerto.

Resultados e discussão

As expectativas catalogadas no Parque Municipal Corredores da Biodiversidade foram equivalente a dezessete espécies de anuros, pertencentes a sete gêneros, distribuídos em três famílias (Bufonidae, Hylidae e Leptodactylidae). Já para répteis houve uma incidência de nove espécies de Squamatas, dois lacertílios pertencentes a dois gêneros e duas famílias (Scincidae e Teiidae) e sete pertencentes a sete gêneros e distribuídos em três famílias (Colubridae, Dipsadidae e Viperidae). Na família Bufonidae dos anfíbios, Dipsadidae foi a que se mostrou mais rica em diversidade, contando com cinco das sete espécies inventariadas (Tabela 2).

Tabela 2: Lista de espécies inventariadas no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil. (Método: PV=Busca Ativa/Procura Visual; ET= Encontro por Terceiros; PM=Plano de Manejo, AIQ=Armadilha de Intercepção e Queda; PA= Procura Auditiva).

| Ordem | Família/Espécie | Nome popular | Metodologia |
|------------------|--|-----------------------|-------------|
| Anuros | | | |
| Bufonidae | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> (Norman, 1994) | Sapo-Cururu | AIQ, PV |
| | <i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1924) | Sapo-Cururu | AIQ, PV |
| | <i>Rhinella schneideri</i> (Spix, 1924) | Cururuzinho | PV |
| Hylidae | | | |
| | <i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872) | Pererequinha-do-brejo | PV, PA |
| | <i>Dendropsophus nanus</i> (Peters, 1872) | Pererequinha-do-brejo | PV, PA |
| | <i>Dendropsophus sanborni</i> (Schimidt, 1944) | Pererequinha-do-brejo | PV, PA |
| | <i>Hypsiboas albopunctatus</i> (Spix, 1824) | Perereca-Cabrinha | PV, PA |
| | <i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | Sapo-Ferreiro | PA |

| | | |
|--|----------------------|-------------|
| <i>Itapotihyla langsdorffii</i> (Duméril & Bibron, 1841) | Perereca-Castanhola | PA |
| <i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925) | Perereca-de-Banheiro | PV, PA |
| <i>Scinax gr. perereca</i> (Pombal, Haddad and Kasahara, 1995) | Perereca-de-Banheiro | PF |
| Leptodactylidae | | |
| <i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799) | Rã-Assobiadora | PV, PA |
| <i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824) | Rã-Marrom | AIQ |
| <i>Leptodactylus notoakites</i> (Heyer, 1978) | Rã-Gota | AIQ, PA |
| <i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826) | Rã-Cachorro | AIQ, PA, PV |
| <i>Physalaemus olfersii</i> (Lichtenstein & Martens, 1856) | Rã-Bugio | PV, PA |
| Squamata | | |
| Diploglossidae | | |
| <i>Ophiodes striatus</i> (Spix, 1825) | Lagarto-de-Vidro | ET |
| Scincidae | | |
| <i>Notomabuya frenata</i> (Cope, 1862) | Mabuya | AIQ |
| Teiidae | | |
| <i>Salvator merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839) | Teiú | PV |
| Colubridae | | |
| <i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758) | Caninana | ET |
| Dipsadidae | | |
| <i>Erythrolamprus poecilogyrus</i> (Wied, 1825) | Cobra-de-Capim | ET |
| <i>Oxyrhopus guibei</i> (Roge & Romano, 1978) | Falsa-Coral | PV, ET |
| <i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823) | Cobra-Cipó-Verde | ET |
| <i>Sibynomorphus mikanii</i> (Laurenti, 1768) | Dormideira | PM |
| Viperidae | | |
| <i>Bothrops jararaca</i> (Wied, 1824) | Jararaca | PV, ET |
| <i>Crotalus durissus terrificus</i> (Laurenti, 1768) | Cascavel | PV |

As espécies mais capturadas na armadilha de interceptação e queda (*pitfalls*) foram indivíduos do gênero *Rhinella*, principalmente as espécies *R.icterica* e *R.ornata*, mostrando uma grande abundância desse gênero. Já o gênero *Leptodactylus* e *Physalaemus* houve algumas capturas pelo *pitfall* e foi possível fazer seu registro por meio de vocalização dos machos. Por outro lado, o gênero *Dendropsophus*, *Hypsiboas*, *Itapotihyla* e *Scinax* não foram capturados pelo *pitfall*, havendo seu registro somente por meio da vocalização dos machos.

Das espécies inventariadas de anfíbios, a maioria dos gêneros (*Dendropsophus*, *Hypsiboas*, *Itapotihyla* e *Scinax*) apresenta hábitos de vegetação arbustiva ou herbácea, estando localizada às margens

de lagoas e brejos. Os gêneros *Leptodactylus* e *Physalaemus*, por sua vez, apresentam hábitos mais subterrâneos, os machos geralmente vocalizam na entrada ou no interior da sua toca. Já o gênero *Rhinella*, que obteve maior incidência de captura, apresenta hábitos terrestres podendo sobreviver por mais tempo longe da água, uma vez que sua pele é mais grossa e evita a perda excessiva de água (BERNARDE, 2012; TOLEDO & HADDAD, 2013).

As espécies de répteis foram registradas tanto por meio dos pitfalls, como por procura visual e encontro por terceiros. Dos lacertílios, o único que foi avistado nas trilhas foi o *Salvator merianae* enquanto o *Notomabuya frenata* foi capturado pelas armadilhas de interceptação e queda. Já as serpentes, apenas três foram inventariadas através da procura visual, uma pertencente a família Dipsadidae (*Oxyrhopus guibei*) e duas pertencentes a família Viperidae (*Bothrops jararaca* e *Crotalus durissus terrificus*), sendo as duas ultimas consideradas espécies de grande interesse médico por se tratarem de serpentes peçonhentas (GALETTI *et al.*, 2010; BERNARDE, 2012).

As demais espécies de serpentes representantes da família Colubridae e Dipsadidae se tratam de espécies que não apresentam interesse médico, dessa forma, não apresentam nenhum risco ao homem. Das espécies inventariadas, encontramos tanto aquelas terrícolas, como arborícolas de hábitos diurnos, crepusculares e noturnos e cujas dietas alimentares variam entre anuros, aves, mamíferos e lagartos (CONDEZ, 2009; ALEGRETTI & FLYNN, 2012; BERNARDE, 2012).

A ocorrência de espécies de anuros e serpentes dos mais variados habitats vegetais evidencia o fato de ambas as classes apresentarem uma ampla distribuição geográfica e serem encontrados nas mais variadas regiões do Brasil (BERTOLUCI *et al.*, 2009; CONDEZ, 2009; ALEGRETTI & FLYNN, 2012). Segundo Bernarde (2012), os fatores que mais influenciaram a atividade dos anfíbios e répteis são a precipitação e a temperatura, explicando a ocorrência do maior número de capturas terem ocorrido em épocas chuvosas (Figura 1).

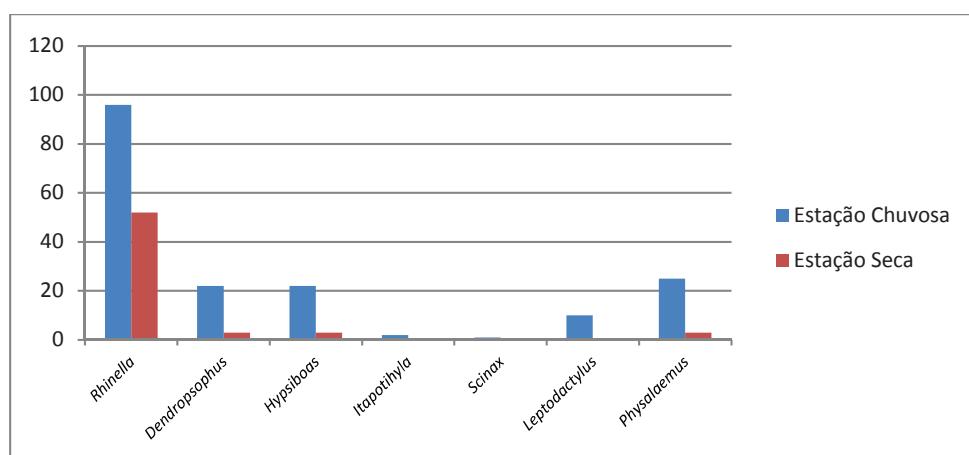


Figura 1. Abundância dos anfíbios inventariados na estação chuvosa e seca de acordo com o gênero.

Para serpentes o índice de espécies encontradas na época chuvosa também foi muito maior do que o encontrado na época de seca (Figura 2). Segundo Bernarde (2012), isso pode ser explicado por se tratarem de animais ectodérmicos, que regulam a temperatura do corpo de acordo com a temperatura do ambiente, ficando, portanto mais ativos na época chuvosa, na qual a temperatura do ambiente encontra-se maior.

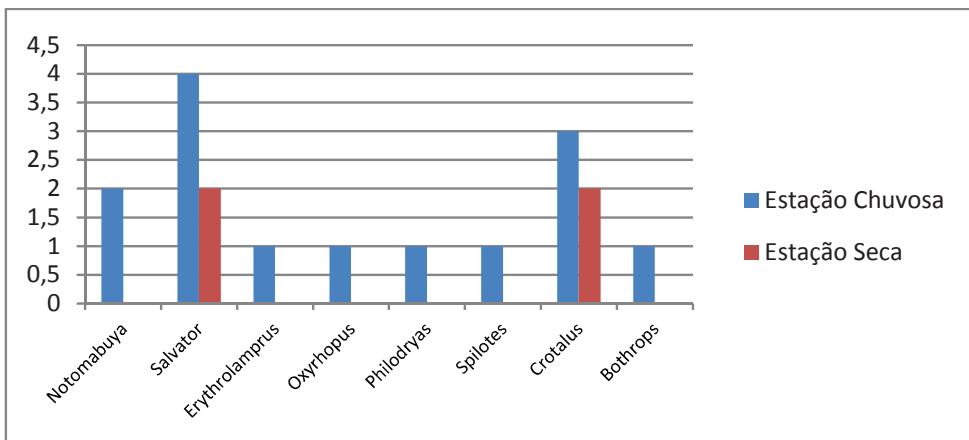


Figura 2. Abundância dos répteis inventariados na estação chuvosa e seca de acordo com o gênero.

Das espécies de répteis encontradas, vale ressaltar a importância dos gêneros *Bothrops* e *Crotalus*, que se tratam de serpentes peçonhentas (SILVA et al, 2009). Segundo Mota et al (2011) a *Bothrops jararaca* é a espécie mais representada do gênero *Bothrops* e a principal causadora do acidente brotópico, representando 90% dos acidentes ofídicos e uma letalidade de 0,3% nas vítimas. Segundo Floriano et al (2009) a *Crotalus durissus terrificus* é a causadora dos acidentes crotálicos, que representam 7,7% dos acidentes ofídicos com uma letalidade de 1,87%, considerado o mais grave dos quadros clínicos, sendo fatal quando o tratamento específico é feito de forma rápida.

Nenhuma das espécies inventariadas no local de estudo encontra-se na lista das espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção (IBAMA, 2015). Além disso, as espécies registradas mostram-se generalistas e frequentes em ambientes cujo fator antrópico esteja acentuado (VANZOLANI et al, 1980; ZAHER et al, 2011; ALEGRETTI & FLYNN, 2012) (Figura 3). Dentro deste cenário, o inventário de herpetofauna realizado no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade tende a fornecer dados primários que possam direcionar futuros estudos hepatológicos no parque, em seu entorno ou até mesmo na região.



Figura 3. Espécies inventariadas no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade. (A - *Dentropsophus nanus*; B - *Physalaemus cuvieri*; C - *Physalaemus sp.*; D – *Crotalus durissus terrificus*; E - *Notomabuya frenata*)

Referências bibliográficas

ALEGRETTI, L., FLYNN, M.N. Levantamento secundário do estado atual da herpetofauna na região de Sorocaba, SP. Rev. Inter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade. 2012; 5 (2): 122-134

BERNARDE, P.S. Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira. Curitiba: Anolis Books, 2012. 320 pg.

BÉRNILS, R. S. e H. C. Costa (org.). 2012. Répteis brasileiros: Lista de espécies. Versão 2012.1. [acesso 11 ago 2015]. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Sociedade Brasileira de Herpetologia.

BERTOLUCI, J., CANELAS M.A.S., EISEMBERG C.C., PALMUTI C. F. S. & MONTINGELLI G. G. Herpetofauna da Estação Ambiental de Peti, um fragmento de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. Biota neotrop. 24 Fevereiro 2009; vol. 9, 148- 155

BORGES-MARTINS, M., COLOMBO, P., ZANK, C., BECKER, F.G. & MELO, M.T.Q. 2007. Anfíbios. In Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiaçais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. (F.G. Becker, R.A. Ramos & L.A. Moura, orgs.). Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, 276-291.

CECHIN, S. Z. & M. MARTINS.2000. Eficiência de armadilhas de queda (pitfalltraps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. Revta bras. Zool. 17(3): 729-740. 2000. Disponível em: Acessado no dia 27/02/2015.

CONDEZ, T.H, SAWAYA, R.J. & DIXO, M. 2009. Herpetofauna dos remanescentes de Mata Atlântica da região de Tapiraí e Piedade, SP, sudeste do Brasil. Biota Neotrop. 2009; 9(1): 01-29

CONTE, C. E. & Rossa-Feres, D.C. 2007. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um re-

- manescente de Floresta de Araucária dp Paraná. Revista Brasileira de Zoologia. Vol. 24(4): 1025-1037.
- FORLANI, M.C., BERNARDO, P.H., HADDAD, C.B.F. & ZAHER, H. Herpetofauna do Parque Estadual. Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. Biota Neotrop. 2010; 10(3): 265-309
- FROST, D. R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 [acesso 11 ago 2015]. Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- GALETTI, M., PARDINI, R., DUARTE, J.M.B., SILVA, V.M.F., ROSSI, A. & PERES, C.A. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. Biota Neotrop. 2010; 10(4): 47-52
- IBAMA. Planilha de espécies ameaçadas de extinção. Lista 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>> Acessado em: 17/09/2015
- MARQUES, O.A.V., NOGUEIRA, C., MARTINS, M. & SAWAYA, R.J. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre os répteis brasileiros. Biota Neotrop. 2010; 10(4): 59-41
- MOTTA, Y. P. Quantificação de citocinas na intoxicação experimental com veneno de *Crotalusdurus-susterrificus* e *Bothropoides jararaca* em ratos Wistar tratados com soroterapia e *Mikaniaglomerata* / Yudney Pereira da Motta. –Botucatu : [s.n.], 2011
- CASTANHO, L.M., SILVA, F.R., CAMARGO, P. & MENDES, C.V.M. Biodiversidade do Município de Sorocaba. 1ªed. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014.
- SILVA, R.M.L., MISE, Y.F., SILVA, L.L.C., ULLOA, J., HAMDAN, B., BRAZIL, T.K. Serpentes de importância médica do nordeste do Brasil. Gazeta Médica da Bahia 2009; 79(1): 7-20
- UETZ, P. e HOŠEK, J. (2015). The Reptile Database. [acesso 11 ago 2015]. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/db-info/SpeciesStat.html>
- VANZOLINI, P.E. , RAMOS-COSTA, A. M. M.; VITT, L. J. Répteis das Caatingas. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1980.
- VERDADE, V. K., DIXO M. & CURCIO F. F. Risks of Extinction of Frogs and Toads as a Result of Environmental Changes. Estud. Av. 26 de Fevereiro de 2010; vol.24; 161-172.
- ZAHER, H., BARBO, F.E., MARTÍNEZ, P.S., NOGUEIRA, C., RODRIGUES, M.T. & SAWAYA R.J. Répteis do Estado de São Paulo: conhecimento atual e perspectivas. Biota Neotrop. 2011; 11(1a): 67-81.
- ZANELLA, N.; CECHIN, S. Z. Taxocenose de serpentes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, n. 1, p. 211-217, 2006.

Capítulo 14

Avifauna do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba (PNMCCBio)

Lucas Andrei Campos-Silva¹; Dorca Ferreira²; Álvaro Fernando de Almeida³; Augusto João Piratelli⁴; Maristela Camolesi⁵; Luciano Bonatti Regalado⁶ & Welber Senteio Smith^{2,7,8}

¹COAVES - Clube de Observadores de Aves de Sorocaba - andrei.10@hotmail.com

²Universidade Paulista - UNIP, Câmpus Sorocaba, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional

³Biométrica - Avaliações Biológicas e Manejo Ambiental

⁴UFSCar Câmpus Sorocaba, Departamento de Ciências Ambientais

⁵UFSCar Câmpus Sorocaba, Laboratório de Ecologia e Conservação (LECO)

⁶ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Floresta Nacional de Ipanema

⁷Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Sorocaba

⁸Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil.; Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP); Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

Resumo

Foi listado para o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba (PNMCCBio) um total de 128 espécies de aves, de 20 ordens e 44 famílias, provindas de estudos e atividades de observação de aves, o qual representa cerca de 46% das espécies registradas no município de Sorocaba. A maioria destas espécies possui baixa sensibilidade a distúrbios ambientais e quatro delas são consideradas como quase ameaçadas a nível estadual. Percebe-se que, por se tratar de um parque fundado recentemente, ainda são poucos os trabalhos realizados com aves e mais espécies poderão ainda ser acrescidas.

Introdução

As aves são organismos conspícuos por suas cores e vocalizações, e desempenham importantes processos ecológicos, sendo que alguns destes processos naturais beneficiam os seres humanos (serviços ecossistêmicos), como polinização, dispersão de sementes, controle de roedores e insetos, entre outros (WHELAN *et al.*, 2008; WENNY *et al.*, 2011). Por ser um grupo com distintas exigências ecológicas, algumas aves podem ser utilizadas como indicadores ambientais, já que são sensíveis às mudanças na composição e estruturas dos habitats (PIRATELLI *et al.*, 2008; SACCO *et al.*, 2013).

O Estado de São Paulo possui uma rica avifauna, com cerca de 793 espécies (SILVEIRA & UEZU, 2011); no entanto, vem sofrendo com degradação de suas florestas e outras formações naturais, sendo essas as principais ameaças para a avifauna no estado (SILVEIRA *et al.*, 2009). Entre os diversos fatores antrópicos que ocasionam estas modificações nos ambientes naturais está o processo de urbanização (SILVEIRA *et al.*, 2009). O processo de urbanização causa mudanças na estrutura das comunidades biológicas, alterando a sua composição e diversidade, no geral implicando em uma homogeneização (MCKINNEY, 2006; CRUZ *et al.*, 2013; SACCO; BERGMANN & RUI, 2013; MYCZKO *et al.*, 2014).

Apesar disso, os remanescentes naturais situados nos perímetros urbanos, tais como parques naturais e demais áreas verdes, podem manter uma parcela significativa da biodiversidade original (CARBÓ-RAMIREZ & ZURIA, 2011), servindo como áreas de refúgios importantes para a avifauna. No entanto, isto dependerá de alguns fatores, tais como estrutura da vegetação, graus de isolamento e perturbação antrópica, entre outros (CARBÓ-RAMIREZ & ZURIA, 2011). Os estudos em parques urbanos e demais áreas verdes têm crescido recentemente e auxiliado no entendimento de importantes questões envolvendo os ecossistemas urbanos e a avifauna (HU & CARDOSO, 2010; CARBÓ-RAMIREZ & ZURIA, 2011; VASCONCELOS *et al.*, 2013). As espécies de aves situadas nos perímetros urbanos se caracterizam por possuírem menor exigência ecológica e serem menos sensíveis a distúrbios ambientais. Ações, como por exemplo, o aumento da conectividade dos fragmentos e a restauração ambiental destas áreas, podem ser estratégias importantes para o aporte de espécies com exigências ecológicas mais específicas (PIRATELLI *et al.*, 2014).

Material e métodos

Com o intuito de auxiliar e promover futuras pesquisas no PNMCBio, elaborou-se aqui uma lista das espécies de aves do parque. Os trabalhos realizados até então e que nortearam a lista apresentada são: Plano de Manejo do PNMCBio (BIOMÉTRICA, 2012); quatro atividades de observação de aves desenvolvidas pelo Clube de Observadores de Aves de Sorocaba, sendo uma atividade noturna (COAVES, 2014a, 2014b, 2015); estudo desenvolvido por Ferreira e Smith (FERREIRA & SMITH, dados não publicados) e lista preliminar do estudo atualmente desenvolvido por Camolesi e Piratelli (CAMOLESI & PIRATELLI, dados não publicados).

A nomenclatura aqui utilizada para as espécies de aves seguiu a 11^a edição da Lista das Aves do Brasil do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2014). Para os dados de grau de risco de extinção foram utilizadas as seguintes fontes: Lista Vermelha da IUCN (IUCN, 2015), Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014) e Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Estado de São Paulo (BRESSAN *et al.*, 2009). As espécies de aves foram também classificadas de acordo com a sensibilidade a distúrbios ambientais, segundo Stotz *et al.* (1996).

Resultados e discussão

A partir da compilação destes estudos e atividades de observação de aves, verificou-se que o PNMCBio possui registrado até o momento 128 espécies, distribuídas em 20 ordens e 44 famílias, sendo a ordem dos passeriformes a mais representativa, com 58,6% das espécies identificadas (Tabela 1). Este total representa 16% das espécies de aves do Estado de São Paulo (SILVEIRA & UEZU, 2011) e 45,71% das espécies da cidade de Sorocaba (PIRATELLI *et al.*, 2014).

Tabela 1. Lista das espécies de aves do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba (PNMCCBio).

IUCN: PP = pouco preocupante; EN = em perigo; VU = vulnerável (IUCN, 2015).

MMA: AM = ameaçado; NA = não ameaçado (MMA, 2014).

SP: NA = não ameaçado; QA = quase ameaçado; CP = criticamente em perigo; DD = dados deficientes; VU = vulnerável; X* = exótica (BRESSAN; KIERULFF; SUGIEDA, 2009).

SEN (Sensibilidade): B = baixa; M = média; A = alta sensibilidade ambiental (STOTZ *et al.*, 1996).

| NOME DO TÁXON | NOME COMUM | NOME EM INGLÊS | IUCN | MMA | SP | SEN |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|------|-----|----|-----|
| Tinamiformes | | | | | | |
| Tinamidae | | | | | | |
| <i>Crypturellus parvirostris</i> | inhambu-chororó | Small-billed Tinamou | PP | NA | NA | B |
| Anseriformes | | | | | | |
| Anatidae | | | | | | |
| <i>Dendrocygna viduata</i> | irerê | White-faced Whistling-Duck | PP | NA | NA | B |
| Galliformes | | | | | | |
| Cracidae | | | | | | |
| <i>Penelope superciliaris</i> | jacupemba | Rusty-margined Guan | PP | NA | QA | M |
| Ciconiiformes | | | | | | |
| Ciconiidae | | | | | | |
| <i>Mycteria americana</i> | cabeça-seca | Wood Stork | PP | NA | QA | B |
| Suliformes | | | | | | |
| Phalacrocoracidae | | | | | | |
| <i>Phalacrocorax brasiliensis</i> | biguá | Neotropic Cormorant | PP | NA | NA | B |
| Pelecaniformes | | | | | | |
| Ardeidae | | | | | | |
| <i>Tigrisoma lineatum</i> | socó-boi | Rufescent Tiger-Heron | PP | NA | NA | M |
| <i>Butorides striata</i> | socozinho | Striated Heron | PP | NA | NA | B |
| <i>Ardea cocoi</i> | garça-moura | Cocoi Heron | PP | NA | NA | B |
| <i>Ardea alba</i> | garça-branca-grande | Great Egret | PP | NA | NA | B |
| Cathartiformes | | | | | | |
| Cathartidae | | | | | | |
| <i>Cathartes aura</i> | urubu-de-cabeça-vermelha | Turkey Vulture | PP | NA | NA | B |
| <i>Coragyps atratus</i> | urubu-de-cabeça-preta | Black Vulture | PP | NA | NA | B |
| Accipitriformes | | | | | | |
| Accipitridae | | | | | | |
| <i>Chondrohierax uncinatus</i> | caracoleiro | Hook-billed Kite | PP | NA | QA | B |
| <i>Rostrhamus sociabilis</i> | gavião-caramujeiro | Snail Kite | PP | NA | NA | B |
| <i>Ictinia plumbea</i> | sovi | Plumbeous Kite | PP | NA | NA | M |
| <i>Heterospizias meridionalis</i> | gavião-caboclo | Savanna Hawk | PP | NA | NA | B |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | gavião-carijó | Roadside Hawk | PP | NA | NA | B |
| <i>Buteo brachyurus</i> | gavião-de-cauda-curta | Short-tailed Hawk | PP | NA | NA | M |
| Gruiformes | | | | | | |
| Aramidae | | | | | | |
| <i>Aramus guarauna</i> | carão | Limpkin | PP | NA | NA | M |
| Rallidae | | | | | | |
| <i>Pardirallus nigricans</i> | saracura-sanã | Blackish Rail | PP | NA | NA | M |
| <i>Gallinula galeata</i> | frango-d'água-comum | Common Gallinule | PP | NA | NA | B |
| Charadriiformes | | | | | | |
| Charadriidae | | | | | | |
| <i>Vanellus chilensis</i> | quero-quero | Southern Lapwing | PP | NA | NA | B |
| Jacanidae | | | | | | |
| <i>Jacana jacana</i> | jaçanã | Wattled Jacana | PP | NA | NA | B |
| Columbiformes | | | | | | |
| Columbidae | | | | | | |
| <i>Columbina talpacoti</i> | rolinha-roxa | Ruddy Ground-Dove | PP | NA | NA | B |
| <i>Patagioenas picazuro</i> | pombão | Picazuro Pigeon | PP | NA | NA | M |

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----|----|----|---|
| <i>Leptotila verreauxi</i> | juriti-pupu | White-tipped Dove | PP | NA | NA | B |
| <i>Leptotila rufaxilla</i> | juriti-gemedreira | Gray-fronted Dove | PP | NA | NA | M |
| Cuculiformes | | | | | | |
| Cuculidae | | | | | | |
| <i>Piaya cayana</i> | alma-de-gato | Squirrel Cuckoo | PP | NA | NA | B |
| <i>Crotophaga ani</i> | anu-preto | Smooth-billed Ani | PP | NA | NA | B |
| <i>Guira guira</i> | anu-branco | Guira Cuckoo | PP | NA | NA | B |
| <i>Tapera naevia</i> | saci | Striped Cuckoo | PP | NA | NA | B |
| Strigiformes | | | | | | |
| Tytonidae | | | | | | |
| <i>Tyto furcata</i> | coruja-da-igreja | American Barn Owl | PP | NA | NA | B |
| Strigidae | | | | | | |
| <i>Megascops choliba</i> | corujinha-do-mato | Tropical Screech-Owl | PP | NA | NA | B |
| <i>Athene cunicularia</i> | coruja-buraqueira | Burrowing Owl | PP | NA | NA | M |
| Caprimulgiformes | | | | | | |
| Caprimulgidae | | | | | | |
| <i>Hydropsalis albicollis</i> | bacurau | Pauraque | PP | NA | NA | B |
| Apodiformes | | | | | | |
| Trochilidae | | | | | | |
| Apodidae | | | | | | |
| <i>Chaetura meridionalis</i> | andorinhão-do-temporal | Sick's Swift | PP | NA | NA | B |
| <i>Phaethornis pretrei</i> | rabo-branco-acanelado | Planalto Hermit | PP | NA | NA | B |
| <i>Florisuga fusca</i> | beija-flor-preto | Black Jacobin | PP | NA | NA | M |
| <i>Chlorostilbon lucidus</i> | besourinho-de-bico-vermelho | Glittering-bellied Emerald | PP | NA | NA | B |
| <i>Amazilia lactea</i> | beija-flor-de-peito-azul | Sapphire-spangled Emerald | PP | NA | NA | B |
| Coraciiformes | | | | | | |
| Alcedinidae | | | | | | |
| <i>Chloroceryle amazona</i> | martim-pescador-verde | Amazon Kingfisher | PP | NA | NA | B |
| <i>Chloroceryle americana</i> | martim-pescador-pequeno | Green Kingfisher | PP | NA | NA | B |
| Piciformes | | | | | | |
| Picidae | | | | | | |
| <i>Picumnus temminckii</i> | pica-pau-anão-de-coleira | Ochre-collared Piculet | PP | NA | NA | M |
| <i>Veniliornis spilogaster</i> | picapauzinho-verde-carijó | White-spotted Woodpecker | PP | NA | NA | M |
| <i>Colaptes campestris</i> | pica-pau-do-campo | Campo Flicker | PP | NA | NA | B |
| <i>Dryocopuss lineatus</i> | pica-pau-de-banda-branca | Lineated Woodpecker | PP | NA | NA | B |
| Falconiformes | | | | | | |
| Falconidae | | | | | | |
| <i>Caracara plancus</i> | caracará | Southern Caracara | PP | NA | NA | B |
| <i>Milvago chimachima</i> | carrapateiro | Yellow-headed Caracara | PP | NA | NA | B |
| <i>Micrastur ruficollis</i> | falcão-caburé | Barred Forest-Falcon | PP | NA | NA | M |
| <i>Micrastur semitorquatus</i> | falcão-relógio | Collared Forest-Falcon | PP | NA | NA | M |
| <i>Falco sparverius</i> | quiriquiri | American Kestrel | PP | NA | NA | B |
| Psittaciformes | | | | | | |
| Psittacidae | | | | | | |
| <i>Psittacara leucophthalmus</i> | periquitão-maracanã | White-eyed Parakeet | PP | NA | NA | B |
| <i>Forpus xanthopterygius</i> | tuim | Blue-winged Parrotlet | PP | NA | NA | B |
| <i>Amazona aestiva</i> | papagaio-verdadeiro | Blue-fronted Parrot | PP | NA | QA | M |
| Passeriformes | | | | | | |
| Thamnophilidae | | | | | | |
| <i>Dysithamnus mentalis</i> | choquinha-lisa | Plain Antvireo | PP | NA | NA | M |
| <i>Thamnophilus doliatus</i> | choca-barrada | Barred Antshrike | PP | NA | NA | B |
| <i>Thamnophilus caerulescens</i> | choca-da-mata | Variable Antshrike | PP | NA | NA | B |
| Conopophagidae | | | | | | |
| <i>Conopophaga lineata</i> | chupa-dente | Rufous Gnateater | PP | NA | NA | M |

| Dendrocolaptidae | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----|----|----|---|
| <i>Sittasomus griseicapillus</i> | arapaçu-verde | Olivaceous Woodcreeper | PP | NA | NA | M |
| Furnariidae | | | | | | |
| <i>Automolus leucophthalmus</i> | barranqueiro-de-olho-branco | White-eyed Foliage-gleaner | PP | NA | NA | M |
| <i>Synallaxis ruficapilla</i> | pichororé | Rufous-capped Spinetail | PP | NA | NA | M |
| <i>Synallaxis frontalis</i> | petrim | Sooty-fronted Spinetail | PP | NA | NA | B |
| <i>Synallaxis spixi</i> | joão-teneném | Spix's Spinetail | PP | NA | NA | B |
| Tityridae | | | | | | |
| <i>Pachyramphus validus</i> | caneleiro-de-chapéu-preto | Crested Becard | PP | NA | NA | M |
| Platyrinchidae | | | | | | |
| <i>Platyrinchus mystaceus</i> | patinho | White-throated Spadebill | PP | NA | NA | M |
| Rhynchocyclidae | | | | | | |
| <i>Corythopis delalandi</i> | estalador | Southern Antpipit | PP | NA | NA | M |
| <i>Tolmomyias sulphurescens</i> | bico-chato-de-orelha-preta | Yellow-olive Flycatcher | PP | NA | NA | M |
| <i>Todirostrum poliocephalum</i> | teque-teque | Yellow-lored Tody-Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Todirostrum cinereum</i> | ferreirinho-relógio | Common Tody-Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Myiornis auricularis</i> | miudinho | Eared Pygmy-Tyrant | PP | NA | NA | B |
| <i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> | sebinho-de-olho-de-ouro | Pearly-vented Tody-tyrant | PP | NA | NA | M |
| Tyrannidae | | | | | | |
| <i>Campstostoma obsoletum</i> | risadinha | Southern Beardless-Tyrannulet | PP | NA | NA | B |
| <i>Elaenia flavogaster</i> | guaracava-de-barriga-amarela | Yellow-bellied Elaenia | PP | NA | NA | B |
| <i>Capsiempis flaveola</i> | mariinha-amarela | Yellow Tyrannulet | PP | NA | NA | B |
| <i>Serpophaga subcristata</i> | alegrinho | White-crested Tyrannulet | PP | NA | NA | B |
| <i>Myiarchus ferox</i> | maria-cavaleira | Short-crested Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| | maria-cavaleira-de-rabo- | | | | | |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i> | enferrujado | Brown-crested Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Pitangus sulphuratus</i> | bem-te-vi | Great Kiskadee | PP | NA | NA | B |
| <i>Machetornis rixosa</i> | suiriri-cavaleiro | Cattle Tyrant | PP | NA | NA | B |
| <i>Myiodynastes maculatus</i> | bem-te-vi-rajado | Streaked Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Megarynchus pitangua</i> | neinei | Boat-billed Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| | bentevizinho-de-penacho- | | | | | |
| <i>Myiozetetes similis</i> | vermelho | Social Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Tyrannus melancholicus</i> | suiriri | Tropical Kingbird | PP | NA | NA | B |
| <i>Tyrannus savana</i> | tesourinha | Fork-tailed Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Empidonax varius</i> | peitica | Variegated Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Colonia colonus</i> | viuvinha | Long-tailed Tyrant | PP | NA | NA | B |
| <i>Myiophobus fasciatus</i> | filipe | Bran-colored Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Pyrocephalus rubinus</i> | príncipe | Vermilion Flycatcher | PP | NA | NA | B |
| <i>Arundinicola leucocephala</i> | freirinha | White-headed Marsh Tyrant | PP | NA | NA | M |
| <i>Lathrotriccus euleri</i> | enferrujado | Euler's Flycatcher | PP | NA | NA | M |
| <i>Contopus cinereus</i> | papa-moscas-cinzento | Tropical Pewee | PP | NA | NA | B |
| <i>Xolmis cinereus</i> | primavera | Gray Monjita | PP | NA | NA | B |
| Vireonidae | | | | | | |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | pitiguary | Rufous-browed Peppershrike | PP | NA | NA | B |
| <i>Vireo chivi</i> | juruviara | Chivi Vireo | PP | NA | NA | B |
| <i>Hylophilus poicilotis</i> | verdinho-coroad | Rufous-crowned Greenlet | PP | NA | NA | M |
| Hirundinidae | | | | | | |
| <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | andorinha-pequena-de-casa | Blue-and-white Swallow | PP | NA | NA | B |
| <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> | andorinha-serradora | Southern Rough-winged Swallow | PP | NA | NA | B |
| Troglodytidae | | | | | | |
| <i>Troglodytes musculus</i> | corruíra | Southern House Wren | PP | NA | NA | B |
| Turdidae | | | | | | |
| <i>Turdus leucomelas</i> | sabiá-barranco | Pale-breasted Thrush | PP | NA | NA | B |
| <i>Turdus amaurochalinus</i> | sabiá-poca | Creamy-bellied Thrush | PP | NA | NA | B |
| Mimidae | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----|----|----|---|
| <i>Mimus saturninus</i> | sabiá-do-campo | Chalk-browed Mockingbird | PP | NA | NA | B |
| Passerellidae | | | | | | |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | tico-tico | Rufous-collared Sparrow | PP | NA | NA | B |
| <i>Ammodramus humeralis</i> | tico-tico-do-campo | Grassland Sparrow | PP | NA | NA | B |
| <i>Arremon flavirostris</i> | tico-tico-de-bico-amarelo | Saffron-billed Sparrow | PP | NA | NA | M |
| Parulidae | | | | | | |
| <i>Geothlypis aequinoctialis</i> | pia-cobra | Masked Yellowthroat | PP | NA | NA | B |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> | pula-pula | Golden-crowned Warbler | PP | NA | NA | M |
| <i>Myiothlypis flaveola</i> | canário-do-mato | Flavescent Warbler | PP | NA | NA | M |
| Icteridae | | | | | | |
| <i>Icterus pyrrhopterus</i> | encontro | Variable Oriole | PP | NA | NA | M |
| <i>Chrysomus ruficapillus</i> | garibaldi | Chestnut-capped Blackbird | PP | NA | NA | B |
| Thraupidae | | | | | | |
| <i>Coereba flaveola</i> | cambacica | Bananaquit | PP | NA | NA | B |
| <i>Nemosia pileata</i> | saíra-de-chapéu-preto | Hooded Tanager | PP | NA | NA | B |
| <i>Thlypopsis sordida</i> | saíl-canário | Orange-headed Tanager | PP | NA | NA | B |
| <i>Tachyphonus coronatus</i> | tiê-preto | Ruby-crowned Tanager | PP | NA | NA | B |
| <i>Ramphocelus carbo</i> | pipira-vermelha | Silver-beaked Tanager | PP | NA | NA | B |
| <i>Lanio cucullatus</i> | tico-tico-rei | Red-crested Finch | PP | NA | NA | B |
| <i>Tangara sayaca</i> | sanhaçu-cinzento | Sayaca Tanager | PP | NA | NA | B |
| <i>Tangara cayana</i> | saíra-amarela | Burnished-buff Tanager | PP | NA | NA | M |
| <i>Hemithraupis ruficapilla</i> | saíra-ferrugem | Rufous-headed Tanager | PP | NA | NA | B |
| <i>Conirostrum speciosum</i> | figuinha-de-rabo-castanho | Chestnut-vented Conebill | PP | NA | NA | B |
| <i>Haplospiza unicolor</i> | cigarra-bambu | Uniform Finch | PP | NA | NA | M |
| <i>Sicalis flaveola</i> | canário-da-terra-verdadeiro | Saffron Finch | PP | NA | NA | B |
| <i>Volatinia jacarina</i> | tiziú | Blue-black Grassquit | PP | NA | NA | B |
| <i>Sporophila caerulescens</i> | coleirinho | Double-collared Seedeater | PP | NA | NA | B |
| <i>Tiaris fuliginosus</i> | cigarra-do-coqueiro | Sooty Grassquit | PP | NA | NA | B |
| Cardinalidae | | | | | | |
| <i>Piranga flava</i> | sanhaçu-de-fogo | Hepatic Tanager | PP | NA | NA | B |
| Fringillidae | | | | | | |
| <i>Euphonia chlorotica</i> | fim-fim | Purple-throated Euphonía | PP | NA | NA | B |
| <i>Euphonia cyanocephala</i> | gaturamo-rei | Golden-rumped Euphonía | PP | NA | NA | B |
| Estrildidae | | | | | | |
| <i>Estrilda astrild</i> | bico-de-lacre | Common Waxbill | PP | NA | X* | B |
| Passeridae | | | | | | |
| <i>Passer domesticus</i> | pardal | House Sparrow | PP | NA | X* | B |

Destas espécies, quatro são consideradas como quase ameaçadas a nível estadual: *Mycteria americana*, *Penelope superciliaris*, *Chondrohierax uncinatus* e *Amazona aestiva* (BRESSAN; KIERULFF; SUGIEDA, 2009). Constatou-se que a avifauna do PNMCBio é formada em sua grande maioria por espécies com baixa sensibilidade a distúrbios ambientais, e apenas 26,56% delas são consideradas como tendo média sensibilidade a distúrbios ambientais (Figuras 1a, b, c; STOTZ *et al.*, 1996). Por outro lado, é notório que quase metade das aves de Sorocaba pode ser encontrada neste parque, justificando sua existência e necessidade de proteção legal.

O PNMCBio é um parque relativamente novo e que possui ainda poucos estudos realizados com aves. Por essa razão, salienta-se que é importante que novos estudos sejam realizados, sobretudo em áreas e em questões ainda não contempladas. Ressalta-se que os estudos nos parques municipais contribuem para a compreensão da avifauna nos ecossistemas urbanos, sendo estes locais importantes laboratórios a céu aberto às universidades e demais instituições de pesquisa da região.

Referências bibliográficas

BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C.; SUGIEDA, A. M. (Org.). (2009). **Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo e Secretaria do Meio Ambiente.

BIOMÉTRICA - Avaliações Biológicas e Manejo Ambiental. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba**. 2012.

CAMOLESI, M; PIRATELLI, A. J. **Efeitos de reflorestamentos sobre a avifauna na região norte de Sorocaba- SP**. (dados não publicados).

CARBÓ-RAMIREZ, P.; ZURIA, I. The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, p. 213–222, 2011.

CLUBE DE OBSERVADORES DE AVES DE SOROCABA (2014)a. **Lista COAVES – Parque da Biodiversidade – 05/07/2014**. Táxeus - Listas de espécies. Disponível em: <<http://www.taxeus.com.br/lista/3194>>. Acesso em 1 de agosto de 2015.

CLUBE DE OBSERVADORES DE AVES DE SOROCABA (2014)b. **Lista COAVES – Parque da Biodiversidade – 25/10/2014**. Táxeus - Listas de espécies. Disponível em: <<http://www.taxeus.com.br/lista/3782>>. Acesso em 1 de agosto de 2015.

CLUBE DE OBSERVADORES DE AVES DE SOROCABA (COAVES) 2015. **Lista COAVES - Parque da Biodiversidade – 19/09/2015**. Táxeus - Listas de espécies. Disponível em <<http://www.taxeus.com.br/lista/6407>>. Acesso em: 23 Set 2015.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. (2014). **Listas das aves do Brasil**. 11ª Edição.

CRUZ, J. C.; RAMOS, J. A.; SILVA, L. P. da; TENREIRO, P. Q.; HELENO, R. H. Seed dispersal networks in na urban novel ecosystem. **Eur. J. Res.**, v. 132, p. 887-897, 2013.

FERREIRA, D.; SMITH, W. S. **Avifauna em fragmentos florestais: O caso do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil**. (Dados não publicados).

HU, Y.; CARDOSO, G. C. Which birds adjust the frequency of vocalizations in urban noise? **Animal Behaviour**, v. 79, p. 863–867, 2010.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN (2015). **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.3. Disponível em <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 23/09/2015.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, v. 1, n. 27, p. 247-260, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA (2014). **Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção**. Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014 - Anexo I. Diário Oficial da União - Seção 1, 18/12/2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf>. Acesso em: 19 Set. 2015.

MYCZKO, L.; ROSIN, Z. M.; SKORKA, P.; TRYJANOWSKI, P. Urbanization Level and Woodland Size are Major Drivers of Woodpecker Species Richness and Abundance. **Plos One**, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2014.

PIRATELLI, A.; SOUSA, S. D.; CORRÊA, J. S.; ANDRADE, V. A.; RIBEIRO, R. Y.; AVELAR, L. H.; OLIVEIRA, E. F. Searching for bioindicators of forest fragmentation: passerine birds in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 2, p. 259-268, 2008.

PIRATELLI, A. J.; REGALADO, L. B.; GUILHERME, A.; SILVA, L. A. C.; ALVES, S. Y. O.; FAVORETTO, G. R. Avifauna do Município de Sorocaba. In: SMITH, W. S.; MOTA JUNIOR, V. D. da; CARVALHO, J. de L. **Biodiversidade do município de Sorocaba**. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014. p. 181-200.

SACCO, A. G.; BERGMANN, F. B.; RUI, A. M. Assembleia de aves na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotrop.**, v.13, n. 2, p. 153-162, 2013.

SILVEIRA, L. F.; BENEDICTO, G. A.; SCHUNCK, F.; SUGIEDA, A. M. **Aves**. In: BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C.; SUGIEDA, A. M. (Org.). (2009). **Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo e Secretaria do Meio Ambiente.

SILVEIRA, L. F.; UEZU, A. Checklist das aves do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 1a, p. 1-28, 2011.

STOTZ, D. F.; J. W. FITZPATRICK; T. A. PARKER; MOSKOVITS, D. K. (1996). **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago: University of Chicago Press.

VASCONCELOS, M. F. de et al. Long-term avifaunal survey in an urban ecosystem from southeastern Brazil, with comments on range extensions, new and disappearing species. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 53, n. 25, p. 327344, 2013.

WENNY, D. G.; DEVault, T. L.; JOHNSON, M. D.; KELLY, D.; SEKERCIoglu, C. H.; TOMBACK, D. F.; WHELAN, C. J. The need to quantify ecosystem services provided by birds. **The Auk**, v. 128, n. 1, p. 1-14, 2011.

WHELAN, C. J.; WENNY, D. G.; MARQUIS, R. J. Ecosystem Services Provided by Birds. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, 1134, p. 25-60, 2008.

CAPÍTULO 15

Os mamíferos do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade

Roberto Tiocci Junior¹, Kelly Cristina Camargo¹, Edna Maria Cardoso de Oliveira¹, Fernando Monteiro¹, Cecilia Pessutti^{2,3} & Welber Senteio Smith^{1,2,4,5}

¹Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP)

² Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Sorocaba

³Parque Zoológico Municipal "Quinzinho de Barros"

⁴Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil. ⁵Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

Resumo

O presente capítulo tem o intuito de apresentar as pesquisas realizadas com mamíferos no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, no município de Sorocaba, estado de São Paulo, sendo esse a primeira Unidade de Conservação (UC) da cidade. O levantamento da mastofauna foi realizado em dois períodos. Primeiramente foi realizado o levantamento de mamíferos voadores (morcegos) no período de agosto de 2012 a agosto de 2013. Posteriormente foi feito o levantamento de mamíferos terrestres no período de agosto de 2013 a agosto de 2015. Essas pesquisas visam aumentar os conhecimentos sobre a mastofauna da região e fornecer subsídios para políticas bem fundamentadas de conservação. Ao todo foram registradas 23 espécies de mamíferos distribuídas em seis ordens e doze famílias.

Introdução

A diversidade de mamíferos no Brasil atinge números expressivos, constituindo-se numa das maiores do mundo. Para o Estado de São Paulo são listadas 231 espécies de mamíferos, 206 excluindo-se os cetáceos (De Vivo et al., 2010).

O grupo dos mamíferos é um dos mais bem conhecidos, entretanto, apenas algumas florestas úmidas neotropicais foram suficientemente inventariadas e listas locais de espécies são geralmente incompletas (Silva 2008). Essas lacunas de conhecimento dificultam iniciativas de conservação e manejo, assim como análises regionais (Brito 2004 *apud* Costa et al. 2005). A região sudeste do Brasil atualmente é constituída por fragmentos florestais isolados de diversos tamanhos e em diferentes estágios de sucessão secundária, formando um mosaico de paisagens altamente modificadas ou degradadas (Paglia, et.al., 1995).

Apesar de ser uma paisagem extremamente alterada por ações antrópicas, apresenta uma grande diversidade de biomas, constituída de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Semi-Decidual e áreas savânicas, além de campos de altitude, mangues, restingas e fitofisionomias ecotonais (Kronka et al. 2005

apud De Vivo et al, 2011). Essa formação de vegetação abriga cerca de 230 espécies de mamíferos no Estado de São Paulo, sendo um pouco mais de um terço das espécies de mamíferos do Brasil (De Vivo et al, 2011), que é representada por 688 espécies distribuídas em 12 ordens (Reis et al., 2011). A fauna é totalmente dependente da flora, qualquer distúrbio provocado na vegetação reflete negativamente na fauna local (Sousa & Gonçalves, 2004). Diversos componentes estruturais de um habitat se interrelacionam e são determinantes para a persistência ou não das espécies originais, o que pode interferir na abundância de mamíferos e de como estão distribuídos no meio ambiente (Paglia, et. al., 2006).

A realização de inventários em remanescentes de vegetação nativa é uma forma eficiente de avaliar o efeito da fragmentação sobre a biodiversidade, bem como o grau de perturbação desses fragmentos (D'andrea et al. 1999). Em relação aos mamíferos terrestres, a perda e a fragmentação dos habitats estão entre os fatores que mais afetam a sobrevivência de suas populações (Chiarello, 2000). Em fragmentos com áreas muito reduzidas, o equilíbrio na relação de interdependência das espécies não é mantido (Crooks, 2002). Esses remanescentes florestais, segundo Viana et al. (1992), podem ser considerados os últimos depositários da biodiversidade nativa de boa parte de nossas florestas.

Objetivou-se com este estudo inventariar a mastofauna do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCCBio), visando aumentar os conhecimentos sobre a mastofauna da região e fornecer subsídios para políticas bem fundamentadas de conservação.

Material e métodos

O levantamento da mastofauna foi realizado em dois períodos. O levantamento de morcegos foi realizado de agosto de 2012 a agosto de 2013. Posteriormente foi feito o levantamento de mamíferos terrestres no período de agosto de 2013 a agosto de 2015. Para a coleta de dados e o registro das espécies de mamíferos não-voadores ocorrentes na área de estudo foram utilizadas armadilhas do tipo gaiola (*Tomahawk*), armadilhas de interceptação e queda (Pitfall-trap), armadilha fotográfica (Câmera-trap), observação direta (busca ativa por indivíduos através de trilhas pré determinadas) e indireta (busca por vestígios como: pegadas, fezes, pelos, tocas etc).

O registro dos quirópteros foi feito com o auxílio de redes de neblina posicionadas no interior do fragmento. A nomenclatura científica e os nomes populares foram baseados nos livros Mamíferos do Brasil (Reis et al. 2011), Morcegos do Brasil (Reis et.al. 2007), Guia dos Roedores do Brasil (Bonvicino et al., 2008), no Inventário da Fauna do Município de São Paulo (Diário Oficial do Estado de São Paulo, 2010) e no Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference (Wilson& Reeder, 2005).

As armadilhas do tipo Tomahawk foram distribuídas de maneira uniforme em ponto fixo. Foram colocadas no chão ou então sobre galhos de no máximo 2 metros de altura. Nas armadilhas foram utilizadas iscas compostas de laranja e pasta de amendoim. As Tomahawks foram armadas sempre no final da tarde e verificadas na manhã seguinte.

Foram utilizadas 32 armadilhas do tipo gaiolas de tamanho médio (60 x 30 x 30 cm) e de tamanho pequeno (25 x 15 x 15 cm). Estas foram distribuídas em três áreas de captura, cada uma com quatro linhas, com cerca de cinquenta metros de distância entre as linhas e com oito pontos de coleta por linha, com uma armadilha por ponto, havendo um intervalo de 25 m entre os pontos, intercalando uma armadilha pequena e uma média. Foram realizados 12 dias de amostragem, sendo 4 dias em cada área, resultando em um esforço amostral de 456 armadilhas / dia.

Para as armadilhas de interceptação e queda foi estabelecida uma estação de captura, contendo seis recipientes de 65l dispostos ao nível do solo, um a cada 20 m de distância do outro, conectados por

uma lona plástica com 50 cm de altura, resultando em uma série em linha de 40 m de extensão. Foram realizados 12 dias de amostragem, resultando em um esforço amostral de 72 armadilhas/dia. Estão relacionados nesse capítulo também os animais de capturas ocasionais em pitfalls durante o levantamento de serpentes no parque (Silva et al. 2015).

O esforço amostral das armadilhas do tipo gaiola e armadilhas de interceptação e queda são obtidos pela seguinte fórmula: $Ea = A \times B$, onde: Ea = esforço amostral; A = número de armadilhas; B = número de dias de coleta. Nas armadilhas de interceptação e queda, o número de armadilhas é igual ao número de recipientes utilizados.

Para o registro da quiropterofauna foi armada um total de 10 redes em cada um dos dois pontos de amostragem. Sendo 6 redes de 12 m x 3 m, 3 redes de 9 m x 3 m e uma de 7 m x 3 m. Essas redes foram fixadas em duas trilhas perpendiculares, sendo em cada local uma série de 10 redes sequenciais no começo da trilha principal e outra série numa trilha a uns 300 m aproximadamente de distância. As redes foram abertas logo ao anoitecer e eram vistoriadas a cada 30 minutos, sendo fechadas por volta das 22h, foram abertas durante três noites em dias alternados em cada ponto totalizando 2862m².h de esforço amostral em ambos os pontos.

Para o cálculo do esforço de captura com redes de neblina multiplicamos a área da rede em m² (altura x comprimento) pelo tempo de exposição multiplicado pelo número de repetições (horas x dias) e, por fim, pelo número de redes (Straube& Bianconi, 2002).

Os mamíferos de pequeno porte foram capturados, medidos, marcados e soltos no mesmo local de captura. Os mamíferos não voadores foram marcados com brincos de alumínio com numeração. Os mamíferos voadores foram marcados com anilhas de alumínio numeradas, adaptadas no antebraço dos morcegos.

Foram utilizadas duas armadilhas fotográficas, que foram colocadas conforme os vestígios encontrados, como pegadas e fezes, a fim de otimizar os resultados durante o período de coleta. Os registros das câmeras trap foram realizados durante 114 dias, totalizando o esforço amostral de 228 armadilhas /dia.

Nas observações indiretas foram realizadas buscas nas margens de estradas, trilhas e cursos d'água, locais de possível passagem de animais, a procura de vestígios, como pegados, fezes, pêlos, tocas etc. As pegadas encontradas foram identificadas através do guia de Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros (Becker & Dalponte, 1991; Carvalho Jr & Luz, 2008; Moro-Rios et al, 2008).

Para a análise da diversidade de espécies presente na área estudada foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, calculando o número de indivíduos da espécie com o numero total de indivíduos amostrados. Geralmente com valores entre 1,5 e 3,5 (raramente acima de 5,0). Índice de diversidade de espécies de Shannon-Wiener: $H' = - \sum (pi * Log pi)$ Onde: $pi = ni / N$

- pi é a proporção de indivíduos da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados (ni/N);

- ni é o número de indivíduos de uma determinada espécie;

- N é o número total de indivíduos de todas as espécies.

A utilização do índice de diversidade facilita a comparação e esclarecimentos de questões relacionadas a outros estudos, além de ampliar as possibilidades de comparação com trabalhos futuros.

Resultados e discussão

Foram inventariadas 28 espécies de mamíferos distribuídas em 7 ordens e 14 famílias, sendo a ordem Chiroptera a de maior ocorrência com 29% das espécies inventariadas, a ordem Carnívora com 25%, a ordem Rodentia com 18%, a ordem Didelphimorphia com 14% e as demais ordens somadas representaram 14% das espécies inventariadas, sendo todas apresentadas na (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies de Mamíferos registradas na área do PNMCBio em Sorocaba, SP.

| Ordem/ Família/ Espécie | Nome popular | Guilda trófica | Abundância |
|--|------------------------|--------------------|------------|
| DIDELPHIMORPHIA | | | |
| Didelphidae | | | |
| <i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840) ² | Gambá-de-orelha-branca | Onívoro | 2 |
| <i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826) ³ | Gambá-de-orelha-preta | Onívoro | 4 |
| <i>Gracilinanus agilis</i> (Burmeister, 1854) ^{2;3} | Cuíca | Insetívoro-Onívoro | 6 |
| <i>Monodelphis lheringi</i> (Thomas, 1888) ^{2*} | Cuíca de três listras | Insetívoro-Onívoro | 3 |
| CHIROPTERA | | | |
| Phyllostomidae | | | |
| <i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758) ⁴ | Morcego | Frugívoro | 19 |
| <i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818) ⁴ | Morcego | Frugívoro | 3 |
| <i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810) ⁴ | Morcego | Frugívoro | 28 |
| <i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818) ⁴ | Morcego | Nectarívoro | 10 |
| <i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821) ⁴ | Morcego | Frugívoro | 1 |
| <i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810) ⁴ | Morcego | Hematófago | 1 |
| CARNIVORA | | | |
| Canidae | | | |
| <i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766) ⁵ | Cachorro-do-mato | Onívoro | 2 |
| Felidae | | | |
| <i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803) ^{6*} | Gato-mourisco | Carnívoro | 1 |
| <i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771) ¹ | Onça Parda | Carnívoro | 1 |

| | | | |
|---|--------------------|--------------------|------------|
| <i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758) ¹ | Jaguatirica | Carnívoro | 1 |
| <i>Leopardus guttulus</i> (Hensel, 1872) ¹ | Gato do Mato | Carnívoro | 1 |
| Procyonidae | | | |
| <i>Procyon cancrivorus</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798) ⁵ | Mão-pelada | Onívoro | 1 |
| Mustelidae | | | |
| <i>Galictis cuja</i> (Linnaeus, 1758) | Furão | Carnívoro | 1 |
| ARTIODACTYLA | | | |
| Cervidae | | | |
| <i>Mazama gouazoubira</i> (Erxleben, 1777) ⁵ | Veado-catingueiro | Folívoro | 2 |
| Tayassuidae | | | |
| <i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795) ^{1 *} | Queixada | Onívoro | 1 |
| RODENTIA | | | |
| Cavidae | | | |
| <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766) ¹ | Capivara | Folívoro | 1 |
| Cricetidae | | | |
| <i>Akodon montensis</i> (Meyen, 1833) ^{2;3} | Rato-do-chão | Insetívoro-Onívoro | 74 |
| <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers, 1818) ^{2;3} | Camundongo-do-mato | Frugívoro | 8 |
| <i>Oxymycterus delator</i> (Thomas, 1903) ² | Rato-da-vereda | Insetívoro | 2 |
| Erethizontidae | | | |
| <i>Sphiggurus vilosus</i> (F. Cuvier, 1923) ⁶ | Ouriço-caxeiro | Frugívoro | 1 |
| LAGOMORPHA | | | |
| Leporidae | | | |
| <i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778) | Lebre Europeia | Herbívoro | 1 |
| Abundância total | | | 190 |
| Riqueza | | | 28 |
| Diversidade | | | 2,807 |

¹registro indireto (pegadas e fezes); ²captura em pitfall; ³captura em tomahawk; ⁴captura em rede de neblina; ⁵registro em câmera trap; ⁶observação direta;
*espécie ameaçada

A área inventariada apresenta uma diversidade de espécies, contando com 28 espécies de mamíferos, o que representa 12% da fauna terrestre do Estado de São Paulo, que é composta por 206 espécies de mamíferos, sem contabilizar os cetáceos (De Vivo et al., 2011). Mas quando comparado com a mastofauna do Município de Sorocaba, que conta com 48 espécies segundo (Junior.T.R et al., 2014), o parque apresenta 58% da fauna do município de Sorocaba. Considerando o município de Sorocaba, onde está situado o PNMCBio, poucos estudos considerando a mastofauna foram realizados, devendo ser salientados os realizados no EIA / RIMA de ARAMAR, identificando 21 espécies (RIMA / CTMSP, 1991) e o monitoramento realizado também em ARAMAR, abrangendo a Flona de Ipanema, totalizando 15 espécies (Garavello, 2005). Além disso, como referência deve ser considerada a Floresta Nacional de Ipanema devido à proximidade e também à importância ecológica e histórica do estudo de fauna. Atualmente há catalogadas 69 espécies de mamíferos segundo Floresta Nacional de Ipanema (2008) e Smith & Regalado (2008). O número de espécies inventariado no Parque corresponde a 32,3% do total identificado para a região.

Entre os morcegos foram capturados 76 indivíduos no total. As espécies mais abundantes foram *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus*, *Sturnira lilium*, que agem como dispersores de sementes e pólen, contribuindo para o estabelecimento de muitas espécies de plantas, o que possibilita o processo de regeneração e sucessão secundária na formação de florestas (Passos et. al., 2003). Houve a captura de apenas uma espécie hematófaga, o *Desmodus rotundus*, com ocorrência de apenas um indivíduo. O intenso distúrbio provocado ao redor do fragmento pode ter influenciado na distribuição das espécies. Segundo Fenton et. al., (1992), morcegos podem ser excelentes ferramentas no diagnóstico da integridade de habitats.

A dominância de *Sturnira lilium* já foi relatada em outros estudos de comunidades de morcegos no Brasil (Marinho-Filho 1991, Pedro & Taddei 1997), sendo uma das espécies mais abundantes em regiões Neotropicais (Mello et. al., 2008), o que é atribuído principalmente a sua grande plasticidade ecológica (Ortêncio Filho et. al., 2005; Reis et al., 2007).

Entre os mamíferos terrestres, a espécie mais abundante no parque foi o *Akodon montensis*, enquanto que as outras espécies foram bem menos abundantes. Segundo Tocchet (2.009), na Flona de Ipanema essa espécie foi considerada rara, porém os roedores também dominaram a comunidade, com representatividade de 76,1%, sendo as espécies com maior abundância o *Oligoryzomys nigripes* (38,4%). A dominância do *Akodon montensis* na comunidade pode funcionar como indicador do nível de perturbação da área e do empobrecimento da comunidade, por esta ser considerada uma espécie generalista, que tende a proliferar em habitats perturbados (Stevens & Husband 1998; Leiner, 2009).



Figura 1. A- *Akodon montensis*, B- *Sturnira lilium*, C- *Mazama gouazoubira*, D- *Cerdocyon thous*, E- *Leopardus guttulus*, F- *Galictis cuja* (Foto Rogério Barros).

Descrição da mastofauna

O mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) é um animal solitário de hábito noturno, vivendo geralmente em habitats florestais próximos a banhados. É um carnívoro pouco estudado (Crawshaw., 2006), principalmente por ser dificilmente capturado. Estudos sobre sua ecologia espaço-temporal são raros e geralmente envolvem dados baseados em armadilhas fotográficas, pegadas e poucas observações diretas, podendo limitar conclusões (Trolle 2003, Gómez et al. 2005, Kasper et al. 2007, Arispe et al. 2008, Bianchi 2009).

A espécie *Puma yagouaroundi* possui aparência distinta de outros pequenos felídeos, sem manchas, com coloração uniforme. Diferencia-se também por apresentar atividade mais diurna que noturna, e sua área de vida é relativamente maior. (Reis et al, 2011).

O *Puma concolor* e *Leopardus pardalis* são dois dos felídeos com maior distribuição geográfica no continente americano, ocorrendo em biomas que vão desde regiões muito secas até florestas tropicais. São animais que necessitam de grandes áreas para sobreviver, assim como todos os predadores

de porte médio e grande, e consequentemente são mais vulneráveis a extinções locais em ambientes fragmentados (PENTEADO, 2012). Esses animais são considerados espécies-chave, pois são mamíferos importantes na estruturação das relações ecológicas do ecossistema (GATTI et al, 2014)

O gênero *Cerdocyon* possui uma única espécie, o *Cerdocyon thous*. Ocorre em diversos países da América do Sul e na maior parte dos estados brasileiros, utilizando bordas de mata e áreas alteradas e habitadas pelo homem. É uma espécie onívora, generalista e oportunista, com dieta baseada em frutos, pequenos vertebrados, insetos, peixe e crustáceos, além de carniça. Devido ao alto consumo de frutos, pode atuar como dispersor de semente (Eisenberg & Redford, 1999; Nakano-Oliveira, 2002; Facure et al., 2003; Rocha-Mendes, 2005; Rocha et al., 2008).

A espécie *Dasyurus novemcinctus*, conhecida popularmente como tatu-galinha, é a maior espécie do gênero *Dasyurus*. Alimenta-se principalmente de pequenos vertebrados e habita desde florestas decíduas até florestas tropicais. (Eisenberg & Reford, 1999).

O gênero *Didelphis* é composto por duas espécies *D. albiventris* (gambá-de-orelha-branca) e *D. aurita* (gambá-de-orelha-preta). Estas duas espécies de hábitos generalistas possuem grande capacidade de adaptar-se a ambientes degradados (Fernandez & Pires, 2006). A espécie *Gracilinanus agilis* é um marsupial de pequeno porte. É considerado incetivoro-onívoro (Fonseca et al., 1996) e explora primariamente o estrato arbóreo (até 3 m acima do solo) (Nitikman & Mares, 1987).

A espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* é a maior espécie de roedor vivente e a única do gênero *Hydrochoerus* Brisson. Ocorre em todos estados brasileiros. Tem hábito semi-aquático e se alimenta principalmente de gramíneas e vegetação aquática (Schaller & Crawshaw, 1981).

A espécie *Mazama gouazoubira* é considerada uma espécie generalista que adapta sua dieta às condições do ambiente. Apesar disso, sofre pressão pela caça e destruição dos ambientes naturais em toda sua área de distribuição. Tem hábitos solitários, podendo ser visto eventualmente em pares.

A ordem quiróptera (morcegos) possui 172 espécies, distribuídas em 9 famílias. Podem percorrer longas distâncias entre o abrigo e o local de forrageio. Esse comportamento ajuda a dispersar sementes para outros locais favorecendo a formação de corredores ecológicos.

Espécies ameaçadas de extinção

Dentre as espécies registradas na área de estudo foram registradas seis espécies que constam na lista de espécies ameaçadas de extinção, segundo a Lista de Fauna Ameaçada de Extinção do Estado de São Paulo (2009); a espécie *Tayassu pecari* está na categoria Em Perigo (EN), que enfrenta um risco muito alto de extinção na natureza. Essa espécie encontra-se em risco de extinção em virtude da redução significativa de áreas preservadas no Estado de São Paulo e devido à caça. A espécie *Monodelphis iheringi* encontra-se na categoria Vulnerável (VU), apresenta um alto risco de extinção na natureza. É um marsupial raro, sendo encontrado em florestas primárias e secundárias. A espécie *Puma yagouaroundi* não é considerada ameaçada no estado de São Paulo, porém foi citada na Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014, na categoria Vulnerável (VU). *Leopardus pardalis* encontra-se em uma categoria de Vulnerável (VU); *Puma concolor* é outro felino que se encontra Vulnerável (VU); e *Leopardus guttulus* é um felino de pequeno porte que se encontra em uma categoria de Vulnerável (VU).

Conclusões

A área pertencente ao Parque Corredores da Biodiversidade apresentou uma mastofauna pouco diversificada, devido à intensa ação antrópica que reduziu drasticamente o tamanho e a qualidade da remanescente florestal.

A intensa fragmentação do ambiente florestal e a consequente alteração e eliminação dos habitats, associada ao efeito de borda dos fragmentos de mata, certamente acarretou efeitos danosos às comunidades animais, modificando as populações naturais e, em casos extremos, a extinção local de muitas formas. De um modo geral, espécies mais generalistas se aproveitam da situação fragmentária, aumentando sua densidade. Por outro lado, espécies especialistas sentem mais a perturbação, já que são dependentes de habitats mais estáveis. No geral, a fauna inventariada na área do Parque Corredores da Biodiversidade é composta por espécies adaptadas a ambientes degradados. Porém, os estudos mostraram a presença de espécies de importância ecológica, inclusive com espécies ameaçadas de extinção. A presença de felinos ameaçados de extinção na área do parque justifica uma possível ampliação do parque e conservação da área, criação de corredores ecológicos e manutenção dos existentes, baseando-se que felinos, principalmente, os de grande porte - como é o caso do *Puma concolor* (Onça Parda) -, necessitam de uma grande área de vida. A presença de corredores auxiliaria o deslocamento dessas espécies e das demais que habitam o parque, possibilitando assim o fluxo gênico entre as espécies, medida considerada importante quando se pensa em conservação de fragmentos florestais. Estas medidas podem mitigar os efeitos nocivos sobre a biodiversidade, evitando assim a extinção das espécies locais.

Referências bibliográficas

- BECKER, L. C. & DALPONTE, M. 1991. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.1-180.
- BONVICINO, C. R. et al. 2008. Guia dos Roedores do Brasil. Com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa – OPAS/OMS. 120p.
- BRESSAN, P.M.; KIERULFF, M.C.M. & SUGIEDA, A.M., 2009. Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente.
- BURSTIN, Bruno Assanu; FLYNN, Maurea Nicoletti. LEVANTAMENTO SECUNDÁRIO DO ESTADO ATUAL DA MASTOFAUNA NA REGIÃO DE SOROCABA, SP. RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 5, n. 2, p. 105-121, jun. 2012.
- CROOKS, K.R. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. Conservation Biology, v.16, n.2, p.488-502.
- D'ANDREA, P. S.; GENTILE R.; CERQUEIRA R.; GRELLE C. E.; HORTA C.; Rey L. 1999. Ecology of small mammals in a Brazilian rural area. Revista Brasileira de Zoologia 16(3): 611-620.
- DEVIVO, M. et al. 2011. Checklist dos mamíferos do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropical vol. 11, no. 1ª. Disponível em:<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/en/abstract?inventory+bn0071101a2011>.
- DIÁRIO OFICIAL DA CIDADE DE SÃO PAULO. 2010. Levantamento da Fauna do Município de São Paulo 2010. Imprensa Oficial. São Paulo, 55 (94), 114p – Suplemento.
- FERNANDES, F. A. S. & PIRES, A. S. 2006. Perspectivas para a sobrevivência dos marsupiais brasileiros em fragmentos florestais: o que sabemos e o que ainda precisamos aprender? In: Os Marsupiais do Brasil – Biologia, Ecologia e Evolução. Cáceres, N. C. & Monteiro-Filho, E. L. A. (Orgs). Editora da UFMS, Campo Grande-MS. 364 p.
- FENTON, M.B.; L. ACHARYA; D. AUDET; M.B.C. HICKEY; C. MERRIMAN; M.K. OBRIST & D.M. SYME. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. Biotropica, Washington, 24 (3): 440-446.
- FLORESTA NACIONAL DE IPANEMA. 2003. Plano de Manejo, 280p.
- GATTI, Andressa et al. Mamíferos de médio e grande porte da Reserva Biológica Augusto Ruschi, Espírito Santo. 2014.
- GARAVELLO, J.C. Relatório de doze meses do plano de monitoramento da mastofauna dos fragmentos vegetais internos do CEA e FLONA. Departamento de Ecologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFSCar, 2005.
- JUNIOR,R.T.;COSTA,F.C.;SMITH,W.S.;OLIVEIRA,E.M.C.Mastofauna do Município de Sorocaba Capítulo12,Livro Biodiversidade do Município de Sorocaba, 2014.
- KRONKA, F.J.N., et al.. 2005. Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; Imprensa Oficial, São Paulo.
- MARINHO-FILHO, J. S. 1985. Padrões de utilização de recursos alimentares por seis espécies de mor-

cegos Filostomídeos na Serra do Japi, Jundiaí/SP. Tese de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Biologia em Ecologia, Instituto de Biologia, UNICAMP.

MELLO, M. A. R.; Kalko, E. K. V.; Silva, W. R. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a brazilian montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 89 (2): 485-492.

MORO-RIOS *et al*, 2008. Manual de Rastros da Fauna Paranaense. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 70p.

OLIVEIRA, E. M. & DEL-CLARO, K. 2003. Estudo de pequenos mamíferos na natureza: dicas para um exercício de dedicação e paciência. In: DEL-CLARO, Kleber; PREZOTO, Fábio. (Org.). As distintas faces do comportamento Animal. Jundiaí/São Paulo, 2003, v. 1, p. 143-149.

PAGLIA, A.P., FERNANDEZ, F.A.S., DE MARCO Jr, P. 2006. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes?. p.257-292. In: ROCHA, C.F.D.,

PAGLIA, A.P.; et.al. 1995. Heterogeneidade estrutural e diversidade de pequenos mamíferos em um fragmento de mata secundária de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 12 (1): 67-79.

PASSOS, F. C.; SILVA, W. R.; PEDRO, W. A & BONIN, M. R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 511-517.

PENTEADO, Marcel José Franco. Área de vida, padrões de deslocamento e seleção de habitat por Pumas (*Puma concolor*) e Jaguatiricas (*Leopardus pardalis*), em paisagem fragmentada do Estado de São Paulo. 2012.

Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba, PNMCBio, SP. Outubro de 2012

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. Biologia da conservação. Editora Planta. Londrina. 328 p.

REGALADO, L.B; GUILHERME, A.2013. Mamíferos da Floresta Nacional de Ipanema. Manutenção da lista de mamíferos realizada em 08/2013.

REIS, N.R.; A.L. PERACCHI; PEDRO, W. A. & I.P. LIMA. 2007. Morcegos do Brasil, Londrina, Paraná, 253p.

REIS, N.R.; A.L. PERACCHI; PEDRO, W. A. & I.P. LIMA. 2011. Mamíferos do Brasil, Londrina, Paraná, 2^a Ed. 439p.

SMITH, W. S. E REGALADO, L. B. 2008. Floresta Nacional de Ipanema. *Rev. Ciência Hoje*, 43 (255), 70-73.

SOUZA, M.A.N. & GONÇALVES, M.F. 2004. Mastofauna terrestre de algumas áreas sobre influência da linha de transmissão (LT) 230 KV PE/PB, Circuito 3. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. Vol 4, N.2.

SOUZA, M.A.N. e GONÇALVES, M.F. 2004. Mastofauna terrestre de algumas áreas sobre influenciada linha de transmissão (LT) 230 KV PE/PB, Circuito 3. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. Vol4, N.2.

STRAUBE, F. C. & BIANCONI, G. V. 2002. Sobre a Grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8 (1-2): 150-152.

TOCCHE, Caroline B. 2009. A Fauna de Pequenos Mamíferos Terrestres como Indicador do Estado de Conservação da Floresta Nacional de Ipanema, SP / Caroline de Bianchi Tocchet. -- Sorocaba: UFSCar, 124 p.

WILSON, D. E. & REEDER, D. M. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed). Johns Hopkins University Press, 2.142 pp.

CAPÍTULO 16

Uso público como instrumento para a conservação e acesso à biodiversidade

¹Instituto de Desenvolvimento Ambiental Sustentável, IDEAS

²Universidade de Sorocaba, UNISO

Ana Carolina Marto Rodriguez¹ Thais Milani Leão¹ Nobel Penteado de Freitas² Marcela Pellegrini Peçanha²

Resumo

Nas áreas protegidas, observa-se o aumento e o interesse das pessoas em visitarem para conhecer seus atributos naturais. O conceito de uso público aplicado às unidades de conservação começou a ser utilizado na década de 1970 e visou atender às demandas para a utilização social de suas florestas, para atividades de educação ambiental e, posteriormente, foram elaboradas diretrizes com a finalidade de normalizar, sistematizar e direcionar as diversas atividades que integravam o programa de uso público das unidades de conservação. Para se atingir os objetivos da conservação, uma das principais ferramentas é o ecoturismo, que depende diretamente da qualidade do ambiente a ser visitado. Esse é mais um motivo pelo qual a atividade deve ser controlada e seus potenciais impactos negativos devem ser minimizados pelo manejo. O Parque Municipal Corredores da Biodiversidade exerce importantes funções ambientais para Sorocaba e região. Esta área natural é fundamental para a fauna e flora regional, visto que por sua área e localização, tem enorme potencial para o estabelecimento de corredores ecológicos e para manutenção da fauna e flora local, funcionando como um verdadeiro refúgio para estas espécies. Tanto a conservação das áreas naturais do Parque como seus programas de educação ambiental são peças fundamentais de um eficiente Programa de Uso Público, que deve ser continuamente aprimorado, buscando cada vez mais eficiência em seus resultados.

Introdução

Em todo o mundo, desde meados do século XX, as atividades ambientais tomaram força, somando a necessidade de sensibilizar e educar os visitantes de áreas naturais, como os parques e reservas, para a conservação e a preservação, resultando em conceitos amplamente aceitos, onde a visitação em áreas protegidas é entendida como atividade educativa, recreativa e de interpretação ambiental, propiciando ao visitante a oportunidade de conhecer, entender e valorizar os recursos naturais e culturais existentes nessas áreas (IBAMA/GTZ, 1999 apud MMA, 2005).

No Brasil, observações empíricas indicam que as atividades em contato com os ambientes naturais têm aumentado nos últimos anos, tanto em relação às modalidades, como em relação ao número de praticantes. Esta realidade tem demandado o estabelecimento de diretrizes e normas para que a visitação seja realizada de maneira adequada, respeitando um dos principais objetivos das áreas protegidas:

a conservação da natureza (MMA, 2005).

Nos últimos anos, tem crescido ao redor do mundo, o interesse das pessoas em visitarem áreas protegidas para conhecer seus atributos naturais (MUÑOZ-SANTOS, BENAYAS, 2012).

O conceito de uso público aplicado às unidades de conservação começou a tomar a forma atual na década de 1970 e visou atender às demandas para a utilização social de suas florestas, para atividades de educação ambiental e, posteriormente, foram elaboradas diretrizes com a finalidade de normalizar, sistematizar e direcionar as diversas atividades que integravam o programa de uso público das unidades de conservação.

O Programa de Uso Público do Parque da Biodiversidade iniciou-se no dia 20 de março de 2014, juntamente com a inauguração do Programa de Educação Ambiental da UC. Servindo como base para receber os visitantes no parque, este programa deu início aos projetos que subsidiam e avaliam os impactos de ações educativas na integração da sociedade com as áreas naturais, e desta forma, seus resultados são usados para avaliar os impactos e criar diretrizes para o Uso Público da UC.

Para elaboração de um efetivo programa de uso público de áreas protegidas, é importante avaliar o conhecimento adquirido dos visitantes, sobre suas motivações, expectativas, desejos e informações sobre o local, para tornar possível a identificação de potenciais indicadores dos impactos sociais do uso público que poderão posteriormente ser utilizados no processo de construção do programa de uso público (KATAOKA, 2004).

Uso público na unidade de conservação através do ecoturismo

O Turismo ecológico e Ecoturismo são traduzidos como sendo atividades desenvolvidas em áreas naturais, na qual os seus praticantes procuram usufruir ao máximo da natureza, minimizando os impactos que possam causar, além de desenvolver uma consciência ou compreensão ecológica (FARIA, SARAIVA CARNEIRO, 2001, p. 74).

A interpretação da natureza é um componente fundamental da experiência dos visitantes em áreas protegidas. É a ponte de comunicação que liga os visitantes aos recursos naturais e leva as pessoas a um novo e fascinante mundo, propiciando novo entendimento, novas ideias, novo entusiasmo e novos interesses. Um bom programa de interpretação procura afetar não somente os comportamentos imediatos, mas principalmente as crenças e atitudes futuras dos visitantes (KINKER, 2002).

A EMBRATUR (1994) define ecoturismo como sendo “um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações envolvidas”. Tem como fundamentos:

- Promover e desenvolver o turismo com bases cultural e ecologicamente sustentáveis;
- Promover e incentivar investimentos em conservação dos recursos culturais e naturais utilizados;
- Ser operado de acordo com critérios de mínimo impacto e ser uma ferramenta de proteção e conservação ambiental e cultural;
- Educar e motivar pessoas por meio da participação e atividades a perceber a importância de áreas naturais e culturalmente conservadas.

O programa de interpretação ambiental do Parque da Biodiversidade procura permitir um melhor entendimento do visitante sobre o meio ambiente, enriquecendo assim sua experiência vivida na unidade, através de um roteiro interpretativo de placas no percurso das trilhas e conhecimentos transmitidos pelos monitores ambientais.

Possíveis impactos negativos e positivos do turismo ecológico e ecoturismo

A atividade turística, quando mal conduzida, pode afetar negativamente os componentes sensíveis do ambiente (E. G., BRATTON, 1985; GARBER & BURGER, 1995; COLE, 1997). Para a prática correta do ecoturismo, devem ser estabelecidos protocolos de visitação que visam minimizar o conflito entre recreação e conservação da natureza (COLE, 1993), preparando o visitante para compreender e respeitar as características dos ambientes (NIEFER & SILVA, 1999; MITRAUD, 2001; SABINO & ANDRADE, 2002).

O ecoturismo, mais do que qualquer outra forma de turismo na natureza, depende da qualidade do ambiente visitado. Esse é mais um motivo pelo qual a atividade deve ser controlada e seus potenciais impactos negativos devem ser minimizados pelo manejo (KINKER, 2002).

A fim de prevenir os impactos ambientais causados pelo turismo, deve-se elaborar um planejamento para o local com o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável para o patrimônio natural e para todos os produtos que estão envolvidos, tais como seus atrativos e equipamentos turísticos (WEARING, 2001).

Clark *et al* (2013) avaliando a situação de Área protegidas no Sul da Ásia, verificaram que em muitas situações, mesmo como áreas protegidas os ecossistemas estavam vulneráveis a atividades antrópicas, sugerindo a adoção de ações de sustentabilidade no entorno das áreas protegidas como forma de proteção das mesmas.

Nelson *et al* (2011) trabalhando com estudo sobre efetividade do uso restrito ou uso múltiplo de áreas protegidas, encontraram que os usos múltiplos não são bem conhecidos, mas que podem contribuir para os processos de proteção das florestas tropicais.

Existem diversos impactos positivos que o turismo no meio ambiente pode causar, e o mais evidente e importante é a interação do homem com o meio ambiente; essa interação pode trazer ao homem a importância da conservação dos recursos naturais que apesar de parecerem inegociáveis, eles podem sim um dia chegar ao seu fim, como por exemplo, a criação de áreas e entidades (governamentais e não governamentais) de proteção da fauna e da flora. E a ideia do turismo é mostrar exatamente isso para o homem, a importância do meio ambiente, a importância da fauna e da flora e a importância da conservação.

Programa de uso público no Parque da Biodiversidade

Objetivos do Programa de Uso Público do PNMCBio:

- Propiciar aos visitantes do PNMCBio o contato com a natureza, através de experiências recreativas e educativas, motivando-os para práticas conservacionistas e sustentáveis;

- Contribuir para o desenvolvimento humano, sociocultural e ambiental das comunidades vizinhas;
- Incentivar processos reflexivos que possibilitem a construção de princípios, valores e posturas voltadas à conservação da biodiversidade;
- Realizar a gestão da visitação.

Infraestrutura do Programa de Uso Público

Centro de Visitantes

O Centro de visitantes é um espaço amplo, composto por cadeiras, tela de projeção, espaço da área administrativa e placas educativas apresentam a UC ao visitante. É um espaço multiúso, utilizado para recepção dos visitantes, trabalhos de Educação Ambiental, reuniões e exposições e eventos diversos. Conta ainda com banheiros, cozinha, bebedouros e rede wi-fi da Prefeitura Municipal de Sorocaba, disponíveis ao público. As áreas externas do Centro possibilitam a concentração de grupos e a realização de atividades.



Figura 1. Centro de visitantes do Parque da Biodiversidade

Estacionamento

O Parque conta com um estacionamento amplo, de fácil acesso, localizado próximo à portaria, no qual o visitante pode estacionar seu veículo para realizar o passeio. Há também um bicicletário disponível aos visitantes, localizado próximo ao portão de entrada. Além disso, o estacionamento comporta caminhões prestadores de serviço.

Quiosque

O Parque conta com um quiosque de 81 m² de área construída, tendo capacidade para aproximadamente 100 pessoas e adaptado para pesquisa, com uma bancada e torneiras disponíveis para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Também é utilizado como área de concentração de grupos para início de visita às trilhas e paradas para alimentação, descanso e reabastecimento de água.

Portaria

A portaria possui uma guarita para recepção dos visitantes, acesso de automóveis para abastecimentos e outros serviços. O público é recepcionado nesta portaria pela equipe de educadores.

Meliponário

O meliponário é o local de criação de abelhas nativas (sem ferrão). Ambiente propício para o programa de Educação Ambiental, pois são trabalhados os assuntos como formação de colônias e modo de organização social das abelhas e polinização, reforçando a importância destes insetos no equilíbrio da natureza. Os roteiros interpretativos incluem a visita ao meliponário do parque.



Figura 2. Meliponário do Parque da Biodiversidade

Playground

O playground do parque foi instalado em maio de 2015, com o objetivo de oferecer um ambiente de descontração e lazer às crianças. O local instalado foi escolhido segundo as permissões da zona de uso intensivo da UC.

Áreas naturais

Zoneamento da Unidade de Conservação

O zoneamento ambiental foi instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente em 1981, com a sanção da Lei Federal nº 6938. O Zoneamento consiste, pois num instrumento valioso de gestão territorial e ambiental, caracterizando cada uma de suas zonas e propondo seu desenvolvimento físico, de acordo com suas finalidades, e estabelece diretrizes básicas para o manejo da unidade (MMA, 1996).

Zona Intangível

Caracterizada pela área em que a natureza permanece mais próxima de seu estado primitivo e distante das principais vias de acesso, não se tolerando quaisquer alterações humanas que provoquem impactos ambientais negativos, representando o mais alto grau de conservação dentro da unidade. Localiza-se na região central do fragmento florestal mais amplo do Parque, apresentando 9,83 hectares (PLANO DE MANEJO PNMCBio, 2012).



Figura 3. Zona intangível do Parque da Biodiversidade

Zona Primitiva

Há pequena ou mínima intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. É uma zona importante, circundando e protegendo a Zona Intangível das ações de baixo impacto do Uso Público. É circundada pelo córrego Campininha e apresenta 7,33 hectares. (PLANO DE MANEJO PNMCBio, 2012).

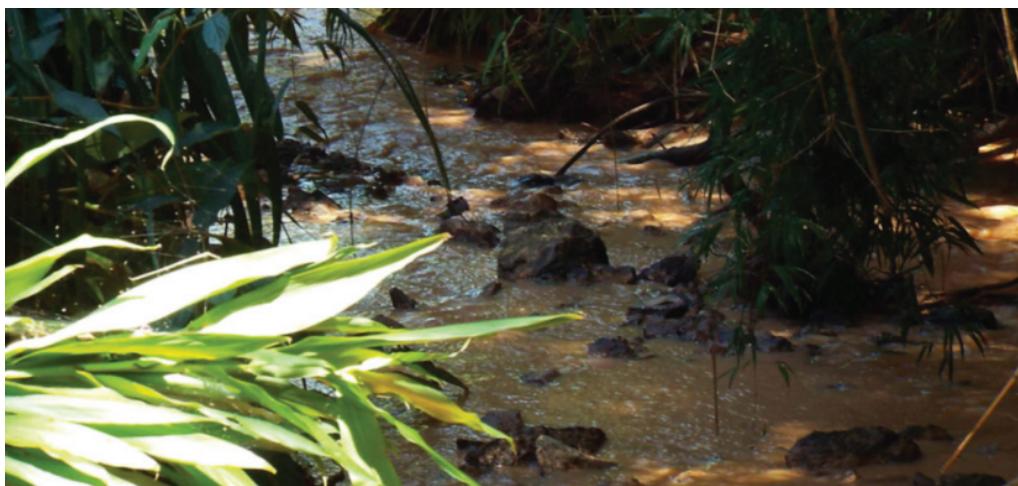


Figura 4. Zona Primitiva do Parque da Biodiversidade

Zona De Uso Extensivo

Apresenta áreas naturais, além de algumas áreas com alterações humanas. No Parque, esta zona margeia as Áreas de Preservação Permanente (APP) do córrego Campininha. Nesta zona encontram-se as trilhas do Parque, desenvolvidas para atividades de Educação Ambiental. Apresenta 16,6 hectares (PLANO DE MANEJO PNMCBio, 2012).



Figura 5. Zona de Uso extensivo do Parque da Biodiversidade

Zona de uso Intensivo

Concentra as atividades ligadas ao uso público de maior intensidade. Nela estão localizados os equipamentos de apoio à visitação pública, como estacionamento, portaria, centro de visitantes, sanitários, quiosque, bebedouros, além de áreas para lazer, piquenique e exposições. Sua área é de 2,04 hectares (PLANO DE MANEJO PNMCBio, 2012).

Zona de Recuperação

É caracterizada por uma área em processo de recuperação florestal, devido aos impactos anteriormente sofridos pelo plantio de eucaliptos. Esta é uma zona provisória que, uma vez restaurada, será incorporada a uma das zonas permanentes. Apresenta 34,22 hectares (PLANO DE MANEJO PNMCBio, 2012).

Zona de amortecimento

A Zona de Amortecimento consiste numa área estabelecida no entorno do Parque, cuja finalidade é basicamente minimizar os aspectos negativos que interferem no alcance de objetivos de conservação desta 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. Engloba uma área total 4.603,67 hectares (PLANO DE MANEJO PNMCBio, 2012).

Trilhas Trilha “Recuperação e Manejo”

Localizada próximo ao centro expositivo e de Educação Ambiental, mesta trilha são abordadas as temáticas da regeneração natural e mata primária, o manejo de eucaliptos, observação de aves, espécies locais de fauna e flora. Ao longo da trilha estão presentes placas educativas, informativas e interativas que explicam pontos-chave da trilha, como aves presentes no parque, questões relativas ao manejo dos eucaliptos, sucessão ecológica, fauna do parque, regeneração natural e intervenções para a recuperação.

A trilha Recuperação e Manejo pode ser realizada de forma autoguiada e/ou monitorada por condutores ambientais credenciados. A trilha autoguiada é realizada diariamente e monitoradas mediante agendamento prévio, atendendo número máximo de 40 pessoas por período, manhã e tarde, podendo receber até 2.080 pessoas por mês. Apresenta nível baixo de dificuldade, extensão de 1.500m e seu percurso pode ser realizado em 1h30min.

Trilha “Caminhos da Biodiversidade”

Localizada próximo à pedra fundamental do Parque, a trilha abrange a zona primitiva, aproximando-se da zona intangível. Entre as temáticas abordadas estão os hábitos das formas de vida vegetais (Ex.: árvores, herbáceas, arbustos, lianas e epífitas), fisionomia da vegetação, relações ecológicas (Ex.: diversidade de líquens) e espécies locais, importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade, dentre outras. Durante o percurso estão instaladas placas educativas e interativas com assuntos de grande relevância sobre o ambiente encontrado.

A trilha Caminhos da Biodiversidade é realizada de forma monitorada mediante agendamento prévio, no máximo duas vezes por semana, inclusive aos finais de semana. Número máximo de 25 pessoas por período, manhã e tarde, podendo receber até 400 pessoas por mês. Apresenta nível baixo de dificuldade, extensão de 2.500m e seu percurso pode ser realizado em 2h30min.

Trilha da Campininha

Beirando o córrego da “Campininha”, é a maior trilha da U.C. e possui trechos com subidas. Entre as temáticas que podem ser abordadas estão a mata ciliar, a sazonalidade das águas, a regeneração e a mata secundária, biodiversidade em ambiente lacustre, flora terrestre e fauna local, dentre outras temáticas. Durante o percurso estão instaladas placas educativas, interagindo com o visitante. É realizada de forma monitorada mediante agendamento prévio, máximo de duas vezes por semana, podendo ser realizadas inclusive aos finais de semana. Número máximo de 25 pessoas por visita, podendo receber até 400 pessoas por mês. Apresenta nível baixo de dificuldade, extensão de 5.700 m e seu percurso pode ser realizada em 3h30min.



Figura 6. Trilha Campininha.

Conclusão

O Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade exerce importantes funções ambientais para Sorocaba e região. Primeiro pelo fato de ter estabelecido uma ampla área de conservação, onde o ecossistema está em processo de restauração. Esta área natural é fundamental para a fauna e flora regional, visto que por sua área e localização, tem enorme potencial para o estabelecimento de corredores ecológicos e para manutenção da fauna e flora local, funcionando como um verdadeiro refúgio para estas espécies. Por outro lado, as ações educativas desenvolvidas no Parque contribuem para formação de uma consciência coletiva sobre a importância da conservação das áreas naturais, multiplicando potenciais defensores dos processos de proteção e recuperação da natureza. Tanto a conservação das áreas naturais do Parque como seus programas de educação ambiental são peças fundamentais de um eficiente Programa de Uso Público, que deve ser continuamente aprimorado, buscando cada vez mais eficiência em seus resultados.

Referências bibliográficas

- BENI, Mário Carlos. Análise estrutural do turismo. 12^a ed. rev. e atualiz. São Paulo: Editora Senac, 2001. p.470 à 471.
- BRATTON, S.P., Efeitos de perturbação pelos visitantes em duas espécies de orquídeas da floresta em Great Smoky Mountains National Park, EUA. Biological Conservation, 31: 211- 227. (1985).
- CARNEIRO, K.S.; FARIA, D. A. Sustentabilidade Ecológica no Turismo, Brasília: ed. UnB, (2001).
- CIFUENTES, M. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. Série Técnica. Informe Técnico. Turrialba, Costa Rica. (1992).
- CLARK, NATALIE E ; BOAKES, ELIZABETH H ; MCGOWAN, PHILIP J K ; MACE, GEORGINA M ; FULLER, RICHARD A Protected areas in South Asia have not prevented habitat loss: a study using historical models of land-use change PloS one, 2013, Vol.8(5), pp.e65298.
- COLE, D.N. Minimizando conflito entre recreação e conservação da natureza. Pp. 105-122. Em: Ecologia de vias verdes: Estrutura e funcionamento das áreas de conservação lineares. D.S.Smith & P.C. Hellmund (eds.). University of Minnesota Press, Minneapolis. (1993)
- EMBRATUR, Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo, Brasília. (1994).
- GARBER, S.D. & J. BURGER. Estudo que documenta a relação entre o declínio da tartaruga e recreação humana. Ecological Applications, 5 (4): 1151-1162 (1995).
- IBAMA/GTZ, 1999 apud MMA, 2005. IBAMA. 1999. Guia do Chefe: manual de apoio ao gerenciamento de unidades de conservação federais. Brasília: IBAMA /GTZ.
- KATAOKA, S.Y. Indicadores da qualidade da experiência do visitante no Parque Estadual da Ilha Anchieta. Dissertação Mestrado, ESALQ, USP. Piracicaba, SP. 2004.
- KINKER, S. Ecoturismo e a conservação da natureza em parques nacionais, Campinas, sr: Papirus (2002).
- MAGRO, T. C. Impactos de uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional de Itatiaia. Tese (Doutorado). São Carlos. (1999).

MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 25, de 12 de dezembro de 1996, Disponível em <<https://www.mma.com.br>> Acessado em 20 de agosto de 2015.

MITRAUD, S.F. Uso Recreativo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha: um exemplo de planejamento e implementação. WWF Brasil, Brasília. 100p. coord. (2001).

MUÑOZ-SANTOS, MARIA ; BENAYAS, JAVIER O. A Proposed Methodology to Assess the Quality of Public Use Management in Protected Areas. Environmental Management, 2012, Vol.50(1), pp.106-122.

NELSON, ANDREW ; CHOMITZ, KENNETH M BRUUN, HANS HENRIK. Effectiveness of Strict vs. Multiple Use Protected Areas in Reducing Tropical Forest Fires: A Global Analysis Using Matching Methods (Protected Area Effectiveness) PLoS ONE, 2011, Vol.6(8), p.e22722.

NIEFER, I. & J.C.L.G.SILVA, Critérios para um ecoturismo ambientalmente saudável. Cadernos da Biodiversidade, 2(1): 53-61. (1999).

PLANO DE MANEJO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL CORREDORES DE BIODIVERSIDADE, 2012.

SABINO, J. & L.P.ANDRADE. Monitoramento e conservação no rio Baía Bonita, região de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil. Pp. 397-404. In: Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Rede Pró-Unidades de Conservação, Fundação Boticário de Proteção à Natureza e Associação Caatinga. Fortaleza, Ceará. 876p. (2002).

Capítulo 17

Capacidade de suporte de carga das trilhas do parque

Thais Milani Leão¹ Darllan Collins da Cunha e Silva² Nobel Penteado de Freitas²

¹ Instituto de Desenvolvimento Ambiental Sustentável, IDEAS

² Universidade de Sorocaba, UNISO

Resumo

O estudo sobre a capacidade de suporte em trilhas de parques e reservas é extremamente importante pelo fato de orientar seu uso correto e minimizar os possíveis impactos ambientais. No caso do PNMCBio, foram inicialmente levantadas informações ambientais do meio físico e biológico, abordando aspectos como, sua composição geomorfológica, levantamento das espécies animais e vegetais e analisando como esses componentes interagem e os possíveis impactos que podem receber. Por meio de questionários, foram caracterizados os meios físico e biológico, avaliado o grau de compactação do solo e aferida a extensão das áreas com erosão, alagamento, trechos sem cobertura florestal e faixas de declividade. A referida trilha da pesquisa tem uma extensão total de 6.466 metros, tem a forma circular e é de grau de dificuldade leve, tendo como função atividades educativas e/ou recreativas e interpretação do ambiente natural. A capacidade de suporte de carga foi definida como: o número máximo anual de visitantes que a trilha pode suportar, sem sofrer alterações, considerando o equilíbrio dinâmico entre ambiente, quantidade de turistas e qualidade dos serviços instalados. Para determinação da estimativa da capacidade de carga turística (CCT) foram aplicados métodos de Cifuentes, 1992, que relaciona a capacidade de carga física e social. Foi estimado um número de 82 pessoas/dia nas trilhas do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, que é uma Unidade de Conservação que se enquadra na categoria de Proteção Integral, onde grande parte da mata passa por um processo de regeneração.

Introdução

A visitação pode causar alterações de áreas naturais, como parques e reservas, provocando impactos de diversas intensidades e magnitudes. Para prevenir tais impactos ambientais causados pelo uso do turismo de áreas naturais, deve-se elaborar um planejamento com medidas de controle para o local, com o objetivo de proteger estes locais, contribuindo para sua conservação e desenvolvimento sustentável para seus atrativos e, ao mesmo tempo, assegurar a qualidade à visita. Segundo Kinker (2002), o ecoturismo, mais do que qualquer outra forma de turismo na natureza, depende da qualidade do ambiente visitado. Esse é mais um motivo pelo qual a atividade deve ser controlada e seus potenciais impactos negativos devem ser minimizados pelo manejo.

As áreas naturais, em particular as áreas protegidas, como parques e reservas, que em geral possuem um grande número de atributos naturais, como matas, rios, animais e beleza cênica, constituem espaços de grande valor atrativo para turistas e praticantes de esportes. A conservação dos recursos naturais destas áreas é primordial para se manter uma boa relação entre homem e meio ambiente. Os impactos ambientais são muitos e, segundo Ruschmann (1997), os impactos do turismo referem-se à gama de modificações ou à sequência de eventos provocados pelo processo do desenvolvimento turístico nas localidades receptoras. As variáveis que provocam os impactos têm natureza, intensidade, direções e magnitudes diversas, porém os resultados interagem e são geralmente irreversíveis.

Por esse motivo, as organizações para a conservação da natureza reconhecem a enorme relevância do turismo em áreas naturais e estão cientes dos possíveis danos ambientais causados por esta atividade, quando mal administrado ou sem controle.

Trilhas do PNMCBIO

A interpretação da natureza é um componente fundamental da experiência dos visitantes, oferecendo a eles a oportunidade de desfrutar de uma área natural de maneira tranquila, alcançando maior contato com o meio ambiente. O programa interpretativo das trilhas existentes no PNMCBio proporciona aos visitantes novo entendimento, novas idéias e novos interesses sobre a natureza e, em geral, esse programa enriquece muito a experiência e o conhecimento do visitante com relação ao meio ambiente, representado neste caso pelo patrimônio natural do Parque.

As trilhas do parque são representadas por roteiros interpretativos que são vivenciados pelo visitante por meio de um estudo, através da observação de placas explicativas durante todo o percurso da trilha. Essas placas são de linguagem simples e objetiva para que os visitantes recebam de maneira rápida e direta os conceitos e informações por elas apresentados.

Metodologia para Análise da Trilha

Para a avaliação da capacidade de suporte da trilha do PNMCBio, foram inicialmente levantadas informações ambientais do meio físico e biológico, abordando aspectos como, sua composição geomorfológica, levantamento das espécies animais e vegetais e analisando como esses componentes interagem gerando informações para o manejo e, assim, gerando informações ao visitante e enriquecendo a experiência do trajeto.

Em cada ponto foi aplicado o questionário de caracterização dos meios físico e biológico, realizada aquisição de pontos de GPS Garmin com exatidão nominal de 15m e uso de instrumentos para a detecção do grau de compactação do solo, e aferida a extensão das áreas com erosão, alagamento, trechos sem cobertura florestal e faixas de declividade. A referida trilha da pesquisa tem uma extensão total de 6.466 metros, tem a forma circular e é de grau de dificuldade leve, tendo como função atividades educativas e/ou recreativas e interpretação do ambiente natural.

A trilha foi mapeada e teve sua extensão e largura real calculadas, sendo divididos em 30 pontos de controle a cada 200 metros. Na trilha foram analisados os seguintes parâmetros descritos conforme Magro (1999), que indicam seu estado de conservação:

Largura da trilha: É a medida da trilha feita pela utilização de uma trena estendida entre as extremidades laterais;

Solo exposto: Área sobre influência direta de pisoteio, que não apresenta cobertura vegetal ou se apresenta com frequência menor a 5% (vegetação viva); barrancos e áreas laterais não utilizados para caminhada foram descartados;

Declividade paralela: Declividade medida ao longo da trilha, em grau no sentido de caminhamento;

Cobertura vegetal do entorno: Neste parâmetro foram considerados o tipo e o estado de conservação da vegetação que contorna a trilha;

Estética: É a aparência da trilha ao seu redor, neste item tem-se: estado de conservação do aceiro, presença ou não de vegetação e lixo e grau de dificuldade do percurso;

Acúmulo de lixo: Além de sua relação com a estética, sua influência na poluição local também foi avaliada;

Acessibilidade: Se a trilha é de fácil acesso a todos os tipos de público;

Volume médio de precipitação: Foram colhidos dados do Plano de Manejo do Parque;

Possibilidade de alagamentos: Se nas áreas existe a possibilidade de alagamentos, podendo causar erosão na trilha;

Clima da região: Foi caracterizado o clima da região e como ele influencia no tipo de vegetação e fauna do local;

Passa-se algum rio ou córrego no local: Foi medida a influência do córrego que passa pelo local, no caso, o córrego Campininha;

Tipo de bioma: Foram classificados dois biomas presentes na trilha.

Metodologia para Capacidade de Carga

A utilização de trilhas pelo trânsito de pessoas pode provocar destruição da camada de detritos vegetais sobre a superfície do solo, alterando seu estado estrutural e, dessa forma, causar a compactação do solo.

A capacidade de suporte de carga foi definida como: o número máximo anual de visitantes que o atrativo turístico natural pode suportar, sem sofrer alterações, considerando-se o equilíbrio dinâmico entre ambiente, quantidade de turistas e qualidade dos serviços instalados. No contexto do planeja-

mento, significa que o desenvolvimento deve ser norteado para não exceder a capacidade do meio ambiente, para não esgotá-lo ou destruí-lo.

Para determinação da estimativa da capacidade de carga turística (CCT) foram aplicados métodos de (CIFUENTES, 1992), que relaciona a capacidade de carga física e social. A capacidade de carga física está ligada à estabilidade e diversidade do ambiente e a carga social está ligada à quantidade de pessoas possíveis em uma área (BINELLI 1997). Para aplicá-lo, o primeiro passo foi o diagnóstico e o mapeamento do local. (CIFUENTE, 1992) desenvolveu uma metodologia de simples aplicação que considera três níveis de capacidade:

Capacidade de Carga Física (CCF);

Límite máximo de visitantes que podem ocupar um espaço em determinado tempo.

Capacidade de Carga Real (CCR);

É a capacidade de carga física corrigida por uma série de fatores que oferecem resistências ambientais e que são definidas em função das características do lugar.

Capacidade de Carga Efetiva (CCE).

É o limite máximo de visitas permitidas em um espaço, conforme a capacidade de manejo.

A capacidade de carga foi determinada conforme adaptação deste método para a trilha.

A primeira é definida pela seguinte fórmula:

$$CCF = v/a \cdot s \cdot t$$

Onde:

v/a = visitantes/área ocupada

s = superfície total da trilha disponível para uso público

t = tempo necessário para a visita

Para o cálculo da CCR utiliza-se:

$$CCR = CCF \times (100 - FC/100) \times (100 - FC/100) \times (100 - FC/100)$$

Onde os FCS são fatores limitantes da capacidade de carga física, ou seja, fatores que limitarão o número de pessoas que terão acesso à trilha. Esses fatores consideram o ambiente visitado e não o visitante em si. É um fator de correção expressado em porcentagem.

Para a determinação dos fatores de correção - FC, temos que:

$$FC = MI/Mt \times 100$$

Onde: MI = magnitude limitante da variável

Mt = magnitude total da variável

Os fatores de correção analisados foram:

1. Precipitação: levaram-se em consideração os dias de chuva que tornam as visitas impossíveis ou proporcionam uma menor satisfação dos visitantes.

2. Solo: O solo presente é de Latossolos Vermelhos (LV), de textura argilosa, portanto, para este tipo de solo foi considerado um fator de correção de 10%.

3. Declividade: este dado foi obtido através de uma média entre os pontos que apresentam declividade na trilha, considerando 5,2%.

4. Erodibilidade: pode-se dizer que não há muitos pontos com erosão acentuada, devido ao fato de que o solo já está um tanto adaptado à circulação.

E a fórmula para se chegar à CCE:

$$CCE = CCR \times CM / 100$$

Onde:

CM é a capacidade instalada pela capacidade adequada.

Análise das trilhas

Os resultados foram obtidos por meio de dados coletados em saídas a campo realizadas no mês de agosto e setembro de 2015. Durante o trajeto, são realizadas algumas paradas para informações aos visitantes, procurando salientar seus atrativos e passar pequenos detalhes sobre a história do Parque da Biodiversidade, que é uma área em recuperação.

As trilhas do parque possuem um total de 6.466 metros de extensão em sentido único e a maior trilha pode ser percorrida em 3 horas aproximadamente. Esta trilha possui a função de atividades educativas, sendo também utilizada para pesquisas científicas. Quanto à forma, caracteriza-se por ser uma trilha circular e de intensidade leve.

A largura média das trilhas é de 3 metros, e sua declividade média é de 5,2%, aproximadamente.

Estas trilhas funcionam como trilhas guiadas e necessitam de monitores para o acompanhamento, os quais incentivam a observação do meio, incorporando a educação ambiental às suas explicações, exceto a trilha 1, que é auto guiada, e que por opção do visitante pode ser realizada sem monitoria. Nos dias com chuva intensa as visitas são canceladas e agendadas para outra data próxima por questão de segurança dos visitantes.

Quando as chuvas ocorrem inesperadamente e os visitantes já se encontram na UC, a visitação à trilha é adiada e os visitantes são convidados a uma apresentação de slides e uma pequena palestra sobre educação ambiental. Se a chuva for de baixa intensidade, fica a critério do visitante ir ou não para a trilha, e nestes casos o parque dispõe de capas de chuva.

A vegetação de entorno da trilha se apresenta em bom estado de conservação, mas existem algumas áreas em fase de recuperação devido a impactos causados no passado pelo plantio de eucaliptos.

Análise da capacidade de carga

Para ter o resultado de capacidade de carga - CC, primeiramente foi calculada a capacidade de carga física - CCF, seguida pela real - CCR e, por fim, pela efetiva - CCE, que traz o resultado real da capacidade da trilha.

- CCF

$$CCF = v/a \cdot S \cdot t$$

v/a = 1 metro quadrado.

$$CCF = 1 \cdot 6466 \cdot 3$$

s = 6.466 metros

$$CCF = 19.398 \text{ pessoas/dia}$$

t = tempo necessário para percorrer a trilha

- CCR

Fatores de Correção – FCS

FC de precipitação: No Parque da Biodiversidade chove em média 148 dias por ano, por isso temos:

$$148 \times 9 \text{ horas} = 1.332 \text{ horas/ano.}$$

$$FCp = 1.332 / 2.592 \times 100$$

Mt = quantidade de horas em funcionamento por ano (12 meses x 9 horas de funcionamento)

$$FCp = 51,39\%$$

FC de solo: O solo presente é de Latossolos Vermelhos (LV), de textura argilosa, portanto, para este tipo de solo foi considerado um fator de correção de 10%.

$$FCs = 10\%$$

FC de declividade: A declividade média local foi calculada em 5,2%, conforme estabelecido na metodologia utilizada. FCd = 5,2%

FC de erodibilidade: Foi considerado um fator de correção de 10% (valor médio estabelecido por observação em campo).

$$Fce = 10\%$$

Aplicando os fatores de correção na fórmula de CCR, temos:

$$CCR = CCF \times (100 - FCp) / 100 \times (100 - FCs) / 100 \times (100 - FCd) / 100 \times (100 - Fce) / 100$$

$$CCR = 19.398 \times (100 - 51,39) / 100 \times (100 - 10) / 100 \times (100 - 5,2) / 100 \times (100 - 10) / 100$$

$$CCR = 19.398 \times 0,48 \times 0,9 \times 0,95 \times 0,9$$

$$CCR = 7.164 \text{ pessoas/dia}$$

E a fórmula chega à CCE:

$$CCE = CCR \times CM / 100$$

$$CCE = 7.164 \times 1,15 / 100$$

$$CCE = 82 \text{ pessoas/dia}$$

Considerações finais

O limite da capacidade de carga serve como uma ferramenta na prevenção de futuros problemas que a unidade pode enfrentar em seu ambiente natural, que busca o número ideal de visitantes que a área pode tolerar; e a limitação do número de visitas diárias é a capacidade de pessoas que a trilha pode receber.

A capacidade de carga foi estimada de forma conservadora, resguardando a integridade da trilha com o mínimo impacto possível. Os valores de CCE expostos foram estimados com base no sistema atual de gestão. Os valores de CCE podem, portanto, serem alterados com o tempo, devido ao incremento da capacidade de manejo, alterações ambientais ou detecção de novos fatores de correção nas trilhas e roteiros.

Foi estimado um número de 82 pessoas/dia nas trilhas da unidade, nota-se que é um número baixo, porém o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade é uma Unidade de Conservação que se enquadra na categoria de Proteção Integral, onde grande parte da mata passa por um estágio de regeneração ainda não concluído. Nesse caso, o impacto causado pelo turismo deve ser o mínimo possível.

Os cálculos da pesquisa realizada na Trilha do Paraíso, situada na Serra do Japi, apresentaram 10.758 pessoas diárias, número bem superior ao da trilha do PNMCBio, pois foi definida como uma trilha de pouquíssimo impacto na reserva biológica da Serra do Japi. Já o estudo realizado no Caminhos Rurais de Porto Alegre, por Juliane da Soller e Cristiano Borghetti, apresentou 58 pessoas diárias devido a características semelhantes as do Parque da Biodiversidade.

Referências bibliográficas

- BINELLI, A. A.; PINHO, A. M. & MAGRO, T. C. **Adaptação do método de Miguel Cifuentes para determinação da capacidade de carga em trilhas do município de Brotas - SP.** p. 358-369 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997. Anais, v. 2 - Trabalhos técnicos. Curitiba: IAP/UNILIVRE.
- CIFUENTES, M. **Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas.** Série Técnica. Informe Técnico. Turrialba, Costa Rica, 1992.
- KINKER, S. 2002 **Ecoturismo e a conservação da natureza em parques nacionais.** Campinas.
- MAGRO, T. C. **Impactos de uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional de Itatiaia.** Tese (Doutorado). São Carlos, 1999.
- RUSCHMANN, D. V. M. 1997. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente.** 7. ed. Campinas, SP: Papirus.

Capítulo 18

Características físico-químicas do solo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBIO)

Vanessa Cezar Simonetti¹, Débora Zumkeller Sabonaro², Darllan Collins da Cunha e Silva¹, Renan Angrizani de Oliveira¹, Alexandre Marco da Silva⁴, Marcos Alberto Baptista Moraes⁴, Neusa Aparecida dos Santos⁴, Daniel Bertoli Gonçalves² & Clebson Aparecido Ribeiro³

¹Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

²Programa de Mestrado Profissional em Processos Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

³Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Sorocaba, SP
Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – UNESP Sorocaba, SP

Resumo

O estudo objetivou a caracterização dos atributos físico-químicos do solo em duas zonas distintas do PNMCBio, bem como a identificação das zonas mais suscetíveis à erosão laminar. As amostras de solos foram alocadas na Zona Intangível (ZI) e Zona de Recuperação (ZR), seguindo as metodologias Embrapa (1997), Camargo *et al.* (2009), na profundidade 0-20cm. Para cada zona foram realizadas análises químicas (fertilidade) para os parâmetros: M.O, P, K, Ca, Mg, H+Al, Al e pH; e análises físicas: granulometria, umidade (volumétrica e gravimétrica), densidade aparente e porosidade total. O fator de erodibilidade do solo (K) foi calculado de forma indireta através da expressão de Bouyoucos, que considera apenas as porcentagens das frações de areia, silte e argila. A interpolação de dados para obtenção de mapas de distribuição espacial foi realizada através de modelagem matemática. Os resultados obtidos revelaram que o solo tanto da ZI quanto da ZR são pobres em nutrientes. Contudo, destaca-se a importância da manutenção do teor de matéria orgânica da camada superficial do solo para preservar o potencial de retenção de cátions. Devido ao tamanho do PNMCBio e da proximidade das ZI e ZR, os valores de erodibilidade do solo apresentaram baixa variabilidade espacial e podem ser classificados como de muito baixa erodibilidade. Contudo, o presente estudo traz uma importante contribuição no levantamento dos aspectos físico-químicos do solo do PNMCBio, possibilitando a realização de um diagnóstico inicial do seu estado de conservação, além do diagnóstico especializado das zonas mais suscetíveis à erosão laminar.

Introdução

Os solos são de fundamental importância no que tange à qualidade do meio ambiente, pois beneficiam a humanidade através de diversos serviços ambientais, sendo um recurso fundamental para a produção de alimentos devido algumas características que lhe são inerentes e que possibilita o crescimento das raízes e nutrição das plantas (PALM *et al.*, 2007; RAIJ, 2011).

Exerce a função de um grande reservatório de água para a sustentabilidade da vida, em especial das plantas, favorecendo a regularização do ciclo hidrológico, uma vez que é na água do solo que está dissolvido a maioria dos nutrientes essências a sobrevivência das plantas. Essa capacidade de retenção e armazenamento de água do solo está ligada diretamente à distribuição dos poros, entre outros parâmetros físico-hídricos (PREVEDELLO *et al.*, 2013; SECCO *et al.*, 2013).

A vegetação proporciona a formação de uma fonte constante de matéria orgânica pela deposição do material formador da serapilheira, que recicla nutrientes oriundos do solo ou da atmosfera, contidos nos tecidos vegetais (COSTA *et al.*, 1997).

Em solos de floresta pobres em nutrientes, a eliminação da vegetação diminui o potencial de produção do solo, principalmente pela diminuição do teor de matéria orgânica e da CTC do solo (SABONARO, 2011).

Contudo, a maioria das alterações que decorreram durante os anos resultou em perdas de recursos naturais, de capacidade produtiva e destruição de florestas e matas, originando diversas áreas degradadas. Normalmente, o processo de degradação das florestas e matas está relacionado à degradação dos solos. Essa degradação causa prejuízos para os ecossistemas naturais e também um prejuízo socioeconômico para as gerações atuais e futuras. Para compreender a degradação do solo e sua relação com a degradação florestal, o presente estudo situa-se num fragmento de Mata Atlântica, que segundo Rodrigues *et al.* (2009), representa um dos biomas mais importantes do mundo devido à sua grande biodiversidade; no entanto, o alto grau de devastação sofrido a colocou na posição de um *hotspot* para a conservação.

As terras do município de Sorocaba há séculos têm sido exploradas para diversos fins, porém, nas últimas décadas observou-se a predominância do uso urbano/industrial, bem como a produção agroflorestal próximas às áreas urbanas (IKEMATSU *et al.*, 2007). A carência de estudos relacionados à conservação do solo no município e o uso extensivo do solo por atividades antrópicas podem desencadear sérios problemas relacionados à erosão. Segundo o princípio conservacionista e como parte da medida compensatória proveniente da implantação da fábrica da Toyota do Brasil Ltda. (indústria automobilística), foi criado o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) pelo Decreto Municipal nº 16.408, de 23 de dezembro de 2008, com uma área de 62,42 hectares, inserido num fragmento florestal com predominância de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Segundo Lepsch (2011), a erosão hídrica é mais preocupante se comparada à eólica, pois grande parte do solo é carregada pelas enxurradas quando o solo se encontra desprovido de vegetação. Ainda de acordo com o autor, a erosão laminar provoca a remoção uniforme de finas lâminas da camada superior do solo como um todo. Fatores associados à textura do solo influenciam na sua erodibilidade, pois a remoção pode aumentar de acordo com o tamanho das partículas, sendo assim, a argila, o silte e a matéria orgânica são facilmente carregadas pela chuva.

Diante da intensa urbanização e das mudanças na paisagem natural o uso de técnicas de geoprocessamento vem ganhando cada vez mais espaço no cenário atual, como destaca Silveira (2004). Neste sentido, diversas políticas vêm sendo fomentadas com o intuito de diminuir os custos de tais aplicações, possibilitando o uso do geoprocessamento nos mais variados espaços.

Em Unidades de Conservação, as técnicas de geoprocessamento constituem uma importante ferramenta nos processos de planejamento e manejo dos recursos naturais. Silva *et al.* (2008) destacam a

importância das estimativas de dados relacionados aos atributos do solo nos mais variados contextos, uma vez que ele possibilitará a obtenção de um manejo mais adequado, principalmente no que tange às áreas heterogêneas. Tieppo *et al.* (2007), descrevem a modelagem matemática de acordo com a interpolação de dados, de modo que sejam estimados valores não amostrados com dados coletados em campo, obtendo-se assim, mapas de distribuição espacial.

Devido à relevância do conhecimento dos aspectos relacionados ao solo, principalmente no que tange aos processos de restauração de áreas degradadas, o presente estudo objetivou a caracterização do solo quanto à sua fertilidade e os aspectos físicos, tais como granulometria, densidade, umidade (volumétrica e gravimétrica) e porosidade em duas zonas do PNMCBio, sendo Zona Intangível (ZI) e Zona de Recuperação (ZR). Também foram identificadas as zonas mais suscetíveis à erosão utilizando métodos de determinação indireta (expressão de Bouyoucos), que determina o fator de erodibilidade do solo (fator K) presente na equação proposta por Wischmeier e Smith (1965), pois de acordo com este autor, os solos possuem diferentes erodibilidades, mesmo quando apresentam características similares.

Caracterização dos atributos químicos do solo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBIO)

Análise química do solo

A área de estudo compreende uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, denominada Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio), localizada na zona norte do município de Sorocaba. Possui uma área total de 63 ha, sendo 31ha referentes à área de vegetação nativa do Parque, com predominância de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (COELHO, 2013). Quanto aos aspectos pedológicos, a formação presente é uma associação de Latossolos Vermelhos (LV), cuja constituição é formada por Latossolos Roxos e Latossolos Vermelho-Escuros, sendo bem drenados e profundos (SOROCABA, 2012).

As amostras de solo foram alocadas em duas zonas do PNMCBio, de acordo com o zoneamento do Parque: Zona Intangível e Zona de Recuperação. Para cada zona foram coletadas 20 subamostras de solo, na profundidade 0-20 cm, utilizando-se um trado holandês confeccionado em aço inox. As amostras foram homogeneizadas e desta amostra composta foram retirados 500g e enviadas ao Instituto Agronômico de Campinas (IAC), no qual foram analisados os parâmetros químicos: pH, M.O, P, K, Ca, Mg, H+Al, Al e S (CAMARGO *et al.*, 2009).

Através dos resultados registrados na Tabela 1, pode-se verificar que os teores de matéria orgânica apresentaram valores de 32 e 18 mmolc/dm³, respectivamente para a Zona Intangível e Zona de Recuperação. Como a CTC está fortemente correlacionada com a matéria orgânica, apresentou maior valor para a Zona Intangível. Os maiores valores de matéria orgânica para a Zona Intangível pode ser explicado pela ciclagem de nutrientes.

Tabela 1. Atributos químicos de solo na profundidade de 0 – 20 cm para a Zona Intangível (ZI) e Zona de Recuperação (ZR).

| Zonas | P resina | M.O. ¹ | pH | K | Ca | Mg | H+Al ² | Al | SB ³ | CTC ⁴ | m ⁵ | V ⁶ | S |
|-------|--------------------|-------------------|--------------------|-----|----|----|-----------------------|----|-----------------|------------------|----------------|----------------|--------------------|
| | mg/dm ³ | g/dm ³ | Ca Cl ₂ | | | | mmolc/dm ³ | | | | % | | mg/dm ³ |
| ZR | 11 | 18 | 4,2 | 1,8 | 27 | 15 | 61 | 12 | 44 | 108 | 41 | 41 | 3 |
| ZI | 12 | 32 | 4,2 | 4,2 | 26 | 16 | 83 | 10 | 46 | 127 | 36 | 35 | 7 |

¹matéria orgânica; ²acidez potencial; ³soma de bases; ⁴capacidade de troca de cátions; ⁵saturação por alumínio;

⁶saturação por bases.

Uma das principais implicações da matéria orgânica do solo é sobre a CTC, responsável por cerca de 70% dela na camada superficial de solos do Estado de São Paulo (RAIJ, 2011). Em avaliação feita por Sabonaro (2011) no solo de restinga de Ubatuba - litoral norte; Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta até a Ilha do Cardoso - litoral sul; Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas, no município de Ilha Comprida; e Parque Estadual da Ilha do Cardoso, verificou-se que a CTC, devido à fração orgânica da camada de 0-20 cm, representaram 80%, restando apenas 20% da CTC para a fração mineral, por tratar-se de um solo altamente arenoso, com quantidade inferior a 5% de argila. Este fato, analisado em situações de desmatamento, quando é quebrada a ciclagem de nutrientes, passando a ocorrer apenas perdas por lixiviação e destruição da matéria orgânica do solo, principalmente da superfície, resulta num solo de baixa fertilidade em todo o perfil, com baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, além da elevada acidez.

Os solos apresentam elevada acidez, com valores de pH de 4,2 tanto para a Zona de Recuperação, quanto para a Zona Intangível (Tabela 1).

A condição de baixo pH limita a presença de organismos decompositores e, consequentemente, aumenta o tempo para a degradação do material vegetal, o que permite a formação de uma espessa camada de serapilheira. A degradação lenta da serapilheira promove um retorno gradual de nutrientes para o solo e minimiza as perdas por lixiviação (MORAES *et al.*, 1999).

Valores de pH baixos favorecem a disponibilidade de micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco), além de diminuir a atividade de microorganismos, resultando na inibição do processo de decomposição de matéria orgânica do solo (RAIJ *et al.*, 1991).

O Al apresentou teores de 10 e 12 mmolc/dm³, respectivamente para a Zona Intangível e em Recuperação (Tabela 1). A saturação por alumínio (m%) apresentou teores de 36% a 41%, respectivamente para a Zona Intangível e Zona de Recuperação (Tabela 1).

Miyasaka *et al.* (1991) ressaltam que a toxidez do Al é um importante fator limitante do crescimento das plantas. Segundo Kochian (1995), quando o solo torna-se mais ácido, formas fitotóxicas do Al são liberadas para a solução em níveis que afetam o desenvolvimento radicular e, por conseguinte, das plantas. O sintoma inicial da toxidez do Al é a inibição da elongação das raízes e, posteriormente, a inibição da absorção de água e nutrientes.

Os valores de soma de base (SB) encontrados (Tabela 1) foram de 46 e 44 mmolc/dm³, respectivamente para a Zona Intangível e Zona de Recuperação.

Para a saturação por bases os valores encontrados foram baixos tanto para a Zona Intangível quanto para a Zona de Recuperação (Tabela 1), indicando baixa fertilidade, já que a maior parte da CTC está ocupada pelo alumínio.

O teor de Fósforo (P) foi de 12 e 11 mg/dm³, respectivamente para a Zona Intangível e Zona de Re-

cuperação (Tabela 1). Segundo Machado *et al.* (1993), o fósforo orgânico corresponde a 57% do fósforo total e existe correlação significativa entre o fósforo orgânico e a matéria orgânica do solo. Os óxidos de Fe e Al são recobertos pela matéria orgânica, diminuindo a superfície de contato entre tais agentes fixadores e os íons fosfatos. Além de bloquear os sítios de absorção, adicionalmente a matéria orgânica retém os íons fosfatos cuja disponibilidade é aumentada no solo (MARTINS, 2010).

Estudo realizado por Silva *et al.* (2009) em uma fazenda próxima ao PNMCBio apresentou valores semelhantes aos encontrados no Parque para alguns elementos químicos analisados. Foram selecionadas duas áreas com características diferentes, sendo um local de floresta e outro de pastagem. O pH das áreas de floresta e pastagem foram, respectivamente, 4,4 e 4,5. Os teores de matéria orgânica foram de 16 e 44 g/Kg. A CTC para a zona de floresta também esteve próxima aos valores de ZI e ZR, correspondendo a 144,2 e 33,27 mmolc/Kg. O teor de Potássio (K) no local de floresta apresentou-se idêntico à ZI, sendo 4,2 mmolc/Kg. Já o local de pastagem obteve 0,6 mmolc/Kg. Enquanto para os demais parâmetros, os teores para as áreas de floresta e pastagem foram respectivamente: Soma de Bases (SB) 49,9 e 9,93 mmolc/Kg; Ca 55 e 5 mmolc/Kg e Mg 40 e 5 mmolc/Kg. Tais valores foram muito semelhantes aos obtidos nas áreas de estudo do PNMCBio, o que evidencia que o manejo inadequado do solo pode causar danos ao mesmo, tornando-o pobre em nutrientes.

Caracterização dos atributos físicos do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBIO)

Fator de erodibilidade do Solo (K)

O fator de erodibilidade do solo (K) do PNMCBio foi calculado de forma indireta através da expressão de Bouyoucos (MANNIGEL *et al.*, 2002; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012) que considera apenas a porcentagens das frações de areia, silte e argila, conforme a Equação (1):

$$K = \left(\frac{\% \text{ Areia} + \% \text{ Silte}}{\% \text{ Argila}} \right) \times \frac{1}{100} \quad (1)$$

Onde:

K = fator de erodibilidade do solo (t.ha.h/ha.MJ.mm);

% areia, % silte e % argila representaram as porcentagens das respectivas frações de uma amostra de solo.

As análises físicas do solo foram realizadas seguindo as metodologias da Embrapa (1997). As frações de argila, silte e areia (g/Kg) foram mensuradas pelo Laboratório de Química Agrícola (S&F) através do método da pipeta (CAMARGO *et al.*, 2009) para 39 pontos amostrais distribuídos regularmente no PNMCBio, sendo que 20 pontos amostrais encontram-se na Zona de Recuperação (ZR) e 19 pontos na Zona Intangível (ZI) (Figura 1). As amostras foram coletadas na profundidade 0-20 cm, utilizando-se um trado holandês confeccionado em aço inox. Para espacialização dos pontos amostrais foi utilizado um GPS modelo Magellan Triton 400.

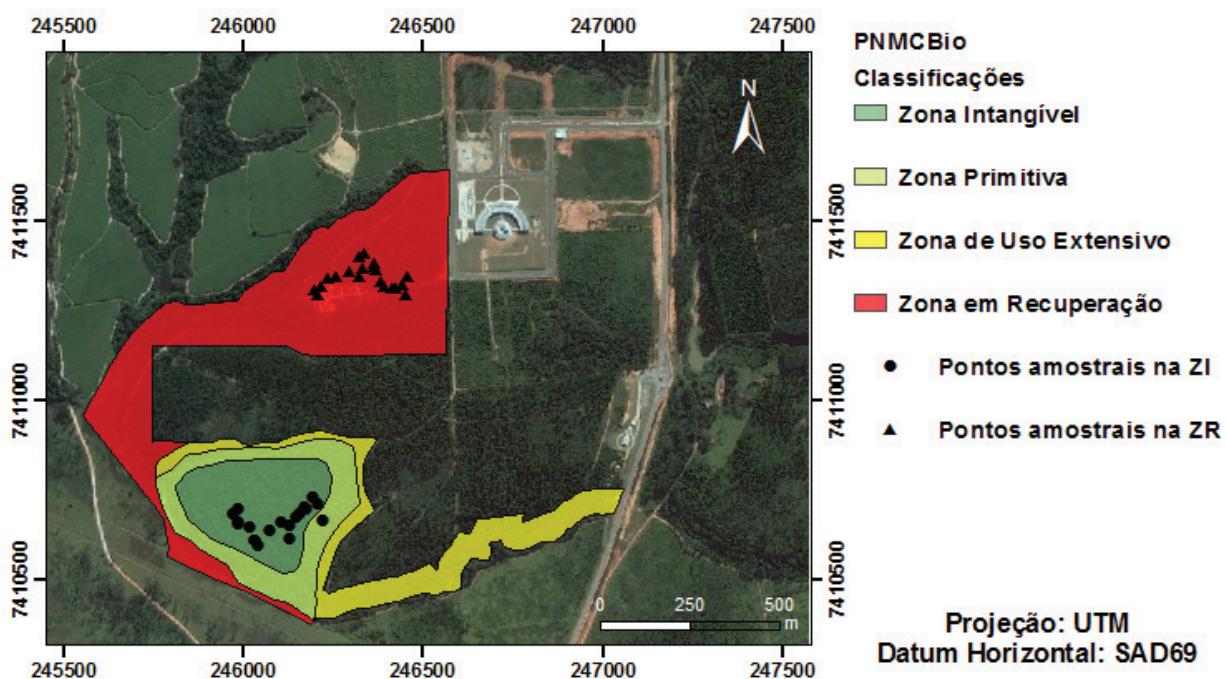


Figura 1. Localização dos pontos amostrais na área de estudo.

As classificações e os limites apresentados na Figura 1 foram extraídos do mapeamento cartográfico realizado pela empresa Biométrica - Avaliações Biológicas e Manejo Ambiental Ltda. e constam no Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio).

Os valores de K (Tabela 2) obtidos para cada zona estudada do PNMCBio foram geocodificados no ArcGIS 10.1 e representados no mapa da Figura 2, sendo que a Zona Primitiva e a Zona de Uso Extensivo foram agregadas à Zona Intangível devido à proximidade para a representação dos valores de erodibilidade do solo.

Tabela 2. Características granulométricas (em g/kg) das zonas estudadas

| Zonas ¹ | Areia Grossa | Areia fina | Silte | Argila | Classificação Textural |
|--------------------|--------------|------------|-------|--------|------------------------|
| ZI | 24 | 352 | 312 | 312 | Franco Argiloso |
| ZR | 20 | 195 | 465 | 320 | Franco Argiloso |

⁽¹⁾ ZI – Zona Intangível, ZR – Zona de Recuperação.

Tabela 2. Características granulométricas (em g/kg) das zonas estudadas

Segundo Simonetti *et al.* (2015), estudando a caracterização de atributos físicos do solo em duas zonas do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade, verificou-se que a areia foi a fração dominante para a Zona Intangível (ZI) (37,6%) e para a Zona de Recuperação (ZR) o silte foi a fração dominante (46,5%).

As porcentagens de cada fração granulométrica foram estimadas a partir da Tabela (2) e aplicadas à Equação (1). Desta forma, os valores de erodibilidade foram representados na Figura 2.

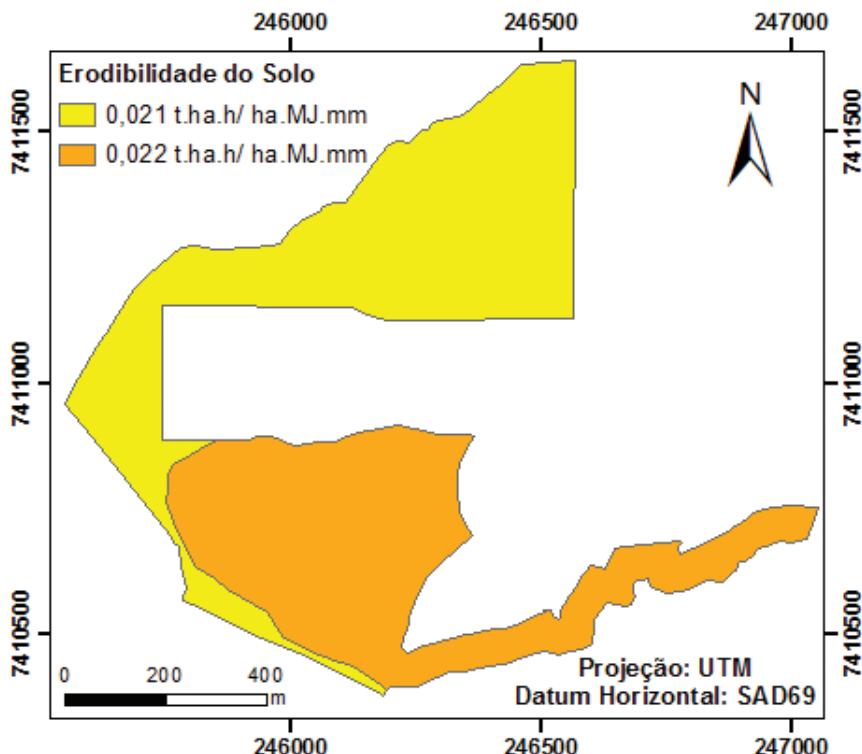


Figura 2. Mapa da distribuição dos valores de erodibilidade do solo para o PNMCBio.

Devido ao tamanho do PNMCBio e da proximidade das ZI e ZR, os valores de erodibilidade do solo apresentaram baixa variabilidade espacial e podem ser classificados, segundo Freire e Pessotti (1974), como de muito baixa erodibilidade. Ainda, de acordo com os autores, os solos do Estado de São Paulo variam de 0,02 a 0,67. De acordo com Silva e Alvares (2005), foi elaborado um banco de dados sobre erodibilidade para as classes de solos ocorrentes no Estado de São Paulo, no qual os autores compilaram dados de diversas pesquisas já existentes realizadas por outros autores obtendo valores médios de K para a classe de Latossolos de 0,0162 t.ha.hr/ha.MJ.mm. Foi encontrado um baixo valor de erodibilidade para os solos do município de Sorocaba, o que reforça o estudo realizado (SILVA, 2008).

Portanto, o solo do PNMCBio apresenta grande resistência às intempéries naturais e encontra-se próximo ao limite inferior da classe de erodibilidade encontrada para esse Estado.

Distribuição espacial de propriedades físico-hídricas do PNMCBIO

Para a caracterização físico-hídrica do solo do PNMCBio foram calculados alguns parâmetros, tais como umidade gravimétrica e volumétrica, densidade aparente e porosidade total, utilizando os anéis de Kopecky com volume de 100 cm³, de acordo com o método do anel volumétrico proposto pela Embrapa (1997) (CAMARGO *et al.*, 2009). As amostras foram coletadas nas ZI e ZR e transportadas sob condições adequadas ao Núcleo de Estudos Ambientais (NEAS) da Universidade de Sorocaba (Uniso), onde foram mensuradas. A porosidade total foi estimada a partir da equação na qual se utilizam os valores de densidade aparente e densidade de partículas.

Esses parâmetros são de fundamental importância para o estudo de solos, pois indicam em que condições hídricas encontram-se os mesmos, podendo auxiliar no gasto com água, por exemplo, na Zona de Recuperação ou mesmo averiguar a necessidade de irrigação da área.

Para analisar a distribuição desses parâmetros pelo PNMCBio foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para interpolar os dados coletados em campo por meio do interpolador IDW (Inverso do Quadrado da Distância). Silva *et al.* (2008) e Souza *et al.* (2010) concluíram em seus estudos que este interpolador com expoente igual a 2 apresenta resultados satisfatórios para estimar a distribuição de atributos físicos e químicos dos solos, razão pela qual foi utilizado neste estudo.

Todos os parâmetros físico-hídricos analisados para o PNMCBio apresentaram uma peculiaridade na sua distribuição, pois todos apresentaram altos valores na Zona de Recuperação, como pode ser visto na Figura 3.

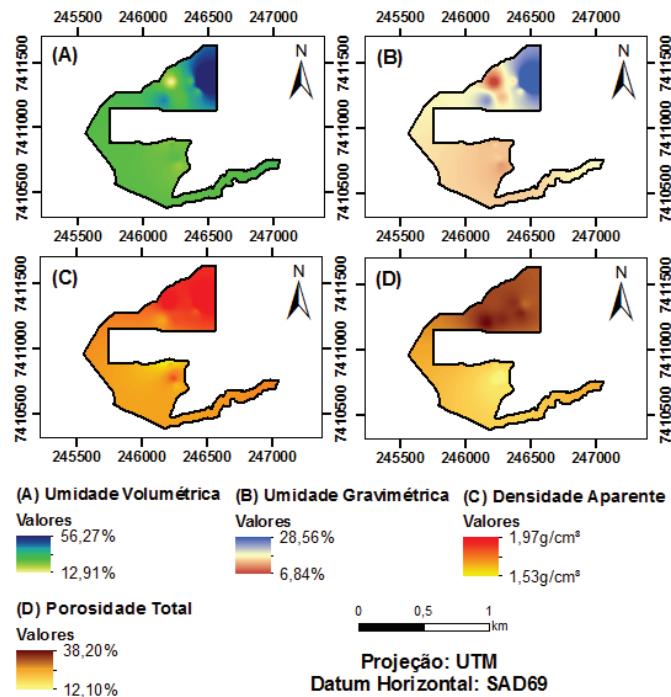


Figura 3. Mapa da distribuição dos parâmetros físico-hídricos do solo para o PNMCBio.

A razão entre o valor máximo e mínimo é mais acentuada para o parâmetro de umidade volumétrica, enquanto que, para o parâmetro de densidade aparente é menor.

Silva *et al.* (2009) estudou os aspectos físicos de uma fazenda localizada próxima ao PNMCBio e encontrou valores de densidade aparente, densidade de partículas e porosidade total para duas áreas distintas, sendo uma de floresta e outra de pastagem. Os valores de densidade aparente encontrados foram respectivamente 1,2 e 1,4 g/cm³. Tais valores estiveram próximos aos obtidos nas zonas selecionadas para estudo do Parque. Já para porosidade, o autor encontrou 53,0% e 42,4% para a área de floresta e pastagem.

Os valores obtidos, se comparados a outros estudos, como o de Stone e Silveira (2001) apresentaram valores semelhantes para densidade aparente, porém valores inferiores para porosidade total na ordem de 10% a menos do valor máximo, enquanto que, para umidade volumétrica está dentro da média quando comparado com o estudo realizado por Imhoff *et al.* (2000). Ao analisar a umidade gravimétrica com o estudo realizado por Maria *et al.* (1999), constatou-se que os valores encontrados para o PNMCBio estão, em sua maioria, abaixo dos valores encontrados por esses pesquisadores.

Considerações finais

O estudo realizado no PNMCBio foi o primeiro relacionado aos aspectos físico-químicos do solo, fato que traz uma importante contribuição no que tange ao conhecimento dos fatores abióticos do Parque, tendo em vista que a Unidade de Conservação é relativamente nova e ainda carecia de tais estudos.

Os solos tanto das Zonas Intangível quanto da Zona de Recuperação são naturalmente pobres em nutrientes. Destaca-se a importância da manutenção do teor de matéria orgânica da camada superficial do solo para preservar o potencial de retenção de cátions.

As zonas estudadas apresentaram valores físico-hídricos aquém do recomendado para um bom crescimento e desenvolvimento das plantas. Fatores como umidade, porosidade e densidade influenciam na distribuição dos nutrientes na solução do solo e consequente crescimento das raízes. Na Zona de Recuperação (ZR) os valores de densidade do solo foram superiores aos encontrados na Zona Intangível (ZI), o que sugere um impacto provocado pelo uso do solo no sistema de monocultura de *Eucalyptus* e *Pinus* que havia na área, antes desta tornar-se uma Unidade de Conservação. Já os parâmetros de umidade e porosidade foram mais satisfatórios se comparados à Zona Intangível.

Sendo assim, o conhecimento dos atributos físico-químicos do solo faz-se necessário, além de ser de extrema importância, uma vez que a vegetação relaciona-se intrinsecamente ao solo, melhorando sua fertilidade, evitando processos erosivos e melhorando sua disponibilidade hídrica. Desta forma, é possível prever a necessidade de futuras correções e adubações, tais como a quantificação da calagem do solo, assim como as áreas prioritárias para aplicação, diminuindo os custos de manutenção com o plantio.

No entanto, estudos sobre a vegetação do PNMCBio, realizados por Coelho (2013), demonstraram que há uma baixa diversidade de espécies na Zona Intangível, o que sugere uma relação com os resultados poucos satisfatórios sobre os aspectos físico-hídricos, assim como a deficiência de nutrientes encontrados na área, visto que as espécies vegetais possuem necessidades nutricionais diferentes. Todavia, considerando a importância das Unidades de Conservação, sobretudo pelo fato do PNMCBio ser a única UC de Proteção Integral do município de Sorocaba, o conhecimento das áreas mais suscetíveis à erosão enfoca uma atenção especial aos processos conservacionistas que devem ser adotados.

Recomenda-se assim, que estudos mais detalhados sejam realizados com o intuito de acompanhar a restauração florestal do Parque a longo prazo, comparando se houve diferença significativa frente aos resultados encontrados.

A complexidade dos fatores relacionados ao solo e suas interações, associado à carência de estudos que integrem todos esses fatores em sistemas naturais, dificultam a exposição de uma avaliação efetiva em relação ao Parque. Desta forma, o presente estudo estabelece um importante ponto de partida no que tange ao conhecimento dos aspectos físico-químicos do solo do PNMCBio, fornecendo dados para o diagnóstico inicial do seu estado de conservação, e subsídios para a atualização do Plano de Manejo e gestão do Parque.

Referências

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. – 8^a. ed. – São Paulo: Ícone, 2012.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Métodos de Analise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico/ Fundação IAC, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).
- COELHO, S. Estudo da vegetação do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMC-Bio), Sorocaba/SP. 2013. 87 p. Dissertação (mestrado) Sustentabilidade na Gestão Ambiental – Universidade Federal de São Carlos, 2013.
- COSTA, G. S.; ANDRADE, A. G.; FARIA S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) com seis anos de idade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. Anais... Viçosa: SOBRADE/UFV, p. 344-349, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FREIRE, O.; PESSOTTI, J. E. S. Erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, v. 33, p. 333-350, 1974.
- IKEMATSU, P., SILVA, A. M., DE PAULA, F. P., NOGUEIRA, D. P., SILVEIRA, F. M., ALVES, S. H., & BOMBACK, M. (2007). Dimensionamento e estudo dos fatores condicionantes de duas voçorocas localizadas no município de Sorocaba (SP). Caminhos de Geografia, 8(24).
- IMHOFF, S.; SILVA, Á. P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2000.
- KOCHIAN, L. V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, Palo Alto, v.46, n.1, p.237-260, 1995.
- LEPSCH, I. F. Lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, v. 456, 2011.
- MACHADO, M.I.C.S.; BRAUNER, J.L.; VIANNA, A.C.T. Formas de fósforo na camada arável de solos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.17, n.3, p.331-336, set./dez. 1993.
- MANNIGEL, A. R.; PASSOS, M.; MORETI, D.; ROSA MEDEIROS, L. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. Acta Scientiarum Agronomy, v. 24, p. 1335-1340, 2002.

MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 23, n. 3, p. 703-709, 1999.

Martins, S. C. Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo. 2010. 155 f. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Brazil, 2010.

MIYASAKA, S.C.; BUTA, J.G.; HOWELL, R.K.; FOY, C.D. Mechanism of aluminum tolerance in snapbeans. Root exudation of citric acid. Plant Physiology, Rockville, v.96, p.737-743, 1991.

Moraes, R.M.; Delitti, W. B. C.; Struffaldi-De-Vuono, Y. Litter fall and litter nutrient content two Brazilian Tropical Forest. Revista Brasileira de Botânica, v.50, p.163-173, 1999.

PALM, C., SANCHEZ, P., AHAMED, S., & AWITI, A. Soils: A Contemporary Perspective. The Annual Review of Environment and Resources, New York. 32, 99-129, 2007.

PREVEDELLO, J.; VOGELMANN, E. S.; KAISER, D. R.; REINERT, D.J. A funcionalidade do sistema poroso do solo em floresta de eucalipto sob Argissolo. Scientia Forestalis (IPEF), v. 41, p. 566-566, 2013.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: POTAPOS, 1991. 343p.

RODRIGUES, R. R.; BRANCION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Instituto BioAtlântica, 2009.

SABONARO, D. Z. Caracterização da fertilidade do solo, vegetação e interação solo-planta em florestas de restinga do litoral paulista. 2011. 97 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2011.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; FERREIRA, F. P.; KAISER, D. R. ; SILVA, V. R. Shear parameters associated with compaction states and degrees of water saturation in two Hapludox. African Journal of Agricultural Research, v. 8, p. 4906, 2013.

SILVEIRA, V. F. Geoprocessamento como instrumento de gestão ambiental. Arlindo Philippi Júnior, Marcelo de Andrade Romero e Gilda Colett Bruna. São Paulo: NISAM, (Coleção Ambiental, 1), p. 945-968, 2004.

SILVA, A.M. e ALVARES, C.A. (2005). Erodibilidade dos solos paulistas: levantamento de informações e estruturação de um banco de dados, Geociências, Vol. 24, pp. 33-42.

SILVA, A.M. Potencial natural de erosão no município de Sorocaba, São Paulo, Brasil. R. Int. Desastres Nat., Accid. Infr. Civil, 8:5-14, 2008.

SILVA, A. M., NOGUEIRA, D. P., IKEMATSU, P., SILVEIRA, F. M., BOMBACK, M., ALVES, S. H., CAMARGO, P. B. Carbon stocks and isotopic composition of the organic matter in soils covered by native vegetation and pasture in Sorocaba, SP, Brazil. Int. J. Environ. Res., 3(3):435-440, 2009.

SILVA, S. D. A.; SOUZA LIMA, J. S. D.; SOUZA, G. S. D.; OLIVEIRA, R. B. D. Avaliação de interpoladores estatísticos e determinísticos na estimativa de atributos do solo em agricultura de precisão. Idesia (Arica), v. 26, n. 2, p. 75-81, 2008.

SIMONETTI, V. C; MORAES, M. A. B.; SANTOS, N. A.; OLIVEIRA, R. A.; NETO, L. R. PANUNZZIO, P. A.; SABONARO, D. Z.; SMITH, W. S.; CUNHA E SILVA, D. C. Caracterização do solo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio), Sorocaba, SP. In: Simpósio de Restauração Ecológica, 6., 2015, São Paulo. Anais. São Paulo, 2015.

SOROCABA. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba (versão preliminar). Biométrica. Sorocaba. 2012. 387p.

SOUZA, G. D.; LIMA, J. D. S.; XAVIER, A. C.; ROCHA, W. D. Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na espacialização de atributos químicos de um argissolo. *Scientia Agraria*, v. 11, n. 1, p. 073-081, 2010.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.

TIEPPO, R.C.; SOUZA, E.G.; URIBE OPAZO, M.A.; SILVEIRA, J.C.M. 2007. Avaliação de diferentes interpoladores na geração de mapas temáticos da produtividade de soja em agricultura de precisão. In: IV Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, Viçosa, 2007. Anais IV SIAP, Viçosa: UFV/CNPMS/SBEA., p.1-4, 2007.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountain. Washington, DC: ARS/USDA, 1965.

CAPÍTULO 19

Pesquisas e temas prioritários para o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade

Aldo José Bittencourt Lopes Teixeira¹; Rafael Ramos Castellari¹ & Welber Senteio Smith^{1,2,3}

¹Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba

²Universidade Paulista, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Sorocaba (SP)

³Universidade de Sorocaba, Pós-graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, Sorocaba, SP, Brasil; Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Carlos (SP)

Resumo

O desenvolvimento de pesquisas de natureza ambiental, econômica e social nas Unidades de Conservação é importante para o conhecimento e manejo a curto, médio e longo prazo dessas unidades. A realização de pesquisas científicas na Unidade de Conservação somente pode ser realizada com autorização da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, cujos procedimentos estão no link <http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/educacaoambiental/pesquisas-e-trabalhos-cientificos/>. O presente capítulo tem como objetivo apresentar as pesquisas realizadas até o presente momento na Unidade de Conservação e apontar as necessidades para futuros estudos. Atualmente existem catalogadas pela Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba 04 solicitações de pesquisas em andamento e 16 pesquisas já finalizadas, que englobam diferentes áreas do conhecimento.

Introdução

Inaugurado oficialmente em 07 de junho de 2013, a Prefeitura de Sorocaba criou o PNMCBio e propôs a aplicação do percentual de Compensação Ambiental, proveniente da instalação da planta industrial da Toyota do Brasil, para a implantação e manejo do Parque, prevendo-se a recuperação da Floresta Estacional Semidecidual que ocorria na região, a recuperação, enriquecimento e ampliação dos Corredores Florestais, o Manejo de Fauna Silvestre, Pesquisas aplicadas sobre a eficiência de Corredores Florestais da Fauna em Matas Ciliares. Tal medida compensatória foi considerada como a ideal, pois seria aplicada na área onde ocorreram os impactos ambientais negativos do empreendimento em questão.

Utilizando essa premissa, criou-se o PNMCBio de Sorocaba, com 104 hectares, sendo posteriormente reduzido para 60,03 hectares de área, adjacente ao recém-criado Parque Tecnológico de Sorocaba. Futuramente, existe um projeto de incorporação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) remanescentes do rio Sorocaba e afluentes, assim como de recuperação de parte dessas APPs, podendo o Parque alcançar uma área de 320 hectares.

A importância dos Corredores Florestais na manutenção dos fluxos gênicos de populações da Flora

e da Fauna, para redução do fenômeno da consanguinidade verificado em fragmentos florestais isolados, certamente será um referencial para destacar Sorocaba nas pesquisas aplicadas de conservação da biodiversidade florestal. Esta Proposta Técnica dos “Corredores da Biodiversidade” distribuídos nas Matas Ciliares motivou a Câmara de Compensação Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, a destinar os recursos financeiros da Compensação Ambiental do empreendimento industrial instalado na cidade, viabilizando a implantação do primeiro Parque Natural Municipal de Sorocaba. Desde a sua criação, inúmeras propostas de pesquisas foram sendo desenvolvidas e muitas delas se concretizaram. A maioria delas focando na fauna e flora da Unidade de Conservação.

Pesquisas e Temas Prioritários

As pesquisas realizadas no PNMCBio são de extrema importância para a melhoria da gestão da referida Unidade de Conservação, uma vez que oferecem as informações necessárias para o melhor conhecimento dos recursos naturais da UC, principalmente sobre as espécies endêmicas, raras, vulneráveis e ameaçadas de extinção. Além disso, podem subsidiar a atualização do plano de manejo.

Nesse sentido, a Secretaria do Meio Ambiente, órgão gestor do PNMCBio, busca incentivar as pesquisas no Parque e em seu entorno. Atualmente, inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas, indo ao encontro de uma das missões do PNMCBio, que é de estimular as pesquisas sobre a fauna e flora local, tornando o Parque um verdadeiro “laboratório” para as instituições de ensino de Sorocaba e região que tenham interesse em realizar suas pesquisas, sobretudo quanto à eficiência dos chamados “corredores ecológicos”. Atualmente existem catalogadas pela Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba 04 solicitações de pesquisas em andamento e 16 pesquisas já finalizadas, que englobam diferentes áreas do conhecimento. Segue abaixo a Tabela 1 com as pesquisas do PNMCBio e seus respectivos status.

Tabela 1. Pesquisas realizadas e em andamento no PNMCBio.

| TÍTULO DA PESQUISA | AUTOR(ES) DA PESQUISA | STATUS DA PESQUISA | UNIVERSIDADE |
|--|---|--------------------|--------------|
| Papel dos macroinvertebrados na fragmentação foliar e a influência do aporte de folhas de eucalipto em um riacho tropical localizado em uma unidade de conservação | Adriane Almeida Vaz Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Levantamento e análise da biodiversidade de lacraias (classe chilopoda) em oito Parques do município de Sorocaba-SP | Ana Beatriz de Almeida Giuliano Graci Zacarin | FINALIZADO | UNIP |
| Levantamento fitossociológico e florístico em um trecho de borda do córrego da Campininha no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba- SP | Angélica Pereira Machado Regina Y. Hashimoto Miura | FINALIZADO | UNIP |

| | | | |
|---|---|--------------|--------|
| As relações entre a assembleia de peixes em riacho e o aporte de matéria orgânica proveniente da decomposição foliar do eucalipto e de espécies nativas | Ariane Almeida Vaz Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Avifauna em fragmentos florestais: o caso do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP | Dorca Ferreira Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Inventário das serpentes do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade de Sorocaba, SP, Brasil. | Fernanda Dias da Silva Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Inventário de anuros e sua distribuição espacial no Parque Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP, Brasil | Viviane Munhoz de Souza Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Decomposição De Folhas Arbóreas Em Um Riacho Tropical Situado Em Uma Unidade De Conservação. | Gisele Pires Pelizari Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Identificação das espécies de folhas coletadas no substrato do córrego da Campininha, no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, SP, contendo macroinvertebrados associados. | Lucas Antunes de Oliveira Regina Y. Hashimoto Miura | FINALIZADO | UNIP |
| A comunidade de morcegos (mammalia, chiroptera) no Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba- SP, Brasil. | Roberto Tiocci Júnior Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |
| Levantamento e zoogeografia de <i>Vitalius sorocabae</i> (theraphosidae) no município de Sorocaba | Rogério Barros Giuliano Grici Zaccarin | FINALIZADO | UNIP |
| Caracterização do solo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio) | Vanessa Cezar Simonetti Débora Zumkeller Sabonaro | FINALIZADO | UNISO |
| Estudo da vegetação do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBio), Sorocaba/SP. | Samuel Coelho Eliana Cardoso-Leite | FINALIZADO | UFSCar |
| Efeitos de reflorestamento sobre a avifauna na região norte de Sorocaba – SP | Maristela Camonesi Augusto João Piratelli | EM ANDAMENTO | UFSCar |
| Análise e observação da interação entre serpentes e a flora do Parque da Biodiversidade de Sorocaba/SP | Lúcio Antônio Stefani Pinheiro Regina Y. Hashimoto Miura | EM ANDAMENTO | UNIP |
| Avaliação e monitoramento de esporos de <i>Nosema spp.</i> em ninhos naturais de <i>Apis mellifera</i> localizados em parques na cidade de Sorocaba | Larissa Thans Carneiro Elaine Cristina Mathias da Silva Zaccarin | EM ANDAMENTO | UFSCar |

| | | | |
|--|--|--------------|--------------------------------|
| Ecofisiologia de espécies florestais nativas da Mata Atlântica em diferentes métodos de restauração | José Carmelo de Freitas Reis Júnior Ricardo Augusto Gorne Viani | EM ANDAMENTO | UFSCar |
| Parque Natural Municipal Corredores Da Biodiversidade: Propostas Para Redução Da Mortalidade Por Atropelamento Da Fauna Silvestre Na Avenida Itavuvu - Sorocaba - Sp | Olívia Hessel Rocha Fernando Santiago dos Santos | FINALIZADO | Instituto Federal de São Roque |
| Restauração Florestal do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade | Luiz Racca Neto Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNISO |
| Ecologia da comunidade de pequenos mamíferos do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Sorocaba, São Paulo | Kelly Cristina Camargo Welber Senteio Smith | FINALIZADO | UNIP |

Esse número é positivo se levarmos em consideração que a UC possui apenas 3 anos de existência. No entanto, é necessário diversificar as pesquisas realizadas no Parque, incentivando sobretudo as pesquisas relacionadas à mitigação dos impactos ambientais sofridos pela UC. Como atividades conflitantes existentes no interior do PNMCBio, podemos destacar a caça e pesca ilegais, sendo comum a notificação da presença de caçadores no Parque; espécies exóticas invasoras; efeito de borda, entre outros temas. O entorno do Parque sofre inúmeros impactos, podendo ser destacada a intensa expansão urbana observada sobretudo com a instalação de plantas industriais na zona de amortecimento do Parque, a ocorrência constante de queimadas e o lançamento clandestino de lixo e entulhos nas imediações do Parque. Além disso, deve ser ressaltada a presença da Avenida Itavuvu, a qual corta o PNMCBio, e que já tem provocado inúmeras mortes por atropelamentos de animais silvestres.

Ainda com relação às pesquisas realizadas no Parque, há de se pensar quais são as áreas de conhecimento que devem ser estimuladas. Nesse sentido, o Plano de Manejo da Unidade de Conservação (SOROCABA, 2012) oferece como diretiva que as pesquisas prioritárias se refiram ao meio biológico, prevendo-se a apresentação de projetos de Monitoramentos de Flora e Fauna, nos meios terrestre e aquático, analisando-se a recuperação e a evolução florística, bem como da fauna silvestre. As pesquisas socioeconômicas do entorno e do município também são muito importantes e deverão analisar as expectativas de demanda que orientarão os projetos de Uso Público. No meio físico, as pesquisas deverão ser direcionadas para o conhecimento das condições dos solos nas áreas antrópicas de monoculturas de eucaliptos, as quais devem ser recuperadas com reflorestamentos de espécies nativas. As condições físicas da água do córrego da Campininha também devem ser constantemente monitoradas. Estas informações serão indispensáveis para a atualização do Plano de Manejo do PNMCBio, garantindo uma gestão mais eficiente da Unidade de Conservação.

Referências bibliográficas

SOROCABA. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba. Biométrica. Sorocaba. 2012. 387p.

Capítulo 20

Legislação ambiental e o papel da Unidade de Conservação no Município e na região metropolitana de Sorocaba

Vanessa Senteio Smith Souza¹ & Cintia Zaparoli Rosa Grosso¹

¹Comissão de Meio Ambiente, O. A. B. Sorocaba

Resumo

O presente capítulo se destina a apresentar uma revisão da legislação aplicada a Unidades de Conservação, trazendo ao Poder Público a possibilidade de categorizar novas áreas de acordo com a finalidade e suas características. Descreve ainda o estado da arte e discute as alternativas na categorização de Unidades de Conservação em nível municipal.

Introdução

A necessidade de proteger as áreas naturais é de extrema importância, e para atingir esse objetivo foi instituído o Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), com a promulgação da Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Essa lei significou grandes avanços quanto à criação e gestão das Unidades de Conservação nas esferas federal, estadual e municipal.

A lei do SNUC criou mecanismos para que a sociedade pudesse participar na gestão das Unidades de Conservação, intensificando a relação entre o Estado, os cidadãos e o meio ambiente. No município de Sorocaba a primeira Unidade de Conservação criada foi o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, que é uma unidade de proteção integral, na categoria de Parque Municipal. Esta Unidade de Conservação tem como função principal proteger integralmente a flora e a fauna típicas da região, bem como aumentar a proteção das Áreas de Proteção Permanente.

Unidades de Conservação

Unidade de Conservação é o “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”. Este é o conceito trazido pelo artigo 2º da Lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

As unidades de conservação integrantes do SNUC podem ser públicas ou privadas e dividem-se em dois grupos, com características específicas: *Unidades de Proteção Integral* e *Unidades de Uso Sustentável*.

O grupo das ***Unidades de Proteção Integral*** é composto por cinco categorias de unidades de conservação:

Estação Ecológica, prevista no art. 9º, caput da Lei 9.985/2000, que tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. São áreas que devem permanecer intocadas dado seu valor ecológico, razão pela qual somente podem ser instituídas em áreas públicas, salientando que se no interior de Estações Ecológicas se encontrarem áreas particulares, estas deverão ser desapropriadas. Visitações públicas e pesquisas científicas somente podem ser realizadas mediante condições previamente definidas nos planos de manejo das Estações Ecológicas.

Reserva Biológica, prevista no art. 10, caput da Lei 9.985/2000, é a unidade de conservação que visa à “preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais”. Do mesmo modo que a Estação Ecológica, a Reserva Biológica é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares dentro de seus limites devem ser desapropriadas. A visitação pública é proibida, a menos aquela que tenha objetivo educacional, conforme definição regulamentar, e as atividades de pesquisa científica dependem de autorização prévia, condições e restrições do órgão responsável pela administração da unidade.

Parque Nacional, previsto no art. 11, caput da Lei 9.985/2000, tem como objetivo básico “a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”. O Parque Nacional também é de posse e domínio públicos, devendo as áreas particulares incluídas em seus limites ser desapropriadas. É uma unidade de conservação aberta à visitação pública, mediante normas previamente estabelecidas, observando-se que seu regime de visitação é mais amplo e liberal do que os vigentes em outras unidades de conservação integral. Unidades dessa categoria quando criadas por Estado serão denominadas Parque Estadual e se criadas por Município serão denominadas Parques Municipais, sendo os parques os modelos de unidades de conservação mais conhecidos da população em geral.

Monumento Natural, previsto no art. 12 da Lei 9.985/2000, tem como objetivo básico “preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. O Monumento Natural pode ser constituído em áreas particulares, com a condição de compatibilidade dos objetivos da unidade de conservação com a utilização da terra e dos recursos naturais pelo proprietário, sendo que, em caso de incompatibilidade ou de não aquiescência do proprietário às condições propostas pelo órgão responsável, haverá desapropriação da área. Dessa forma, trata-se o Monumento Natural de unidade de conservação que pode estar submetida, concomitantemente, ao regime jurídico público e privado. O regime de visitação do Monumento Natural assemelha-se ao das Estações Ecológicas e, quanto às pesquisas científicas, depende de aprovação prévia e fiscalização do órgão responsável por sua administração.

Refúgio de Vida Silvestre, previsto no art. 13 da Lei 9.985/2000, seu objetivo é “proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora e da fauna residente ou migratória”. Assim como ocorre com os Monumentos Naturais, os Refúgios de Vida Silvestre podem ser constituídos em áreas particulares, desde que compatíveis os objetivos da unidade com a utilização do solo e dos recursos naturais do local pelos proprietários, caso

contrário a área deve ser desapropriada. A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, bem como às normas estabelecidas pelo órgão responsável pela administração e àquelas previstas em regulamentos.

O grupo das **Unidades de Uso Sustentável** é constituído por sete categorias de unidades de conservação:

Área de Proteção Ambiental, nos termos do art. 15, caput, da Lei 9.985/2000, "é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais". Pode ser constituída por terras públicas ou privadas, podendo ser estabelecidas normas e restrições para utilização das propriedades privadas. No tocante às visitas e pesquisas, estando a APA em área pública, cabe ao gestor da unidade estabelecer as condições que às viabilizem; se estiver em área particular, cabe ao proprietário estabelecer tais condições. A APA é considerada espaço protegido, mas não se constitui em área intocável e sua criação de forma alguma impede o exercício de atividades econômicas, ao contrário, pode possibilitar até em estímulo ao desenvolvimento de atividades econômicas, desde que compatíveis com o plano de manejo e de forma sustentável, sendo precedidas de estudo de impacto ambiental.

Área de Relevante Interesse Ecológico, nos termos do art. 16, caput, da Lei 9.985/2000, "é uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza". Assim como na APA a Área de Relevante Interesse Ecológico pode ser constituída em área pública ou privada, podendo ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de propriedade privada nela localizada.

Floresta Nacional, criadas pelo art. 5º, b, do Código Florestal de 1965, as Florestas Nacionais foram definidas pelo decreto 1.298, de 17.10.1994, como "áreas de domínio público", providas de cobertura vegetal nativa ou plantada, voltadas à geração de produtos e subprodutos florestais. A Lei do SNUC (Lei 9.985/2000) revogou expressamente o art. 5º do citado Código Florestal, passando a Floresta Nacional a ser considerada, segundo o art. 17, caput, como "uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e que tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas". A Floresta Nacional é de posse e domínio público, devendo ser desapropriadas áreas particulares que estejam em seus limites, sendo permitida a permanência das populações tradicionais que já habitavam na área quando da criação das Florestas Nacionais. A visitação pública é permitida condicionada às normas estabelecidas para o manejo da unidade pelo órgão responsável por sua administração. A pesquisa é permitida e incentivada mediante prévia autorização, condição e restrição do órgão responsável. Tal unidade de conservação, se criada pelo Estado será denominada Floresta Estadual, e se for criada pelo Município será denominada Floresta Municipal.

Reserva Extrativista, criada a partir das lutas dos seringueiros da Amazônia numa tentativa de preservação do modo de vida desses extrativistas e do meio ambiente. A Lei 7.804/89 previu a possi-

bilidade de criação das Reservas Extrativistas pelo Poder Público. O Decreto 98.897/90 definiu a Reserva Extrativista como espaços territoriais destinados à exploração autosustentável e conservação dos recursos naturais renováveis por populações extrativistas. O art. 18, caput, da Lei 9.985/2000 define a Reserva Extrativista como “uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade”. A Reserva Extrativista é de domínio público, devendo ser desapropriadas as áreas particulares incluídas em seus limites, sendo o seu uso concedido às populações extrativistas mediante contrato de concessão de direito real de uso. A visitação pública é permitida desde que compatível com os interesses locais e de acordo com o Plano de Manejo da área e a pesquisa científica é permitida e incentivada mediante a autorização, condições e restrições impostas pelo órgão responsável pela administração da unidade de conservação.

Reserva de Fauna, nos termos do art. 19, caput, da Lei 9.985/2000, é constituída de “área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos”. A Reserva de Fauna é de posse e domínio públicos, áreas particulares incluídas nos limites devem ser desapropriadas. A visitação pública é permitida desde que compatível com o manejo da unidade e de acordo com as normas do órgão responsável. Já à pesquisa científica, embora não disciplinada no respectivo artigo que trata da Reserva de Fauna, aplica-se a regra de que depende de prévia autorização e sujeita-se à fiscalização do órgão responsável por sua administração. Proibida caça amadorística ou profissional, mas a comercialização de produtos e subprodutos resultantes de pesquisas é permitido, desde que de acordo com a legislação e regulamentos.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável, nos termos do art. 20, caput, da Lei 9.985/2000, trata-se de “uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica”. Tem como objetivo básico a preservação da natureza, assegurando as condições e meios que garantam a reprodução e melhoria da qualidade de vida das populações locais tradicionais, buscando valorização, conservação e aperfeiçoamento do conhecimento e técnicas desenvolvidas pela população. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é de domínio público, portanto áreas particulares que se encontrem em seu interior devem ser desapropriadas. A posse e o uso dessas reservas ocorrem mediante contrato de concessão de direito real de uso. A visitação pública deve ser compatível com os interesses locais e plano de manejo e as pesquisas científicas previamente autorizadas pelo órgão responsável são permitidas e incentivadas. Também são autorizadas exploração de componentes dos ecossistemas naturais em regime de manejo sustentável e a substituição da cobertura vegetal por espécies cultiváveis, sempre observando o equilíbrio entre o tamanho da comunidade e a conservação, a fim de se garantir a sustentabilidade.

Reserva Particular do Patrimônio Natural, nos termos do art. 21 da Lei 9.985/2000, regulamentado pelo Decreto 5.746/06, “são unidades de conservação instituídas em área privada, gravadas com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica”. A RPPN surgiu para incentivar o cidadão a efetivamente participar do processo de proteção dos ecossistemas, encorajando sua criação mediante isenção de impostos. O uso sustentável e a exploração do meio físico somente são permitidos para fins de pesquisa científica e visitação pública turística, recreativa e educacional.

Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade

As Unidades de Conservação têm um papel muito importante na manutenção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, para as presentes e futuras gerações. Com isso, a cidade de Sorocaba, preocupada com a efetiva proteção de suas Áreas de Proteção Permanente, criou sua primeira Unidade de Conservação, o Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade.

O Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade é diferente dos outros Parques existentes na cidade de Sorocaba, visto que é regido pelo Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), Lei 9.985/2000, sendo definida como Unidade de Conservação de proteção Integral, ou seja, admite-se somente o uso indireto dos recursos e os objetivos são a conservação dos ecossistemas naturais, pesquisa científica, ecoturismo, lazer e educação ambiental.

O papel das Unidades de Conservação no Município e na região Metropolitana de Sorocaba é de extrema importância para a proteção das áreas biológica e cultural. A área escolhida para a criação do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade teve como motivo principal a existência de um fragmento florestal de Floresta Estacional Semidecidual. Esse fragmento, que atravessa o Parque, tem ligação a Corredores Florestais das matas ciliares do Córrego Campininha, que acaba por desaguar no rio Sorocaba.

O município de Sorocaba percebendo a importância desses corredores ecológicos, o qual liga um fragmento florestal às outras áreas, não teve outra alternativa senão criar essa Unidade de Conservação. Esses Corredores Ecológicos são previstos pelo Sistema Nacional de Conservação da Natureza, através do artigo 25. "Os corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais e seminaturais, ligando unidades de conservação e outras áreas."

Conclusão

O papel da Unidade de Conservação no Município e na Região Metropolitana de Sorocaba é de extrema importância para proteger a diversidade biológica, ou seja, proteger as variedades de organismos vivos. Além disso, a unidade de conservação estimula o desenvolvimento local e regional, além de outros benefícios, como promover a educação ambiental, turismo sustentável, e ainda, incentivar a pesquisa científica.

Referências bibliográficas

- ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 12^a Ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2010.
- MILARÉ, Edis. Direito do Ambiente. 6^a Ed. São Paulo: RT, 2009.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito Ambiental Brasileiro. 17^a Ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2009.
- SNUC – Sistema Nacional de Conservação Brasileira, Lei nº 9988/2000, consultada no site www.planalto.gov.br
- Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade, Unidade de Conservação, consultada no site meioambiente.sorocaba.sp.gov.br

Capítulo 21

Segmentação de imagens por agrupamento para análise de área ambiental degradada e sua recuperação

Waldemar Bonventi Jr.¹; Welber Senteio Smith¹ & Paula Andrea Pannunzio Moreira²

¹ Professores e Pesquisadores do Programa de Mestrado Profissional em Processos Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

² Professora dos cursos de Engenharia e Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Processos Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP

Resumo

Neste trabalho foram analisadas imagens de satélite de um córrego e um lago afetados por ocupação industrial e seu processo de recuperação. As imagens foram coletadas em cores visíveis, a partir da base de imagens do Google Earth (2016), disponíveis publicamente através de seu software, e foram segmentadas por similaridade de cores e o número de pixels em cada classe está diretamente relacionado à área real da imagem. As imagens foram coletadas via Internet a partir do programa Google Earth, em diferentes datas, escolhidas de modo a se perceberem as modificações mais significativas. O método de agrupamento (*clustering*) consiste em, a partir de um conjunto de dados, classificar os objetos em grupos baseados na similaridade entre eles. O método escolhido, *k-means*, atribui “centros” no espaço de cores, medindo as distâncias euclidianas entre as coordenadas (R, G, B) dos pixels e cada centro. Adotou-se partitionar todas as imagens em 6 grupos para fins de igual comparação. Cada partição foi representada por uma intensidade de cinza, variando do preto até o branco, e foi interpretada visualmente comparando-se com a imagem original. A proporção dos *pixels* em cada partição foi calculada, ficando proporcional à área do elemento identificado no sistema analisado. O método empregado é bastante promissor, pois o atributo *cor* é invariante à rotação, distorção e ampliação da imagem, agilizando o processo de segmentação em texturas muito complexas.

Introdução

No município de Sorocaba, dados do inventário florestal da vegetação natural mostraram que os 732.956 ha de vegetação nativa são formados por matas secundárias (35,7%) e capoeiras (60,2%), sendo considerada a região administrativa mais intensamente devastada no Estado de São Paulo (KRONKA et al., 2005). Deste total, 1998,8 ha são de fragmentos isolados, com tamanhos inferiores a 5 hectares (37,5% dos fragmentos) e situados fora das áreas de preservação permanente (APP), sendo mais vulneráveis à degradação (SILVA, 2005; LOURENÇO et al., 2014). A Sociedade de Restauração Ecológica define a restauração como uma ferramenta com o objetivo de recriar as condições naturais de um ecossistema, como sua estrutura, resiliência e função, considerando seus valores ecológicos, econômicos e sociais (SER, 2004).

Imagens de satélite estão sendo amplamente disponibilizadas gratuitamente na rede mundial. Este catálogo permite o monitoramento de grandes áreas em diversas escalas, para o mapeamento da dinâmica da vegetação, ocupação e outras características do terreno. Possuem características que permitem a extração destas informações a partir da caracterização espectral dos alvos. Com a facilidade que atualmente existe para trabalhar-se com dados georreferenciados, de acesso para o público em geral, temos como um exemplo dessa disponibilidade o Google Earth (2016). A análise das imagens possibilitou verificar as transformações temporais da área estudada.

Neste trabalho foram analisadas imagens de satélite de um córrego e um lago afetados por ocupação industrial e seu processo de recuperação. As imagens foram coletadas em cores visíveis, a partir da base de imagens do Google Earth (2016), disponíveis publicamente através de seu software, e foram segmentadas por similaridade de cores e o número de pixels em cada classe está diretamente relacionado à área real de cada região da imagem, que possui uma gama de cores típica, tais como vegetação, terra nua e outras.

Análise de imagens em cores

Entre as técnicas mais usadas no tratamento da imagem estão: a segmentação de regiões, detecção de bordas, cálculos de propriedades morfológicas e realce (GONZALEZ, WOODS, 1992). As imagens digitais são constituídas de regiões nem sempre bem definidas, portanto situações incertas na classificação ocorrem na análise da imagem. Uma decisão sobre a classificação dos pixels tomada em uma fase do processamento terá consequências nas fases seguintes.

Imagens digitais e sua representação

Uma imagem digital pode ser definida como uma função bidimensional $f(x,y)$ em que x e y são coordenadas no plano. O valor da função pode ser dada como a intensidade ou nível de cinza do ponto em (x,y) . Se esta função apresentar valores discretos em intervalos definidos, consideramos a imagem como sendo digital, pode ser representada, armazenada e transformada utilizando-se um computador (que é baseado em eletrônica digital).

No caso das imagens em cores, a tecnologia de representação baseia-se na propriedade do sistema visual humano possuir, na retina do olho, três tipos de cones sensíveis a diferentes comprimentos de onda, correspondentes às cores vermelha, verde e azul. Estes dados são combinados e enviados ao cé-

rebro, que interpreta a proporção da mistura dos três componentes como as cores que percebemos na vida cotidiana. Assim, a terna RGB (*red*, *green*, *blue*) é utilizada como cores primárias em um sistema de representação. Pode-se representar todas as cores percebidas em um cubo que representa um sistema de coordenadas tridimensional, cujos eixos são dados por cada uma das cores primárias. Este é denominado espaço de cores, visto na figura 1.

Para a manipulação computacional das cores, é utilizada uma escala de 0 a 255, pela conveniência de se guardar cada valor de cor em 1 byte (8 bits), pois $2^8 = 256$. Assim, o vermelho completamente intenso é representado por RGB = (255,0,0), branco por (255,255,255), azul por (0,0,255), verde por (0,255,0), amarelo por (255,255,0), lilás por (255,0,255), turquesa por (0,255,255), preto por (0,0,0), cinza médio (128,128,128) e assim sucessivamente.

Cada ponto da imagem apresenta um vetor $f(x,y)$ correspondente à sua cor (figura 1), da forma

$$f(x,y) = \mathbf{x} = [R \ G \ B] \quad (1)$$

Na figura 2 é mostrada uma imagem digital em cores e seu respectivo mapeamento no espaço RGB. Cada ponto ou *pixel* da imagem à esquerda apresenta um valor de cor que é colocado no espaço de cores da direita.

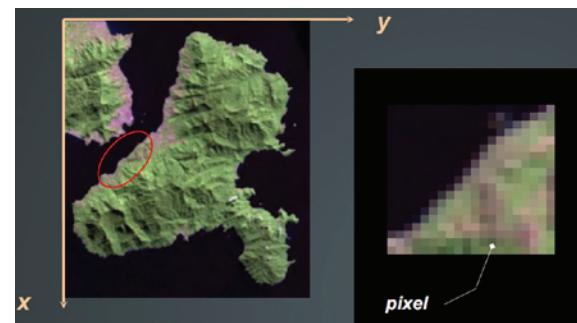
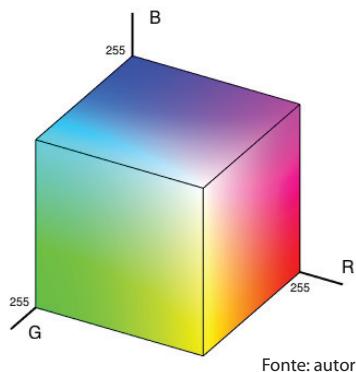
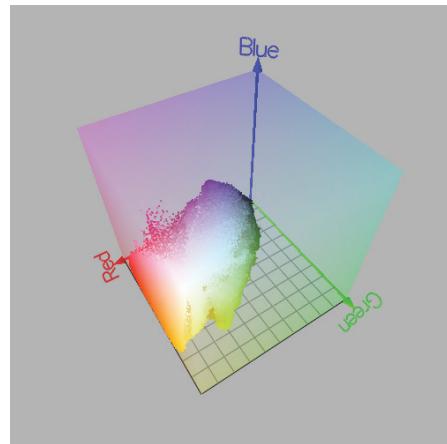


Figura 1 – Imagem em cores como função das coordenadas e espaço de cores RGB.

Segmentação da imagem por agrupamentos de cores

A segmentação de uma imagem consiste em particioná-la em objetos que a compõe. Para ser útil, cada parte deve possuir um significado por si. Como consequência, deve existir uma forte correlação entre os pontos pertencentes a cada parte.



Fonte: esquerda: <http://oldworldgardenfarms.com/2015/02/27/6-ornamental-peppers-to-grow-this-year-to-add-color-spice-and-flavor-to-your-landscape/>. Direita: Colorspace, www.couleur.org

Figura 2 – Imagem digital e mapeamento das cores no espaço RGB.

O método de agrupamento (*clustering*) consiste em, a partir de um conjunto de dados, classificar os objetos em grupos baseados na similaridade entre eles. Esta classificação deve ser realizada de maneira automática, sem intervenção do usuário, sem considerar previamente propriedades características dos grupos e sem o uso de grupos de teste previamente conhecidos para direcionar a classificação.

As medidas de similaridade são conhecidas como medidas de distância entre dados. Se os dados são numéricos, como é o caso das coordenadas de uma cor no espaço RGB, a *distância euclidiana*, dada por:

$$d(\text{cor}_1, \text{cor}_2) = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

é uma medida de similaridade entre duas cores, onde r, g e b são os valores das coordenadas nos eixos primários do espaço de cores.

Os métodos de agrupamento procuram classificar elementos (no caso, cores) em um grupo com distâncias pequenas entre si. Um bom agrupamento caracteriza-se por pequenas distâncias entre elementos do mesmo grupo e grandes distâncias entre elementos de grupos diferentes. Os vários métodos existentes podem ser rotulados como *hierárquicos* e *particionais*. Os métodos partionais são baseados na minimização de uma função de custo, onde os padrões são agrupados em um número k de agrupamentos escolhido *a priori*. Uma das principais vantagens dos métodos partionais em relação aos métodos hierárquicos é a possibilidade de um padrão poder mudar de agrupamento com a evolução do algoritmo e a possibilidade de se operar com bases de dados maiores. Os métodos partionais são extremamente mais rápidos que os métodos hierárquicos. As principais desvantagens dos métodos partionais estão no fato do número de agrupamentos ter que ser escolhido *a priori*, o que poderá sugerir interpretações erradas sobre a estrutura dos dados caso o número de agrupamentos não seja o ideal; e no fato de que o algoritmo é em geral sensível às condições iniciais, podendo gerar resultados diferentes a cada rodada (FUNG, 2001). O problema quando se escolhe erroneamente o número de agrupamentos é que o método irá impor uma estrutura aos dados, no lugar de buscar a estrutura inerente a estes (KAINULAINEN, 2002).

O método k-means

Neste trabalho, investigamos o poder discriminatório da informação colorida, ao considerar apenas os valores R,G,B no algoritmo de agrupamento. O método escolhido foi o *k-means*, que é do tipo particional, sendo um algoritmo iterativo que minimiza a soma das distâncias de cada padrão ao centroide de cada agrupamento, sobre todos os agrupamentos. Os centroides são pontos médios de cada grupo e são posicionados aleatoriamente ou heuristicamente no início da execução do algoritmo. Durante a execução, este algoritmo move padrões entre os agrupamentos até que a função objetivo não se altere ou se altere muito pouco, ou até que o número de iterações máximo pré-determinado tenha sido alcançado. O resultado é um conjunto de agrupamentos compactos e bem separados tanto quanto possível. Cada agrupamento é representado pelo centro do grupo e cada padrão é atribuído ao agrupamento mais próximo. O método apresenta bons resultados apenas quando os agrupamentos são hiperesféricos (esferas de dimensão N) e possuem aproximadamente o mesmo número de padrões em cada agrupamento. O bom desempenho do algoritmo depende muito também da escolha adequada da medida de distância e do ponto inicial de partida do algoritmo.

O método *k-means* (THEODORIDIS, KOUTROUMBAS, 1999) atribui “centros” no espaço de cores, medindo as distâncias euclidianas (eq. 2) entre as coordenadas (R,G,B) dos pixels e cada centro. O algoritmo procede iterativamente: escolhido o número de centros (ou grupos) c_i desejados e dada a lista de pixels $x_j = (R, G, B)$, todas as distâncias $|c_k - x_j|$ são calculadas. Em seguida, cada centro é deslocado para o interior do grupo de pixels onde esteja mais próximo. As distâncias são recalculadas e um novo deslocamento dos centros ocorre, até um limite mínimo de distâncias deslocadas $|\mathbf{U}(it) - \mathbf{U}(it+1)| < \epsilon$, onde \mathbf{U} é a matriz de distâncias entre os k_{MAX} centros e os j_{MAX} pixels. (NAZ, 2010). A figura 3 mostra o fluxograma básico de execução do algoritmo e a figura 4 mostra a progressão do método ao partitionar um conjunto de dados bidimensionais. As cores que discriminam os grupos não têm correspondência com as cores tratadas em imagens digitais, nem os dados apresentados (são genéricos para fins de ilustração do algoritmo).

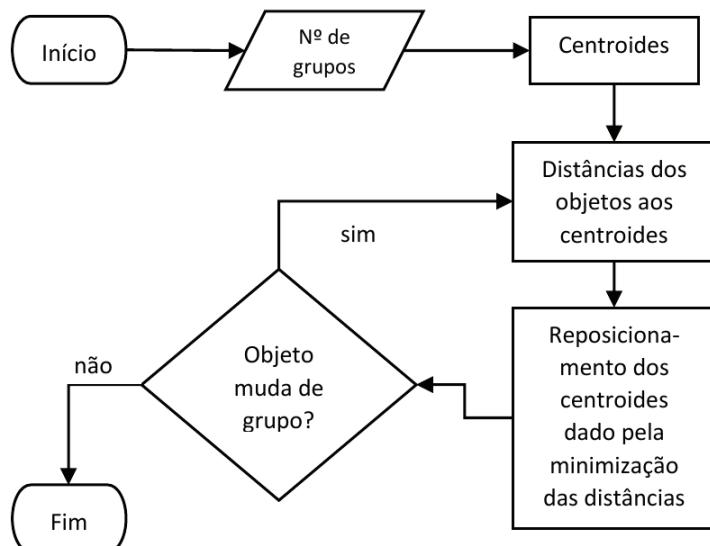
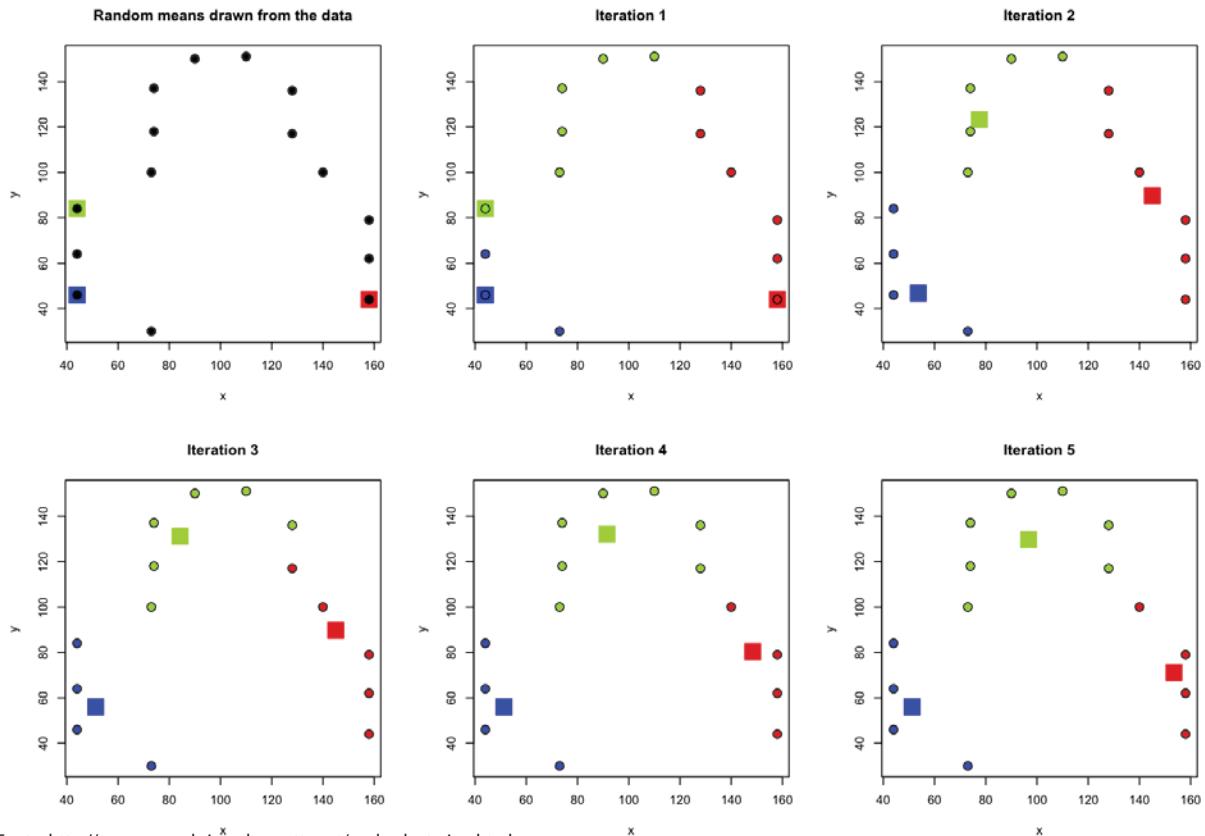


Figura 3 – Fluxograma de execução do algoritmo *k-means*.



Fonte: <http://compprag.christopherpotts.net/swda-clustering.html>

Figura 4 – Repositionamento dos centroides e atribuição dos dados aos grupos durante a execução do algoritmo k-means. Cada grupo está identificado por uma cor.

Aplicação: análise de área degradada e recuperação

As imagens foram coletadas via Internet a partir do programa Google Earth, em diferentes datas (13/4/2011, 22/5/2012, 22/11/2012 e 21/5/2015), utilizando o recurso “visualizar imagens históricas”. A região de interesse consiste em um córrego que deságua em um pequeno lago, os quais, com a implantação industrial, foram assoreados incluindo a perda da vegetação próxima. As datas foram escolhidas de modo a se perceberem as modificações mais significativas ao longo desse período. Não estão disponíveis imagens dos anos de 2013 e 2014.

A Google proíbe o uso comercial das imagens sem autorização (<https://support.google.com/earth/?rd=2#topic=4363013>), no entanto, o emprego aqui apresenta fins acadêmicos e tanto as imagens quanto este trabalho ficam disponíveis publicamente. As imagens são pré-processadas, de modo que há “emendas” de trechos coletados em instantes diferentes pelo satélite que podem alterar ligeiramente as cores observadas. No entanto, para este trabalho, prevalece o conceito “*w y s i w y g*” (*what you see is what you get*), em que a percepção das imagens assim tratadas é suficiente para teste de conceito e análises preliminares.

As imagens apresentam a proporção de 790x659 pixels, coletadas no formato PNG, que é um tipo de arquivamento com compressão de dados, mas sem perdas. Esta proporção corresponde à área de (641x534) m², obtida com a régua do programa. Cada imagem foi segmentada pelas cores. A partir de cada imagem, foi extraída a lista das cores RGB pela ordem de posição dos pixels na matriz 790x659.

As partes da imagem com coloração similar (ex. vegetação) apresentam pixels dispostos de modo próximo neste espaço de cores tridimensional. Devido a isto, métodos de detecção de agrupamentos (*clustering*) podem separar (segmentar) as imagens por semelhanças de cores, caracterizando a composição do tipo de terreno analisado. Existem métricas para avaliar o grau de compactação e separação dos grupos, como Xie-Beni, *sillouette*, Davies-Bouldin, Calinski-Harabasz e outros (DESGRAUPES, 2013), para definir qual o melhor número de grupos a particionar o conjunto de dados. Definido a qual grupo pertence cada pixel com sua cor, gera-se uma imagem em escala de cinzas, mostrando a distribuição de cada grupo em relação à imagem original. A contagem de pixels pertencente a cada grupo permite calcular a área correspondente a cada classe de cores.

Resultados

Cada imagem apresenta 790x659 = 520610 pixels. O algoritmo de agrupamentos *k-means* foi executado variando-se o número de grupos de 4 a 10. A melhor partição encontrada, pelas métricas acima mencionadas, foi em 6 grupos, exceto a primeira imagem, com 4 grupos. Adotou-se particionar todas as imagens em 6 grupos para fins de igual comparação.

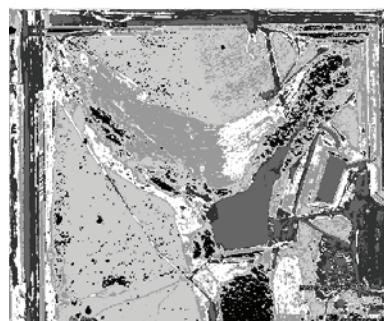
As imagens originais são vistas na Figura 5 na fila superior e suas respectivas partições na fila inferior. Cada tom de cinza observado na fila inferior corresponde ao grupo onde o conjunto de pixels foi classificado. Por exemplo, o elemento central da primeira figura é um pequeno lago de água barrenta, com tons variáveis de laranja e marrom. Na correspondente imagem inferior, todos os pixels que representam o lago apresentam o mesmo tom de cinza escuro, devido à mesma classe a que pertencem.

Tabela 1 – Descrição dos segmentos obtidos por tom de cinza, em cada imagem.

| Segmento | Imagen a) | Imagen b) | Imagen c) | Imagen d) |
|----------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Vegetação pioneira (16,3%) | Vegetação 1 (39,4%) | Vegetação 1 (27,9%) | Terra nua (4,4%) |
| | Vegetação 1 (33,9%) | Vegetação pioneira (6,4%) | Vegetação 2 (6,2%) | Vegetação pioneira (11,0%) |
| | Vegetação pioneira (20,1%) | Terra nua (6,1%) | Vegetação pioneira (33,2%) | Vegetação 1 (34,1%) |
| | Barro + água suja (8,9%) | Terra nua (9,5%) | Barro + água suja (11,0%) | Estrada e outras (8,3%) |
| | Terra nua (14,2%) | Barro + água suja (6,7%) | Terra nua (9,3%) | Vegetação pioneira (12,1%) |
| | Vegetação 2 (6,7%) | Vegetação 2 (24,0%) | Vegetação pioneira (12,3%) | Vegetação 2 (30,2%) |

Área total de cada imagem: 342.290 m²

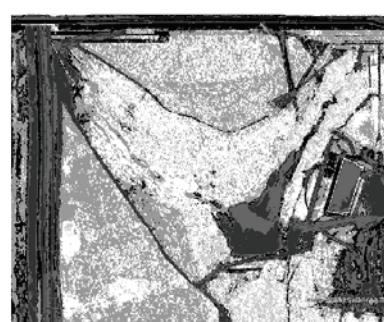
a) 13/4/2011



b) 22/5/2012



c) 22/11/2012



d) 21/05/2015

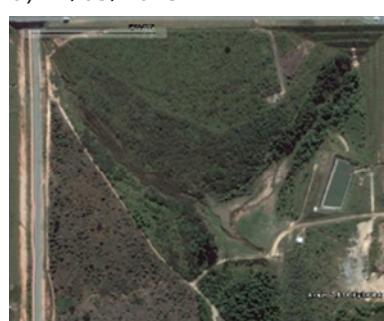


Figura 5 – Imagens originais (esquerda) e o resultado da segmentação (direita).

Discussão

A segmentação pelo método *k-means* não atribui sempre a mesma ordem aos centros, e portanto, aos grupos. Assim, a mesma área pode receber tom de cinza diferente conforme varia a imagem, alterando a atribuição nominal dada na Tabela 1. A separação dos pixels em grupos é um procedimento totalmente automático, cabendo a interpretação do significado de cada tom de cinza em relação à imagem original a um agente inteligente. No caso, a atribuição foi realizada de modo totalmente visual.

O crescimento da área atribuída à terra nua em princípio pode indicar que não houve a recuperação da região estudada. Nota-se, porém, no entorno do córrego, o aumento nas obras de abertura de vias locais. A parte central da imagem, que corresponde ao lago formado pelo córrego, nas duas primeiras imagens apresenta acúmulo de água não decantada, sofrendo um forte assoreamento na terceira imagem. Na imagem d da Figura 5, o contorno do lago na segmentação não está caracterizado, devido ao crescimento de vegetação na parte assoreada. A vegetação se encontra em estágio pioneiro em grande parte da área estudada (Figura 5a), nota-se sua transformação nas demais imagens, convertendo-se em dois tipos de vegetação e seu respectivo aumento.

Na última imagem captada, observando-se sua segmentação em tons de cinza, nota-se uma mistura bem maior destes tons, indicando que os componentes ambientais se tornaram mais diversificados, se comparados principalmente com as imagens a e c da Figura 5.

A atribuição da descrição das partes do solo na Tabela 1 foi realizada de modo visual. Um processo (semi) automatizado para realizar esta tarefa, considerando-se áreas maiores e mais diversificadas, poderia empregar agentes inteligentes. Métodos de “*machine learning*”, como as *redes neurais*, poderiam “aprender” a caracterizar cada tipo de solo utilizando para isso uma amostra significativa, e posteriormente generalizar o resultado obtido para muitas imagens.

Conclusão

Alguns fatores podem influenciar significativamente na segmentação da imagem. Conforme a hora do dia em que foi tomada a imagem (dado que não foi fornecido), efeitos de sombra e luz na vegetação podem alterar o grau de reflexão e coloração da mesma, alterando consequentemente a classificação do pixel associado.

A fim de aperfeiçoar o estudo realizado, pretende-se obter imagens de outras bandas espectrais para melhor caracterizar os componentes da imagem, principalmente nas regiões infravermelhas. Indicadores de quantidade de clorofila, por exemplo, podem ser obtidos de imagens segmentadas a partir das bandas espectrais apropriadas.

Em relação ao método de agrupamento, algumas outras técnicas e melhorias poderão ser testadas. O método *k-means* apresenta a tendência de associar aos centroides raios aproximadamente iguais de influência, o que pode prejudicar a partição nos casos de grupos de tamanhos muito desiguais. Além disso, grupos alongados podem ser melhor detectados aperfeiçoando-se a métrica de distância, utilizando a *distância de Mahalanobis* em vez da euclidiana, porém a custos computacionais bem maiores devido à necessidade de se calcular uma matriz de covariância para cada distância calculada do centroide ao dado.

Outra melhoria para as próximas análises consiste em coletar mais imagens, fazendo uma varredura no tempo mais completa. Em seguida, realizar o agrupamento por cores reunindo os dados de todas as imagens e, depois, verificar se os grupos obtidos mantêm sua correspondência entre imagens co-

letadas em épocas diferentes. De modo geral, o método empregado é bastante promissor. O atributo *cor* é invariante à rotação, distorção e ampliação. Não considera vizinhança entre pixels, agilizando o processo de segmentação em texturas muito complexas.

Referências

- DESGRAUPES, B. Clustering Indices. **Package clusterCrit for R**. University Paris Ouest - Lab Modal'X, 2013
- FUNG, G. **A Comprehensive Overview of Basic Clustering Algorithms**. Citeseer. 2001.
- GONZALEZ R.C., WOODS R.E., **Digital Image Processing**, Addison-Wesley Publishing Co., 1992.
- GOOGLE EARTH. **Tenha as informações geográficas do mundo na ponta dos dedos**. Disponível em <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em jan. 2016.
- KAINULAINEN, J. **Clustering Algorithms: Basics and Visualization**. Helsinki University Of Technology. Laboratory of Computer and Information Science. T-61.195 Special Assignment 1. 2002.
- KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K.; KANASHIRO, M.M.; YWANE, M.S.S.; PAVÃO, M.; DURIGAN, G.; LIMA, L.P.R.; GUILLAUMON, J.R.; BAITELLO, J.B.; BORGO, S.C.; MANETTI, L. A.; BARRADAS, A.M.F; FUKUDA, J.C.; SHIDA, C.N.; MONTEIRO, C.H.B.; PONTINHAS, A.A.S.; ANDRADE, G.G.; BARBOSA, O.; SOARES, A.P.; JOLY, C.A.; COUTO, H.T.Z.; 2005. **Inventário florestal da vegetação nativa do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 200p.
- LOURENÇO, R.W.; SILVA, D.C.C.; SALES, J.C.A.; CRESPO, G.C; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Geoprocessamento como ferramenta de gestão e planejamento ambiental: o caso da cobertura vegetal em áreas urbanas. In: WELBER, S.S.; MOTA JUNIOR, V.; CARVALHO, J.L. **Biodiversidade do município de Sorocaba**. Sorocaba, Prefeitura Municipal de Sorocaba: Secretaria de Meio Ambiente, p.65-78, 2014.
- NAZ, S.; MAJEED, H.; IRSHAD, H. **Image segmentation using fuzzy clustering: A survey**. out. 2010, [S.I.]: IEEE, out. 2010. p. 181–186. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/articleDetails.jsp?arnumber=5638492>>. Acesso em: 31 mar. 2015.
- SER (Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group). 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration** (<http://www.ser.org>). Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.
- SILVA, A.M. Cobertura do solo do município de Sorocaba-SP e implicações na fragmentação dos remanescentes florestais. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 7, p. 38-46, 2005.
- THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K.; **Pattern Recognition**, Academic Press, San Diego, USA, 1999.

