

RESTAURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE MATAS CILIARES EM RESERVATÓRIOS HIDROELÉTRICOS

IMPORTÂNCIA PARA A CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE E PROCESSOS ECOLÓGICOS



ORGANIZADORAS

YASMINE ANTONINI E JOICE P.V. MARTINS



RESTAURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE MATAS CILIARES EM RESERVATÓRIOS HIDROELÉTRICOS

IMPORTÂNCIA PARA A CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE E PROCESSOS ECOLÓGICOS



raízen

COMUNIDADE
colorado



CEMIG
A Melhor Energia do Brasil.











Organização
YASMINE ANTONINI E JOICE P.V. MARTINS

Fotos
JOÃO MARCOS ROSA
ANTÔNIO CRUZ
MATHEUS CORRÊA
ACERVO CEMIG

Design e diagramação
FLÁVIA GUIMARÃES

Assistência editorial
ANA PAULA CARVALHAIS
GUSTAVO NOLASCO

Revisão de textos
ÉRICA ANICETO

Impressão
RONA EDITORA



Companhia Energética de Minas Gerais

Presidência
MAURO BORGES LEMOS

Diretoria de Geração e Transmissão
FRANKLIN MOREIRA GONÇALVES

Superintendência de Gestão Ambiental da
Geração e Transmissão
ENIO MARCUS BRANDÃO FONSECA

Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna
e Programas Especiais
NEWTON JOSÉ SCHMIDT PRADO

A635r

Antonini, Yasmine.

Restauração e conservação de matas ciliares em reservatórios hidroelétricos importância para a conservação da biodiversidade e processos ecológicos / Yasmine Antonini, Joice Paiva Vidigal. Ouro Preto: DEBIO- DEGEO/UFOP, 2016.

164p. : il.: color; grafs; tabs; mapas.

1. Recuperação ecológica. 2. Mata ciliar. 3. Volta Grande (MG). I. Vidigal, Joice Paiva. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 574.1

Catálogo: www.sisbin.ufop.br







prefácio

Caro leitor,

A Companhia Energética de Minas Gerais-Cemig, em sua missão de atuar no setor de energia com rentabilidade, qualidade e responsabilidade social, busca sempre harmonizar a instalação e operação de suas usinas hidrelétricas com a sustentabilidade ambiental onde estas se inserem. A avaliação dos mais variados aspectos dessa sustentabilidade mostra-se como uma prática de grande valor na gestão das usinas hidrelétricas, permitindo a identificação de ações exitosas ou pontos de melhoria e servindo como subsídio à tomada de decisões.

Partindo desse princípio, a Cemig tem a satisfação de apresentar o livro “Restauração e conservação de matas ciliares em reservatórios hidrelétricos”, fruto do P&D 484 (P&D Cemig GT - Aneel), “Efetividade e sustentabilidade da mata ciliar da UHE Volta Grande, MG, na conservação de processos ecológicos e biodiversidade”, elaborado em parceria com a UFOP/Departamentos de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente - DEBIO e Departamento de Geologia - DEGEO. Os resultados desse estudo consolidam informações sobre a implantação de matas ciliares na bacia do Rio Grande, em particular no entorno do reservatório da UHE Volta Grande.

Reafirma-se, com este produto, o compromisso da Cemig com a responsabilidade socioambiental, prática que acompanha a empresa desde décadas antes de todo arcabouço legal brasileiro tornar obrigatória essa iniciativa.

Enio Marcus Brandão Fonseca

Superintendente de Gestão Ambiental da Geração e Transmissão

Parte

1

1. Como tudo começou - um pouco da história	15
2. A importância da gestão compartilhada de bacias hidrográficas	21
3. Caracterização da paisagem do reservatório de Volta Grande	29
4. Volta Grande - Histórico de ocupação da área e caracterização do reservatório	43
5. Estado da arte das matas ciliares do entorno do reservatório de Volta Grande	51
6. Matas ciliares: Serviços ecossistêmicos, monitoramento e manejo	59





Parte 2

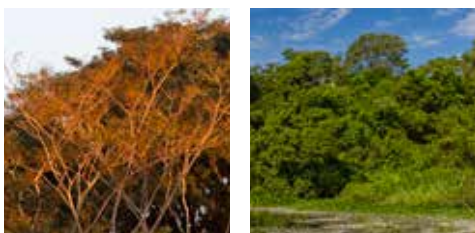
7. Conservação da fauna de vertebrados terrestres das matas ciliares do reservatório de Volta Grande	69
8. A importância da restauração das florestas na manutenção da comunidade de invertebrados: um caso de sucesso em Volta Grande	89
9. Indicadores de sucessão: como medir o sucesso de um programa de restauração ambiental	99
10. Serviços ecossistêmicos: estudo de caso das matas da UHE Volta Grande	117
11. Espécies exóticas e invasoras: possíveis impactos em áreas reflorestadas, legislação e monitoramento.	131
12. Tempo e espaço: o que determina o sucesso de um programa de restauração de matas ciliares?	141
13. Qual o valor da diversidade funcional nas áreas recuperadas do reservatório de Volta Grande?	149
14. Conclusões e recomendações para o manejo das matas ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande	159



Parte

1





JOSÉ RICARDO SILVEIRA

I. Como tudo começou – um pouco da história

O Programa Mata Ciliar iniciou-se em 1990, por meio de um convênio entre a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), tendo como objetivo principal a geração de tecnologia em recomposição de matas ciliares às margens dos reservatórios que ali se encontravam.

Os projetos de restauração no reservatório de Volta Grande tiveram início em 1991, sendo priorizado o desenvolvimento de tecnologias para a produção de mudas em um viveiro que já existia. Muitos desafios foram enfrentados para dominar as técnicas de produção de mudas nativas. A Universidade Federal de Lavras implementou diversos projetos de pesquisas, que contribuíram para a definição das espécies que melhor se adaptariam às condições do reservatório de Volta Grande.

Após o domínio da tecnologia na produção de mudas, as dificuldades consistiam em adquirir sementes, uma vez que na região foram identificadas poucas matrizes para coleta. A solução encontrada foi o fornecimento de sementes das espécies nativas, através do laboratório de sementes da Universidade Federal de Lavras. Posteriormente, a CEMIG implantou um laboratório de sementes em Belo Horizonte, garantindo o fornecimento e aumentando as metas anuais de produção de mudas, variando ainda a genealogia das espécies, uma vez que as coletas de sementes eram realizadas em diversas regiões de Minas Gerais. Assim foi implantado o viveiro de mudas da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, com uma excelente infraestrutura e uma quantidade suficiente de mudas disponíveis para iniciar o desafio de restaurar as áreas de preservação permanente ao longo do reservatório de Volta Grande.

A segunda maior dificuldade foi conseguir adesão dos proprietários das terras às margens do rio na participação do programa. Para convencê-los da importância de sua participação, foram realizadas várias atividades de campo, envolvendo os proprietários, sindicatos rurais, Emater e IEF. Os programas foram divulgados por meio de folders, imprensa e participação em eventos da região, com palestras. Também foram realizados diversos projetos de implantação envolvendo escolas da região.

A implantação de duas unidades demonstrativas de matas ciliares (uma no município de Água Comprida-MG e outra no Município de Miguelópolis – SP) foi muito importante para mostrar aos proprietários que o projeto era importante e ia dar certo. E com o apoio dos proprietários dessas duas áreas foram realizados diversos dias de campo quando, na oportunidade, estes relatavam os benefícios da parceria, despertando um maior interesse aos participantes e, conseqüentemente, a adesão de outros proprietários ao programa de recomposição. A CEMIG, nesta parceria com os produtores, elaborava os projetos, fornecia as mudas e assistência técnica, deixando para os produtores a responsabilidade de executar o plantio e a manutenção das mudas.

Mas os desafios continuaram ao longo do tempo. Vários plantios foram impactados por incêndios e pelo gado que comia as mudas e pisoteava as plântulas. Porém, após muita persistência,



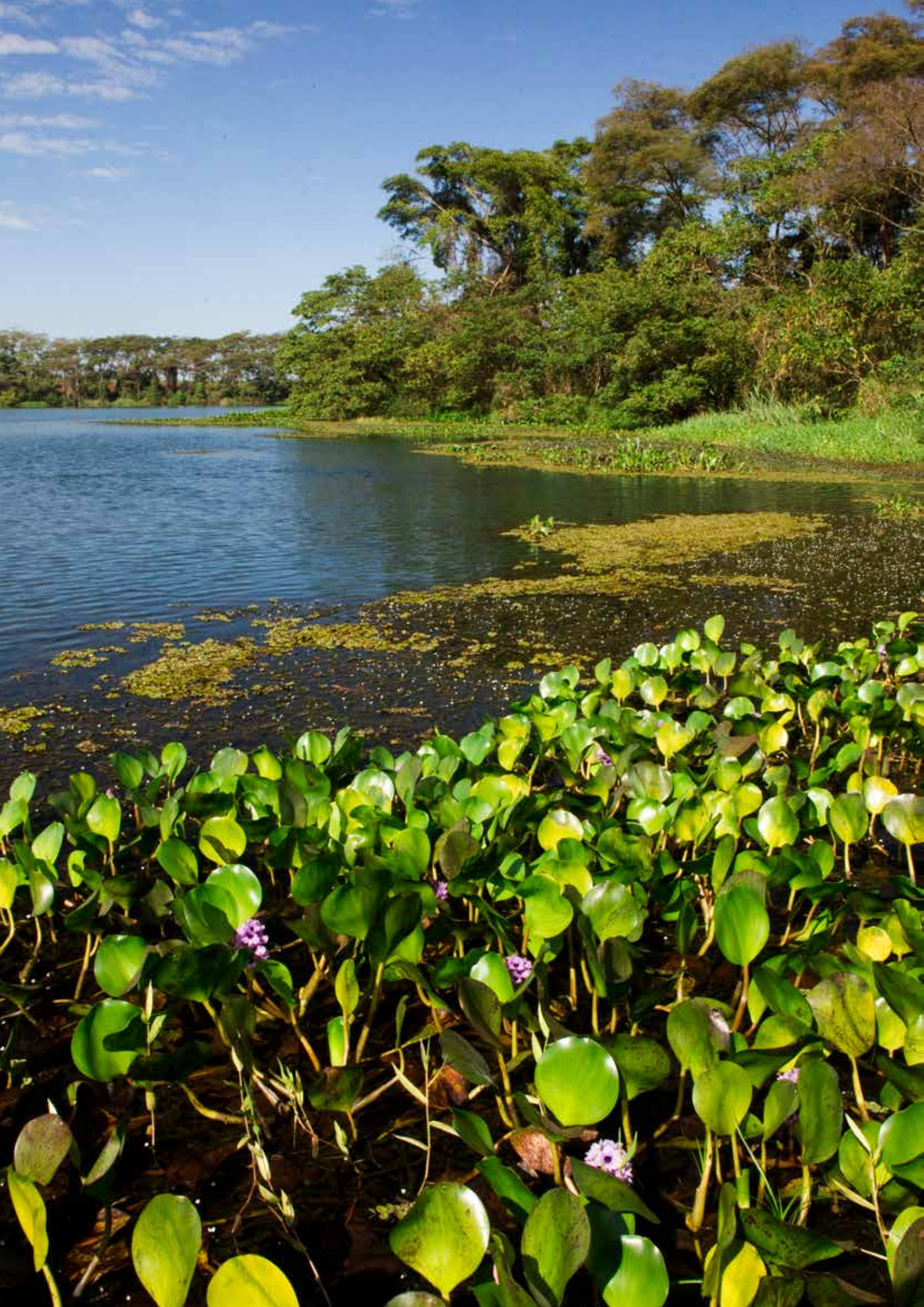
os obstáculos se superaram e em poucos anos aconteceu a formação de um corredor verde ao longo do reservatório da Usina de Volta Grande. Inicialmente, essas áreas eram ocupadas pela agricultura e pecuária.

Ao longo de 25 anos de projeto, foram plantadas aproximadamente um milhão de mudas, e hoje muitas espécies já fornecem sementes que servem para recompor outras áreas, como, por exemplo, as áreas de preservação permanente do Ribeirão do Carmo, sendo um afluente importante que deságua no reservatório de Volta Grande, resultando no enriquecimento deste ecossistema que muito contribuiu para a ictiofauna da região. Esse programa contou com o apoio de usinas de suco-alcólicas da região. Considero que o programa de Recomposição de Matas Ciliares no reservatório de Volta Grande será sempre um laboratório de pesquisas, oferecendo oportunidade às universidades para desenvolver e implantar melhorias na tecnologia de formação de matas ciliares, contribuindo para a preservação ambiental e, conseqüentemente, garantir a proteção do nosso maior patrimônio: a água e a biodiversidade. 🌿











LUCIANA A. MAGALHÃES
RAFAEL AUGUSTO FIORINE

2. A importância da gestão compartilhada de bacias hidrográficas

Na atualidade, a preocupação com o meio ambiente vem sendo foco de discussões em todo o mundo, e um dos grandes problemas é a incerteza em torno da disponibilidade hídrica. Em face dos diversos problemas relacionados à quantidade e à qualidade dos recursos hídricos, o manejo, a conservação e a preservação das bacias hidrográficas tornaram-se temas relevantes nas discussões no meio acadêmico, político e empresarial. Segundo Magalhães (2009), a grande contribuição de todas essas discussões é que cada vez se busca mais se busca a melhoria dos processos produtivos, tanto agrários como industriais, com foco na redução do consumo de água e a recuperação e conservação da vegetação natural. Devido à sua importância para a manutenção da biodiversidade e todos os ciclos naturais, bem como a manutenção da produção de alimentos, geração de energia elétrica, abastecimento humano, agricultura e a preservação da própria vida, a água se transformou em um grande recurso estratégico para a humanidade. Como consequência, se fortalece uma nova forma de gestão dos recursos hídricos, que tem como premissa o planejamento de forma integrada, participativa e descentralizada e que envolve todos os usuários de água da bacia hidrográfica. A necessidade de gestão dos recursos hídricos vem em consequência do uso inadequado das águas, da degradação dos ecossistemas, da poluição hídrica, e tem o propósito de mitigar estas questões e promover o uso racional, equilibrado e prudente dos recursos naturais, especialmente da água, o que traz múltiplos benefícios à saúde, ao crescimento econômico, ao meio ambiente e à qualidade de vida das populações (Silva 2001). Embora a água seja um recurso renovável, sua disponibilidade torna-se limitada e insuficiente para atender à crescente demanda das sociedades, diante do quadro de degradação dos recursos naturais e poluição ambiental (Silva & Silva, 2014).

Na Constituição Brasileira (1988), o tema meio ambiente vem sendo tratado com foco na responsabilidade coletiva. Em seu artigo 225, a Constituição determina que “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”. Entretanto, essa visão foi consolidada somente com a Lei 9.433, de 1977, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que tem como princípios básicos:

- a água é um bem de domínio público;
- a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

- a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A necessidade de uma gestão integrada, descentralizada e participativa fica evidenciada nos fundamentos citados acima, que preconizam a universalização do recurso, entretanto coloca a responsabilidade de sua gestão nas mãos de todos os usuários. É de suma importância a reunião dos diversos atores sociais envolvidos na preservação e conservação dos recursos.

De acordo com Cecílio et al. (2007), os objetivos básicos do manejo de bacias hidrográficas são:

- a) tornar compatível a produção com a preservação ambiental;
- b) concentrar esforços das diversas instituições presentes nas várias áreas de conhecimento, a fim de que todas as atividades econômicas da bacia sejam desenvolvidas de forma sustentável e trabalhadas integralmente.

A gestão de bacias hidrográficas constitui, segundo CEPAL (1994), um processo em que se busca conciliar o aproveitamento dos recursos naturais com o crescimento econômico e transformação produtiva, manejar os recursos com fins de evitar conflitos e problemas ambientais (sustentabilidade ambiental) e garantir equidade mediante processos de decisão com a participação de diferentes atores. De maneira geral, o manejo de bacias hidrográficas consiste em melhorar as condições da bacia, promovendo o correto manejo dos recursos naturais a partir do uso adequado do solo, da manutenção de cobertura vegetal adequada, do controle da poluição, da regulamentação do uso da água e até mesmo da construção de obras hidráulicas necessárias.

O manejo de bacias hidrográficas é definido, então, como o processo de organizar e orientar o uso da terra e de outros recursos naturais numa bacia hidrográfica, a fim de produzir bens e serviços, sem destruir ou afetar adversamente o solo e a água (Brooks et al. 1991). Portanto, o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas deve incorporar todos os recursos naturais/ambientais da área de drenagem da bacia e não apenas o hídrico. Além disso, a abordagem adotada deve integrar os aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais, com ênfase no primeiro, pois a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados (Pires & Santos, 1995).

Apesar de todos os preceitos legais e toda a necessidade já demonstrada, no Brasil o planejamento de bacias tem sido unilateral: ora prioriza o aspecto hídrico, ora prioriza o uso agrícola, ora o abastecimento humano. No caso específico da bacia do Rio Grande, com enfoque no entorno do reservatório da UHE Volta Grande, é possível identificar plantações de cana de açúcar para as indústrias sucroalcooleiras, propriedades rurais com atividades diversas, geração de energia elétrica, abastecimento humano, etc. É imprescindível que em todas as etapas do planejamento e do gerenciamento haja a participação e o envolvimento de todos os atores sociais envolvidos. Segundo Souza & Fernandes (2000), é fundamental que os usuários tenham conhecimento do ambiente que os envolve, suas potencialidades e fragilidades, compreendendo, assim, os mecanismos de regulação do uso do solo e dos demais recursos naturais.

Para Pereira & Johnsson (2005), o exercício efetivo do papel de cada um desses atores, governamentais e não governamentais requer a cooperação e participação, bem como a definição clara do papel dos atores no sistema de gestão. E é nesse processo de dedicar esforços e recursos exclusivamente para a resolução das questões coletivas agendadas que os atores

passam a enfatizar princípios organizacionais tais como a participação, transparência, equidade, honestidade de atitudes e a gestão negociada dos conflitos de interesse em torno do uso de água.

Cabe ressaltar que cada um destes atores deve compreender a importância da água e seu papel na gestão integrada da bacia hidrográfica. Deve-se considerar ainda que a gestão dos recursos hídricos, embora seja tratada de forma específica, não deve ser dissociada da gestão dos demais recursos naturais, sob pena de se comprometer o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica.


Para que o manejo integrado de bacias hidrográficas ocorra de forma efetiva, é de fundamental importância que a Lei 9.433 e seus instrumentos de gestão seja implementados. É necessária a articulação sistemática entre todos os instrumentos de gestão e entre todos os envolvidos nos usos da água, de forma a garantir a efetiva aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos. De acordo com Pereira & Johnsson (2005), a implementação dos instrumentos de gestão da Lei 9.433, fortemente interdependentes e complementares do ponto de vista conceitual, demanda não somente capacidades técnicas, políticas e institucionais, mas requer também tempo para sua definição e operacionalização, pois sua implantação é, antes de tudo, um processo organizativo social, o que demanda a participação e a aceitação por parte dos atores envolvidos, dentro da compreensão de que haverá um benefício coletivo global.

Segundo a Lei 9.433, a tomada de decisões em uma bacia hidrográfica deve ser realizada pelos comitês de bacias, que são compostos por representantes da união, dos estados e do



distrito Federal, municípios, usuários de água e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. Desta forma, todos os atores envolvidos serão diretamente corresponsáveis pelos recursos hídricos. É necessário ainda que os Planos de Recursos Hídricos tenham como base programas de recuperação e conservação da flora, fauna, solos, água, promovendo o desenvolvimento econômico e social da região em equilíbrio com o cuidado com o meio ambiente. Ressalta-se, por fim, que a gestão integrada de bacias hidrográficas deve levar em conta as peculiaridades de cada bacia, bem como os possíveis conflitos gerados pelo uso da água em cada região.

Referências Bibliográficas

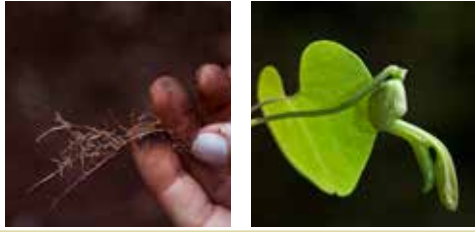
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Institui a Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.
- BRASIL. Lei Federal Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei Nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, vol.9, 8 de janeiro de 1997.
- BROOKS, K.N., FOLLIOTT, P.F., GREGERSEN, H.M. and THAMES, J.L., 1991. Hydrology and the management of watersheds. Iowa: Ames e University Press, 392p.
- CECÍLIO, R.A., GARCIA, G.O. and MOREIRA, M.C., 2007. A importância do setor agropecuário para a proteção e conservação dos recursos hídricos. In: W.C. JESUS JÚNIOR, et al., eds. Novas tecnologias em Ciências Agrárias. Alegre: Suprema Gráfica e Editora, 264p.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL, 1994. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada de cuencas. Mérida: CEPAL.
- MAGALHÃES, L.A., 2009. Evolución climático-hidrológica reciente y cambios en los usos del suelo en diversas cuencas de cabecera de los ríos Duero y Tajo. España: Universidade de Salamanca. 373 p. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais.
- PEREIRA, D.S.P. and JOHNSSON, R.M.F., 2005. Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. REGA, vol. 2, no. 1, pp. 53-72.
- PIRES, J.S.R. and SANTOS, J.E., 1995. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. Ciência Hoje, vol. 19, no. 110, pp. 40-45.
- SILVA, A.J.M, 2001. Subsídios teóricos para gestão integrada de bacia hidrográfica e zona costeira: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Tramandaí/RS. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 208 p, Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental.
- SILVA, A.P. and SILVA, C.M., 2014. Planejamento ambiental para bacias hidrográficas: convergências e desafios na bacia do Rio Capibaribe, em Pernambuco - Brasil. Holos (Natal. Online), vol. 1, pp. 20-40.
- SOUZA, E.R. and FERNANDES, M.R., 2000. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais. Informe agropecuário, vol. 21, no. 207, pp. 15-20. 











MARIA AUGUSTA GONÇALVES FUJACO
MARIÂNGELA GARCIA PRAÇA LEITE

3. Caracterização da Paisagem do Reservatório de Volta Grande

A matriz do entorno também influencia o ambiente físico das áreas reflorestadas. Pesquisas têm revelado que quando o entorno não é florestal, o sub-bosque é mais iluminado, o que favorece o predomínio de espécies herbáceas e gramíneas na regeneração natural (Geldenhuys 1997), que por sua vez dificultam o processo de estabelecimento das espécies lenhosas. Este fato pode ser observado em áreas rodeadas por canaviais e também as mais antropizadas, onde a presença do capim-elefante parece dificultar o processo de sucessão, impedindo o estabelecimento de espécies florestais.

Algumas áreas se encontram mais próximas de remanescentes florestais, que podem prover, mais facilmente, fonte de propágulos para as áreas reflorestadas, quer seja pelos animais ou por agentes físicos, como o vento. Dessa forma, quando há remanescentes de vegetação natural no entorno, as áreas reflorestadas tendem a apresentar maior densidade de regeneração natural (veja capítulo serviços ecossistêmicos (Lombardi & Motta Junior, 1992).

O outro fator que parece ser importante para determinar o processo de regeneração é o histórico de uso da área ou do seu entorno. Estudos relatam que áreas utilizadas como pastagens por um longo tempo não preservam o banco de sementes, tampouco de estruturas subterrâneas que poderiam rebrotar, o que explica a baixa densidade e diversidade de regenerantes em áreas reflorestadas (Durigan et al., 1998). Muitas áreas avaliadas estão situadas em região fortemente impactada pela monocultura da cana-de-açúcar, que apresenta características semelhantes de impacto ao ambiente, ainda com o agravante da exposição do solo em um período de tempo durante o seu corte.

Segundo Viani et al. (2010), nem sempre o uso anterior do solo afeta a riqueza e a abundância de regenerantes em reflorestamentos, sendo que a presença de fonte de diásporos de áreas adjacentes é o principal fator determinante da regeneração natural. Esse fato reforça a importância da manutenção de remanescentes florestais na paisagem, para garantir fonte de diásporos nos reflorestamentos no entorno e aumentar a resiliência da comunidade regenerante.

Nesse capítulo, apresentaremos uma visão geral da paisagem atual no entorno das áreas estudadas, dando destaque para o Clima, Solos, Geomorfologia e uso da terra.

Clima

O clima que abrange a área de estudo (Figura 1) é classificado como Aw, de acordo com a classificação de Köppen (Kottek et al. 2006). A média do total anual de chuva dos últimos 55 anos foi de 1206,1mm, distribuídos em uma média de 92 dias chuvosos. São duas estações bem definidas, uma chuvosa – outubro a março – e uma seca – abril a setembro. Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro, enquanto os mais secos são junho e julho (dados da estação

Volta Grande – 02142008 – no período de 1962 a 2016). Dados da estação do INMET de Uberaba (OMM: 83577), com dados de 2065 a 2015, mostram uma temperatura média de 23,7°C, com a temperatura mínima registrada de 4,0°C (18/7/1975) e a máxima de 39,6°C (16/10/2014). Os meses mais frios são junho, julho e agosto e os mais quentes são novembro, dezembro e janeiro.

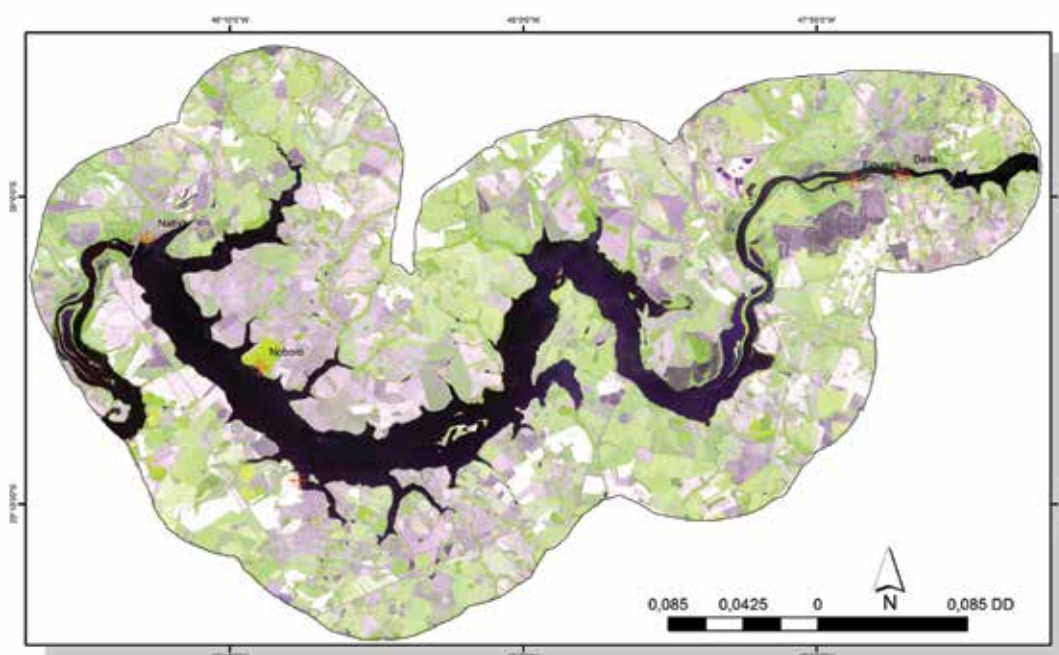


Figura 1: Localização do UHE Volta Grande. Imagem RapidEye: composição de falsa cor representando um buffer de 6km no entorno do reservatório. Destaque para a localização das áreas de estudo: 1- Nativa; 2 – Santa Bárbara; 3- Noboro; 4 – Figueira; 5 – Ponte Anhanguera (Delta).

Geologia

A área representada na figura 1 está inserida na bacia sedimentar do Paraná, em uma grande unidade geotectônica conhecida como Bacia Bauru. Afloram na região as rochas do grupo São Bento, representado pela formação Serra Geral, constituída essencialmente por basaltos negros e maciços (Barcelos, 1993).

Geomorfologia

Segundo Baccaro et al. (2001), a área do reservatório encontra-se no chamado Planalto Rio Grande-Paranaíba, que engloba a região dos vales fluviais destes rios. Trata-se de uma região com relevo medianamente ressecado, com vertentes convexas e topos aplainados (Baccaro, 1991).

O reservatório encontra-se em altimetrias que variam entre 450 e 504m acima do mar (figura 2), e seu entorno alcançando altitudes de até 770m. No que diz respeito à geomorfologia da área que envolve o reservatório (figura 3), esta é formada predominantemente por relevos planos (0-3%), suavemente ondulados (3 – 8%) e ondulados (8 - 20%). A figura 4 dá uma ideia da morfologia da região.

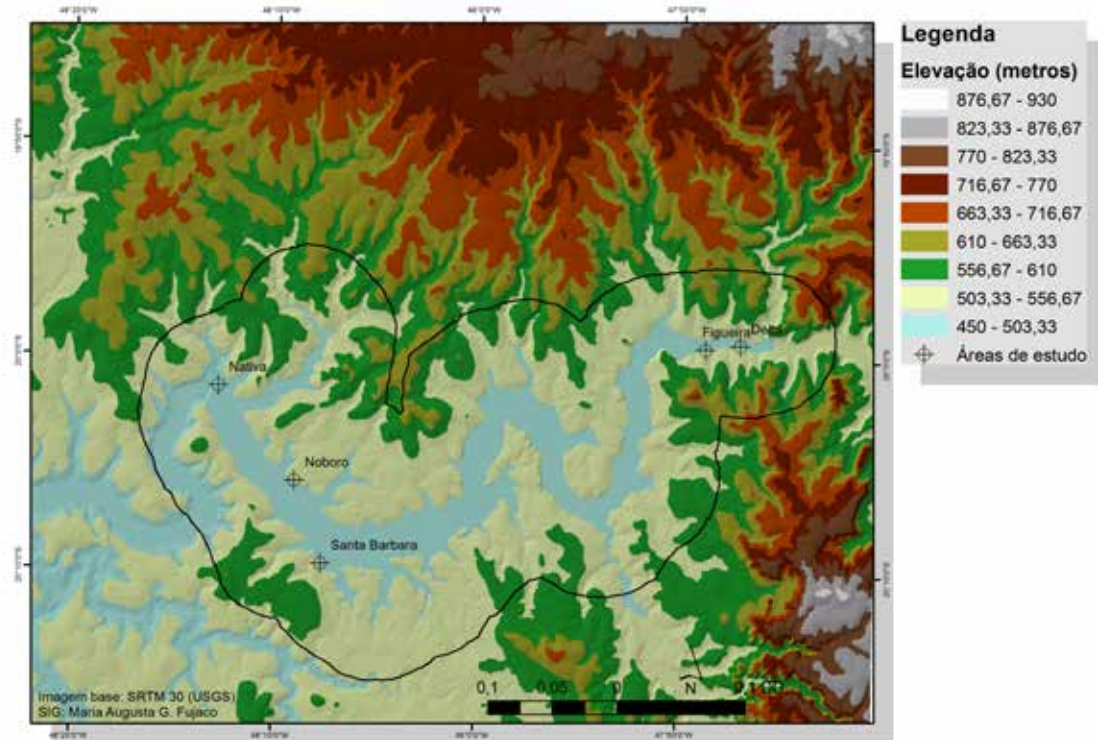


Figura 2: Mapa de Hipsometria do UHE Volta Grande

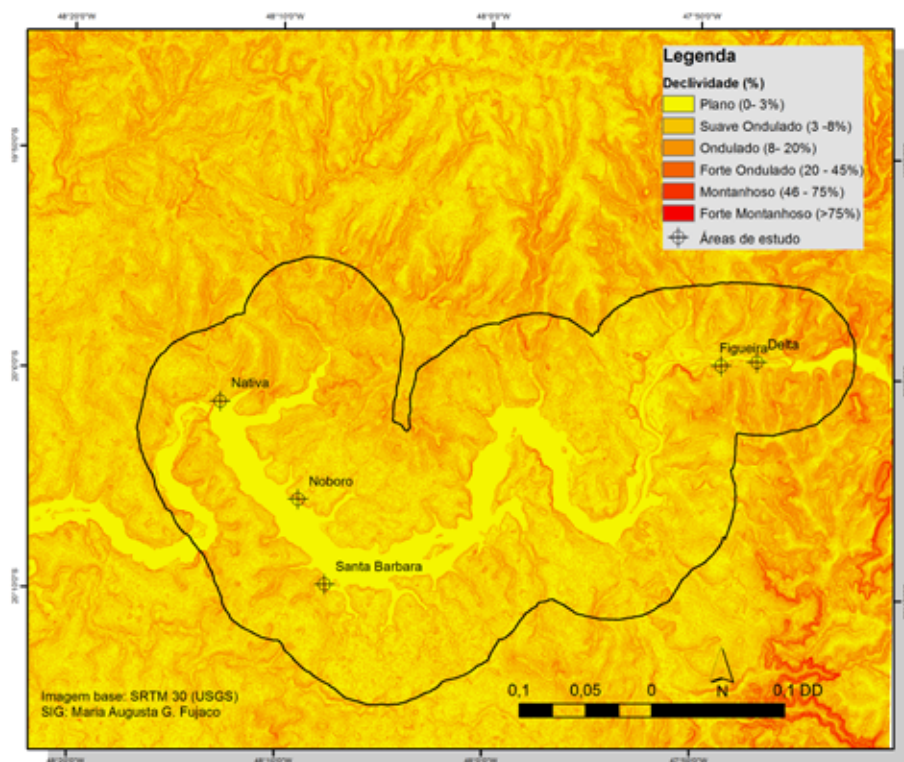


Figura 3: Mapa de Declividade



Figura 4: Vista geral do reservatório

Essa baixa declividade reduz a quantidade de solo para dentro do reservatório, reduzindo assim o processo de carreamento de nutrientes e ou fertilizantes, que são utilizados nos plantios das monoculturas existentes no entorno. Essa baixa declividade também maximiza a função de filtro, exercido pelas matas ciliares.

Solos

Os solos encontrados nas áreas de estudo podem ser classificados como latossolos vermelho-escuro (figura 5), derivados da alteração dos basaltos da Formação Serra Geral. Trata-se de solos francamente argilosos, com teores variados de siltes e areias. A exceção é a área de Mata Nativa, que apresenta substrato cascalhoso, evidenciando uma forte influência fluvial, hipótese corroborada pela presença de grande quantidade de seixos quartzos nesta área. As demais áreas apresentam solos compostos por kaolinita, gibbsita e hematita, caracterizando solos ricos em Fe e Al. Os menores valores de umidade (15% menores) e do teor matéria orgânica (10% menores) foram obtidos para as áreas de cana e solo exposto, que também apresentaram os maiores valores de resistência à penetração (40% maiores), reflexo do maior estado de degradação destas áreas.

Os solos estudados são considerados muito férteis (eutróficos), à exceção da área com a mata Nativa, que apresentou valores mais baixos de saturação de base, fósforo, nitrogênio e pH. Áreas que estavam na proximidade de plantios florestais de seringueira apresentam menor impacto na biota, onde nota-se o processo de sucessão favorecido. Provavelmente, o banco de sementes do solo nessas áreas foi relativamente mais preservado. Além disso, esses plantios reduzem a entrada

de luz nos reflorestamentos adjacentes, reduzindo o efeito de borda que tem efeito direto sobre a umidade do solo.



Figura 5: Perfil típico do solo no entorno do reservatório de Volta Grande.

Uso e ocupação do solo

Na figura 6 está a composição de falsa cor da imagem RapidEye, representando um buffer de 6km no entorno do reservatório, a imagem possibilita visualizar que a área do entorno do reservatório de Volta Grande sofre uma elevada atividade agrícola. Realizando a classificação supervisionada através do algoritmo Maximum Likelihood, foi possível classificar e quantificar o uso e ocupação do reservatório utilizando um buffer de 6 km. A classificação teve como resultado três classes: 1 - água; 2 - Remanescentes Florestais/Reflorestamento; 3 - Agricultura/Pecuária.

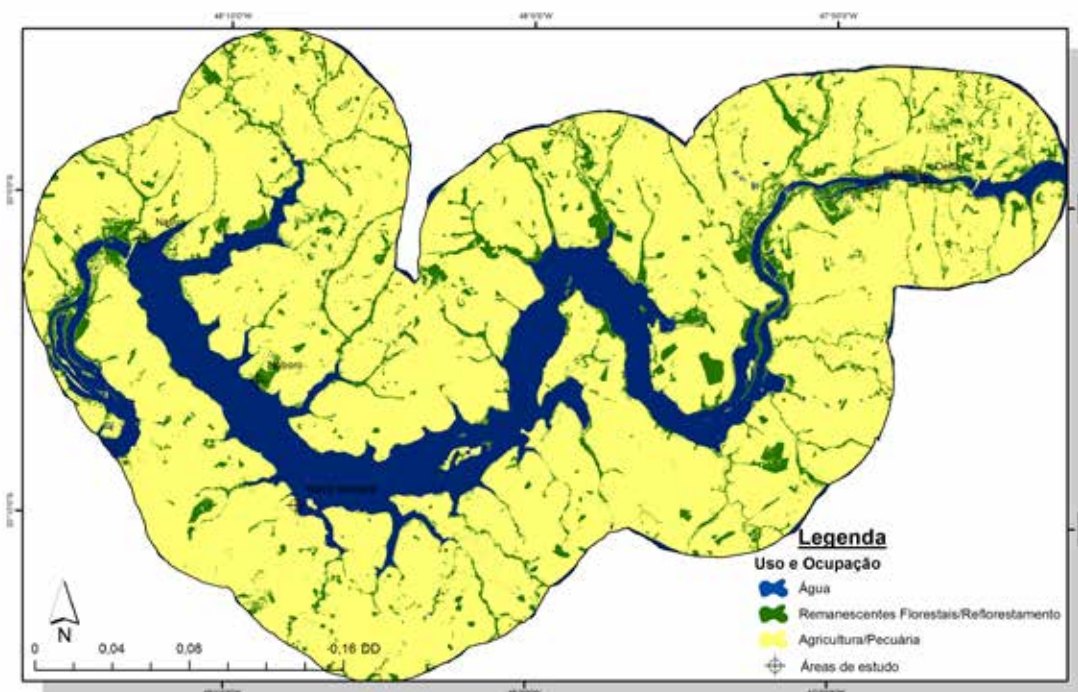


Figura 6: Mapa de uso e ocupação do entorno UHE Volta Grande.

Pela análise da tabela 1, verificamos que a classe “Agricultura/Pecuária” ocupa a maior área (1075,19 km²), seguida dos Remanescentes Florestais/Reflorestamento (130,27 km²) e os corpos de água (208,53 km²). Ou seja, apenas 9,2% da área apresenta vegetação nativa, com raros corredores interligando os fragmentos remanescentes.

Tabela 1: Uso e ocupação do solo do reservatório de Volta Grande.

Classes de uso e ocupação	Área (Km ²)	(%)
Água	208,53	14,75
Remanescentes florestais/ Reflorestamento	130,27	9,213
Agricultura pecuária	1075,19	76,04
	1413,98	100

Uso e ocupação do solo nas áreas de estudo

Ao longo do reservatório, foram selecionadas seis áreas, onde foram desenvolvidos vários estudos. Para tal, foi realizada uma classificação detalhada do uso e ocupação do solo dessas áreas.

Área de estudo – NATIVA

O mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo denominado por NATIVA (figura 7) resultou num total de seis classes: 1 - Fragmento de mata; 2 - Mata ciliar; 3 - cana; 4 - Cerrado; 5 - Pasto; 6 - Lago. As proporções de cada classe estão representadas na tabela 2.



Figura 7: Mapa de uso e ocupação do local de estudo NATIVA.

Tabela 2: Uso e ocupação do solo da área de estudo de NATIVA.

Uso e ocupação da área da NATIVA		
Uso e Ocupação	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Fragmento de Mata	1,86	14,29
Lago	0,25	1,95
Cana	8,45	65,07
Mata Ciliar	0,232	1,79
Pasto	0,091	0,70
Cerrado	1,684	12,97
Área Urbana	0,42	3,23
Área total	12,98	100,00

Área de estudo – SANTA BÁRBARA

O mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo de Santa Bárbara (figura 8), a qual abrange uma área total de 14,04 Km² resultou em quatro classes, sendo elas: 1 - Fragmento de mata; 2 - Mata ciliar; 3 - Cana; 4 - Lago.

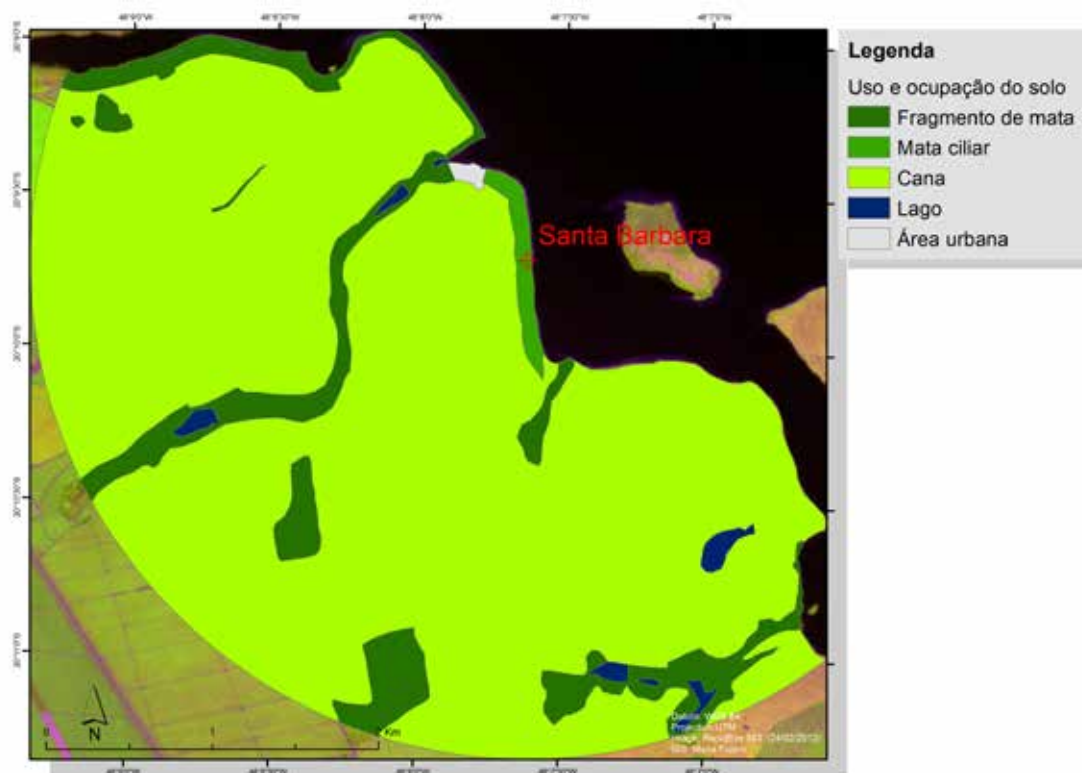


Figura 8: Mapa de uso e ocupação do local de estudo Santa Bárbara.

Tabela 3: Uso e ocupação do solo da área de estudo de Santa Bárbara

Uso e ocupação da área da Santa Bárbara		
Uso e Ocupação	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Fragmento de Mata	1,41	10,04
Lago	0,12	0,89
Cana	12,36	87,99
Área Urbana	0,02	0,17
Mata Ciliar	0,129	0,92
Área total	14,04	100,00

A tabela 2 ilustra os dados quantitativos das diferentes classes desta área, chamando a atenção da classe “Cana”, a qual ocupa uma área de 12,36 Km², ou seja, 87,99% da área total e a segunda classe a ocupar uma maior área “Fragmento de mata”, com 4,41 Km², seguido de “Mata ciliar”, “Lago”, “Mata Ciliar” e “Área urbana”, conseqüentemente.

Área de estudo – NOBORO

A figura 9 representa o mapa de uso e ocupação da área de estudo de Noboro. Essa classificação resultou em oito classes: 1 - Fragmento de mata; 2 - Mata ciliar; 3 - Seringal; 4 - Cana; 5 - Pasto; 6 - Lago; 7 - Reservatório. De acordo com a tabela 4, a classe “Cana” ocupa a maior área (62,90%), e no lado oposto a classe “Mata ciliar”, com apenas 0,51%.

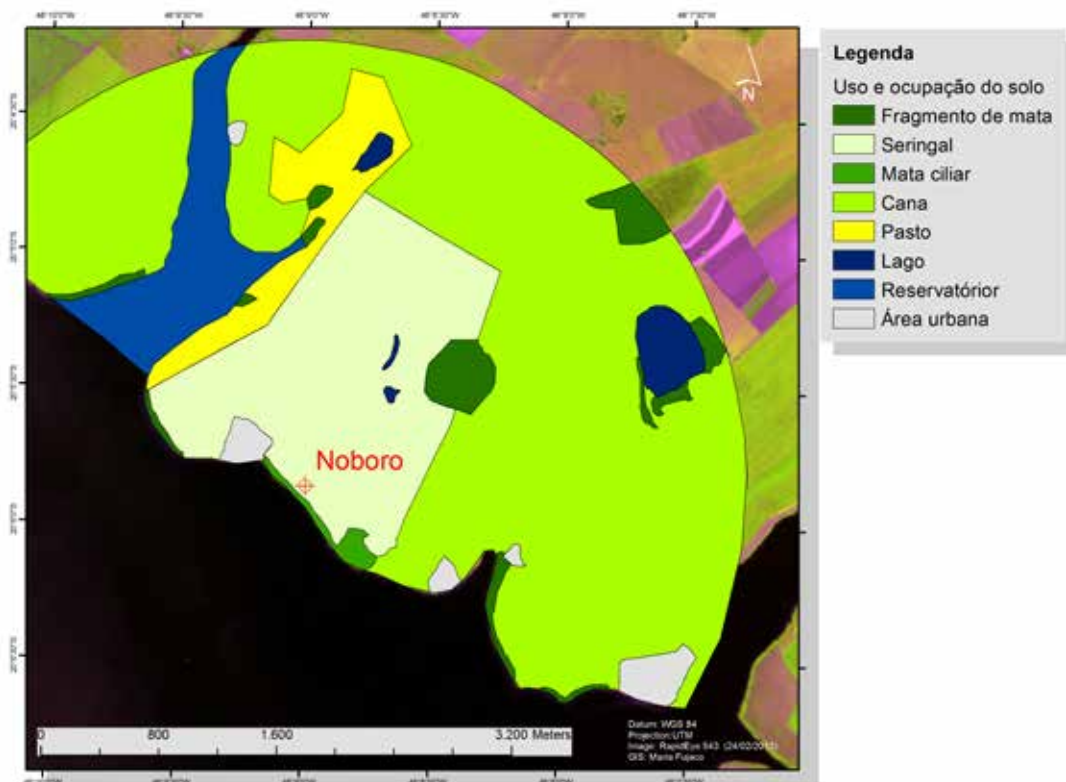


Figura 9: Mapa de uso e ocupação do local de estudo NOBORO.

Tabela 4: Uso e ocupação do solo da área de estudo de NOBORO.

Uso e ocupação da área da NOBORO		
Uso e Ocupação	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Fragmento de Mata	0,54	3,51
Mata Ciliar	0,08	0,51
Lago	0,26	1,70
Reservatório	1,00	6,46
Cana	9,70	62,90
Seringal	2,81	18,25
Pasto	0,75	4,86
Área Urbana	0,28	1,82
Área total	15,42	100,00

Área de estudo – FIGUEIRA

A classificação do solo (figura 10) da área de estudo da Figueira resultou num conjunto de cinco classes, sendo a classe “Cana” a ocupar a maior área do solo (74,48 %), seguida da classe “Fragmento de mata,” com 15,57%. Os dados restantes encontram-se na tabela 5.

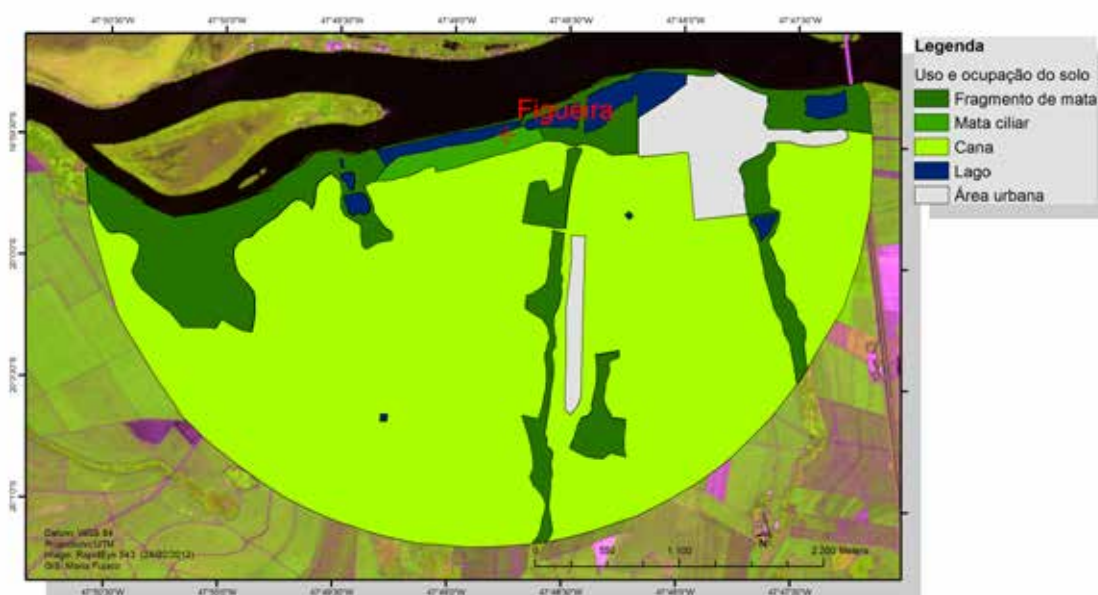


Figura 10: Mapa de uso e ocupação do local de estudo FIGUEIRA.

Tabela 5: Uso e ocupação do solo da área de estudo de FIGUEIRA.

Uso e ocupação da área da FIGUEIRA		
Uso e Ocupação	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Fragmento de Mata	2,38	15,57
Mata Ciliar	0,18	1,19
Lago	0,43	2,82
Cana	11,38	74,48
Área Urbana	0,91	5,94
Área total	15,28	100

Área de estudo – DELTA

A área de estudo Delta foi classificada em cinco classes de uso e ocupação do solo: 1 - Fragmento de mata; 2 - Mata ciliar; 3 - Cana; 4 - Lago; 5 - Área urbana. A classe “Cana” ocupa cerca de 69,34% da área total, seguida pela classe “Fragmento de mata”, sendo que a classe “Mata ciliar” ocupa menor porcentagem (0,76%). Os dados quantitativos das restantes classes estão representados na tabela 6. A presença e porcentagem de cada uma das classes de uso e ocupação do solo no entorno das áreas estudadas foi determinante na composição da fauna e flora. A ocorrência de maior porcentagem de mata ciliar e remanescentes de fragmentos de floresta ao longo do reservatório de Volta Grande (RVG) foi determinante para a ocorrência de várias espécies de animais e plantas, dentro das áreas de mata ciliar restauradas.



Figura 11: Mapa de uso e ocupação do local de estudo DELTA.

Tabela 6: Uso e ocupação do solo da área de estudo de DELTA.

Uso e Ocupação	Uso e ocupação da área DELTA	
	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Fragmento de Mata	2,54	16,49
Lago	0,62	4,00
Cana	10,68	69,34
Mata Ciliar	0,12	0,76
Área Urbana	1,45	9,41
Área total	15,40	100

Referências Bibliográficas

BACCARO, C.A.D., 1991. Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro. Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza, vol. 3, pp. 37-42.

BACCARO, C.A.D., FERREIRA, I.L., ROCHA, M.R. and RODRIGUES, S.C., 2001. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza, vol. 13, no. 25, pp. 115-127.

BARCELOS, J. H., 1993. Geologia Regional e Estratigrafia Cretácica do Triângulo Mineiro. Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza. vol. 5, no. 9 e 10, pp. 9-24.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., and RUBEL, F., 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, vol. 15, no. 3, pp. 259-263. 🌿









LUCIANA A. MAGALHÃES
ENEIDA M. ESKINAZI-SANT'ANNA
RAFAEL AUGUSTO FIORINE

4. Volta Grande – Histórico de Ocupação da área e caracterização do reservatório

Os reservatórios artificiais são intervenções humanas com o objetivos múltiplos, incluindo o controle de rios para contenção de enchentes, geração de energia, abastecimento, pesca e agricultura. A construção de reservatórios no Brasil está intimamente relacionada aos ciclos de desenvolvimento econômico. Em Minas Gerais, a CEMIG teve papel decisivo na alavancada da estrutura hidroelétrica, sendo a bacia do Rio Grande responsável por gerar cerca de 70% da energia elétrica consumida no estado (Paiva et al., 2002). Com base em estudos para futuros empreendimentos hidrelétricos, a companhia finalizou o reconhecimento do Rio Grande no ano de 1955, avaliando seu potencial hidrelétrico em 7500 kW, mais de duas vezes a potência instalada em todo o País na época (CEMIG 2006). Neste capítulo será abordado o histórico de ocupação das áreas do entorno do Reservatório da Usina de Volta Grande, juntamente com a caracterização do reservatório, bem como a bacia hidrográfica em que estão inseridos.

O Rio Grande

O Rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira, no município de Bocaina de Minas (MG), a uma altitude aproximada de 1.980 metros. A partir das cabeceiras, seu curso tem o sentido SW-NE, até a divisa dos municípios de Bom Jardim de Minas e Lima Duarte, onde passa a escoar no sentido S-N até a altura do município de Piedade do Rio Grande. A partir desse município, seu curso tem sentido para noroeste, o qual é mantido até a divisa dos municípios de Rifaina, na vertente paulista, e Sacramento, na vertente mineira, onde passa a correr no sentido geral E-W, até desaguar no rio Paraná, na divisa dos municípios de Santa Clara do Oeste, na vertente paulista, e Carneirinho, na vertente mineira (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2008).

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) está situada na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná, e possui mais de 143 mil Km² de área de drenagem. Com população de nove milhões de habitantes, a bacia do Rio Grande é formada por 393 municípios, dos quais 325 têm área totalmente incluída na BHRG, o que comprova sua grandeza como bacia hidrográfica que inclui dois importantes estados brasileiros: Minas Gerais, ao norte, com 60,2% da área de drenagem da bacia, e São Paulo, ao sul, com 39,8% da área (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2008).

Desde sua nascente até a barragem do Estreito, o rio Grande tem afluentes tanto da margem direita quanto da esquerda, predominantemente da vertente mineira. Nesse trecho, apenas as cabeceiras dos rios Sapucaí e Sapucaí-Mirim situam-se em território paulista. A partir da barragem do Estreito, os afluentes da margem direita são, exclusivamente, mineiros e os da margem esquerda, paulistas.

Na margem direita, os principais afluentes são os rios das Mortes, Jacaré, Santana, Pouso Alegre, Uberaba e Verde ou Feio; já na margem esquerda estão os rios Capivari, Verde, Sapucaí-Mirim, Sapucaí (mineiro), Pardo, Sapucaí (paulista), Mogi-Guaçu e Turvo.

Na BHRG, 12,37% da extensão dos cursos d'água são de domínio da União, 36,23% são de domínio do Estado de São Paulo e 51,40% são de domínio do Estado de Minas Gerais (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2008).

Os aproveitamentos hidrelétricos do Rio Grande que estão em operação totalizam 7.203.500 kw de potência instalada (Tabela 1). A capacidade de geração de energia da BHRG corresponde a 7,81% da capacidade instalada no Brasil, 36,21% da capacidade instalada em São Paulo e 42,86% da capacidade instalada em Minas Gerais (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2008).

Tabela 1: Usinas Instaladas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande e suas respectivas potências

Usina (s)	Data de Operação	Situação da (s) Usina (s)	Potência Associada (kw)
UHE Água Vermelha	22/08/1978	Operação	1.396.200
UHE Camargos	01/01/1960	Operação	46.000
UHE Estreito	16/03/1969	Operação	1.048.000
UHE Funil	30/12/2002	Operação	180.000
UHE Furnas	04/09/1963	Operação	1.216.000
UHE Igarapava	31/12/1998	Operação	210.000
UHE Itutinga	01/01/1955	Operação	52.000
UHE Jaguará	01/01/1971	Operação	424.000
UHE Marimbondo	25/10/1975	Operação	1.440.000
UHE Marechal Mascarenhas de Moraes	01/04/1957	Operação	492.100
UHE Porto Colômbia	29/06/1973	Operação	319.200
UHE Volta Grande	22/04/1974	Operação	380.000
Total			7.203.50

Fonte: Adaptado de ANEEL (2008).

Para atender à crescente demanda de energia gerada pelo crescimento industrial (usinas siderúrgicas, indústria sucroalcooleira, dentre outras) no estado de Minas Gerais nas décadas de 70 e 80, foi projetada a construção do reservatório de Volta Grande. Com a implantação da UHE Volta Grande, a capacidade de geração da Cemig aumentou quatro vezes no período compreendido entre 1973 e 1983, alcançando 4.460 MW. A construção da UHE de Volta Grande teve início em 1970, sendo inaugurada oficialmente em julho de 1974.

O reservatório da UHE Volta Grande está localizado no baixo Rio Grande, em Miguelópolis (SP), na divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo, abrangendo os municípios de Conceição das Alagoas, Água Comprida e Uberaba (MG) e Miguelópolis, Aramina e Igarapava (SP). Está situado a aproximadamente 500 metros acima do nível do mar, tendo a montante o reservatório de Igarapava e a jusante o reservatório de Porto Colômbia (Santos & Formagio, 2000). O reservatório é considerado de médio porte, com uma área inundada de 221,7km², com um volume de 2.268 km³ (Braga, 2001).

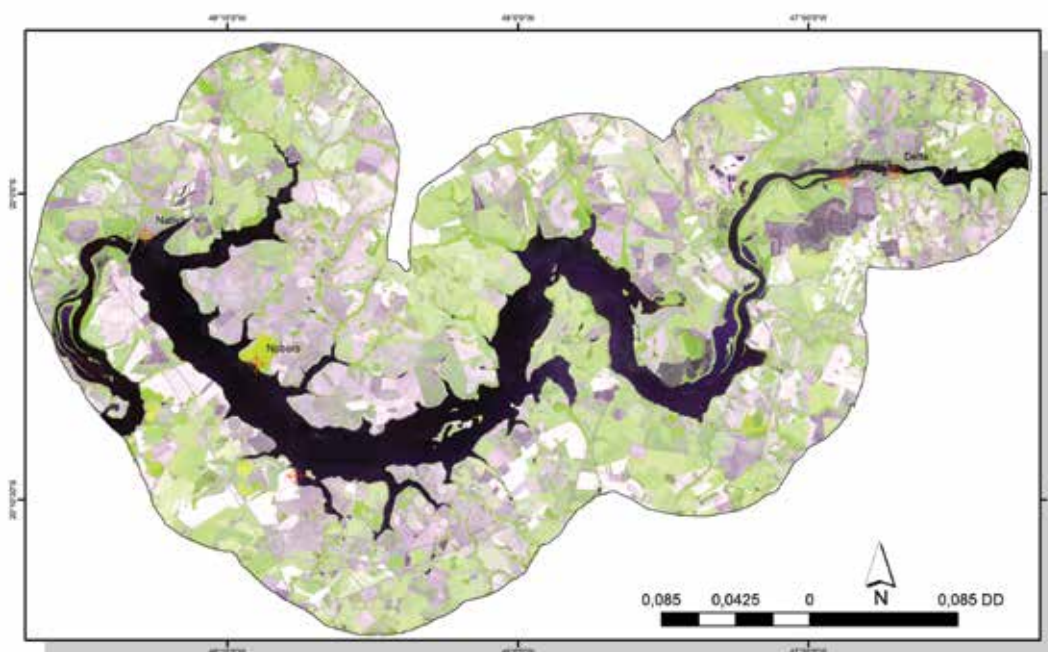


Figura 1: Localização da sub-bacia do Rio Grande, que divide os estados de Minas Gerais e São Paulo; em detalhe, a disposição dos pontos amostrais inseridos no Rio Grande.

O reservatório de Volta Grande é caracterizado como do tipo “*fio d’água*”, ou seja, permite uma vazão mínima através do vertedouro, com reduzida acumulação de água. Em função disso, o *tempo de residência da água*, ou o tempo que a água permanece no reservatório, é baixo, em torno de 20 dias.

Um dos aspectos mais importantes na gestão de reservatórios é a sua característica espacial, ou seja, a sua inserção na bacia hidrográfica e os efeitos do uso e ocupação da bacia sobre a qualidade da água e o tempo de vida útil de um reservatório. A área de drenagem do reservatório de Volta Grande, por exemplo, é de cerca de 68.000 km². Se considerarmos o alto grau de ocupação da região onde se localiza o reservatório – predominantemente agrícola e urbana – é possível imaginar a complexidade da gestão de suas águas.

A construção de um reservatório demanda um prévio planejamento das condições hidrológicas do corpo d’água a ser represado (em geral, rios de médio e grande porte). A instalação da barragem do reservatório deve ser estrategicamente posicionada na região de maior profundidade possível no leito do novo trecho do rio, além de obedecer a outras características importantes, como a área do rio onde há maior aporte de afluentes (para que seja sempre possível represar o maior volume possível de água) e outras questões de ordem técnica.

Como o reservatório precisa ser alimentado pelo rio principal e seus afluentes, quanto maior a área da bacia hidrográfica do rio e seus afluentes, maior a influência sobre o reservatório, e, conseqüentemente, mais difícil se torna o controle da entrada de materiais para dentro do reservatório. Em geral, essa é a característica dos reservatórios em todo o mundo. São sistemas aquáticos profundamente influenciados por sua bacia hidrográfica, em uma escala espacial bem mais ampla quando pensamos em lagos, por exemplo. Essa influência da bacia hidrográfica na qualidade da água do reservatório é refletida pelos valores de nutrientes (especialmente

Nitrogênio e Fósforo) presentes na água e pelas comunidades aquáticas presentes.

Hoje em dia, um reservatório, desde sua concepção e funcionamento, atende a múltiplos usos (armazenamento de água, pesca, recreação, geração de energia, controle de erosão, entre outros), e, por isso, representam uma etapa fundamental do planejamento estratégico de qualquer país. Não podia ser diferente no caso de Volta Grande. Originariamente idealizado para a geração de energia elétrica, o reservatório tem sido utilizado para usos múltiplos, incluindo abastecimento, pesca e lazer, subsidiando uma importante indústria turística local. O uso múltiplo das águas é um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/97) e reflete uma tendência moderna de legislações e tratados nacionais e internacionais de buscar um equilíbrio entre os diversos usos da água, estabelecendo-se as prioridades a partir das necessidades sociais vigentes.

O reservatório está em área de influência de atividades antrópicas potencialmente impactantes a corpos d'água: áreas residenciais, grandes centros urbanos, atividades agrícolas e industriais, além da criação de animais diversificados. A presença de grandes depósitos de fosfato na região impulsionou o estabelecimento de uma indústria de fertilizantes, que produz ainda ácido fosfórico e sulfúrico. A pecuária e a agricultura são atividades relevantes do ponto de vista sócioeconômico na região. Segundo dados do IBGE (2010), as atividades agrícolas (plantações e pecuária) ocupam cerca de 55% da área de abrangência do reservatório. As monoculturas de cana-de-açúcar, assim como a indústria açucareira de Uberaba, têm apresentado uma forte expansão de suas atividades. Esse ciclo de desenvolvimento econômico é acompanhado pelo crescimento das cidades da região. A população residente de Uberaba saltou de cerca de 296.000 pessoas em 2010 para 322.000 em 2015, segundo dados do IBGE. Os mesmos indicadores de crescimento são observados em Miguelópolis, cuja população também apresentou índices ascendentes em 5 anos.

Estudos anteriores realizados em Volta Grande, e em consonância com os resultados que obtivemos nos nossos estudos, mostram que o reservatório pode ser considerado "*oligotrófico*", ou seja, com baixa concentração de nutrientes (Greco, 2002; Eskinazi-Sant'Anna et al., 2015). Entretanto, em algumas áreas já é possível constatar os sinais do aporte de nutrientes para o reservatório, especialmente próximo de áreas sob influência industrial e urbana. Além disso, o reservatório apresenta uma significativa população de cianobactérias (bactérias fotossintetizantes que podem crescer descontroladamente, causando as chamadas "*florações algais*"). A presença dessas cianobactérias deve ser monitorada regularmente, em função do seu potencial risco à qualidade das águas do reservatório.

O acompanhamento dos indicadores de qualidade de água do reservatório sinalizam a influência dessas atividades, notadamente através dos indicadores biológicos de biomassa algal (clorofila a) e nutrientes. Para assegurar maior vida útil do reservatório, incluindo a continuidade de seus serviços em amplo espectro (lazer, abastecimento e como habitat), esse acompanhamento é fundamental e indissociável do planejamento futuro do reservatório de Volta Grande.

Referências Bibliográficas

- Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil)- ANEEL, 2008. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3th ed. Brasília: Aneel, 236 p.
- BRAGA, F.M.S., 2001. Crescimento e mortalidade de *Leporinus friderici* (Ostariophysi, Anostomidae) na represa de Volta Grande, Rio Grande, localizada entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil. Acta Scientiarum, vol. 23 nº. 2, pp. 415-420.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS- CEMIG, 2006. Usinas da Cemig: A história da

- eletricidade em Minas e no Brasil. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 304p.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M., MOREIRA, F.V., REIS, C., FUJACO, M.A. and LEITE, M.G.P., 2015. Efetividade da Mata Ciliar para a diversidade de microcrustáceos zooplanctônicos no reservatório de Volta Grande (MG, Brasil). In: XXIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Outubro 18-21. Foz do Iguaçu, Brasil.
- GRECO, M.K.B., 2002. Balanço de massa de fósforo, evolução da eutrofização e o crescimento de macrófitas flutuantes no reservatório de Volta Grande (Minas Gerais/São Paulo). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 165p. Tese de Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, 2010 [acesso 7 Outubro 2016]. Coordenação de população e indicadores sociais [online]. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/>.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IPT, 2008. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) – SP/MG - Relatório Síntese – R3.
- PAIVA, M.P., ANDRADE-TUBINO, M.F. and GODOY, M. P., 2002. As represas e os peixes nativos do Rio Grande. Rio de Janeiro: Interciência, 78 p.
- SANTOS, G.B. and FORMAGIO, P.S, 2000. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros. Informe Agropecuario, vol. 21, no.2, pp. 98-106. 🌿









MARIA RITA SILVÉRIO PIRES
JOICE PAIVA VIDIGAL MARTINS
YASMINE ANTONINI
CRISTIANO SCHETINI AZEVEDO

5. Estado da arte das matas ciliares do entorno do reservatório de Volta Grande

As matas ciliares do Rio Grande foram alteradas bem antes da implantação do Reservatório de Volta Grande, já que não haviam leis específicas que previam a preservação desses ecossistemas. Mesmo antes da implantação do reservatório, as matas ciliares já estavam sob o impacto da agricultura, restando poucos remanescentes naturais. Com a Lei Federal Nº 4.771, de 1965, vigente na ocasião da construção da Represa de Volta Grande, as florestas existentes ao redor de lagos, lagoas ou reservatórios naturais ou artificiais passaram a ser reconhecidas como de preservação permanente. Apesar dessa lei não especificar a extensão da faixa a ser preservada, contemplava a recuperação e indenização pela empresa gestora da hidrelétrica. No cumprimento da legislação, a Companhia Energética de Minas Gerais S.A. (Cemig), que tem a concessão do aproveitamento da UHE de Volta Grande desde 1967, iniciou a restauração de parte desse ecossistema, às margens da represa.

Nesse capítulo apresentaremos um apanhado dos estudos ambientais que foram conduzidos na região desde o início da implantação do Programa Mata Ciliar (veja capítulo 1). Conforme relatado, o objetivo maior dessa iniciativa foi a contenção das margens do reservatório, devido às fortes ondas causadas pelo vento; entretanto, houve a preocupação em plantar também árvores nativas e frutíferas. Contudo, dada a dificuldade na obtenção de mudas e, dependendo do tamanho da área da propriedade em contato com a represa, as unidades de reflorestamento não seguiram o mesmo critério, de modo que as faixas de reflorestamento apresentam hoje diferentes larguras e idades desde o plantio.

Os frutos desse trabalho de restauração podem ser vistos hoje na paisagem do entorno do Reservatório Volta Grande (RVG) - representada por áreas de matas ciliares reflorestadas, intercaladas por fisionomias do cerrado em regeneração secundária, lagos, extensas plantações de cana, sorgo, pasto ou seringal, além de fazendas, usinas sucroalcooleiras, de fertilizante e outras áreas urbanas (Figura 1). O sucesso do programa de restauração também pode ser creditado à qualidade dos solos altamente férteis, chamados Latossolos Vermelhos, facilmente formados a partir do basalto, que podem se apresentar com até 20 metros de espessura. É a chamada “terra roxa” da região agrícola do Triângulo Mineiro (MG) e do sudoeste paulista, região de Ribeirão Preto (SP) (Castro, 2001).



Figura 1: Componentes da paisagem do entorno do Reservatório de Volta Grande: a) Mata ciliar; b) Usina sucroalcooleira; c) Monocultura; d) Extração de areia.

Estado da arte das matas ciliares do reservatório de Volta Grande

A partir de pesquisa bibliográfica, encontramos alguns estudos que foram conduzidos na região, com o objetivo não somente de avaliar a qualidade da água e os processos erosivos, mas também a eficiência dos reflorestamentos na manutenção da vida útil do reservatório.

Um importante documento encontrado foi o Relatório Ambiental da Usina Hidrelétrica Volta Grande (Cemig, 2004), produzido no início da operação da Usina e em consonância com a legislação ambiental vigente na época. Nesse relatório encontram-se informações sobre a caracterização da área de influência direta e indireta dos meios físico, biótico e sócioeconômico da Usina, sobre os impactos decorrentes do seu funcionamento, além da descrição das medidas mitigadoras adotadas pela concessionária. Nesse documento também encontram-se listas de espécies da fauna e da flora ocorrentes na região.

Em 2004 foi realizado um diagnóstico de processos erosivos nas margens do reservatório da UHE de Volta Grande (Nasser 2004). Esse documento apontou que parte do reservatório sofre bastante com erosão por ondas e aponta possíveis medidas para contenção.

Em 2007 foi feita uma avaliação dos plantios de recomposição de matas ciliares às margens do reservatório de Volta Grande, realizada pela UFLA. Os resultados desse trabalho apontaram que, embora os processos de sucessão natural estivessem ocorrendo, a presença de algumas espécies com copas densas estavam impedindo o recrutamento de novos indivíduos.

Também em 2007 foi publicada uma nota científica de Filardi e colaboradores, que, através do estudo da família Leguminosae, verificou o estado de recuperação do cerrado e a importância da Estação Ambiental de Volta Grande (EAVG). EAVG está localizada adjacente à barragem da UHE de Volta Grande. Neste trabalho, os autores concluíram que a presença expressiva de espécies de Leguminosae peculiares do cerrado, bem como de espécies características de florestas estacionais semidecíduas na EAVG, indicou que a área de estudo, após 30 anos de regeneração natural, encontrava-se em franco processo de sucessão. E ressaltam a importância deste espaço para o conhecimento e preservação da flora e da fauna a ela associada no Triângulo Mineiro.


Em 2009 foi realizada uma tese de Doutorado, de autoria de Wendy Carniello Ferreira, sobre o entorno do RVG. Neste trabalho, por meio de parâmetros de indicadores de recuperação (densidade, altura, riqueza e diversidade de espécies), Ferreira chegou à conclusão de que as áreas reflorestadas do RVG estavam em avanço da sucessão secundária. O autor também estimou a biomassa de carbono acumulado pelo estrato arbóreo de plantios de recuperação de mata ciliar. Ele observou que os povoamentos mais maduros não estocaram mais carbono no solo que os mais jovens, indicando que os plantios florestais ainda não tiveram tempo para exercer esta função de acúmulo de carbono no solo pela deposição e decomposição de serapilheira. Uma terceira conclusão é que os distúrbios provocados pelo homem e pelo gado foram prejudiciais à recuperação das matas ciliares, prejudicando o crescimento do estrato arbóreo e o estabelecimento da regeneração.

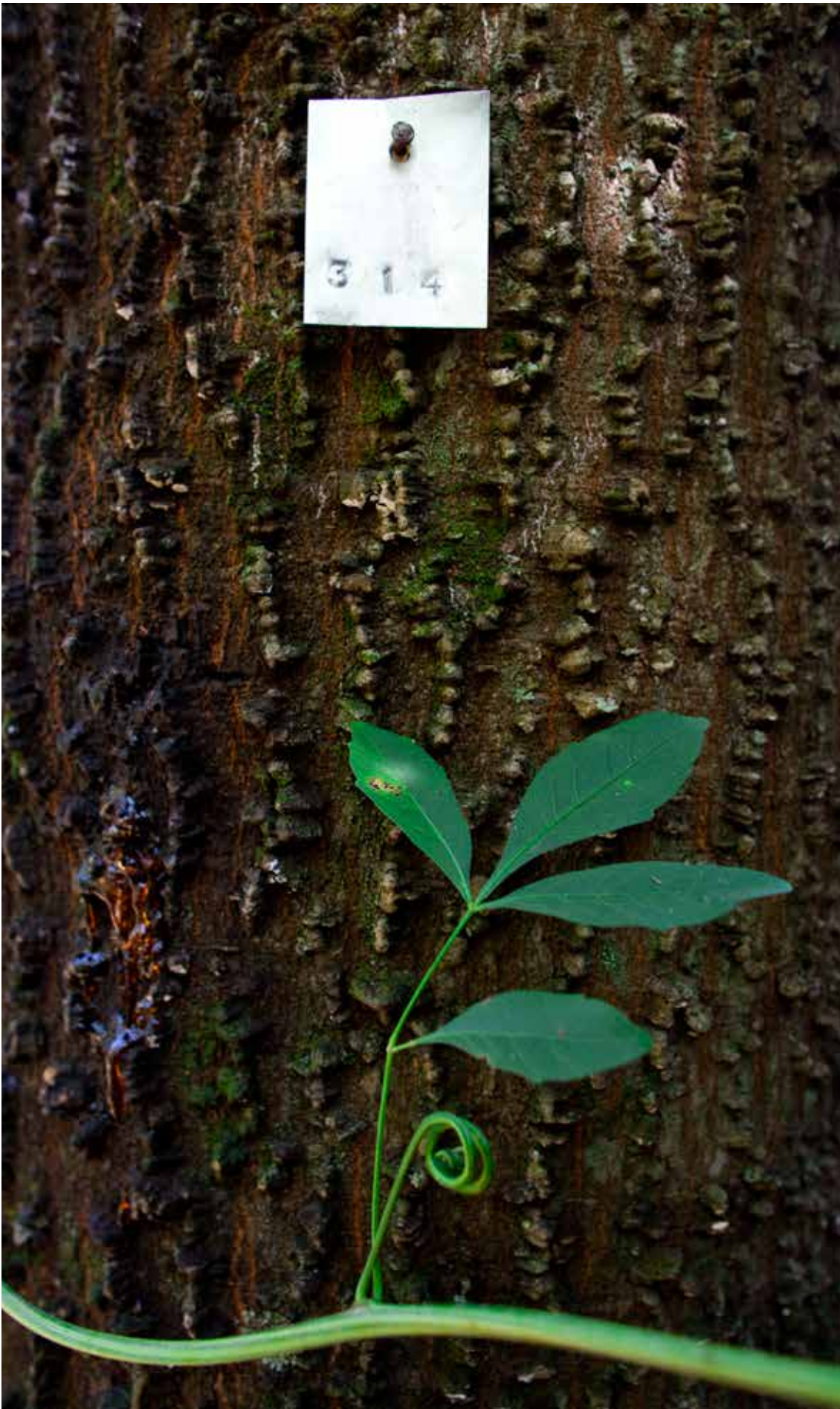
Sobre a fauna foi publicado apenas um artigo, de Moreira e colaboradores (2008), cujo foco foram os mamíferos da região. Neste trabalho, os autores amostraram a mastofauna da Estação Ambiental de Volta Grande (EAVG). Para coleta, utilizaram armadilhas do tipo sherman a tomahawk. As armadilhas resultaram em 24 espécies registradas. A maioria das espécies amostradas apresentam ampla distribuição no Cerrado, mas incluem também espécies ameaçadas, como o tamanduá (*Myrmecophaga tridactyla*) e o Lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*). A partir destes dados, os autores argumentam que, considerando a ausência de reservas oficiais no Triângulo Mineiro (Drummond et al., 2005), estes registros destacam a importância da Unidade Ambiental de Volta Grande como unidade de conservação para a região.

O levantamento sobre as informações existente da área de estudo e também em seu entorno é uma etapa fundamental que antecede qualquer planejamento de monitoramento ambiental. O Estado da Arte é isto: fazer referência ao que já se tem descoberto sobre o assunto pesquisado, evitando que se perca tempo com investigações desnecessárias (Marques, 2004). Além disso, auxilia na melhoria e desenvolvimento de novos postulados, conceitos e paradigmas.

Referências Bibliográficas

- CASTRO, A.A., 2001. Proposição do escopo para a elaboração do relatório ambiental da UHE Volta Grande baseado no termo de referência do IBAMA. Licenciamento Ambiental Corretivo (EIA-RIMA).
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS- CEMIG, 2004. Relatório Ambiental da Usina Hidrelétrica Volta Grande. Relatório Ambiental.
- DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S. MACHADO, A.B.M. SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y., 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 222p.
- FERREIRA, W.C., 2009. Estoque de biomassa e carbono e parâmetros indicadores de recuperação de mata ciliar. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 176p. Tese de doutorado em Engenharia Florestal.

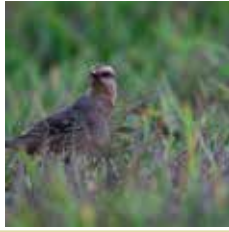
- FILARDI, F.L.R., GARCIA, F.C.P., CARVALHO-OKANO, R.M., and RODRIGUES, I.M.C., 2007. Padrões de distribuição geográfica de espécies arbóreas de Leguminosae ocorrentes no cerrado. *Revista Brasileira de Biociências*, vol. 5, no 2, p. 1116-1118.
- MARQUES, C.T., 2004 [acesso 9 Novembro 2016]. Potencialidades e limitações da aplicação simultânea de aromas e de pigmentos sensíveis ao calor e à luz em artigos de moda praia [online]. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/899/3/C-Parte%20II%20-%20Estado%20da%20Arte%20-%20completo.pdf>.
- MOREIRA, J.C., MANDUCA, E.G., GONÇALVES, P.R., STUMPP, R., PINTO, G.C.G. and LESSA, G., 2008. Mammals, Volta Grande Environmental Unity, Triângulo Mineiro, states of Minas Gerais and São Paulo, Southeastern Brazil. *Check List*, vol. 4, no. 3, pp. 349–357.
- NASSER SERVIÇOS E PLANEJAMENTOS LTDA., 2004. Diagnóstico de processos erosivos nas margens do reservatório da UHE de Volta Grande. Relatório Ambiental.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS- UFLA, 2007. Avaliação dos Plantios de recomposição de matas ciliares às margens do reservatório de Volta Grande. Relatório Ambiental. 











CRISTIANO SCHETINI DE AZEVEDO
YASMINE ANTONINI
MARIÂNGELA GARCIA PRAÇA LEITE

6. Matas ciliares: Serviços ecossistêmicos, monitoramento e manejo

As matas ciliares são, em conjunto, classificadas como qualquer vegetação que ocupe as margens de corpos d'água. Entretanto, a classificação das vegetações ribeirinhas pode ser mais complexa se forem levados em consideração outros aspectos, como o tipo de solo, a composição florística, o regime de enchentes, o clima, etc. Neste capítulo, apresentaremos as diferentes nomenclaturas utilizadas para designar as matas ciliares, a legislação nacional relacionada a essas áreas, os serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes e atividades de monitoramento.

Matas ciliares: classificações

O termo “mata ciliar” tem sido utilizado para representar as formações florestais localizadas às margens dos corpos d'água, ou seja, vegetações ao redor de nascentes, lagos, rios e riachos. Esse termo já se encontra estabelecido na literatura, inclusive na literatura científica e legislativa, mas pesquisadores têm mostrado a importância de se defini-lo e caracterizá-lo melhor. Para isso, têm sugerido o uso de outros termos, como mata de galeria, mata ripária e mata paludosa, por exemplo, levando em consideração fatores climáticos, vegetacionais, edáficos e hidrológicos para essa classificação.

O uso de novas terminologias para as matas ciliares reside no fato de essas vegetações terem em comum apenas a sua posição espacial, ou seja, às margens dos corpos d'água. Quando avaliadas as composições florísticas, as características do solo, o clima, os regimes de inundação, a permanência ou não da serapilheira e banco de sementes após as inundações e até o tipo de água (doce ou salgada), as matas ciliares costumam variar muito, apresentando baixas similaridades entre elas. Portanto, a generalização do termo “matas ciliares” não parece ser adequado. Para a área de estudo, o termo mata ciliar é adequado. Segundo Rodrigues (2000), o termo mata ciliar se refere à vegetação ribeirinha presente em áreas abertas e campestres, como o cerrado, caatinga, campos, etc, onde a floresta ribeirinha não é contínua com formações florestais da matriz. Geralmente, a transição entre a vegetação florestal e a circundante é abrupta. Suas árvores formam uma galeria sobre os corpos d'água, que são pequenos riachos nos fundos dos vales. As árvores dessas florestas costumam ter folhas perenes, ou seja, que não caem significativamente durante a estação seca.

As matas ciliares sob os olhares da legislação brasileira

O novo código florestal brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), em seu artigo 4º,

define as áreas de matas ciliares como áreas de proteção permanente (APPs), ou seja, áreas de vegetação que devem permanecer intocadas, originais, sem sofrer nenhum tipo de intervenção humana. A largura de mata a ser protegida depende da largura do corpo d'água que ela circunda. No caso do reservatório de Volta grande, a largura de mata a ser protegida está prevista no Art 4º do novo código florestal, que considera Área de Preservação Permanente as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

Alem do código florestal, existem outras normatizações nacionais e estaduais que asseguram a proteção dessas áreas e dispõem sobre formas de uso e ocupação. Todas essas normatizações têm uma relação direta com o manejo, a proteção e o monitoramento das biodiversidades e dos serviços ecossistêmicos prestados por essas áreas.

Importância das matas ciliares

As matas ciliares têm grande importância para a manutenção da qualidade dos corpos d'água. Suas principais funções são:

- a) Funcionam como barreiras físicas contra o carreamento de partículas sólidas e substâncias tóxicas (agrotóxicos) pela água da chuva para dentro do corpo d'água, evitando seu assoreamento e contaminação;
- b) As raízes das plantas evitam o desbarrancamento das margens, o que também previne o assoreamento;
- c) Auxiliam no equilíbrio térmico, físico e químico das águas dos corpos d'água, já que as copas das árvores sombreiam as águas e ajudam na manutenção dessas características;
- d) Facilitam a infiltração da água da chuva no solo, já que retém essa água por mais tempo no solo e na serrapilheira;
- e) Protegem nascentes, o que permite a perenidade e a qualidade da água;
- f) Funcionam como locais de fonte de alimentos para animais, além de locais de abrigo e reprodução. Fornecem alimentos inclusive para os organismos aquáticos, já que folhas e frutos podem cair diretamente dentro do corpo d'água;
- g) Funcionam como corredores ecológicos, permitindo o trânsito de animais entre manchas florestais;
- h) Participam da ciclagem de nutrientes, pois normalmente apresentam serrapilheira desenvolvida;
- i) Ajudam no paisagismo local, pois normalmente são áreas bonitas e agradáveis de observar;
- j) Abrigam uma grande diversidade animal e vegetal.

Ameaças às matas ciliares

Apesar de as matas ciliares serem consideradas áreas de proteção permanente pelos governos estaduais e federal, elas têm sofrido ameaças de diversos tipos e em muitos corpos d'água, já que se encontram suprimidas ou degradadas.

As principais causas da degradação das matas ciliares no Brasil são:

- a) Ocupação desordenada do solo devido à expansão das cidades;
- b) Retirada da vegetação ribeirinha para a formação de pastos e plantio de espécies agroflorestais;

- c) Expansão da fronteira agrícola;
- d) Uso da vegetação ribeirinha como alimento para as criações animais, bem como o pisoteio do solo pelos animais nessas áreas;
- e) Desmatamento para uso da madeira como combustível ou para construções;
- f) Incêndios clandestinos;
- g) Implantação de olarias e indústrias nas margens dos rios;
- h) Presença de garimpos clandestinos;
- i) Construção de barragens.


A eliminação da vegetação ribeirinha traz problemas sérios, como o assoreamento dos corpos d'água devido ao aporte de material particulado para o seu interior, diminuição da infiltração da água da chuva no solo, o que diminui os níveis dos lençóis freáticos, a possibilidade de enchentes nas cidades, já que a proteção do leito dos rios deixou de existir, a poluição das águas e o consequente aumento no número de casos de doenças ligadas à água, risco de secar nascentes e perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos providos por ela.

A recuperação e a conservação de matas ciliares no entorno de reservatórios de hidroelétricas têm como controle básico a legislação ambiental vigente no momento de implementação do plano de manejo destas áreas. Um exemplo típico é o reservatório de Volta Grande, cujos projetos apresentam larguras variáveis, 30 e 100m, com diferentes espaçamentos e espécies.

A maioria das leis e normas ambientais em vigor atualmente derivam do Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei 4.771, de 15.09.1965, que estabeleceu os limites para as faixas de vegetação a serem mantidas como áreas de preservação permanente (APPs) no entorno das margens dos cursos de água. No caso, os reservatórios para geração de energia elétrica em áreas rurais com mais de 10ha, a largura destas APPs era de 100m (p. ex.: a área da Figueira). A maioria dos primeiros projetos de revegetação em Volta Grande, da década de 90, seguiu esta legislação. Em 2002, a resolução CONAMA no 303, de 20 de março, definiu os limites mínimos de APPs no entorno dos reservatórios artificiais situados em áreas rurais como 30m, medidos a partir do nível máximo da água. Os projetos no reservatório de Volta Grande implementados no início do século XXI seguiram esta legislação (p. ex.: a área da Fazenda Santa Bárbara).

Infelizmente, a perspectiva futura de projetos de recuperação e conservação de matas ciliares no entorno de reservatórios, cujos serviços ambientais são imprescindíveis, não é nada animadora. O novo código define como APPs, no entorno dos reservatórios d'água artificiais decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, a faixa definida na licença ambiental do empreendimento. Esta área foi definida pela lei no 12.727, de 17 de outubro de 2012, que estabelece uma faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros para reservatórios em área rural. Ainda segundo esta lei, o empreendedor deve elaborar um Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, podendo este uso chegar a 10% da área da APP.

Portanto, o uso das matas ciliares para fins econômicos deve ser evitado e, sempre que possível, matas ribeirinhas degradadas devem ser recuperadas. Vários programas de recuperação de matas ciliares estão em andamento no Brasil e devem ser estimulados. As técnicas de recuperação da vegetação são variadas e devem ser escolhidas de acordo com a região. Os manuais de Felfini et al. (2000), Aquino et al. (2012) e Castro et al. (2012) descrevem as técnicas mais adequadas para a recuperação de matas ciliares.

- AQUINO, F.G., ALBUQUERQUE, L.B., ALONSO, A.M., LIMA, J.E.F.W. and SOUSA, E.S., 2012. Cerrado: restauração de matas de galeria e ciliares. Brasília: Embrapa, 40p.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei dos Crimes Ambientais. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- CASTRO, D., MELLO, R.S.P. and POESTER, G.C., 2012. Práticas para a restauração da mata ciliar. Porto Alegre: ANAMA.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre Áreas de Proteção Permanente ao Redor de Reservatórios Artificiais. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os usos excepcionais de Áreas de Proteção Permanente. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- FELFINI, J.M., RIBEIRO, J.F., FAGG, C.W. and MACHADO, J.W.B., 2000. Recuperação de matas de galeria. Brasília: Embrapa, 45p.
- MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as Políticas Florestais e de Proteção à Biodiversidade do Estado. Diário Oficial do Estado. Belo Horizonte, MG.
- RODRIGUES, R.R., 2000. Florestas ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: R.R. Rodrigues, and H.F. Leitão Filho, eds. Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Universidade de São Paulo, pp: 91-99. 









Parte

2





MARIA RITA S. PIRES
ADRIELE PRISCA DE MAGALHÃES
ANTÔNIO J.R. CRUZ
MATHEUS R. J. CORRÊA
PEDRO O. MAFIA
JOICE P. V. MARTINS

7. Conservação da fauna de vertebrados terrestres das matas ciliares do reservatório de Volta Grande

A mata ciliar é a formação florestal que acompanha as margens dos rios de médio e grande porte. Essa vegetação, além de fornecer abrigo e alimento para a fauna, funciona como corredor ecológico, permitindo o fluxo gênico entre as populações de espécies dependentes de florestas. Devido às suas características únicas, tais como a proximidade com o corpo d'água, o regime de inundação e os tipos de solo, as matas ciliares abrigam espécies com diferentes níveis de dependência desse habitat.

Visando a analisar a efetividade das matas ciliares reflorestadas no entorno do reservatório de Volta Grande (RVG) em promover o retorno e a preservação da fauna de vertebrados terrestres, no presente capítulo analisamos os resultados obtidos quanto à riqueza de aves, mamíferos, anfíbios e répteis que utilizam essas matas. Comparamos estes dados com informações relativas a outras áreas de mata ciliar do Cerrado, com o objetivo de compreender a importância dos reflorestamentos para o retorno da fauna típica destes ambientes.

Riqueza de Aves, Mamíferos, Anfíbios e Répteis do Cerrado

O Cerrado é bioma predominante na região de estudo e figura como o segundo maior domínio fitogeográfico brasileiro, estendendo-se por uma área de aproximadamente dois milhões de Km² (Ratter et al., 1997; Pinheiro & Monteiro, 2010). Em Minas Gerais, o Cerrado chegou a cobrir mais de 30 milhões de hectares (Laca-Buendia & Brandão, 1995). Contudo, a partir da década de setenta, imensas áreas de vegetação nativa foram degradadas para dar lugar à agropecuária e à monocultura, principalmente no Triângulo Mineiro (Filardi, 2007). Esse mesmo cenário de perda de vegetação nativa vem ocorrendo em todos os estados brasileiros em que esse bioma ocorre (Klink & Machado, 2005).

Devido à intensa redução de suas áreas originais e ao elevado endemismo de espécies da flora e da fauna, ou seja, espécies que não são encontradas em outros biomas, o Cerrado é considerado um hotspot mundial para conservação da biodiversidade (Myers et al., 2000). Em outras palavras, o Cerrado é uma das 34 áreas consideradas extremamente ricas em biodiversidade, principalmente em espécies endêmicas que, no entanto, se encontram em um alto grau de degradação ambiental. Estudos recentes mostram que o Cerrado abriga 837 espécies de aves (Silva, 1995), 227 espécies de mamíferos, dentre as quais 80 são morcegos (Carmignotto et al., 2012), 262 espécies de répteis (Nogueira et al., 2010) e pelo menos 145 espécies de anfíbios (Valdujo, 2011). A fauna do Cerrado corresponde a uma parcela considerável da diversidade desses grupos no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1: Riqueza de aves, mamíferos terrestres, anfíbios e répteis no Brasil e no bioma do Cerrado, segundo fontes da literatura.

Abrangência do estudo	Grupo faunístico	Riqueza	Autor
Brasil	Anfíbios	1026	Segalla et al., 2014
Brasil	Aves	1919	Piacentini et al. 2015
Brasil	Mamíferos	527*	Paglia et al., 2012
Brasil	Répteis	819	Costa et al., 2014
Cerrado	Anfíbios	145	Valdujo, 2011
Cerrado	Aves	837	Silva, 1995
Cerrado	Mamíferos	151 (EV)**	Carmignotto et al., 2012
Cerrado	Répteis	262	Nogueira et al., 2010
Endêmicas do Cerrado	Anfíbios	72	Valdujo, 2011
Endêmicas do Cerrado	Aves	30	Silva & Bates, 2002
Endêmicas do Cerrado	Mamíferos	32 (IV)	Paglia et al., 2012
Endêmicas do Cerrado	Répteis	100	Nogueira et al., 2010

* São 527 mamíferos no Brasil (Paglia et al., 2012); destes, 178 são morcegos (Nogueira et al., 2014). **São 251 mamíferos no Cerrado (Paglia et al., 2012), destes 100 são morcegos (Aguiar & Zortéa, 2008). EV: Exceto mamíferos voadores; IV: Incluindo mamíferos voadores.

Silva e Bates (2002) sugerem que a diversificação de aves tenha acompanhado a dinâmica de diversificação dos ambientes do Cerrado, desde a transição Plioceno-Pleistoceno. Essa grande diversidade também é resultado intercâmbios com as formações vizinhas, Amazônia e Mata Atlântica (Silva, 1995). Essas interações históricas explicam a grande riqueza de aves do Cerrado, bioma que abriga mais da metade das espécies de aves registradas para o Brasil, sendo que a maior parcela delas é dependente de ambiente florestal.

“Uma proeminente diversidade de mamíferos está presente no bioma Cerrado, já que detêm 33% das espécies distribuídas no Brasil. Sua relevante riqueza e endemismo está relacionada às suas fisionomias abertas, principalmente através das espécies de pequeno porte (roedores e marsupiais) (Carmignotto et al., 2012). Por outro lado, as formações florestais são extensões dos biomas adjacentes cujos elementos mastofaunísticos, atribuído especialmente as espécies de maior porte, são grandemente compartilhados aos biomas Atlântico e Amazônico (Redford & Fonseca, 1986)”

O número de espécies de anfíbios e répteis conhecidos para o Cerrado pode estar ainda subestimado, uma vez que novas espécies são descritas a cada ano. Estudos indicam que a riqueza dessa fauna no Cerrado seja comparável à da Amazônia, se considerada proporcionalmente ao tamanho de cada domínio (Colli et al., 2002). Segundo Nogueira (2006), número de espécies de lagartos registrados para o bioma Cerrado subiu recentemente de 47 para 73, sendo que 45% dessa fauna é composta por espécies endêmicas. A maior diversidade de lagartos, assim como de pequenos mamíferos do Cerrado é dependente dos ambientes abertos, como os campos, enquanto os anfíbios e as aves são mais dependentes das formações florestais do Cerrado, como as matas ciliares (Brandão & Araújo, 2001).

A Hidrelétrica e a Mata Ciliar do rio Grande

O setor elétrico brasileiro tem causado a submersão de alguns milhares de quilômetros quadrados em diversos pontos do território nacional. Embora a construção de hidrelétricas e de seus reservatórios não seja a principal causa de degradação do bioma Cerrado, os impactos causados por esse tipo de empreendimento são significativos. Entre os impactos causados pelas hidrelétricas estão a perda de solo, a perda de espécies de plantas e animais e a perda de recursos madeireiros e agrícolas. Para a biodiversidade, a perda e a fragmentação de habitat acarretam isolamento populacional e erosão genética e, com isso, ocorre a redução de espécies nativas da flora e fauna ao mesmo tempo em que a colonização por espécies exóticas é favorecida.

Os espaços mais afetados pela implantação de hidrelétricas são os habitats fluviais e as matas ciliares, que são inundadas para a formação da represa (Pavan, 2007). Esse processo resulta em duas situações: na primeira delas, áreas de interior de floresta passam a formar as margens da represa; na segunda e mais frequente, tem-se o solo exposto sem vegetação. Mesmo no caso em que aparentemente alguma vegetação de borda permaneça, haverá perdas de espécies, as quais não se adaptam a viver em ambientes alagados. Além disso, ocorrem vários distúrbios ambientais dentro do próprio ecossistema hídrico.

O reflorestamento se mostra uma forma de acelerar a sucessão florística e faunística das áreas degradadas. À medida que a cobertura vegetal se estabelece se tornam disponíveis condições e recursos que vão possibilitando a colonização por novas espécies. Por outro lado, os fatores do ambiente podem não atender a algumas espécies da mesma maneira; sendo assim, por competição ou outras formas de interação, certas espécies saem dos seus limiares ótimos, deixam a área ou tornam-se menos abundantes. Assim, ao longo desse processo, algumas espécies, tanto vegetais quanto animais poderão não se estabelecer definitivamente na área, enquanto outras poderão se tornar dominantes ou se manter em pequenas populações.

Uma vez que a implantação de hidrelétricas ainda é uma realidade no país, é necessário que sejam avaliadas as perdas causadas nesse processo e que iniciativas para assegurar a proteção da biodiversidade sejam implementadas. Nesse sentido, avaliar como a implantação de hidrelétricas afeta a biodiversidade constitui uma contribuição para a conservação e o manejo das áreas impactadas.

Estudo de caso: Fauna das matas ciliares do reservatório de Volta Grande

Durante a construção do Reservatório de Volta Grande, as margens do Rio Grande foram inundadas, resultando em um cenário de solo exposto, extensas monoculturas e alguns raros trechos de remanescentes florestais, tendo sido extinta a mata ciliar do entorno do reservatório (Figura 1).

De acordo com o relatório ambiental da UHE de Volta Grande (CEMIG, 2004),

Para a formação do reservatório foi necessária a inundação de áreas florestais ocupadas com outros usos agrícolas, tendo sido este impacto observado na época do seu enchimento. Com a construção da barragem e, conseqüentemente, a formação do reservatório, as atividades agropecuárias existentes no local foram deslocadas para a sua área de entorno. Dessa forma, áreas florestadas foram convertidas em agricultura e pecuária. Com isso, houve também uma redução do habitat natural para a fauna. Essa redução do habitat causou o afugentamento

da fauna para outras áreas, aumentando a pressão sobre outros remanescentes. Outra consequência é a mortalidade de indivíduos de espécies territoriais, que necessitam de grandes áreas para sobreviver. No entanto, a relação de reflorestamento está muito mais associada aos aspectos de resultado econômico da atividade agropecuária do que da perda da área inundada pelo reservatório. (CEMIG, 2004)



Figura 1: Foto da barragem de Volta Grande na época de sua construção. Fonte: Cemig

Não são disponíveis estudos de impacto ambiental (EIA-RIMA) envolvendo a fauna que originalmente ocorria na área afetada pela usina no período anterior ao empreendimento. Tais estudos permitiriam uma avaliação objetiva das perdas em relação à composição da fauna hoje existente nas áreas reflorestadas do entorno. Entretanto, segundo o relato acima, antes mesmo do enchimento da represa, áreas florestadas da região já eram ocupadas por agricultura. Após a inundação, novas áreas foram convertidas em atividades agropecuárias, ou seja, a fauna foi afugentada tanto pela construção da barragem e da represa quanto, posteriormente, pelo desmatamento, visando a abrir novas áreas agricultáveis.

Os nossos estudos sobre a fauna das áreas do entorno do Reservatório de Volta Grande utilizaram ao menos em parte as mesmas áreas de amostragem, conforme mencionado no capítulo 3. De acordo com o grupo zoológico, foram empregados diferentes métodos de amostragem. Armadilhas de queda instaladas nas áreas amostrais foram úteis para a amostragem de pequenos mamíferos, répteis e anfíbios. Busca direta noturna em lagoas foram realizadas para o encontro de anfíbios anuros. As aves foram registradas por meio de avistamentos em pontos de amostragem diversos e também por captura, com o uso de redes próprias para este fim (redes-de-neblina). Esses estudos resultaram em três dissertações de mestrado, que se encontram disponíveis no site do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais da Universidade Federal de Ouro Preto (www.biomas.ufop.br): Maffia (2015), sobre as aves; Corrêa (2014), sobre mamíferos; Martins (2014), sobre anfíbios anuros.

Segundo nossos estudos, as matas ciliares reflorestadas às margens do Reservatório de Volta Grande abrigam 225 espécies de aves, 33 espécies de mamíferos não voadores, 21 espécies de

anfíbios anuros e 21 espécies de répteis, totalizando 300 espécies de vertebrados terrestres. Como indicado na tabela 2, esses valores de riqueza se encontram próximos dos valores apresentados em estudos recentes realizados no entorno de outros reservatórios no bioma Cerrado, devendo ser levada em consideração que existem grandes variações entre os trabalhos no que diz respeito aos métodos, ao esforço de amostragem e à extensão das áreas amostradas, o que pode resultar na obtenção de diferentes resultados.

Tabela 2: Riqueza de aves, mamíferos, anfíbios e répteis em matas ciliares de algumas regiões

Grupo faunístico	Riqueza	Local	Autor
Anfíbios	24	Mata Galeria Dist. Fed.	Brandão & Araújo, 2001
Anfíbios	33	UHE Ponte de Pedra	Silva Jr., 2009
Anfíbios	30	UHE Santa Edwiges-GO	Cintra et al., 2009
Aves	352	Mata Galeria Dist. Fed.	Bagno & Marinho-Filho, 2001
Aves	256	Estação ecológica Serra das Araras- MT	Valadão, 2012
Aves	105	Rio Jacaré Pepira-SP	Almeida et al., 1999
Aves	318	UHE Serra da mesa- GO	Hass 2002
Mamíferos	52 (EV)	Mata Galeria Dist. Fed.	Marinho-Filho & Guimarães, 2001
Mamíferos	19 (PM)	UHE Serra do Facão- GO	Gomes, 2014
Mamíferos	15 (EV)	Estação Ambiental de Volta Grande- MG	Moreira et al., 2008
Répteis	17	Mata Galeria Dist. Fed.	Brandão & Araújo, 2001
Répteis	72	UHE Ponte de Pedra	Silva Jr., 2009
Répteis	22	UHE Espora-GO	Vaz-Silva et al., 2007
Répteis	45	UHE Santa Edwiges-GO	Cintra et al., 2009

Abreviaturas: EV: Exceto mamíferos voadores; PM: Pequenos Mamíferos.

Visando a analisar a efetividade do reflorestamento, medidas simples de diversidade, como o número de espécies presentes (riqueza), pode não ser suficiente para expressar adequadamente as perdas reais provocadas por perturbações antrópicas. Um volume maior de informações pode ser obtido a partir de todo o conjunto das espécies registradas. Sendo assim, no presente estudo, aspectos da história natural dos quatro grupos de vertebrados foram utilizados para avaliar a eficiência do reflorestamento em promover o retorno da biodiversidade. A seguir, é apresentada uma visão geral para cada grupo zoológico estudado com conclusões e implicações para a conservação desses grupos na região do baixo Rio Grande.

Aves

A região de Volta Grande possui uma elevada riqueza de aves, perfazendo 12% das espécies já registradas no Brasil e 27% em relação ao Cerrado. De forma geral, foi observada uma superioridade de aves onívoras e insetívoras menos especializadas em relação às espécies frugívoras e insetívoras mais especializadas.

Aves frugívoras de grande porte, como o inhambu (*Crypturellus* sp.), o mutum (*Crax* sp.) e o jacu (*Penelope* sp.), que se alimentam no solo, estiveram pobremente representados nas áreas





da RVG. De maneira geral, as aves frugívoras são mais vulneráveis à extinção local, devido aos períodos de escassez de frutos (Kennedy et al., 2010). Com isso, essas aves tendem a desaparecer de fragmentos pequenos, pois precisam de áreas menos perturbadas e com uma grande variedade de árvores que frutifiquem em diferentes estações do ano para manter suas populações (Ferber et al., 2014).

O aumento da predação é outra ameaça às aves em áreas perturbadas por desmatamento e fragmentação de habitats. Mamíferos predadores de ovos, como os gambás, contribuem consideravelmente para o desaparecimento de aves frugívoras em pequenos fragmentos, sendo as espécies que forrageiam no solo as mais afetadas (Antunes, 2005). Nas matas ciliares da RVG, foi observado que as áreas com menores porcentagens de cobertura florestal abrigavam menor número de espécies frugívoras em relação às áreas mais florestadas. Assim como as frugívoras de maior porte, as aves nectarívoras também dependem de plantas que forneçam recursos alimentares durante todo o ano para que suas populações sejam mantidas.

Mais da metade das espécies de aves que se reproduzem no Cerrado são dependentes de habitats florestais (Silva, 1995). Mesmo sendo maioria no bioma, nas áreas reflorestadas estudadas no entorno da RVG, aves florestais corresponderam a apenas 19% do total das espécies registradas. É possível que o desmatamento ocorrido na região para dar lugar às atividades agrossilvopastoris, que dominam o habitat da matriz circundante, tenha contribuído sobremaneira para o desaparecimento de muitas espécies de aves dependentes de habitats florestais. Para a conservação de aves florestais é necessária a prevenção de futuras perdas de cobertura florestal na região. Adicionalmente, para garantir a persistência dessas espécies em paisagens fragmentadas, a restauração do habitat deve ser encarada como a estratégia de conservação mais eficaz (Mendoza et al., 2014).

A importância das matas reflorestadas no entorno da RVG para a conservação das aves vai muito além do âmbito regional, uma vez que estas se destacam no que diz respeito à presença de um elevado número de espécies migratórias, como, por exemplo, o pato irerê (*Dendrocygna viduata*), o cabeça-seca (*Mycteria americana*), a águia-pescadora (*Pandion haliaetus*), o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*), o andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*), o falcão-de-coleira (*Falco femoralis*), o bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*), a andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*) e o sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), além de espécies incluídas em categorias de ameaça de extinção em diferentes listas vermelhas.

De acordo com Drummond et al. (2005), a região do baixo Rio Grande é atualmente considerada de “alta importância biológica” para a conservação de aves em Minas Gerais, por apresentar um elevado número de espécies ameaçadas de extinção. Isto pôde ser comprovado no presente estudo, pois foram registradas 32 espécies que estão atualmente incluídas em alguma categoria de ameaça em pelo menos uma das listagens de espécies ameaçadas de extinção, ou seja, de Minas Gerais, de São Paulo, do Brasil e também a nível mundial através da lista da IUCN.

Nas duas áreas localizadas em Minas Gerais foram observadas três espécies consideradas ameaçadas no Estado: ema (*Rhea americana*), mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*) e a arara-canindé (*Ara ararauna*). De acordo com a lista da fauna ameaçada de extinção do estado de São Paulo, 24 espécies registradas nos fragmentos localizados neste Estado encontram-se classificadas em alguma categoria de ameaça de extinção. Entre elas, seis estão incluídas na categoria “criticamente ameaçada”: ema (*Rhea americana*), gavião-belo (*Busarellus nigricollis*), picaparra (*Heliornis fulica*), maracanã-do-buriti (*Orthopsittaca manilatus*), chora-chuva-preto (*Monasa nigrifrons*) e o suiriri-cinzento (*Suiriri suiriri*).

É interessante observar que, mesmo com todos os impactos antrópicos existentes, muitas espécies de interesse conservacionista ainda conseguem persistir nos ambientes remanescentes na região. A manutenção e a conservação das matas ciliares e dos demais fragmentos florestais, bem como a recuperação dos ambientes ciliares às margens do Rio Grande, são imprescindíveis para que estas espécies não se extingam localmente em um futuro próximo.

Mamíferos

O presente estudo revelou aspectos importantes para a conservação das matas ciliares do Rio Grande e das espécies de mamíferos associadas a estes ambientes. Vinte e três espécies de mamíferos vivem nas matas reflorestadas do entorno da RVG, o que é considerado um número elevado, pois representa 15,64% das espécies de mamíferos terrestres distribuídos no Cerrado (Carmignotto et al., 2012).

Dentre as espécies encontradas, destacam-se aquelas de maior porte, tais como a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), a onça-parda (*Puma concolor*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), que são consideradas ameaçadas de extinção. Além dessas, ocorrem nas áreas reflorestadas o bugio (*Alouatta caraya*), a cutia (*Dasyprocta azarae*), a cuica-lanosa (*Caluromys lanatus*) e o macaco-prego (*Sapajus libidinosus*). Essas espécies são consideradas dependentes de ambientes florestais.

Foram ainda, observadas ocasionalmente lontras (*Lontra longicaudis*), nas áreas Delta e Nativa, o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) na área Nativa e Santa Bárbara, o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) em Noboro e Nativa, bem como o tatu-galinha (*Dasytus novemcinctus*), na área Noboro.

Em relação aos hábitos alimentares, a fauna de mamíferos das áreas do entorno da RVG é composta por espécies frugívoras (30%), onívoras (22%) e insetívoras (14,5%). Assim, tem-se a indicação de uma alta disponibilidade de recursos oferecida por essas matas, dada à elevada diversidade de dietas encontradas. Sete táxons dentre os mamíferos incluem espécies consideradas especialistas, ou seja, se alimentam exclusivamente de um único tipo de recurso, podendo ser classificados como carnívoros, piscívoros, herbívoros ou mirmecófagos. Enquanto as demais espécies têm ao menos duas classificações quanto ao hábito alimentar.

Então como observado para os demais grupos de vertebrados analisados, para os mamíferos também foi observado que o processo de fragmentação da mata ciliar tendeu a beneficiar espécies generalistas de habitat, sobrepondo assim aquelas espécies exclusivamente dependentes de ambientes florestais. Assim, como representante das espécies não dependentes de ambiente florestal, foram encontrados o rato-do-mato (*Calomys cf. expulsus*), a cuíca (*Gracilinanus agilis*), o rato-do-mato (*Necromys lasiurus*) e o camundongo-do-mato (*Oligoryzomys spp.*). Por outro lado, como espécies dependentes de ambientes florestais e mais exigentes quanto à qualidade do ambiente, foram encontradas: a cuica-lanosa (*Caluromys lanatus*), o rato-da-árvore (*Oecomys spp.*) e o rato-da-árvore (*Rhipidomys cf. macrurus*). A classificação das espécies citadas como dependentes de ambientes florestais foi baseada na literatura especializada (Paglia et al., 2012).

Para os mamíferos, as matas ciliares que permeiam o bioma Cerrado funcionam como extensões dos domínios florestais adjacentes (Redford & Fonseca, 1986), como por exemplo, a Mata Atlântica e Amazônia. Em outras palavras, é fundamental o papel das matas ciliares para a manutenção do fluxo gênico das espécies de mamíferos dependentes de habitats florestais (Costa, 2003). Portanto, o reflorestamento dos fragmentos de mata ciliar podem não garantir a manutenção, a médio e longo prazo, da fauna relictual de mamíferos florestais, pois esses são vulneráveis ao isolamento destes remanescentes em uma paisagem predominantemente



antropizada (Passamani & Fernandez, 2011; Estavillo et al., 2013).

Medidas protecionistas na área do Rio Grande deverão ser implementadas, visando ao restabelecimento das matas ciliares e, conseqüentemente, ao retorno de sua função de conexão entre faunas. Além disso, a recuperação das matas ciliares certamente permitirá o aumento das populações de mamíferos ameaçados de extinção, que estão associados a estes fragmentos, bem como das espécies dependentes de ambientes florestais (Galetti et al., 2010).

Anuros

As matas ciliares reflorestadas da represa de Volta Grande abrigam 21 espécies de anfíbios anuros, não tendo sido encontrado nenhum representante do grupo dos anfíbios gimnofionos, animais fossoriais conhecidos como cecílias ou cobras-cegas. Os anuros que habitam essas matas estão reunidos em quatro famílias, com predominância de espécies das famílias Leptodactylidae e Hylidae. Leptodactylidae inclui anuros de pequeno e médio porte, insetívoros, terrestres ou semiaquáticos e de atividade noturna, conhecidos como rãs ou sapos. A família Hylidae inclui as pererecas, animais de hábito escalador, que apresentam discos adesivos na ponta dos dedos, as patas traseiras compridas e delgadas e a pele lisa, sem glândulas. Além disso, foi encontrada também uma espécie da família Bufonidae, conhecidos como sapos cururus, e três espécies de Microhylidae, espécies de hábito terrestre e escavador.

As espécies do gênero *Leptodactylus* depositam seus ovos em ninhos de espuma. Essa especialização previne a dessecação dos ovos, sendo considerado um modo reprodutivo adaptado a ambientes sujeitos à insolação (Haddad & Prado, 2005) e às variações sazonais. Essa especialização parece ter sido a chave para a sobrevivência dos anuros nas matas ciliares da RVG, uma vez que 40% das espécies encontradas nas áreas de estudo compartilham dessa estratégia reprodutiva.

As espécies de anuros encontradas nas matas reflorestadas da RVG não são endêmicas do Cerrado ou dependentes de matas ciliares. Apresentam ampla distribuição geográfica e são consideradas resistentes às alterações antrópicas, ou seja, não são espécies exigentes quanto à qualidade do habitat. Assim, como não são dependentes de mata, esses animais apresentam modo reprodutivo característico de áreas abertas. Em outras palavras, embora vivendo nas matas reflorestadas, aspectos da ecologia e da história natural das espécies colonizadoras, não são típicos de ambientes florestais, o que indica que muitas áreas não estão cumprindo a função esperada de promover o retorno da fauna associada às matas ciliares.

No Cerrado, as espécies de anuros típicas de biomas florestais ocupam geralmente as matas de galeria (Colli et al., 2002), ou seja, estas matas abrigam a maioria dos anuros habitat-especialistas deste bioma (Brandão & Araújo, 2001), pois no interior das matas o ambiente é mais úmido, proporcionando micro-habitat favorável para postura de ovos e desenvolvimento dos girinos. Contudo, essa fisionomia não constitui barreira para a herpetofauna adaptada aos ambientes abertos (Colli et al., 2002). Dessa forma, as matas ciliares são passíveis de apresentarem anuros, tanto de áreas abertas, quanto habitat-especialistas. Apesar disso, não foram encontradas espécies endêmicas ou dependentes do Cerrado nas áreas reflorestadas do entorno do RVG.

Como conclusão, pode-se considerar que está ocorrendo nas áreas do entorno da RVG o processo de homogeneização biótica da anurofauna, pois espécies endêmicas e especialistas são substituídas por espécies comuns e generalistas. Esse processo tende a continuar, devido aos constantes impactos antrópicos nas proximidades e no interior das matas reflorestadas. Sendo assim, para a anurofauna, apenas o reflorestamento não foi suficiente para que as áreas fossem

recolonizadas, de modo a representar a diversidade esperada para a região, incluindo desde espécies nativas e habitat-especialistas até as generalistas.

Répteis

Assim como a maior parte dos vertebrados terrestres, os répteis vêm sofrendo um rápido declínio de suas espécies em diferentes ecossistemas do mundo. Estes organismos são sensíveis a mudanças no habitat e, por isso, apresentam grande potencial bioindicador de qualidade ambiental.

Ao longo do período de amostragem, foi encontrado um total de 20 espécies répteis no entrono do reservatório de Volta Grande, sendo uma espécie de Jacaré; duas espécies de quelônios; uma espécie de anfisbaênia, ou cobra-de-duas-cabeças; seis espécies de lagartos e dez de serpentes. Entre eles, ocorrem serpentes de importância médica, como as jararacas e a cascavel, além de espécies dependentes da mata ciliar, como o jacaré e os quelônios.

Comparando a distribuição das espécies entre as áreas amostradas, observa-se que a diversidade de espécies de répteis foi maior nas áreas menos impactadas: Nativa (70%), Santa Bárbara (55%) e Noboro (45%). A Nativa, além de ocupar uma extensão maior, é uma área vigiada e, portanto, protegida de diferentes tipos de ações humanas que ameaçam a fauna de répteis, tais como: incêndios e conflitos com seres humanos e com animais domésticos, o que pode ter facilitado o estabelecimento de novas populações. A área da fazenda Noboro tem como matriz circundante uma plantação de seringueiras para a extração de borracha, diminuindo o efeito negativo de uma borda abrupta, como ocorre nas outras áreas. A composição da fauna de répteis foi mais similar entre essas duas áreas, Nativa e Noboro. Os lagartos *Ameiva ameiva* e *Tubinambis meriana* foram as únicas espécies que ocorreram em todos os ambientes, seguidas do calango *Tropidurus torquatus*, que só não foi registrado em Figueira.

Devido ao predomínio de uma matriz circundante de cana-de-açúcar e de outros cultivos, sujeitos a mudanças bruscas ao longo do ano, em função do corte periódico, esses locais podem funcionar como o único refúgio para as espécies. Nesse sentido, além do reflorestamento, atividades informativas e de educação ambiental devem ser dirigidas aos pescadores e às comunidades vizinhas ao reservatório, visando a proteger essas matas e a sua fauna. Essas iniciativas se mostram urgentes, visto que algumas espécies são capturadas ou mortas, tais como as serpentes, por serem consideradas uma possível ameaça.

Todas as espécies de répteis encontradas são reportadas para o Bioma Cerrado, ocorrendo principalmente em áreas abertas, sendo que as espécies de lagartos, de quelônios e a maior parte das espécies de serpentes apresentam ampla distribuição geográfica (Vanzolini, 1986; Brites & Bauab, 1988; Fitzgerald et al., 1993; Recorder & Nogueira, 2007; Baldo et al., 2007; Sawaya et al., 2008). As espécies de répteis encontradas também ocorrem em outros biomas, e a maior parte delas já foi registrada em ambientes perturbados (Baldo et al., 2007; Costa et al., 2009).

O predomínio de espécies oportunistas ou generalistas, de ampla distribuição geográfica, e a ausência de espécies florestais, da mesma forma como foi observado para os anfíbios anuros, nos indica que o reflorestamento no entorno do reservatório também não foi efetivo para a fauna de répteis. Entretanto, é importante salientar que, por serem carnívoros, esses animais representam um grupo chave na estruturação da cadeia alimentar. Assim, a perda ou mesmo a homogeneização dessa fauna pode provocar sérios desequilíbrios em comunidades biológicas.



A predominância de espécies generalistas observada nas matas reflorestadas do RVG aponta para a tendência à homogeneização biótica, fenômeno no qual elementos exclusivos são substituídos por elementos comuns, tanto em termos de organismos quanto em habitats (Vitule & Pozenato, 2012). Esse fenômeno parece inevitável, frente ao ritmo de degradação ambiental promovida pelas ações humanas, entretanto é necessário procurar meios para desacelerar esse processo. Pode existir uma chance para as matas ciliares do RVG. Essas matas ainda estão sendo utilizadas como habitat, abrigo ou local forrageamento para uma considerável diversidade de vertebrados terrestres, incluindo espécies endêmicas, ameaçadas e dependentes de habitat florestal, principalmente entre as aves e os mamíferos. Sendo umas das poucas áreas florestais restantes na região, essas matas exercem importante função na manutenção da fauna. Aves e mamíferos frugívoros, por sua vez, por meio da dispersão de sementes, contribuem para o enriquecimento da vegetação, o que favorece a permanência da fauna. Contudo, sendo a maioria das aves do Cerrado dependente de ambientes florestais e os mamíferos vulneráveis ao isolamento, fica clara a necessidade da conservação da floresta para alimentar esse ciclo. Assim, para garantir a manutenção em médio e longo prazo da fauna, na tentativa de impedir o processo de homogeneização biótica do Cerrado, são necessários esforços para a conservação e ampliação da vegetação ciliar e prevenção de futuras perdas.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M.D.C., VIELLIARD, J.M., and DIAS, M.M., 1999. Composição da avifauna em duas matas ciliares na bacia do rio Jacaré-Pepira, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol.16, no. 4, pp. 1087-1098.
- ANTUNES, A.Z., 2005. Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. *Ararajuba* vol. 13, no:1, pp. 47-61.
- BAGNO, M.A. and MARINHA-FILHO J., 2001. A avifauna do Distrito Federal: Uso de ambientes abertos e florestais e ameaças. In: J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca, and J.C. Sousa-Silva, eds. *Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 495-528.
- BALDO, D., MARTINEZ, P., BOERIS, J. M. and GIRAUDO, A.R., 2007. *Reptilia, Chelonii, Chelidae, Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812 and *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973): Distribution extension, new country record, and new province records in Argentina. *Check List*, vol. 3, no.4, pp. 348-352.
- BRANDÃO, R.A. and ARAÚJO, A.F.B., 2001. A herpetofauna associada às matas de galeria do Distrito Federal. In: J.F. RIBEIRO, C.E.L. FONSECA, and J.C. SOUSA-SILVA, eds. *Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 559-604.
- BRITES, V.L.C and BAUAB, F.A., 1988. Fauna Ofidiana do Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. *Revista do Centro de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia*, vol. 4, no.1, pp. 3-8.
- CARMIGNOTTO, A.P., VIVO, M. and LANGGUTH, A., 2012. Mammals of the Cerrado and Caatinga. In: B.D. PATTERSON, and L.P. COSTA, eds. *Bones, clones and biomes: The history and geography of recent neotropical mammals*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 304-305.
- CASTRO, E.B.V. and FERNANDEZ, F.A.S., 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments. *Brazilian Biology Conservation*, vol. 119, no.1, pp.73-80.
- CINTRA, C.E.D., SILVA, H.L.R. and SILVA JR., N.J., 2009. Herpetofauna, Santa Edwiges I and II

- hydroelectric power plants, state of Goiás, Brazil. *CheckList*, vol. 5, no.3, pp. 570–576.
- CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 2004. Relatório Ambiental da Usina Hidrelétrica Volta Grande. Relatório Ambiental.
- COLLI, G.R., BASTOS, R.P. and ARAÚJO, A.F.B., 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: P.S. OLIVEIRA, and R.J. MARQUIS, eds. *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York: University Press, pp. 223-241.
- CORRÊA, M.R.J., 2014. Influência da sazonalidade e variáveis ambientais sobre pequenos mamíferos não voadores em fragmentos de mata ciliar do Rio Grande, MG/SP. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 84 p. Dissertação de Mestrado em Ecologia.
- COSTA, L.P., 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography*, vol. 30, no. 1, pp.71–86.
- COSTA, H. C., FERNANDES, V.D., RODRIGUES, AC. and FEIO, R N., 2009. Lizards and amphisbaenians, municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List*, vol. 5, no. 3, pp. 732-745.
- COSTA, H.C. and BÉRNILS, R.S., 2014. Répteis brasileiros: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*, vol. 4, no.3, pp. 74 - 84.
- DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y., 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, pp. 37-39.
- ESTAVILLO, C. PARDINI, R. and ROCHA, P.L.B., 2013. Forest Loss and the Biodiversity Threshold: An Evaluation Considering Species Habitat Requirements and the Use of Matrix Habitats. *Plos One*, vol. 8, no.12, e82369.
- FERGER, S.W., SCHLEUNING, M., HEMP, A., HOWELL, K.M. and BÖHNING-GAESE, K., 2014. Food resources and vegetation structure mediate climatic effects on species richness of birds. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 23, no.5, pp. 541-549.
- FIGUEIREDO, M.S.L. and FERNANDEZ, F.A.S., 2004. Contrasting effects of fire on populations of two small rodent species in fragments of Atlantic Forest in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, vol. 20, no. 2, pp. 225-228.
- FILARDI, F.L.R., GARCIA, F.C.P., CARVALHO-OKANO, R.M., 2007. Espécies lenhosas de Papilionoideae (Leguminosae) na Estação Ambiental de Volta Grande, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, vol. 58, no.2, pp. 363-378.
- FITZGERALD, L.A., CRUZ, F.B. and PEROTTI, G., 1993. The reproductive cycle and the size at maturity of *Tupinambis rufescens* (Sauria:Teiidae) in the dry Chaco of Argentina. *Journal of Herpetology*, vol. 27, no. 1, pp.70-78.
- GALETTI, M., PARDINI, R., DUARTE, J.M.B., SILVA, V.M.F., ROSSI, A. and PERES, C.A., 2010. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica*, vol.10, no.4, pp. 47-52.
- GOMES, L.D.P., 2014. Efeitos da implantação e operação do reservatório hidrelétrico na dinâmica de comunidade de pequenos mamíferos em uma área de Cerrado no Brasil Central. Brasília: Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia. 54 p. Dissertação de mestrado em Engenharia Florestal.
- HADDAD, C.F.B. and PRADO, C.P.A., 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, vol. 55, no.3, pp. 207-217.
- HASS, A., 2002. Efeito da criação do reservatório da UHE Serra da Mesa sobre a comunidade de aves. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 156p. Tese de doutorado em Ecologia.
- KENNEDY, C.M., MARRA, P.P., FAGAN, W.F., NEEL, M.C., 2010. Landscape matrix and species traits mediate responses of Neotropical resident birds to forest fragmentation in Jamaica. *Ecological*

- Monographs, vol, 80, no. 4, pp. 651-669.
- KLINK, C.A. and MACHADO, R.B., 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, vol, 1, no. 1, pp. 147-155.
- LACA-BUENDIA, J.P. and BRANDÃO, M., 1995. Composição florística e análise fitossociológica do Cerrado em Minas Gerais I: Alto Paranaíba, Mata da Corda e parte do Planalto de Araxá. *Daphne*, vol. 5, no. 1, pp. 7-18.
- MAFIA, P.O., 2015. Avifauna em Fragmentos de Mata Ciliar e Áreas Adjacentes no Baixo Rio Grande, Sudeste do Brasil. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 110 p. Dissertação de Mestrado em Ecologia.
- MARINHO-FILHO, J. and GUIMARÃES, M.M., 2001. Mamíferos das matas de galeria e das matas ciliares do Distrito Federal. In: J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca, Sousa- J.C. Silva, eds. *Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 495-528
- MARTINS, J.P.V., 2014. Colonização por Anfíbios Anuros em Áreas Reflorestadas do Entorno da Represa de Volta Grande, no Rio Grande. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 46p. Dissertação de Mestrado em Ecologia.
- MENDOZA, S.V., HARVEY, C.A., SAENZ, J.C., CASANOVES, F., CARVAJAL, J.P., VILLALOBOS, J.G., HERNANDEZ, B., MEDINA, A., MONTERO, J., MERLO, D.S., SINCLAIR, F.L., 2014. Consistency in bird use of tree cover across tropical agricultural landscapes. *Ecological Applications*, vol. 24, no. 1, pp. 158-168.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. and KENT, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, vol. 403, no. 6772, pp. 853-858.
- MOREIRA, J.C., MANDUCA, E.G., GONÇALVES, P.R., STUMPP, R., PINTO, C.G., and LESSA, G., 2008. Mammals, Volta Grande Environmental Unity, Triângulo Mineiro, states of Minas Gerais and São Paulo, Southeastern Brazil. *Checklist*, vol. 4, no. 3, pp. 349-357
- NOGUEIRA, C., 2006. Diversidade e padrões de distribuição da fauna de lagartos do Cerrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. 295p. Tese de Doutorado em Ecologia.
- NOGUEIRA, C., COLLI, G.R., COSTA, G.C. and MACHADO, R.B., 2010. Diversidade de répteis Squamata e evolução do conhecimento faunístico no Cerrado. In: I.R. DINIZ, J. MARINHO-FILHO, R.B. MACHADO, and R.B. CAVALCANTI, eds. *Cerrado: conhecimento científico quantitativo como subsídio para ações de conservação*. Brasília: Universidade de Brasília, pp. 331-371.
- NOGUEIRA, M.R., LIMA, I.P., MORATELLI, R., TAVARES, V.C, GREGORIN, R., PERACCHI A.L., 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List*, vol. 10, no. 4, pp. 808-821.
- PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A., RYLANDS, A.B., HERRMANN, G., AGUIAR, L.M., CHIARELLO, A.G., LEITE, Y.L.R., COSTA, L.P., SICILIANO, S., KIERULFF, M.C.M., MENDES, S.L., TAVARES, V.C., MITTERMEIER, R.A. and PATTON, J.L., 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. 2nd ed. *Occasional Papers in Conservation Biology*, 206p.
- PASSAMANI, M. and FERNANDEZ, F.A.S., 2011. Abundance and richness of small mammals in fragmented Atlantic Forest of Southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, vol. 45, no. 9-10, pp. 553-565
- PIACENTINI, V.Q., ALEIXO, A., AGNE, C.E. MAURÍCIO, G.N. PACHECO, J.F. BRAVO, G.A. BRITO, G.R.R. NAKA, L.N. OLMO, F. POSSO, S. SILVEIRA, L.F. BETINI, G.S. CARRANO, E. FRANZ, I. LEES, A.C. LIMA, L.M. PIOLI, D. SCHUNCK, F. AMARAL, F.R. BENCKE, G.A. COHN-HAFT, M. FIGUEIREDO, L.F.A. STRAUBE F.C. and CESARI, E., 2015. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology*, vol. 23, no. 2, pp. 90-298.
- PARDINI, R., FARIA, D., ACCACIO, G.M., LAPS, R.R., MARIANNO-NETO, E., PACIENCIA, M.L.B.,

- DIXO M. and BAUMGARTEN, J., 2009. The challenge of maintaining biodiversity in the Atlantic forest: a multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agroforestry mosaic in southern Bahia. *Revista de Biología Tropical*, vol. 60, no. 3, pp. 1335-1343
- PAVAN, D., 2007. Assembleias de répteis e anfíbios do Cerrado ao longo da bacia do rio Tocantins e o impacto do aproveitamento hidrelétrico da região na sua conservação. São Paulo: Universidade de São Paulo. 414p. Tese de doutorado em ciências.
- PINHEIRO, M.H.O. and MONTEIRO, R., 2010. Contribution to the discussions on the origin of the Cerrado biome: Brazilian savanna. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 70, no. 1, pp. 95-102.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. and BRIDGEWATER, S., 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of botany*, vol. 80, no. 3, pp. 223-230.
- REDFORD, K.H. and FONSECA, G.A.B., 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non volant mammalian fauna. *Biotropica*, vol. 18, no. 2, pp.126-135.
- RECORDER, R. and NOGUEIRA, C., 2007. [acesso 19 Novembro 2016]. Composição e diversidade de répteis na região sul do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Brasil Central. *Biota Neotropica*. vol.7, no.3, [online]. <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?inventory+bn01107032007>
- SAWAYA, R. J., MARQUES, O.A.V. and MARTINS, M., 2008. [acesso 19 novembro 2016]. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo State, southeastern Brazil. *BiotaNeotropica*, vol.8, no.2, [online]. <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?inventory+bn01308022008>.
- SEGALLA, M.V., CARAMASCHI, U., CRUZ, C.A.G., GRANT, T., HADDAD, C.F.B., LANGONE, J.A. and GARCIA, P.C.A., 2014. Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetologia Brasileira*, vol. 3, no. 2, pp. 37-48.
- SILVA, J.M.C., 1995. Birds of the Cerrado region. South America. *Steenstrupia* vol.21, n. 1, pp. 69-92.
- SILVA, J.M.C., and BATES, J.M., 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot The Cerrado, which includes both forest and savanna habitats, is the second largest South American biome, and among the most threatened on the continent. *BioScience*, vol. 52, no. 3, pp. 225-234.
- SILVA JR., N.J., CINTRA, C.E.D., SILVA, H.L.R., COSTA, M.C., SOUZA, C.A., PACHÊCO JR., A.A. and GONÇALVES, F.A., 2009. Herpetofauna, Ponte de Pedra Hydroelectric Power Plant, States of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil. *CheckList*, vol. 5, no. 3, pp. 518-525.
- UMETSU, F., PARDINI, R., 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats— evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landscape Ecology*, v. 22, n. 4, pp. 517-530.
- VALADÃO, R.M., 2012. As aves da Estação Ecológica Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica*, vol.12, no.3, pp. 263-281.
- VALDUJO, P.H., CAMACHO, A., RECORDER, R.S., TEIXEIRA, J.R., GHELLERE, J.M.B., MOTT, T., NUNES, P.M.S., NOGUEIRA, C. and RODRIGUES, M.T., 2011. Anfíbios da estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, região do Jalapão, Estados do Tocantins e Bahia *Biota Neotropica*, vol. 11, no.1, pp. 251-262.
- VANZOLINI, P.E., 1976. On the lizards of a Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoogeographical implications (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia*, vol. 29, no. 16, pp. 111-119.
- VAZ-SILVA, W., GUEDES, A.G., AZEVEDO-SILVA, P.L., GONTIJO, F.F., BARBOSA, R.S., ALOISIO, G.R. and OLIVEIRA, F.C.G., 2007. Herpetofauna, Espora Hydroelectric Power Plant, state of Goiás, Brazil. *Check List*, vol. 3, no. 4, pp. 338-345. 🌿









YASMINE ANTONINI
BREHNA MELO
DYANA BARROS DE FARIA
GRAZIELLA FRANÇA MONTEIRO
GUSTAVO JUNIOR ARAÚJO
JOICE P.V. MARTINS
STELLA BIONDI

8. A importância da restauração das florestas na manutenção da comunidade de invertebrados: um caso de sucesso em Volta Grande

A conversão de florestas tropicais por atividades humanas a outros sistemas de uso da terra é um dos maiores impactos sobre a biodiversidade (Laurance et al., 2002) uma vez que uma comunidade pode ser estruturada em função de distúrbios naturais ou antropogênicos, alterando os habitats, que podem passar a ocorrer em fragmentos (Townsend et al., 2006). O efeito da fragmentação nas espécies tem sido investigado em diferentes áreas geográficas e com distintos táxons.

Os invertebrados compreendem o grupo mais numeroso dentro do reino animal e têm uma enorme importância na sustentabilidade de qualquer ecossistema, uma vez que desempenham tarefas distintas (polinizadores, predadores, parasitas, etc.), contribuindo para a manutenção do equilíbrio ambiental. Devido à sua grande capacidade de adaptação, ocuparam todos os ambientes e por isso puderam se diversificar.

A distribuição dos diversos grupos de invertebrados é bem menos conhecida que a dos vertebrados, e a informação disponível está em geral menos sistematizada. Esses organismos desempenham importantes funções ecológicas, como a polinização, predação de insetos praga e a ciclagem de nutrientes (Pik et al., 2002; Dixon, 2009; Pocock et al., 2012). Avaliar o papel da restauração ambiental sobre a fauna de invertebrados é muito importante. A restauração da comunidade de invertebrados pode, entretanto, ser mais lenta do que a de plantas. De acordo com Woodcock (2012 e Racz et al., 2013), a restauração da comunidade de invertebrados pode, entretanto, ser mais lenta do que a de plantas.

A restauração, por natureza, altera a meso-paisagem, e as alterações na configuração da paisagem podem ter influências importantes sobre a reconstituição da fauna. A heterogeneidade de habitats (diferenças de composição entre as manchas de floresta) moldam a estrutura das assembleias dos invertebrados (Stoner & Lewis, 1985; Wiens, 1995) e pode ser especialmente importante durante a restauração (Palmer et al., 1997; Armitage et al., 2013).

Apresentamos neste capítulo os resultados dos estudos feitos com invertebrados que englobam estudos sobre abelhas e vespas que utilizam cavidades pré-existentes, formigas arborícolas, invertebrados de solo, invertebrados capturados com armadilha de interceptação de voo e, ainda, um interessante estudo sobre o papel desses invertebrados na dieta de uma espécie de sapo.

Os estudos sobre abelhas e vespas mostraram que o maior número de espécies registradas ocorreu na área Nativa (S=13), embora esses resultados não tenham sido muito diferentes do que foi encontrado para as áreas Figueira e Delta (S=12 e S=11), respectivamente. O que demonstra que essas áreas restauradas, embora apresentem fortes pressões das monoculturas adjacentes,

ainda conseguiram recuperar um número de espécies semelhante à comunidade de abelhas e vespas solitárias da área nativa. Já nas áreas Santa Bárbara e Noboro, o número de espécies registradas foi menor ($S=9$ e $S=5$, respectivamente) (Figura 1). A largura das matas restauradas certamente foi um fator muito importante para esses resultados, visto que Figueira e Noboro apresentaram reflorestamentos com 100 metros de largura. Para Santa Bárbara e Noboro, estes valores eram de apenas 30 metros, áreas mais estreitas estão mais sujeitas ao efeito de perturbações externas, como o calor, que pode afetar a disponibilidade de recursos nestes locais e alterar as suas condições ambientais, o que pode refletir diretamente na comunidade de insetos. A presença desses dois grupos de invertebrados demonstra que estes ambientes estão fornecendo condições para que as espécies ocupem os novos habitats criados. Por outro lado, a presença de abelhas garante a polinização, possibilitando a reprodução das espécies vegetais existentes e o fornecimento de frutos para outras espécies da fauna. As vespas, por sua vez, contribuem com outro serviço, que também está sendo recuperado – o controle populacional de outros invertebrados através da predação - ao capturarem baratas, lagartas e aranhas.

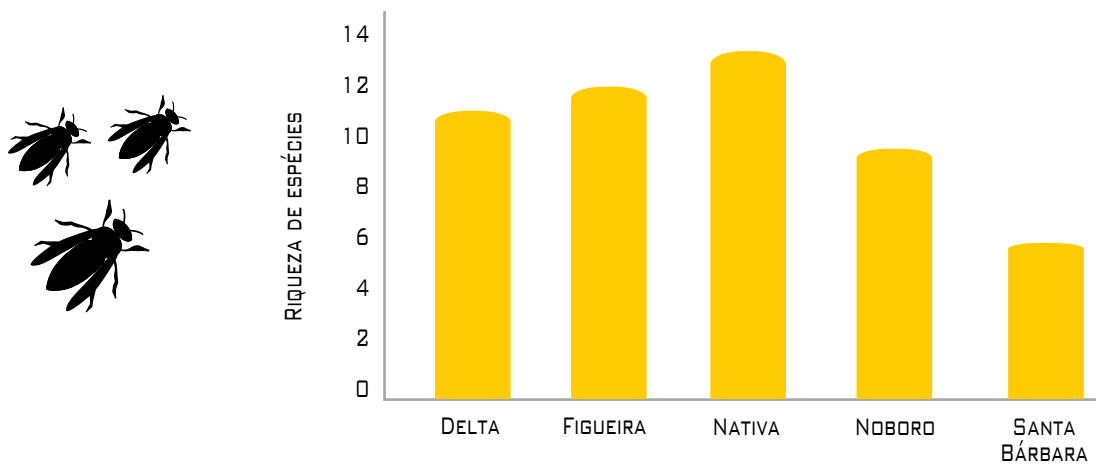


Figura 1: Riqueza de espécies de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em matas ciliares restauradas na Usina Hidrelétrica de Volta Grande.

Outro grupo muito importante na manutenção dos processos ecológicos de florestas restauradas é o grupo dos invertebrados de solo. Nas matas ciliares, esses organismos encontram as condições necessárias para o estabelecimento de suas populações, como pH, disponibilidade de água e nutrientes, através da serapilheira depositada nos solos. Nas áreas estudadas consideramos que a fauna de invertebrados de solo atingiu um nível de complexidade comparável ao de florestas nativas, mesmo nas áreas mais novas, com 10 anos de recuperação. Na figura 2, pode-se ver que os valores de abundância (a) e de riqueza (b) de organismos são muito semelhantes. Grupos importantes como o dos besouros detritívoros e das aranhas apareceram em todas as áreas.

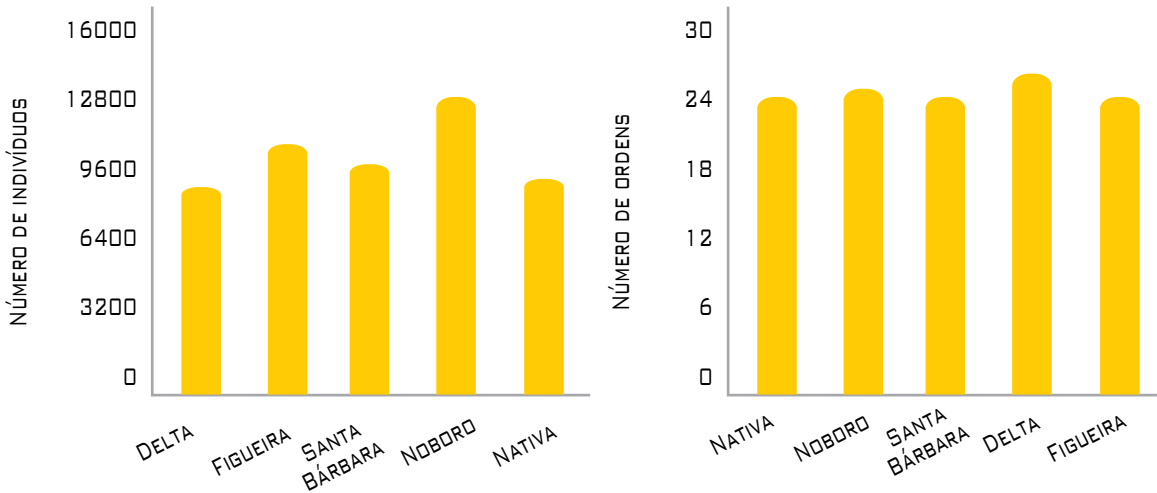


Figura 2: Abundância (a) e riqueza (b) das ordens de invertebrados de solo capturadas nas áreas de mata ciliar restauradas na Usina Hidrelétrica de Volta Grande.

Utilizando uma outra metodologia de amostragem da fauna de artrópodes – na tentativa de capturar organismos que voam – usamos armadilhas de interceptação de voo do tipo Malaise em três das cinco áreas estudadas. O número de organismos capturados (36688) em um curto período (apenas 14 dias) impressiona (Figura 3). Esses organismos foram classificados em 18 ordens, incluindo abelhas e vespas, moscas, besouros, borboletas e mariposas. A área que apresentou maior abundância total de artrópodes foi a Santa Bárbara, com 17823, seguida pela Noboro e Nativa (N=10075 e 8790). Em relação à diversidade total de ordens, Noboro possui maior diversidade (N=18), seguida por Santa Bárbara e Nativa (N=17 e 16).

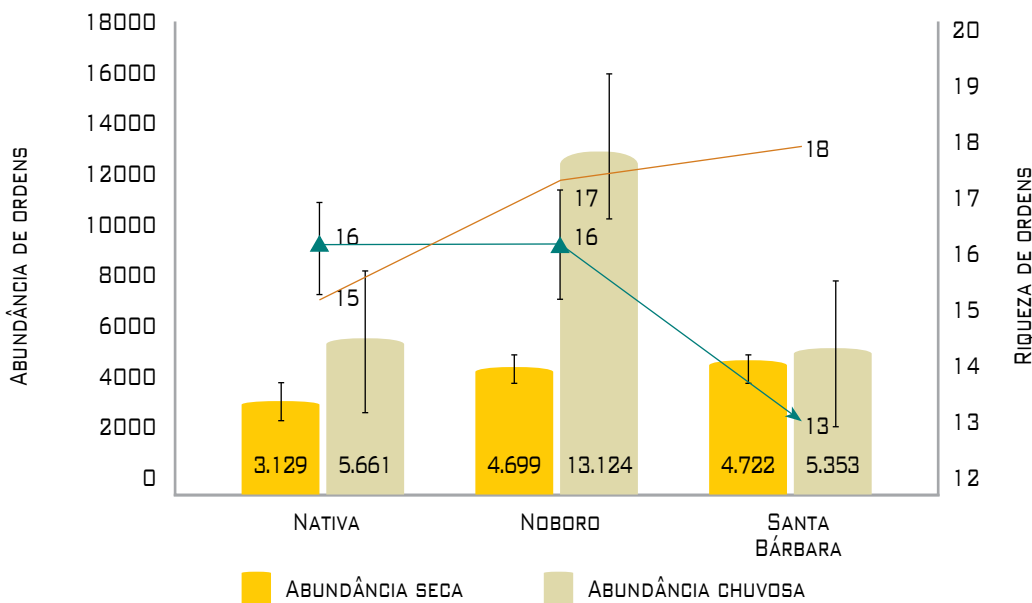


Figura 3: Riqueza e abundância de ordens de artrópodes capturados com armadilha de interceptação de voo - armadilha Malaise, em dois períodos sazonais, em três áreas no entorno do Reservatório de Volta Grande.

As formigas constituem um dos grupos de insetos mais importantes em florestas tropicais, por seu papel como “engenheiras”. Elas têm uma influência forte nos ecossistemas, visto que são importantes na incorporação de nutrientes ao solo e na sua aeração (Silva et al., 2011). Além de apresentar diversas guildas alimentares, como por exemplo, predadoras, nectarívoras e micófagas, atuam na estruturação das comunidades. Entre os gêneros de formigas, *Camponotus* e *Atta* normalmente são mais abundantes, principalmente em áreas degradadas (Ramos et al., 2003), sendo estas classificadas como nectarívoras e micófagas respectivamente. Em nosso estudo, encontramos 50 morfoespécies e 7688 indivíduos distribuídos em 16 gêneros. As espécies mais abundantes foram *Atta* sp1, *C. crassus*, *C. melanoticus* e *C. balzani*. Gêneros de outras guildas alimentares também foram encontrados, como *Ectatomma*, que tem relação com os nectários extraflorais e, *Pachycondyla* que a apresenta o comportamento de predação. Assim, nas áreas estudadas, as florestas restauradas estão mantendo uma comunidade de formigas bastante importante para a manutenção dos processos ecológicos.

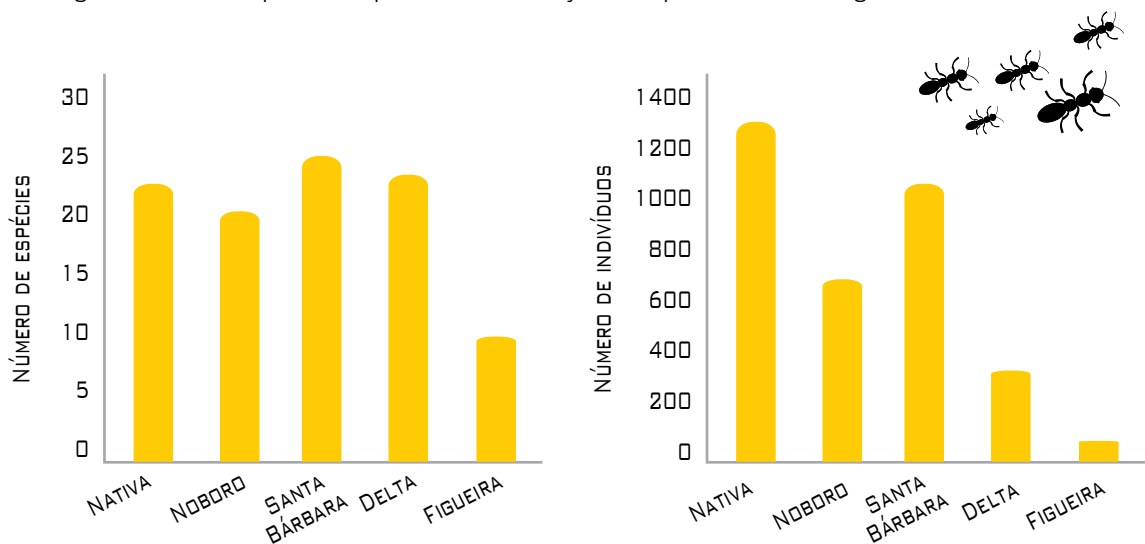


Figura 4: Abundância (a) e riqueza (b) de formigas no entorno do reservatório de Volta Grande

Os invertebrados ainda se apresentam como importante elo nas cadeias alimentares, pois servem de alimento para vários grupos da fauna de vertebrados. Nos nossos estudos, verificamos, em particular, uma grande quantidade de invertebrados no trato digestivo do sapo cururu (*Rhinella schneideri*). Essa espécie tem ampla distribuição na América do Sul (Aquino et al., 2004), resistentes a impactos antrópicos, sendo comumente encontradas em áreas urbanas, podendo chegar a densidades populacionais altas nestes espaços. Ela é considerada generalista tanto em relação ao habitat quanto em relação ao consumo de recursos. Essa espécie foi encontrada em todas as áreas amostradas no entorno do RVG e, por isso, foi escolhido para o estudo de dieta.

No conteúdo estomacal das *R. schneideri* encontramos 18 classes de invertebrados. Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera e Miriapoda foram as categorias de itens alimentares mais representativos na dieta do anuro, correspondendo a 97% da dieta (Figura 5). As demais categorias não compuseram mais que 3% do total da dieta: Diptera, Tricoptera, Araneae, Blatodea, Chilopoda, Lepdoptera, Ortoptera, Anelidae, Acaridae e Isopoda.

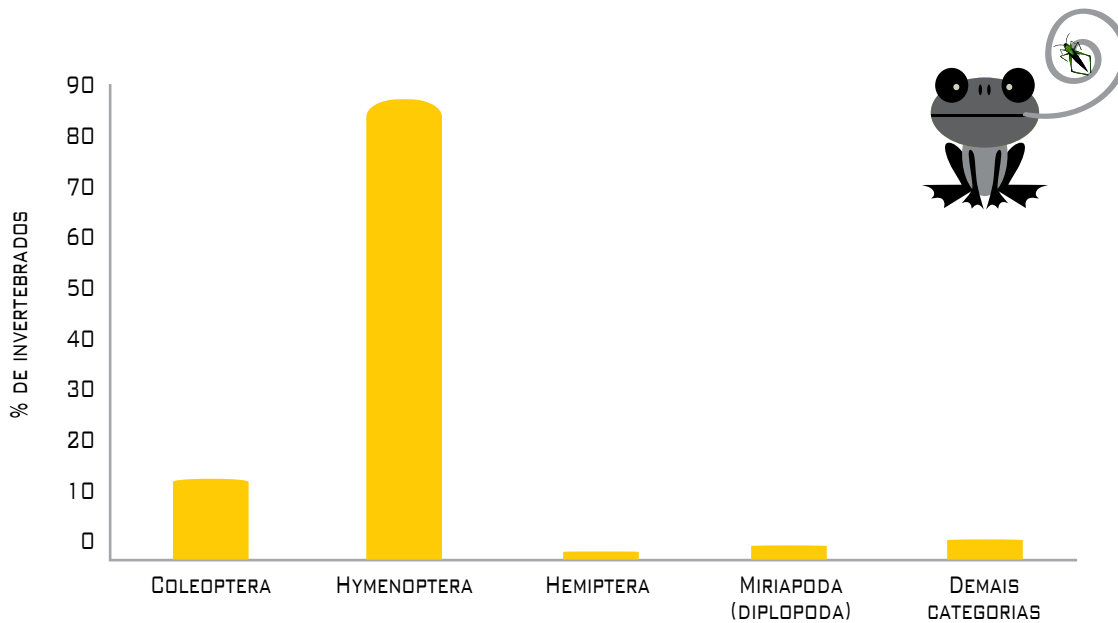


Figura 5: Composição (%) das categorias de itens alimentares na dieta de *R. schneideri* nas áreas amostrais nas faixas de mata ciliar no entorno da Represa de Volta Grande, na região de Uberaba, MG. *Demais categorias: Diptera, Tricoptera, Araneae, Blatodea, Chilopoda, Lepdoptera, Ortoptera, Anelidae, Acaridae e Isopoda.


Hymenoptera (Formicidae) pode ser considerado o principal item alimentar na dieta de *R. schneideri*, apresentando o maior Índice de Valor de Importância, com uma média de aproximadamente 90%. Apesar de sua grande amplitude de itens alimentares (18 itens), *R. schneideri* pode ser considerada especialista no consumo de formigas, uma vez que existe o consumo deste item em proporções maiores do que a disponibilidade do ambiente (TOFT, 1980).

Formigas têm um baixo valor calórico e proteico (Anderson & Smith, 1998), por seu tamanho reduzido e quantidade de exoesqueleto, mas deve-se levar em consideração que ocorrem agrupadas na natureza, constituindo o grupo de insetos sociais mais amplamente distribuído e numericamente abundante (Silvestre, 2000), de forma que existe pouco gasto para capturar grandes quantidades (Batista et al., 2011).

Coleoptera teve o segundo maior valor de Índice de Valor de Importância, mostrando que também se trata de um importante item na dieta dessa espécie. Coleópteros compõem o grupo de invertebrados mais abundante da natureza, são presas maiores, com um maior teor de proteínas quando comparado a outros invertebrados (Anderson & Smith, 1998), além de serem noturnos, o que corresponde ao horário de pico de forrageamento dos anuros (Smith & Bragg, 1949).

Rhinella schneideri se mostrou um anuro generalista que come principalmente o que for mais abundante no ambiente. Como pode ser visto em nossos resultados, a abundância de invertebrados tanto no entorno do RVG, quanto no conteúdo estomacal destes anuros foram diretamente relacionadas, sendo Hymenoptera e Coleoptera as classes que apresentaram maior abundância em ambos os casos.

Referências bibliográficas

- ANDERSON, J.T. and SMITH, L.M., 1998. Protein and Energy Production in Playas: Implications for Migratory Bird Management. *Wetlands*, vol. 18, no. 3, pp. 437-446.
- AQUINO, L., REICHLER, S., COLLI, G., SCOTT, N., LAVILLA, E. and LANGONE, J., 2004. [acesso 17 Novembro 2015]. *Rhinella schneideri*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T54755A11200129.en>
- Armitage et al. 2013
- BATISTA, R.C., DE-CARVALHO, C.B., FREITAS, E.B., FRANCO, S.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A. and FARIA, R.G., 2011. Diet of *Rhinella schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) in the Cerrado, Central Brazil. *Herpetology Notes*, vol. 4, pp. 17-21.
- DIXON, K.W., 2009. Pollination and restoration. *Science*, vol. 325, no. 5940, pp. 571-573.
- LAURANCE, WF; LOVEJOY, TE; VASCONCELOS, HL; BRUNA, EM; DIDHAN, RK; STOUFFER, FC; GASCON, C; BIERRAGAARD, RO; LAWRENCE, SG E SAMPAIO, EE. 2002. Ecosystem decay of amazonian Forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, vol. 16, no. 3, pp. 605-618.
- Palmer et al 1997
- PIK, A.J., DANGERFIELD, J.M., BRAMBLE, R.A., ANGUS, C. and NIPPERESS, D.A., 2002. The use of invertebrates to detect small-scale habitat heterogeneity and its application to restoration practices. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 75, no. 2, pp. 179-199.
- POCOCK, M.J., EVANS, D.M. and MEMMOTT, J., 2012. The robustness and restoration of a network of ecological networks. *Science*, vol. 335, no. 6071, pp. 973-977
- Racz et al. 2013
- RAMOS, L.S., BUENO, O.D., DELABIE, C.H., RAMOS, L.S., LACAU, S., 2003. Dinâmica de forrageamento em condições naturais em *Cyphomyer transversus* Spinola 1851. (Myrmicinae: Attini). In: *Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia*. Florianópolis, SC, pp. 281-284.
- SILVA, R.C.S., ALMEIDA, J.C.R., BATISTA NETO, P.F., 2011. Os indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais. São Paulo: Universidade de Taubaté. 13 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais.
- SILVESTRE, R., 2000. Estrutura de Comunidades de Formigas no Cerrado. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 61p. Tese de Doutorado em Ciências.
- SMITH, C.C. and BRAGG, A.N., 1949. Observations on the Ecology and Natural History of Anura: VII. Food and feeding habits of the common species of toads in Oklahoma. *Ecology*, vol.30, no.3, pp.333-349.
- Stoner & Lewis 1985
- TOFT, C.A., 1980. Feeding Ecology of Thirteen Syntopic Species of Anurans in a Seasonal Tropical Environment. *Oecologia*, vol. 45, no. 1, pp. 131-141.
- TOWNSEND, C.R., BEGON, M. AND HARPER, J.P., 2006. *Fundamentos em Ecologia*. 2ª ed., Porto Alegre: ARTMED, pp. 592.
- Watts et al. 2008
- Wiens 1995
- Woodcock et al. 2010
- WOODCOCK, B.A., BULLOCK, J.M., MORTIMER, S.R. and PYWELL, R.F., 2012. Limiting factors in the restoration of UK grassland beetle assemblages. *Biological Conservation*, vol. 146, no. 1, pp. 136-143. . 











MARIA CRISTINA T. BRAGA MESSIAS
YASMINE ANTONINI
ALESSANDRA RODRIGUES KOZOVITS

9. Indicadores de sucessão: como medir o sucesso de um programa de restauração ambiental

A restauração ecológica é um processo assistido de recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. O objetivo mais importante da restauração é criar um ecossistema autossustentável, que seja resiliente a perturbações, sem que haja necessidade de novas intervenções. Mas como medir o grau de autossustentabilidade? Vários autores vêm sugerindo que o sucesso da restauração pode ser medido pelas características da vegetação (Wilkins et al., 2003), diversidade de espécies (McCoy & Mushinsky, 2002), ou mesmo utilizando os processos ecológicos (Rhoades et al., 1998). Outros autores sugerem uma abordagem mais integrada, que inclui muitas variáveis (indicadores de sucessão) para o melhor entendimento do sucesso da restauração (SER, 2004).

Então, os indicadores de sucessão são importantes para avaliar a efetividade de processos adotados para recuperação de áreas degradadas no restabelecimento dos serviços ecossistêmicos (Balvanera et al., 2006). Compreender a dinâmica de recuperação das florestas é de fundamental importância para a proposição de medidas de manejo para melhor eficiência desse processo (Alves & Metzger, 2006), minimizando impactos na biodiversidade, no ambiente e na qualidade de vida humana. Dessa forma, neste capítulo apresentamos diversos indicadores de sucessão para medir e comparar o sucesso da restauração ambiental nas cinco unidades estudadas no âmbito do projeto PROCILIAR, no entorno do reservatório da Represa de Volta Grande.

Para isso, utilizamos a riqueza e abundância de plantas e animais, índices de diversidade, indicadores de produtividade passíveis de serem comparados com outros remanescentes pertencentes à mesma fitofisionomia.

Índices e Indicadores biológicos

A recuperação das áreas degradadas tem recebido, a cada dia, crescente destaque. A restauração florestal depende da dinâmica das populações na floresta, em um fenômeno conhecido como sucessão ecológica. A sucessão é um processo pelo qual a composição das espécies se altera ao longo do tempo até atingir um equilíbrio dinâmico e autossustentável (Connel & Slatyer, 1977). Concomitantemente, propriedades físico-químicas e biológicas de solo, assim como interações entre animais, plantas e microrganismos, fluxos de nutrientes, carbono e água (chamados de fluxos ecossistêmicos), entre outras características, são também alterados.

Para avaliar se os objetivos propostos para áreas em processo de recuperação foram atingidos ou se há a necessidade de novas medidas de conservação e manejo nas mesmas são utilizados os indicadores de sucessão (Rodrigues & Gandolfi, 2009). Esses indicadores geram informações úteis

e servem como instrumento de política e planejamento de ações para gestores das áreas e para o conhecimento da comunidade sobre a sua influência.

Com relação à vegetação, vários critérios têm sido usados como indicadores de sucessão, como o banco de sementes do solo, aspectos da regeneração natural, composição florística e de grupos funcionais, atributos fitossociológicos, assim como a produção de serapilheira. Esses atributos são descritos como bons indicadores para avaliar a restauração de ecossistemas (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Martins, 2001). Com relação à fauna, além da riqueza e abundância, podemos utilizar também a presença de determinadas espécies que respondam de forma positiva – ou negativa, às alterações ambientais que ocorrem ao longo do processo de sucessão. Esses indicadores refletem, ainda, a estrutura da comunidade (número e densidade de animais e plantas) ou a diversidade de espécies ou dos grupos funcionais de plantas e animais, dentre outros. Compreender como esses processos ocorrem nestas áreas é extremamente importante para a conservação e o manejo destas florestas, além de corroborar para o entendimento de distúrbios e processos de sucessão em outras áreas impactadas

Com os resultados dos estudos desenvolvidos nas cinco áreas alvo do projeto PROCILIAR, podemos agora mostrar em qual o estado de conservação ou estágio sucessional essas áreas se enquadram, utilizando esses indicadores de sucessão.

Índices e classificação das espécies arbóreas

Os indicadores de sucessão das florestas foram obtidos pela estimativa da densidade, frequência, dominância e valor de importância das espécies arbóreas (Mueller-Dombois & Elleberg, 1974). Foram também estimados os índices de diversidade, sendo estes comparados com os obtidos em outras áreas florestais regionais.

As espécies arbóreas inventariadas foram classificadas de acordo com a forma pela qual dispersam seus frutos ou sementes (síndromes de dispersão), cujas características estão sumarizadas na Tabela 1. Uma grande variedade de síndromes de dispersão é esperada em florestas que estão mais maduras, refletindo uma maior riqueza de espécies de plantas. Estudos sobre a dispersão de sementes nas florestas constituem uma ferramenta importante para a conservação, uma vez que esclarecem sobre a dinâmica reprodutiva das plantas, suas interações com fatores bióticos (animais) e abióticos e seu processo de regeneração (Pijl, 1982). Essas espécies foram também classificadas quanto ao grupo funcional em (para saber mais sobre veja cap 10): pioneira, secundária inicial e secundária tardia, como sugerido por Gandolfi (1991) e Leitão Filho et al. (1993), cujas características estão sumarizadas na Tabela 2. Esses estudos foram baseados em dados disponíveis na literatura e em observações feitas durante os trabalhos de campo.

Tabela 1. Síndromes de dispersão (Pijl 1982)

Síndrome	Agente dispersor
Anemocoria	Vento
Zoocoria	Animais
Autocoria	Mecanismos da própria planta

Tabela 2. Características das espécies de árvores nos diferentes grupos sucessionais, de acordo com Gandolfi (1991) e Leitão Filho et al. (1993).

Características	Pioneira	Secundárias iniciais	Secundárias Tardias	Climácicas
Crescimento	Muito rápido	Rápido	Médio	Lento
Tolerância à sombra	Muito intolerante	Intolerante	Tolerante quando juvenil	Tolerante
Tempo de vida (anos)	Menos de 10	10-25	25-100	Mais de 20
Início de frutificação (anos)	1-5	5-10	10-20	Mais de 20
Síndromes de dispersão principais	Anemocoria/ Zoocoria	Zoocoria/ Anemocoria	Zoocoria	Zoocoria
Ocorrência	Capoeiras, bordas de mata	Florestas secundárias, pequenas clareiras	Florestas primárias e secundárias	Florestas primárias e secundárias em estágio avançado de sucessão.

Nas áreas amostradas, foram inventariadas 844 árvores, o que equivale a uma densidade de 1407 indivíduos/ha. Essa densidade é comparável com outras florestas do bioma Cerrado, incluindo as matas ciliares (Felfili et al., 1997, 2002; Rodrigues & Leitão Filho, 2004).

O levantamento florístico identificou uma grande diversidade vegetal, consistindo de 125 espécies reunidas em 39 famílias botânicas (Tabela 3). Uma vez que o reflorestamento foi realizado com 30 espécies arbóreas, pode-se inferir que houve um incremento significativo da riqueza (número de espécies) nos reflorestamentos avaliados. As espécies mais abundantes ou dominantes nos reflorestamentos estão ilustradas na Figura 1.

Um fato que ocorre ao longo do processo de sucessão é a mudança na proporção das espécies com as diferentes formas de dispersão de propágulos. As sementes das espécies pioneiras frequentemente se dispersam pelo vento, também chamadas de anemocóricas. Portanto, inicialmente ocorre uma maior proporção de espécies anemocóricas do que em estágios mais avançados de sucessão. Por outro lado, as espécies secundárias comumente produzem frutos e sementes dispersas por animais (zoocóricas). Além desse fato, ao longo do processo de sucessão, a chegada de sementes de espécies anemocóricas tende a diminuir, uma vez que as próprias árvores passam a ser um obstáculo ao fluxo do vento. Portanto, nas áreas com mais tempo de plantio houve uma tendência de aumentar a proporção de espécies zoocóricas (Keenan et al.,





1997). No entanto, vários estudos evidenciam que em florestas tropicais a proporção de espécies zoocóricas é a mais expressiva (Tabarelli & Peres, 2002). Nas áreas reflorestadas, encontramos ainda uma alta abundância e riqueza de espécies zoocóricas, reflexo das espécies inicialmente plantadas (com grande proporção de zoocóricas), mas também é o reflexo da grande riqueza e abundância de dispersores (veja cap grupos funcionais) presentes na área estudada.

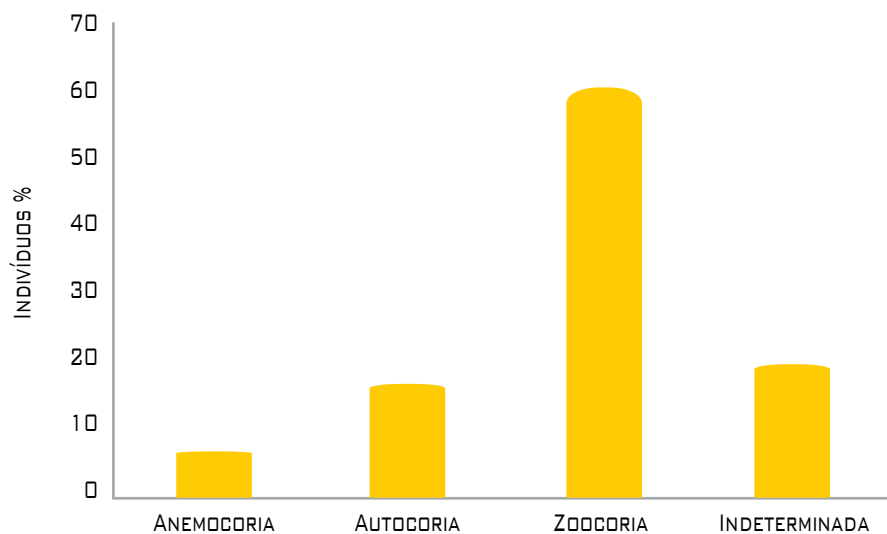


Figura 2: Distribuição das síndromes de dispersão de diásporos nas áreas de matas ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande. SB=Santa Barbara, NO=Noboro, DEL=Ponte Anhanguera (Delta), FIG=Figueira. NAT=Nativa.

Outro importante indicador, ainda pouco usado, diz respeito às síndromes de polinização. Em florestas maduras a riqueza de síndromes normalmente é alta e contempla todos os grupos, conforme sugerido por Faegri e van der Pijl, (1979). Nas áreas estudadas verificamos uma maior riqueza de síndromes nos fragmentos restaurados há mais tempo (Martins & Antonini, 2016).

A classificação das espécies em estágios sucessionais é importante para caracterizar a dinâmica da floresta. Espécies pioneiras são aquelas que se estabelecem primeiro no ambiente. Já as espécies secundárias se estabelecem posteriormente, quando a floresta apresenta algum grau de sombreamento. Plantios mais novos, em fase inicial de desenvolvimento, normalmente possuem maior proporção e recrutamento de espécies pioneiras e invasoras, já que elas são adaptadas à maior incidência de luz (Gandolfi, 1991; Leitão Filho et al., 1993). De forma geral, neste estudo realizado, a maior parte das espécies identificadas é pioneira, ou seja, típica de estágios iniciais de regeneração.

Além da riqueza de espécies (Figura 1), a diversidade e equabilidade (Figura 3) estimadas para os fragmentos estudados são comparáveis à riqueza de outros trechos de florestas ciliares do bioma cerrado (Felfili et al., 1997, 2002), indicando a eficiência dos reflorestamentos implantados.

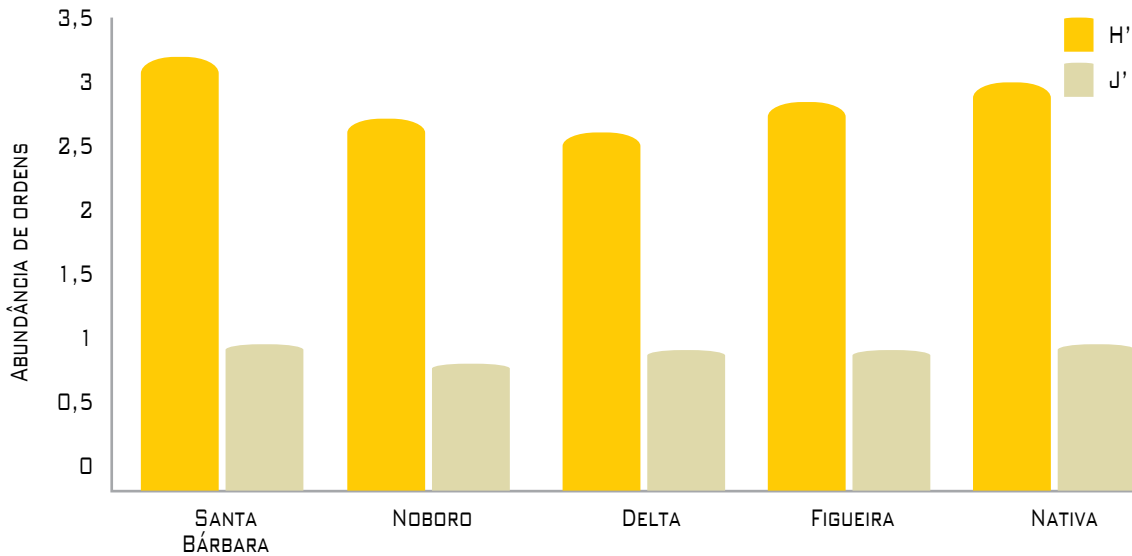


Figura 3: Diversidade estimada pelo Índice de Shannon (H'), e Equabilidade de Pielou (J') nos diferentes trechos reflorestados. SB=Santa Barbara, NO=Noboro, DEL=Ponte Anhanguera (Delta), FIG=Figueira. NAT=Nativa.

De forma semelhante, a densidade de plantas (Figura 4), assim como a dominância (estimativa da biomassa aérea pela área basal) (Figura 5) também apontam a efetividade dos reflorestamentos ciliares implementados no Reservatório de Volta Grande na conservação e restauração ambiental. Estes valores são comparáveis ou superiores a outros trechos florestais do cerrado e de matas ciliares, incluindo o fragmento usado como referência (Nativa).

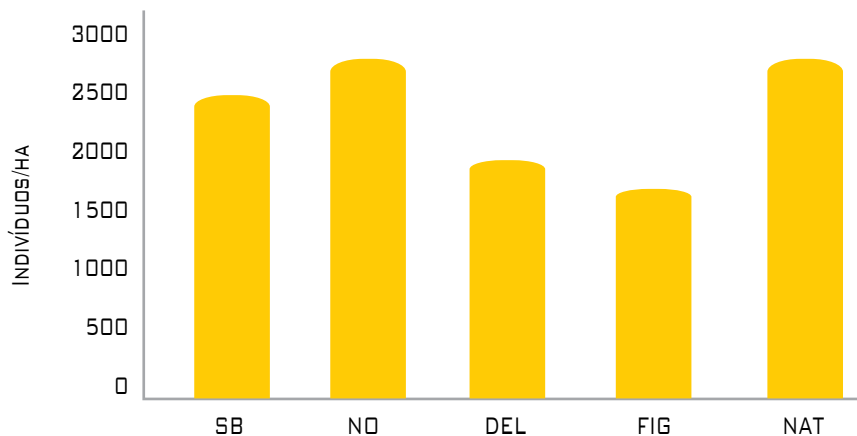


Figura 4: Densidade de árvores nos reflorestamentos estudados (indivíduos/ha). SB=Santa Barbara, NO=Noboro, DEL=Ponte Anhanguera (Delta), FIG=Figueira. NAT=Nativa.

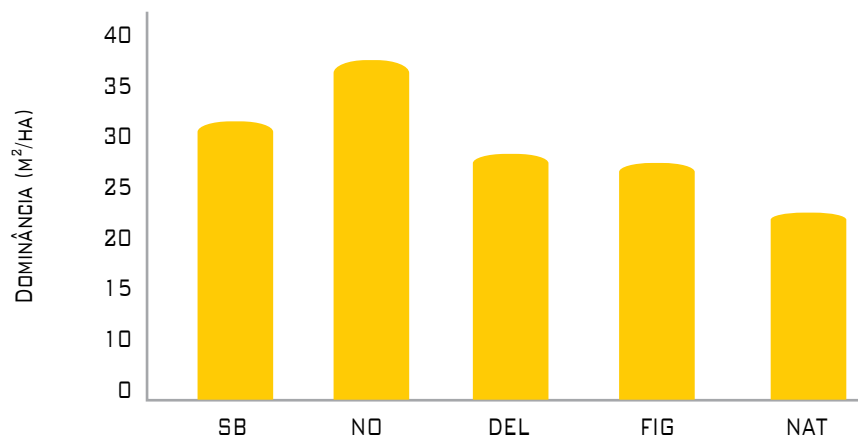


Figura 5: Dominância (biomassa) estimada pela área basal das árvores (m²/ha), nos reflorestamentos estudados. SB = Santa Bárbara, NO = Noboro, DEL = Delta, FIG = Figueira e NAT = Nativa.

Reflorestamentos promovem uma série de transformações no ambiente físico (solo, microclima) e na biota, como na supressão de espécies invasoras dominantes (Modna, 2010), além de prover habitat e recursos para dispersores de sementes (Camus et al., 2006), que, por sua vez, promovem a colonização do sub-bosque por espécies nativas. Dessa forma, se bem planejado e conduzido, as espécies florestais plantadas desempenham, no sistema, o mesmo papel de espécies pioneiras sob condições naturais (Silva Júnior et al., 1995). Vários estudos têm demonstrado que reflorestamentos facilitam a regeneração natural da vegetação nativa por meio do favorecimento da germinação e do estabelecimento de plântulas, de melhorias do solo e do aumento da complexidade biológica estrutural do habitat (Engel & Parrotta, 2003; Carneiro & Rodrigues, 2007).

Os indicadores de efetividade do reflorestamento podem servir como subsídio ao manejo e intervenção nas áreas reflorestadas no sentido de auxiliar e até mesmo garantir o sucesso do processo de reflorestamento do entorno do reservatório. Medidas para redução do impacto antrópico em algumas áreas são fundamentais para que o processo de sucessão possa ocorrer de forma eficiente.

Indicador de produtividade

Serapilheira é o nome dado à camada de materiais biológicos em diferentes estágios de decomposição na superfície do solo. Em geral, as folhas são o constituinte principal desta camada. A quantidade depositada sobre o solo (produção de serapilheira) e sua decomposição são processos essenciais na restauração e manutenção da fertilidade e da estruturação do solo, sendo há décadas indicados para avaliar o estado de conservação ambiental de fragmentos florestais nativos ou reflorestados (Jordan & Kline, 1972). Esses processos constituem a principal via de fornecimento de nutrientes para a própria vegetação e inúmeros outros organismos de solo (Souza et al., 2001) e podem ser fortemente influenciados pela qualidade química das folhas (Kozovits et al., 2007; Terror et al., 2011), ou seja, dependem em parte da diversidade funcional de plantas existentes no ambiente. Por outro lado, segundo Martins (2007), o acúmulo de serapilheira e o tempo

necessário para a sua decomposição em comunidades sucessionais, podem afetar a substituição de espécies, densidade e diversidade e, desta forma alterar a estrutura da comunidade.

Um indicador de que o reflorestamento está se recuperando é a volta dos nutrientes do solo para as plantas através da ciclagem de nutrientes, que tem início com a deposição e decomposição da serapilheira, e posteriormente a disponibilidade desses nutrientes, novamente, para as plantas (Martins, 2007). Quanto maior a produtividade (produção de serapilheira em determinada área e em determinado período de tempo, expressa em geral por $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}$ ou $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}$), maior a probabilidade de devolução de nutrientes ao solo, embora a velocidade desta devolução dependa de outros fatores, como a qualidade química da serapilheira, da ação dos agentes decompositores e do microclima. Assim, produção de serapilheira em um fragmento florestal não permite, sozinha, uma avaliação completa do estágio sucessional ou da sustentabilidade do fragmento. Um fragmento florestal dominado por espécies pioneiras, por exemplo, pode ser tanto ou mais produtivo que áreas em estágios sucessionais mais avançados. Este indicador deve sempre ser analisado em conjunto com parâmetros de diversidade e funcionalidade da comunidade.

Nas áreas do Reservatório de Volta Grande já descritas no capítulo 3 (com exceção da área Delta), a determinação da produção de serapilheira foi realizada através da instalação de 20 coletores (0,5 x 0,5 m, malha 1 x 3mm, Figura 6) suspensos a 50 cm do solo e distribuídos aleatoriamente nas parcelas de 10 x 10 m, totalizando 80 coletores.



Figura 6: Coletores de serapilheira (0,5 x 0,5 m, malha 1 x 3mm) distribuídos nos quatro fragmentos de Mata Ciliar no entorno da Usina Hidrelétrica Estadual de Volta Grande, MG, Brasil.

A coleta de serapilheira foi feita mensalmente, e a sua quantificação ao longo do ano permitiu estimar a produção por hectare por ano. Dessa maneira, é possível comparar a sua produção com estudos realizados em outras áreas.

Esses estudos são fundamentais, principalmente em matas ciliares reflorestadas, que apresentam ainda poucos trabalhos publicados, para verificar as trajetórias ou eventuais problemas nas áreas reflorestadas em nível da ciclagem de nutrientes.

A deposição de serapilheira nas matas ciliares estudadas em Volta Grande variou entre 599,2 (Noboro) e 823,7 (Nativa) g.m⁻² por ano, valores considerados intermediários em comparação com os encontrados em outras matas ciliares nativas ou plantadas no Brasil (Tabela 1). A Nativa foi também a área com maior representatividade das folhas na massa de serapilheira depositada, cerca de 67%. Exceto por Noboro, as demais áreas reflorestadas também apresentaram porcentagens de folhas acima de 50%, como esperado para florestas tropicais. Noboro apresentou valor aproximado de 49%. Assim, embora próximos, os valores de produção e porcentagem de folhas na serapilheira dos fragmentos revegetados não atingiram os mesmos valores da área Nativa. Esse resultado indica estágios sucessionais menos avançados nas áreas revegetadas e/ou espelhar diferentes condições de solo, de diversidade florística e funcional nessas áreas em relação à Nativa.

Tabela 3. Produção anual média de serapilheira (g.m⁻².ano⁻¹) e porcentagem da fração foliar em relação à serapilheira total em alguns ecossistemas florestais tropicais. FES= Floresta Estacional Semidecídua.

Ecossistema/Local	Serapilheira g.m ⁻²	Folhas	Autor
Mata ciliar (Nativa)/ Lagoa da Prata – MG	1510,0	68%	Nunes & Pinto, 2007
Mata ciliar (Reflorestada)/ Lagoa da Prata – MG	1140,0	69%	Nunes & Pinto, 2007
Mata Ciliar (FES)/ Botucatu – SP	1064,6	---	Vital et al., 2004
Mata Ciliar (FES)/ Figueira-Igarapava-SP	823,7	58%	Este estudo
Mata Ciliar (Borda do fragmento)/Campo Verde – MT	791,2	77%	Pietro-Souza et al., 2001
Mata Ciliar (FES)/ Santa Bárbara-Miguelópolis-SP	785,9	62%	Este estudo
Mata Ciliar (Interior do fragmento)/ Campo Verde – MT	756,8	57%	Pietro-Souza et al., 2001
Mata Ciliar (FES)/ Nativa-Conc. das Alagoas-MG	751,3	67%	Este estudo
Mata Ciliar (Interior do fragmento)/ Reserva Ecológica do IBGE – DF	720,0	67%	Parron, 2004
Mata Ciliar (Borda da mata)/ Reserva Ecológica do IBGE – DF	700,0	74%	Parron, 2004
Mata Ciliar (Margem do córrego)/ Reserva Ecológica do IBGE – DF	610,0	70%	Parron, 2004
Mata Ciliar (FES)/ Noboro-Água Comprida-MG	599,2	49%	Este estudo
Floresta Paludosa/ Ouro Preto – MG	568,6	57%	Terror et al., 2011
Mata Ciliar/ Assis – SP	534,8	79%	Pagano & Durigan, 2000
Restinga/Ilha do mel - PR	508,0	75%	Pires et al., 2006
Mata Ciliar/ Bom Jesus - PI	326,7	64%	Costa et al., 2015

A produção de serapilheira apresentou maior deposição no final da estação seca (Figura 2), ou seja, exibiu sazonalidade marcante, padrão comumente encontrado em diversos ecossistemas tropicais, como os já observados em matas ciliares do sudeste brasileiro. Esse processo, geralmente, é influenciado por fatores externos, como situações de estresse (hídrico, mineral), dias curtos e baixas temperaturas do hemisfério sul (Larcher, 2000).

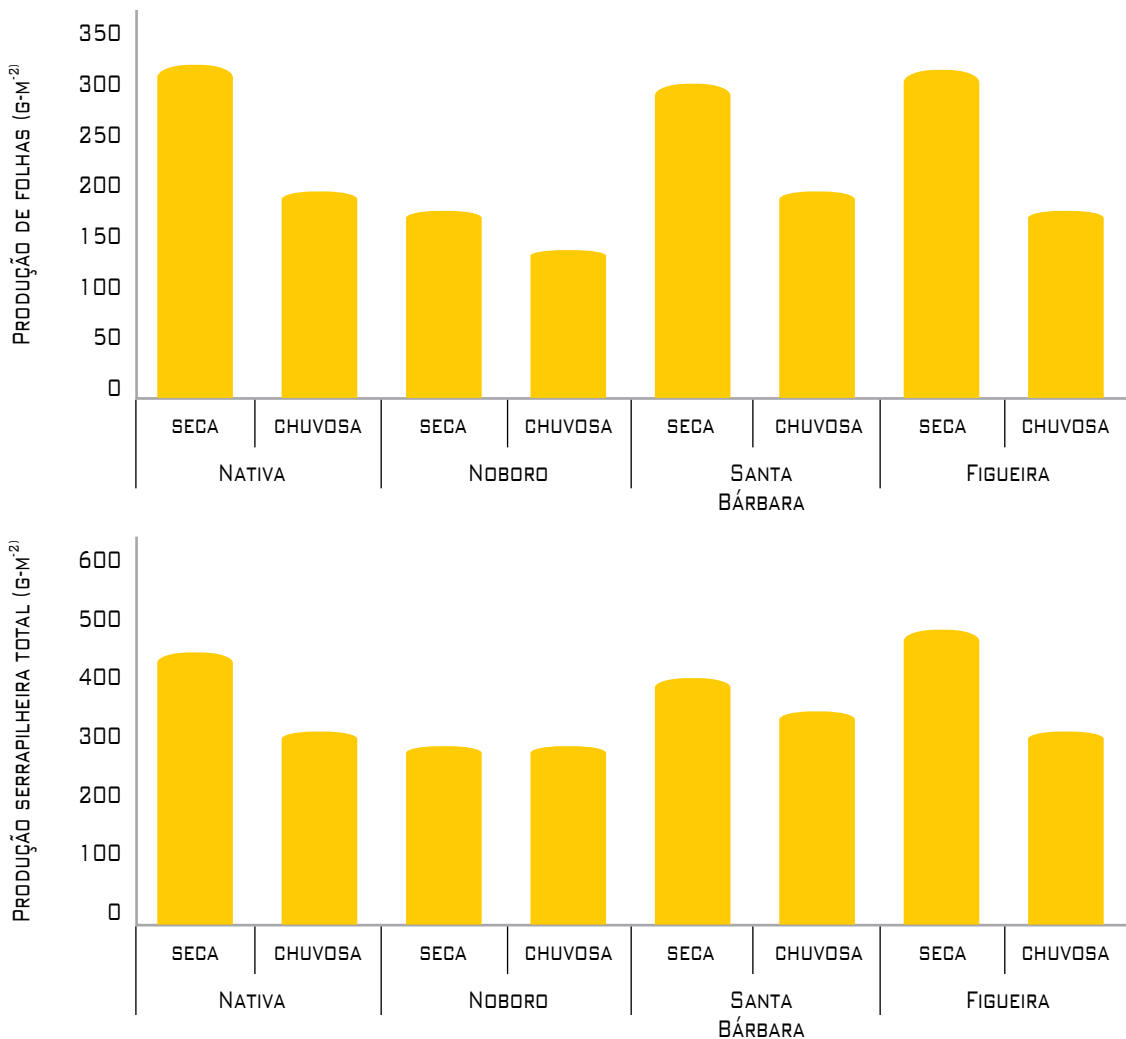


Figura 7: Produção de serapilheira ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$) nas estações seca e chuvosa, no período de maio/2013 a abril/2015, nos quatro fragmentos de Mata Ciliar no entorno da Usina Hidrelétrica Estadual de Volta Grande. (a) serapilheira foliar por estação. (b) serapilheira total por estação.

No próximo capítulo do livro, trabalharemos não só com a produção da serapilheira e a sua sazonalidade, mas também com a decomposição da serapilheira e a devolução desses nutrientes para o solo. Com isso, poderemos visualizar, de forma geral, como está a ciclagem de nutrientes nas matas estudadas. Outro objetivo será analisar o papel desempenhado pelas florestas plantadas no sequestro e armazenamento de carbono. Esse papel tem sido reconhecido como serviço ecossistêmico essencial para a manutenção da qualidade de vida no planeta, uma vez que a redução do CO_2 atmosférico capturado pelas matas leva a uma redução dos impactos

ambientais do efeito estufa e de suas implicações nas mudanças climáticas.


Riqueza e abundância da fauna

Além dos indicadores estruturais da vegetação, elementos da comunidade animal (riqueza e abundância) também podem ser utilizadas como indicadores de sucessão. Espera-se, por exemplo, que a medida que o processo sucessional avance, haja um aumento proporcional das espécies animais que habitam essas áreas. Na área de estudo, verificamos que tanto a riqueza quanto a abundância da maioria dos grupos da fauna foi maior naquelas áreas com mais tempo desde o plantio, mas também com menor influência das monoculturas, ou seja, nas áreas com um maior número de remanescentes de floresta.

Referências Bibliográficas

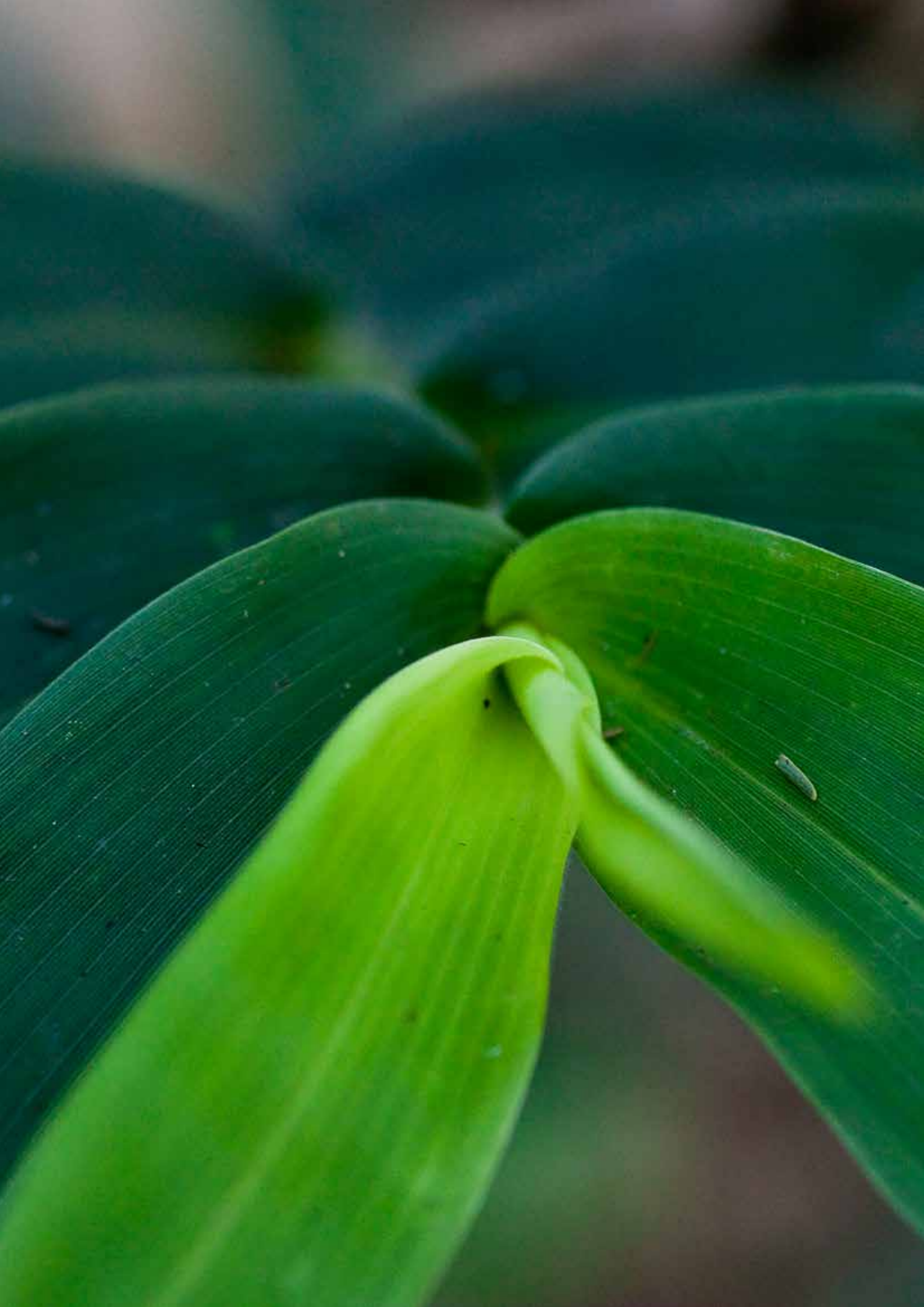
- ALVES, L.F. and METZGER, J.P., 2006. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, vol. 6, no. 2, pp. 1-26.
- BALVANERA, P., PFISTERER, A.B., BUCHMANN, N., HE, J.S., NAKASHIZUKA, T., RAFFAELLI, D. & SCHMID, B., 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology letters*, vol. 9, no. 10, pp. 1146-1156
- CARNUS, J.M., PARROTTA, J., BROCKERHOFF, E., ARBEZ, M., JACTEL, H., KREMER, A., DAVID, L.; O'HARA, K., and WALTERS, B., 2006. Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry*, vol. 104, no. 2, pp. 65-77.
- CARNEIRO, P.H.M. and RODRIGUES, R.R., 2007. Management of monospecific commercial reforestations for the forest restoration of native species with high diversity. In: R.R. RODRIGUES, ed. *High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil*. New York: Nova Science Publishers, pp. 129-144.
- CONNELL, J. H. and SLATYER, R.O., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, vol. 111, no. 982, pp.1119-1144.
- COSTA, J.T.F., SILVA, L.S., ALVES, A.R., HOLANDA, A.C., LEITE, E.M., AND NUNES, A.K.A. 2015. Avaliação da serapilheira em área de mata ciliar na bacia do rio Gurguéia sul do Piauí. *Revista Verde*, vol. 10, no. 1, pp.13-19.
- DURIGAN, G., CONTIERI, W.A., FRANCO, G.A.D.C. and GARRIDO, M.A., 1998. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. *Acta Botânica Brasílica*, vol. 12, no. 3, pp. 421-429.
- ENGEL, V.L. and PARROTTA, A.J., 2003. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: P.Y. KAGEYAMA, R.E.D. OLIVEIRA, L.F.D.D. MORAES, V.L. ENGEL, & F.B. GANDARA, eds. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu: FEPAF, pp. 01-26.
- FAEGRI, K. and Van der PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*, 3ª ed., revised edition. Oxford, Pergamon Press
- FELFILI, J.M., FELFILI, J.M., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., NOGUEIRA, P.E., WALTER, B.M. T., SILVA, M.A., AND SAITO, C.H., 1997. Comparação florística e fitossociológica do cerrado nas chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: L. LEITE, and C.H. SAITO, eds. *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado*. Brasília: Universidade de Brasília, pp. 6-11.
- FELFILI, J.M., SILVA, P.E.N.D., SILVA JÚNIOR, M.C.D., MARIMON, B.S., and DELITTI, W.B.C., 2002.

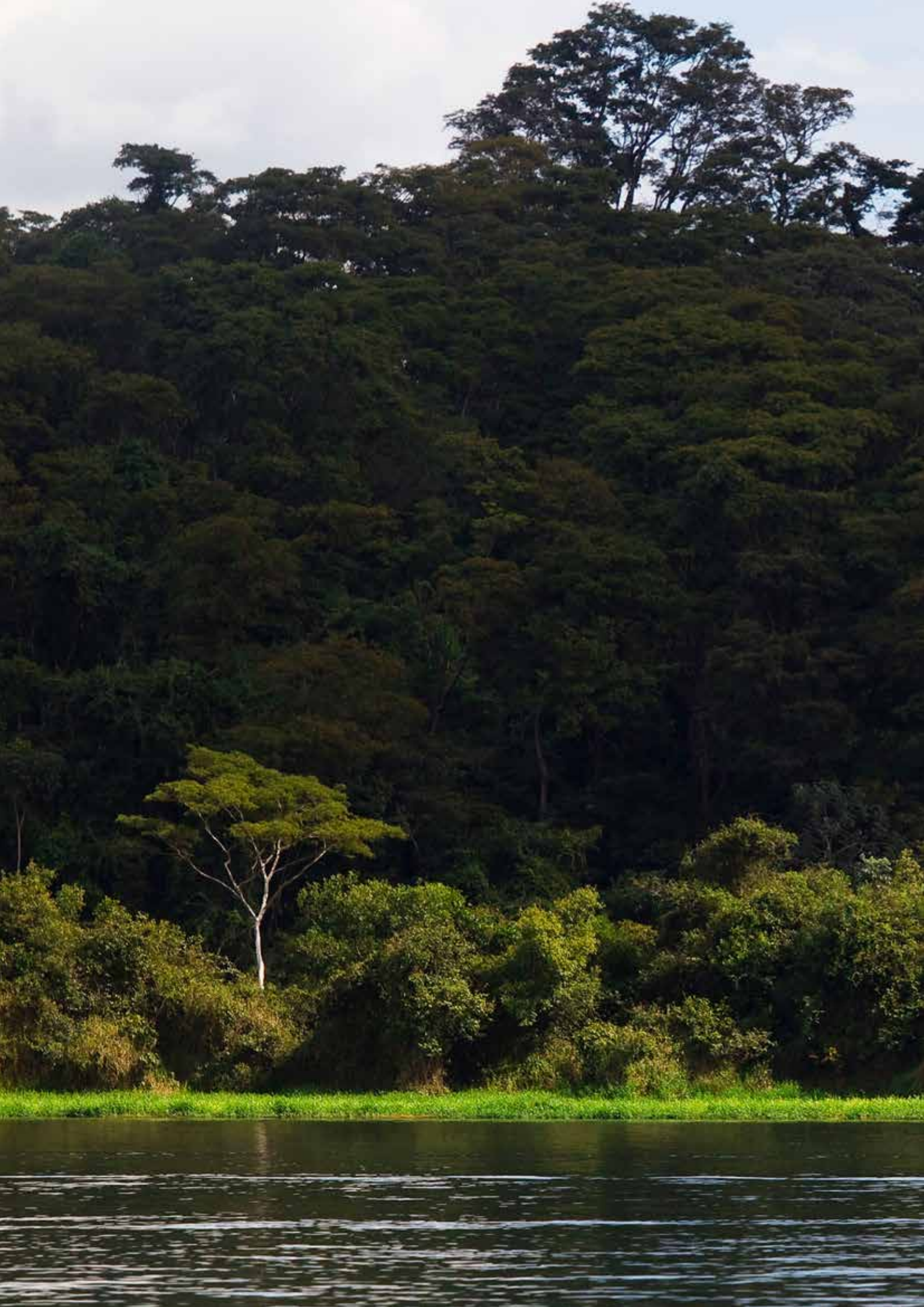
- Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa - MT. *Acta Botânica Brasílica*, vol.16, no.1: 103-112.
- GANDOLFI, S., 1991. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 232 p. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal.
- GELDENHUYS, C.J., 1997. Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. *Forest Ecology and Management*, vol. 99, no. 1, p. 101-115.
- JORDAN, C.F., and KLINE, J.R., 1972. Mineral cycling: some basic concepts and their application in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 3, pp. 33-50.
- KEENAN, R., LAMB, D., WOLDRING, O., IRVINE, T., and JENSEN, R., 1997. Restoration of plant biodiversity beneath tropical tree plantations in Northern Australia. *Forest Ecology and Management*, vol. 99, no. 1, pp. 117-131.
- KOZOVITS, A.R., BUSTAMANTE, M.M.C., GAROFALO, C.R., BUCCI, S., FRANCO, A.C., GOLDSTEIN, G., and MEINZER, F.C., 2007. Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical Savanna. *Functional Ecology*, vol. 21, no. 6, pp.1034-1043.
- LARCHER, W., 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, pp. 531.
- DOMINGOS, M., MORAES, R.M.D., VUONO, Y.S.D., and ANSELMO, C.E., 1993. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão*. São Paulo: UNESP, pp. 91-96.
- LOMBARDI, J.A. and MOTTA-JUNIOR, J.C., 1992. Levantamento do subosque de um reflorestamento mono-específico de *Pinus elliotti* em relação às síndromes de dispersão. *Turrialba*, vol.42, no 4, pp. 438-442.
- Martins, R. and Antonini, Y. 2016. Can pollination syndromes indicate ecological restoration success in tropical forests? *Restoration Ecology* vl 24 no 3, pp. 373-380
- MARTINS, S.V., 2007. *Recuperação de Matas Ciliares*. Viçosa: Aprenda Fácil, pp. 143.
- McCOY, E.D. and MUSHINSKY, H.R., 2002. Measuring the success of wildlife community restoration. *Ecological Applications*. vol. 28, no. 4, pp.1861- 1871.
- MODNA, D., DURIGAN, G. and VITAL, M.V.C., 2010. *Pinus elliottii* Engelm como facilitadora da regeneração natural em mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, vol. 38, no. 85, pp.73-83.
- MUELLER-DOMBOIS, D. and ELLENBERG, H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Willey and Sons, pp. 547.
- NUNES, F.P. and PINTO, M.T.C., 2007. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. *Biota Neotropica*. vol. 7, no. 3, pp. 97-102.
- PAGANO, S.N. and DURIGAN, G., 2000. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: R.R. RODRIGUES, and H.F. LEITÃO FILHO, eds. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: USP/Fapesp, pp. 109-123.
- PARRON, L.M., 2004. Aspectos da ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma mata de galeria no Distrito Federal. Brasília: Universidade de Brasília, 203 p. Tese de Doutorado em ecologia.
- PIETRO-SOUZA, W., CÂNDIDO, A.K.A.A., FARIAS, L.D.N., SILVA, N.D.M. and BARBOSA, D.S., 2012. Produção de necromassa e de serapilheira em área de preservação permanente pertencente ao Rio São Lourenço, Campo Verde – MT. *Engenharia Ambiental*, vol. 9, no. 1, pp. 47–66.
- PIJL, L.V., 1982. *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 214.
- PIRES, L.A., BRITTEZ, R.M., MARTEL, G. and PAGANO, S.N., 2006. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*,

- vol. 20, no. 1, pp. 173-184.
- RHOADES, C.C., ECKERT, G.E. and COLEMAN, D.C., 1998. Effect of pastures trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. *Restoration Ecology*, vol. 6, no. 3, pp. 262-270.
- RODRIGUES, R.R. and GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: L.E. DIAS, and J.W.V. MELLO, eds. *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, pp. 203-215.
- RODRIGUES, R.R. and GANDOLFI, S., 2009. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: R.R. Rodrigues, and H.F. Leitão Filho, eds. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: EDUSP, pp.235-247.
- RODRIGUES, R.R. and LEITÃO FILHO, H.F., 2004. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE and POLICY WORKING GROUP-SER, 2004. [acesso 4 Agosto 2010]. The SER International Primer on Ecological restoration [online]. Disponível em: <http://www.ser.org>
- SILVA JÚNIOR, M.C., SCARANO, F.R. and CARDEL, F.S., 1995. Regeneration of an Atlantic Forest in the understory of an *Eucalyptus grandis* stand in southern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, vol.11, no. 1, pp. 148-152.
- SOUZA, J.A. and DAVIDE, A.C., 2001. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. *Cerne*. vol. 7, no. 1, pp. 101-114.
- TABARELLI, M. and PERES, C., 2002. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in Brazilian Atlantic Forest: implications for forest regeneration. *Biological Conservation*, vol. 106, no. 2, pp. 165-176.
- TERROR, V.L., CALDAS, H., SOUSA, D. and RODRIGUES, A., 2011. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude Introdução Materiais e métodos. *Acta Botanica Brasilica*. Vol. 25, no. 1, pp.113-121.
- VIANI, R.A.G., DURINGAN, G., MELO, A.C.G. ,2010. A regeneração natural sob plantações florestais: Desertos verdes ou redutos de biodiversidade? *Ciência Florestal*, vol.20, no. 3, pp. 533-552.
- VITAL, A.R., GUERRINI, I.A., FRANKEN, W.K. and FONSECA, R.C.B., 2004. Litter production and nutrient cycling of a semideciduous mesophytic forest in a riparian zone. *Revista Árvore*. vol. 28, no. 6, pp. 793-800.
- WILKINS, S., KEITH, D.A. and ADAM, P., 2003. Measuring success: evaluating the restoration of a grassy eucalypt woodland on the Cumberland Plain, Sydney, Australia. *Restoration Ecology*, vol. 11, no. 4, pp. 489-503. 











ALESSANDRA R. KOZOVITS
CRISTIANO SCHETINI DE AZEVEDO
ENEIDA M. ESKINAZI SANT'ANNA
MARIA CRISTINA T. BRAGA MESSIAS
MARIA RITA SILVÉRIO PIRES
IURI SILVEIRA MARTINS
JOICE P.V. MARTINS
YASMINE ANTONINI

10. Serviços ecossistêmicos: estudo de caso das matas de UHE Volta Grande

A sobrevivência do homem no planeta depende do seu acesso a fontes renováveis e suficientes de água e de alimentos (preferencialmente não contaminados por poluentes) e a materiais que possam ser transformados em tecidos, remédios, abrigos e outras edificações e produtos que confiram proteção e certo controle sobre a produção e exploração dos bens acima citados. Para além da pura sobrevivência, a qualidade de vida da humanidade demanda também bens e serviços ofertados pelos ecossistemas naturais, entre os quais locais esteticamente agradáveis de recreação, prática de esportes ao ar livre, de meditação e de interação direta ou indireta com outros organismos (ex: beija-flor, borboleta, micos, orquídeas, cogumelos), cuja diversidade e beleza nos fascina.

Pensando especificamente nas florestas ciliares, foco deste livro (sem, entretanto, diminuir a relevância de outros tipos de ecossistemas), fica clara a íntima relação entre qualidade de vida humana, a conservação de ecossistemas naturais, a oferta de bens e serviços, como água e alimento, e a necessidade de ampliar a extensão de áreas florestais através da recuperação de áreas degradadas. Além da madeira, as florestas são responsáveis pela oferta de inúmeros produtos florestais não madeireiros (PFNM), como, por exemplo, frutos, sementes, plantas medicinais e ornamentais, fibras e corantes. Além disso, as florestas abrigam organismos que desempenham funções relevantes para sua própria manutenção no ambiente. E, ainda, realizam outros serviços de imensa influência sobre o clima, ciclos hidrológicos, biodiversidade, qualidade da água e da atmosfera e fertilidade do solo. Ao conjunto de todos os benefícios ofertados direta ou indiretamente pelo funcionamento dos ecossistemas às populações humanas chamamos de “serviços ecossistêmicos” (Daily, 1997; Costanza et al., 1997; MEA, 2005; Figura 1). Os serviços ecossistêmicos são organizados, em geral, em categorias de provisão de bens de consumo, de local para práticas de lazer, cultura e atividades espirituais, de controle sobre o clima e a qualidade da água, do solo e do ar e, conseqüentemente, da saúde humana, e de suporte, ou seja, de funções que mantêm o funcionamento da própria floresta, sendo, portanto, a base de todos os demais serviços ecossistêmicos (MEA, 2005). É importante lembrar, entretanto, que os serviços ecossistêmicos são responsáveis pela manutenção e sustentação da vida como um todo na Terra, não somente das populações humanas. Bons exemplos disso são o ar que você respira e a água que você bebe. Setenta por cento do oxigênio que respiramos vem dos oceanos, através do processo fotossintético de pequenas algas que flutuam na superfície do mar.

Infelizmente, apesar das explícitas relações positivas entre os serviços ecossistêmicos e oportunidades de ganhos econômicos e sociais, extensas áreas de matas ciliares, inclusive de preservação permanente, continuam a ser suprimidas, substituídas ou intensamente degradadas pelas atividades antrópicas, especialmente as agropecuárias. Em parte, essa evidente insensatez pode



Figura 1: Funções ecossistêmicas organizadas nas categorias de suporte, provisão, regulação e cultural.

ser explicada por fatores histórico-culturais, por visões econômicas de curto prazo que desprezam os benefícios da sustentabilidade, embora seja evidente a dependência do setor agropecuário de certa previsibilidade do regime de chuvas, de padrões de temperatura, da presença de agentes polinizadores, de solos férteis, entre outros fatores influenciados pelos serviços ambientais.

A correta estimativa dos valores (econômicos) dos serviços ecossistêmicos certamente demonstrará que a preservação das matas ciliares e a restauração de áreas de matas perdidas produzirão, em médio e longo prazos, benefícios econômicos muito superiores aos captados pelas atividades agropecuárias (Costanza et al., 1997; Costanza et al., 2014). Somente para citar um exemplo, devido à perda das matas ciliares, os rios e reservatórios passam a receber grande carga de solo transportado via erosão, poluentes e rejeitos de origem agrícola, em conjunto com poluentes de origem urbana, que são responsáveis diretamente por sua contaminação e assoreamento. Como consequência, o abastecimento de água potável, recursos pesqueiros, a geração de energia elétrica, sistemas de transporte fluvial comerciais e de lazer ficam comprometidos, afetando negativamente a saúde das populações, seus meios de sustento, transporte e bem estar. Conhecer o funcionamento do ecossistema e a existência de interações entre a economia e a ecologia é fundamental para a tomada de decisões na solução dos impactos negativos sobre o meio ambiente. Além disso, é preciso entender a estrutura e o funcionamento do ecossistema e aperfeiçoar técnicas de valoração ambiental sobre os serviços ecossistêmicos promovidos pelas matas ciliares.

No contexto do projeto PROCILIAR, foi possível identificar e estimar alguns dos serviços ecossistêmicos promovidos por fragmentos de floresta que foram plantados nas margens de um reservatório e que estão circundados por uma paisagem bem diferente da paisagem original (ver capítulo 3 para verificar mapas de uso da terra). A Tabela 1 sintetiza os serviços avaliados.

Tabela 1: Relação dos parâmetros avaliados para estimar serviços ecossistêmicos nos fragmentos de matas ciliares do reservatório de Volta Grande.

CATEGORIA	SERVIÇO	PARÂMETROS AVALIADOS
Suporte	Polinização	Riqueza e abundância de abelhas Síndromes florais
Suporte	Dispersão de frutos e sementes	Consumo e comportamento de aves em uma espécie de embaúba das matas ciliares, Riqueza e abundância de espécies zoocóricas Riqueza e abundância de regenerantes
Regulação	Manutenção da qualidade da água no reservatório	Riqueza e biomassa do zooplâncton
Regulação	Controle biológico	Vespas predadoras de insetos considerados pragas agrícolas
Regulação	Retenção da erosão por ondas	Estabilidade de agregados, topografia, batimetria e grau erosivo
Suporte/regulação	Redução da compactação do solo	Compactação, permeabilidade, umidade e erosão laminar
Suporte	Ciclagem de nutrientes	Deposição de serapilheira e qualidade da serapilheira
Suporte	Sequestro de carbono	Classes de vegetação através do NDVI
Suporte/Regulação/Provisão	Estoques de carbono	Carbono na biomassa em pé, na serapilheira e no solo
Regulação	Transpiração	NDVI
Provisão	Produção (alimentos, fibras, águas, etc)	Polinizadores, Diversidade da flora e de grupos funcionais, Zooplâncton
Provisão	Habitats para espécies aquáticas	Batimetria, granulometria, concentração de elementos químicos

Dentre os serviços ecológicos prestados pelos organismos que habitam as florestas, destacamos a polinização, a dispersão de frutos e sementes e o controle biológico de espécies consideradas pragas. O primeiro, realizado principalmente por abelhas, é extremamente importante, pois além de garantir a reprodução das plantas, garante também a produção de alimentos, já que várias espécies de plantas nativas e cultivadas dependem da polinização para a produção de frutos. As matas ciliares do Reservatório de Volta Grande estão contribuindo para a manutenção desse importante serviço ambiental, já que foram encontradas várias espécies de abelhas que polinizam plantas nativas (para mais detalhes, veja capítulo 8 – fauna de invertebrados).

A dispersão de frutos e sementes é promovida por agentes como o vento, a água e por animais denominados frugívoros. A dispersão é o processo de transporte das sementes para longe da planta mãe, alcançando locais onde a possibilidade de germinação e sobrevivência sejam maiores, em função de menor pressão de predação e a competição. Ao consumir os frutos, ocorre o processo de transporte das sementes pelos animais; assim, muitas sementes caem ou são defecadas ou, ainda, regurgitadas, sendo então disseminadas por toda a área utilizada pelos animais que as consumiram. As plantas que dependem desse tipo de dispersão são classificadas como zoocóricas. Essa interação entre fauna e flora é a base para a manutenção e regeneração das matas ciliares.

Ao ingerir frutos, os animais podem funcionar tanto como dispersores quanto como predadores das sementes sendo, portanto, benéficos ou prejudiciais para as plantas. Se os embriões permanecerem intactos ao passarem pelo trato digestório dos animais e se as sementes tiverem sua dormência quebrada durante essa passagem, então os animais são classificados como bons dispersores de sementes. Embora vários animais sejam considerados frugívoros, notadamente aves e mamíferos são os mais eficientes.

Alguns estudos têm demonstrado que a falta de grandes animais frugívoros tem afetado a dispersão de sementes e diminuído a variabilidade genética, levando certas espécies de plantas ao risco de extinção (Bond, 1994; Guimarães Jr. et al., 2008; Aslan et al., 2013). Imagine uma mata ciliar degradada ou em estágio inicial de sucessão. Animais frugívoros poderiam carregar as sementes de áreas menos degradadas, no entorno, para essas áreas mais degradadas. Nesses locais, as sementes poderiam encontrar condições ideais para a germinação e gerar plântulas que, além de iniciarem o processo de recomposição, poderiam criar condições para que outras espécies de plantas consigam também germinar, facilitando a recuperação daquela área degradada.

Um exemplo de estudo de frugivoria e dispersão de sementes nas matas ciliares replantadas da represa de Volta Grande demonstrou a importância da embaúba (*Cecropia pachystachya*, Urticaceae) como espécie chave para a manutenção de grande número de aves frugívoras na região (Faria, 2015). A Embaúba é uma espécie pioneira, com grande número de indivíduos nas matas ciliares amostradas e que frutifica durante todo o ano. Nesse estudo, foram identificadas 34 espécies de aves consumindo os frutos da embaúba, sendo 14 espécies consideradas boas dispersoras das sementes, baseado em seu comportamento de coleta e mandibulação das infrutescências, bem como no número alto de visitas com consumo de frutos. O sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e o sanhaço-cinzento (*Tangara sayaca*) estão entre as espécies com boa capacidade de dispersão (Figura 2a-c). Doze espécies, como a cambacica (*Coereba flaveola*) e o corrupeirão (*Icterus jamacaii*), foram consideradas boas dispersoras ocasionais, pois visitam esporadicamente as plantas, mas quando o fazem, se comportam como os bons dispersores.



A



B



C

Figuras 2a-c: Espécies de aves consideradas boas dispersoras de frutos de embaúba (*Cecropia pachystachya*, Urticaceae) das matas ciliares do reservatório de Volta Grande, Minas Gerais/São Paulo. A: sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), B: bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), C: sanhaço-cinza (*Tangara sayaca*).

As áreas fontes de sementes precisam estar próximas das áreas degradadas, para que os animais possam funcionar como dispersores efetivos. Além disso, a diversidade de plantas produtoras de sementes das áreas-fonte deve ser grande, pois, quanto maior a diversidade, maiores as chances de que alguma espécie consiga se estabelecer na área degradada. Apesar de as aves e mamíferos serem considerados dispersores de longas distâncias, quanto mais tempo as sementes passarem em seus tratos digestórios, maiores as chances de que sejam inviabilizadas de alguma maneira. Normalmente, quanto mais isolado estiver o fragmento florestal a ser recuperado, menores serão as chances de chegada de sementes de outros fragmentos (Hill & Curran, 2003).

Outro importante serviço ecossistêmico prestado pelas espécies animais é o controle de insetos considerados pragas agrícolas, como, por exemplo, a formiga cortadeira, conhecida como saúva. Verificamos que a área da Fazenda Santa Bárbara apresentou uma grande quantidade de indivíduos do sapo cururu, (*Rhinella schneideri*). O grande número de indivíduos dessa espécie capturado nessa área pode ser explicado pelo fato deste anuro ser bastante resistente a alterações ambientais, além de possuir uma glândula de veneno que o torna menos susceptível à predação. Nessa área, esses indivíduos encontram ainda muito alimento, enormes formigueiros de *Atta sexdens*, conhecida popularmente como formiga cortadeira ou saúva. Ao analisar o conteúdo estomacal de *R. schneideri*, verificamos que 41,56% do conteúdo correspondia a formigas do gênero *Atta*. Essas formigas são consideradas pragas não apenas para a agricultura mas também causam impactos nas áreas em regeneração. Como elas cortam as folhas das árvores, há um aumento da luminosidade, favorecendo o crescimento de espécies invasoras como o capim (veja mais no capítulo 11, de espécies exóticas), o que compromete o crescimento das plântulas das espécies nativas. Esse sapo, então, está desempenhando um importante serviço ambiental ao se alimentar da saúva, comparável ao serviço prestado pelo tamanduá. É necessário investigar se, quando em grande quantidade no ambiente, a população de *Rhinella schneideri* (que geralmente é abundante em áreas antropizadas) se equipara a um tamanduá quanto à função de controle de formigas.

Apesar de pequenos, os fragmentos estudados de matas plantadas em Volta Grande concentram relevante diversidade de espécies vegetais, o que, além de promover diversificação de recursos alimentares para os animais, resulta também em diversidade de estratégias fenológicas reprodutivas e vegetativas e, conseqüentemente, de interações bióticas e contribuições para a produção de serapilheira.

Em termos de dispersão de sementes, 56 das espécies vegetais são classificadas como zoocóricas, enquanto 20 são anemocóricas e 19 são autocóricas. Anemocóricas são aquelas que produzem propágulos que serão dispersos pelo vento, enquanto autocóricas são aquelas que liberam as sementes por mecanismos da própria planta, como, por exemplo, por torção das valvas ou abertura explosiva dos frutos, lançando as sementes. É notável a grande proporção de espécies zoocóricas nos fragmentos reflorestados, provendo recursos variados e abundantes para a fauna local ao longo de todo o período do ano, e aumentando as chances de dispersão das espécies. Os diversos seres que compõem o ambiente da floresta interagem uns com os outros, e essas interações são fundamentais para o equilíbrio e manutenção do ecossistema. Dessa forma, as plantas fornecem recursos para a fauna e, em contrapartida, garantem a dispersão de pólen ou sementes, garantindo a sua propagação e variabilidade genética. A diversidade de grupos funcionais nos fragmentos reflorestados é comparável a outras florestas de Cerrado e de matas ciliares preservadas, indicando a efetividade dos reflorestamentos na conservação da biodiversidade.

Com relação à produção de serapilheira, a presença de árvores de diferentes espécies contribui para diversificação das épocas de maior produção de seus componentes (folhas, frutos, sementes, casca, galhos) e de sua qualidade química. A serapilheira, na verdade, é composta por qualquer material orgânico, de origem animal, vegetal ou microbiológico, que se deposita sobre a superfície do solo. Sob a ação de organismos decompositores e do intemperismo químico, esse material sofre a mineralização, ou seja, é decomposto em partes menores e em íons inorgânicos que podem ser mais facilmente absorvidos pela biota. A este processo de devolução dos nutrientes que estavam contidos nos seres vivos para o solo dá-se o nome de ciclagem de nutrientes. Tal processo é responsável, em grande parte, pela manutenção da fertilidade do solo, especialmente em ambientes tropicais sobre solos já bastante intemperizados, e exerce forte influência sobre a produtividade do ecossistema.

Em Volta Grande, as taxas de produção e decomposição de serapilheira encontram-se dentro dos limites mensurados em matas ciliares primárias ou plantadas da região sudeste, demonstrando que a ciclagem de nutrientes ocorre dentro do esperado, para essas matas. A produção da serapilheira está no limite intermediário ao encontrado para florestas tropicais e, ainda, apresenta padrão sazonal marcante, com maior deposição na estação seca. Porém, a velocidade da taxa de decomposição é superior ao encontrado para florestas tropicais, demonstrando que os nutrientes são liberados de forma mais rápida quando comparados com outros sistemas florestais. O estudo ainda mostra que as matas reflorestadas não atingiram o patamar de produção e decomposição de serapilheira observados na mata nativa.

As folhas das árvores constituem a maior parte da serapilheira, e sua deposição e qualidade química dependem de fatores climáticos, edáficos e de características intrínsecas das espécies vegetais. Os solos da região são ainda bastante férteis, apresentando elevados teores de bases trocáveis e baixa disponibilidade de Al, o que pode explicar a velocidade com que os fragmentos plantados foram cobertos pela vegetação.

A camada de serapilheira é muito importante para a manutenção da fauna de solo, ciclagem de nutrientes e manutenção da umidade no solo. Nesse ambiente, encontram-se organismos classificados como engenheiros dos ecossistemas (formigas, minhocas, besouros), pois modificam as condições do solo, por exemplo, aumentando sua aeração. Nas áreas estudadas em Volta Grande, verificamos que a presença de determinados grupos de organismos (insetos das Ordens Coleoptera (besouros), Diptera (moscas e mosquitos) e Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas), além dos vertebrados como anfíbios, répteis e roedores e marsupiais de solo dependem muito da quantidade da riqueza e abundância de árvores, que, por sua vez, aumentam a quantidade e a variedade de serapilheira – quanto mais serapilheira, mais organismos.

Os organismos do solo também são importantes na degradação da própria serapilheira, acelerando a ciclagem de nutrientes. E a dependência dos organismos com a quantidade e diversidade de plantas e serapilheira não ocorre apenas com pequenos invertebrados de solo, mas também com anfíbios, répteis, pequenos mamíferos (roedores e marsupiais), que ocorrem em maior número, conforme aumenta-se a quantidade de serapilheira.

Outra função ecossistêmica realizada pela vegetação de extrema importância para a regulação do clima é a capacidade de retirar carbono da atmosfera e fixá-lo nos tecidos vegetais através da fotossíntese. Este carbono, em parte, será depositado sobre o solo através da serapilheira e comporá; em última instância, os estoques de C da serapilheira e do solo (Figura 2).

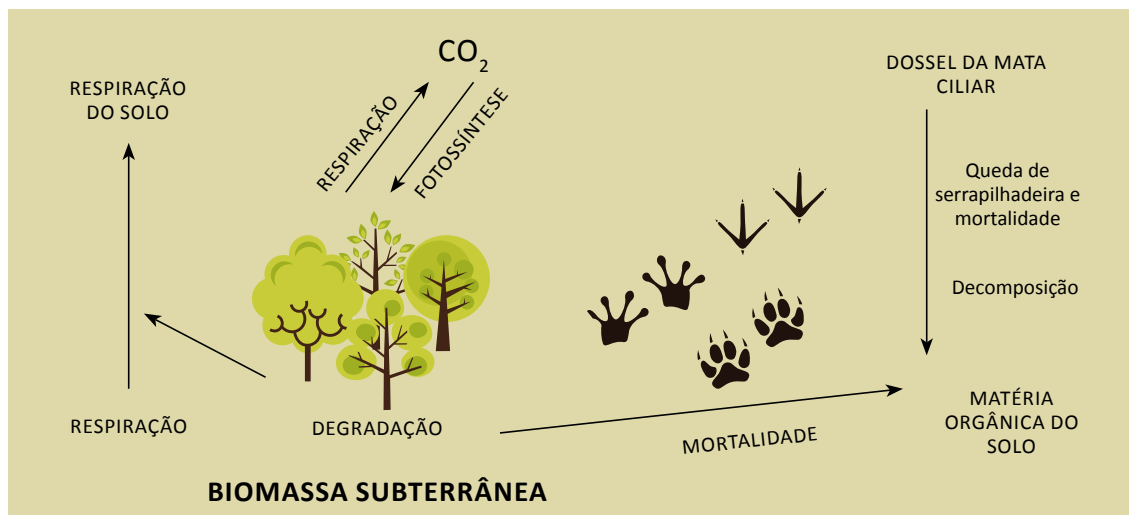


Figura 3: Ciclo do Carbono, adaptado de Aduan et al. (2003).

O papel desempenhado pelas florestas plantadas no sequestro e armazenamento de carbono tem sido reconhecido como serviço ecossistêmico essencial para a manutenção da qualidade de vida no planeta. A redução do CO₂ atmosférico capturado pelas matas minimiza os impactos ambientais do efeito estufa e suas implicações nas mudanças climáticas, uma vez que o dióxido de carbono, de origem antrópica, é responsável por 80% do aquecimento global (Yu, 2004; Ferreira, 2009). A biomassa vegetal e os solos são os principais meios de absorção de CO₂ nos ecossistemas terrestres. Dessa maneira, estimamos os estoques de carbono, nesses compartimentos, nas matas ciliares estudadas (Tabela 2).

Tabela 2: Médias dos estoques de Carbono (t.ha⁻¹) dos 5 fragmentos de Mata Ciliar no entorno da Usina Hidrelétrica Estadual de Volta Grande, MG, Brasil.

Área	Idade (anos)	Largura (m)	Biomassa aérea (t.ha ⁻¹)	Estoque de Carbono (t.ha ⁻¹)			
				Biomassa aérea	Serapilheira	Solo (0-30cm)	Total
Nativa	30	400	99,2	51,0	3,44	80,11	134,5
Noboro	20	30	206,9	109,3	6,59	63,35	179,2
Santa Bárbara	10	30	155,0	79,06	6,21	61,37	146,6
Figueira	20	100	145,9	75,06	5,24	62,73	143,0
Delta	10	100	158,5	83,18	4,15	62,06	149,4

As matas ciliares que foram replantadas no entorno do reservatório de Volta Grande exercem ainda outros importantes serviços ecossistêmicos relacionados à qualidade da água no reservatório. A cobertura vegetal dos fragmentos florestais protege o solo contra a ação erosiva do vento e da chuva, diminuindo o carreamento de partículas de solo para o reservatório. Enquanto nas parcelas sem vegetação, a erosão foi de cerca de 1kg/mês no período chuvoso, no interior dos

fragmentos de mata a erosão foi minimizada em até três vezes.

A importância dessas áreas recuperadas é tão grande para o reservatório que, em áreas onde não existe floresta, foi possível identificar um menor número de invertebrados planctônicos. O zooplâncton (parte animal do plâncton) é um elo crucial na cadeia alimentar aquática. As espécies que formam o zooplâncton são responsáveis pelo “controle” das microalgas, pois se alimentam delas, ao mesmo tempo em que são consumidos por larvas de peixes e outros invertebrados (Fig. 4). Nas áreas de reflorestamento onde a mata ciliar estava presente, o número de espécies do zooplâncton foi pelo menos 2 vezes maior do que nas áreas onde não existia nenhuma mata ciliar (áreas de pasto, cana e soja no entorno do reservatório).

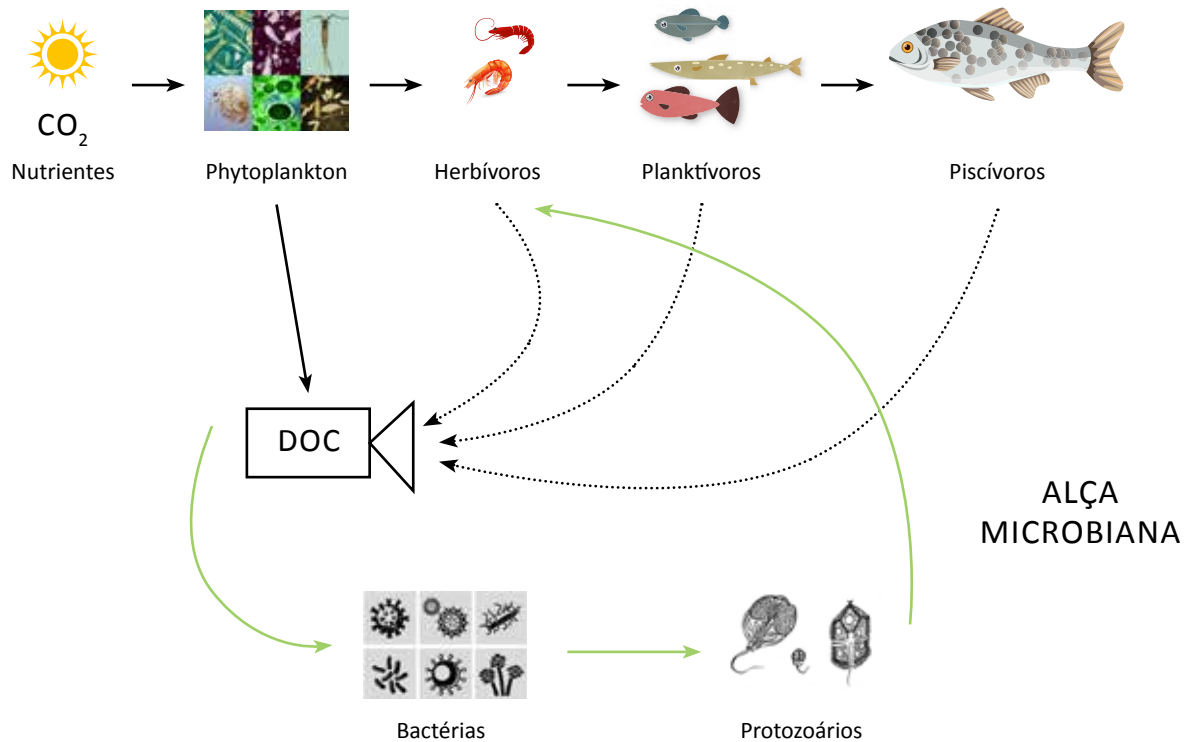



Figura 4: Cadeia alimentar aquática.

Referências Bibliográficas

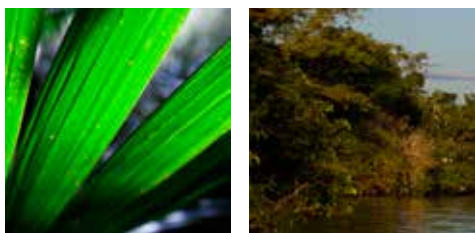
- ASLAN, C.E., ZAVALETA, E.S., TERSHY, B. and CROLL, D., 2013. Mutualism disruption threatens global plant biodiversity: a systematic review. *PlosOne*, vol. 8, no. 6, pp. e66993,.
- ADUAN, R.E., VILELA, M.D.F. and KLINK, C.A., 2003. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do cerrado brasileiro. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 28.
- BOND, W.J., 1994. Do mutualisms matter? Assessing the impact of pollinator and disperser disruption on plant extinction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. vol. 344, no. 1307, pp. 83-90.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., GROOT, R., FABER, S., GRASSO, M., HANNON, B. and RASKIN, R.G., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, vol.387, pp. 253-260.
- COSTANZA, R., GROOT, R., SUTTON, P., VAN DER PLOEG, S., ANDERSON, S.J., KUBISZEWSKI, I. and TURNER, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, vol. 26, pp. 152-158.
- FARIA, C.M., 2015. Aves como potenciais dispersoras de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya*, Urticaceae) em áreas de mata ciliar do reservatório de Volta Grande do Triângulo Mineiro. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 51p. Monografia de conclusão de curso em Ciências Biológicas.
- FERREIRA, W.C., 2009. Estoque de biomassa e carbono e parâmetros indicadores de recuperação de mata ciliar. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 163p. Tese de doutorado em Engenharia Florestal.
- GUIMARÃES JR., P.R., GALETTI, M. and JORDANO, P., 2008. Seed dispersal anachronisms: rethinking the fruits extinct megafauna ate. *PlosOne*, vol. 3, no. 3, pp. e1745.
- HILL, J.L. and CURRAN, P.J., 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography*, vol. 30, no. 9, pp. 1391-1403.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT- MEA, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water. Washington: World Resources Institute, pp.82.
- YU, C.M., 2004. Sequestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. São Paulo: Annablume, pp. 280. 











MARIA CRISTINA T. BRAGA MESSIAS
HILDEBERTO CALDAS DE SOUSA

11. Espécies exóticas e invasoras: possíveis impactos em áreas reflorestadas, legislação e monitoramento

As leis ambientais são criadas para atender aos interesses e direitos tanto da sociedade como dos proprietários das terras. A principal delas é o Código Florestal, que rege o uso das florestas, assim como de outros tipos de vegetação nativa. O primeiro Código Florestal Brasileiro é de 1934, que foi substituído pelo de 1965 e, mais recentemente, pela Lei Florestal de 2012, que é bastante similar ao antigo código, considerada por muitos ambientalistas como mais flexível e menos exigente em alguns aspectos. No entanto, em todas as versões dessas leis, considera-se que o direito de propriedade é limitado, sendo o uso da terra restrito em algumas zonas definidas como áreas protegidas com o objetivo de preservar os recursos hídricos, a paisagem, o solo, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o bem estar da população humana.

Dessa maneira, as leis existem para garantir a preservação da biodiversidade e de todos os serviços ecológicos prestados pelas florestas, em especial aquelas localizadas em áreas estratégicas, como são as matas ciliares. Áreas estratégicas que sofreram impactos ambientais e que perderam sua cobertura florestal original, devem, então, ser reflorestadas de forma a restaurar esses serviços. E isso tem sido um desafio em diversos casos.

Para assegurar esses princípios de restauração, recomenda-se extrema cautela no repertório das espécies utilizadas para o reflorestamento. Vários estudos têm comprovado que projetos de reflorestamento são mais efetivos quando se utiliza das espécies nativas da região, que são naturalmente adaptadas às condições ambientais, além de assegurar a conservação da biodiversidade local. E, ainda, tem-se sugerido que se garanta uma grande diversidade de espécies nesses projetos para assegurar a sua efetividade e eficiência no processo de sucessão natural (Brançalion et al., 2015)

A utilização de espécies exóticas no processo de restauração ambiental é um tema controverso. No entanto, vários projetos de reflorestamento utilizam espécies exóticas. Espécies exóticas são aquelas que não são nativas da região, sendo introduzidas pelo homem acidentalmente ou propositalmente (Moro et al., 2012). Muitas vezes essas espécies são utilizadas em projetos de reflorestamento pela facilidade de obtenção de mudas, pelo conhecimento das técnicas do seu cultivo, pelo interesse econômico da espécie, dentre outras características. No entanto, não raras vezes, essas espécies podem também se tornar invasoras e comprometer o processo de restauração do ambiente.

Dentre o grupo das espécies exóticas, algumas são praticamente inofensivas ao meio ambiente, enquanto outras podem provocar distúrbios ao se tornar invasora (Moro et al., 2012). Uma espécie invasora é uma espécie que se reproduz facilmente e passa a dominar o ambiente, alterando o

equilíbrio dos ecossistemas e colocando em risco as espécies nativas. Muitas espécies invasoras se adaptam às condições do ambiente e possuem a vantagem de não possuir inimigos naturais, o que lhes dá ainda maior vantagem competitiva em relação às outras espécies. As espécies exóticas que se adaptam ao ambiente e que, de alguma forma, provocam danos aos ecossistemas são denominadas contaminantes biológicos (Ziller, 2000). Os contaminantes biológicos tendem a se proliferar, dificultando ou mesmo impedindo a auto-regeneração dos ecossistemas.

Em se tratando de plantas, as espécies invasoras competem por luz, água e nutrientes do solo, e reduzem ou mesmo impedem o processo de sucessão ecológica, que garante a efetividade do reflorestamento. Além disso, as espécies exóticas também competem com as nativas por agentes de polinização ou de dispersão de sementes (Silva & Tabarelli, 2000; Cordeiro & Howe, 2003). Desta forma, um ecossistema com espécies exóticas invasoras tende a ser homogêneo e de baixa diversidade florística. A presença de invasoras, além de ser um fator que contribui para a perda de espécies nativas, apresenta um risco de proliferação das mesmas para outras áreas além daquela onde foram introduzidas (Espíndola et al., 2005). Dessa forma, o uso de espécies exóticas invasoras fere o disposto no art. 225 da Constituição Federal, § 1º, em seus incisos I, II e III no tocante à preservação da integridade do patrimônio e processos ecológicos, e é tipificada no elenco de crimes ambientais da Lei 9605/1998, art. 48, a quem impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação. Além do impacto nos ecossistemas e nos serviços prestados por estes, as espécies invasoras causam também prejuízos à agricultura, silvicultura e até mesmo à saúde humana (Pimentel, 2001).

Vários são os exemplos do impacto de espécies exóticas no ambiente, como, por exemplo, algumas gramíneas, como as braquiárias ou capim-gordura, pinheiro, eucalipto, dentre outras (Moro et al., 2012).

Nos reflorestamentos implantados ao redor do reservatório de Volta Grande, dentre as espécies utilizadas no plantio inicial, figuram algumas espécies exóticas (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies exóticas presentes nas matas ciliares no entorno do Reservatório de Volta Grande.

Família	Espécie	Nome popular
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira
Fabaceae	<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	Acácia
Fabaceae	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acácia
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jambolão
Poaceae	<i>Pennisetum setosum</i>	Capim-elefante

Nem todas as espécies exóticas são invasoras, e dentre as invasoras, algumas podem não provocar impactos tão significativos (Moro et al., 2012). No entanto, dado ao impacto relatado para algumas espécies em diversos locais, o assunto tem sido alvo de atenção especial (Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica 2006).

Dentre as espécies arbóreas exóticas presentes nos reflorestamentos no entorno do Reservatório de Volta Grande (Tabela 1) algumas são apontadas como invasoras, com relatos de

contaminação biológicas em diversas áreas. Além das espécies exóticas arbóreas, em duas áreas detectamos a presença de manchas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), uma espécie exótica e invasora (Sampaio & Schmidt, 2013), que foi utilizado para a contenção da erosão das margens do reservatório. Espécies invasoras como essa prejudicam o processo de sucessão natural, dificultando, ou mesmo impedindo o recrutamento de novas árvores.

Dentre as espécies exóticas, encontramos quatro espécies cujos frutos são muito apreciados pela fauna: a mangueira, a goiabeira, a amoreira e o jambolão (ou azeitona). A mangueira (*Mangifera indica*) é originada da Índia e foi introduzida no Brasil pelos portugueses no início da colonização, para fins alimentares. Essa espécie pode provocar impactos de diferentes naturezas. Em ambiente ciliar, a decomposição de folhas e frutos dessa espécie, que são produzidos em grande quantidade, altera o pH da água. E, ainda, uma vez que seus frutos são muito apreciados pelos animais, o seu consumo, e, conseqüentemente, sua dispersão reduz o consumo dos frutos das espécies nativas zoocóricas. Contudo, a dispersão de mangueiras para outras áreas não é tão significativa, dado ao tamanho dos seus frutos e sementes. No entanto, elas podem ser dispersas por alguns pássaros, morcegos e outros animais (Bally, 2006; Dickfeldt et al., 2013). Há registros de sua contaminação biológica em diversos países e em todas as regiões do Brasil. Devido a estas características, a mangueira é considerada por alguns autores como uma espécie invasiva não agressiva.

A goiabeira (*Psidium guajava*) é nativa da América Tropical, da região entre o sul do México e norte da América do Sul. Há relatos de invasão dessa espécie, provocando diferentes graus de perturbação em todas as regiões do Brasil. Alguns estudos sugerem a competição dessa espécie com as nativas em recursos oferecidos para a fauna e, assim, conseqüentemente, reduzir a dispersão de sementes das mesmas. Estudos comprovaram que várias aves consumidoras de frutos de goiaba dispersam as sementes dessa espécie para outras áreas adjacentes, explicando a sua proliferação, em especial em áreas abertas e degradadas (Silva et al., 2013). Nas áreas de estudo não foram encontrados indivíduos regenerantes de goiabeiras sob o dossel da floresta. Da mesma forma que a mangueira, a goiabeira (*Psidium guajava*) também é considerada uma espécie invasora (embora nativa do Brasil) e que deve ser evitada em reflorestamentos (Silva et al., 2013). Tanto a mangueira, quanto a goiabeira não apresentaram nenhum indivíduo regenerante nas áreas estudadas. Entretanto, estudos apontam que, como estas espécies produzem muitos frutos carnosos que são apreciados pela fauna, elas competem com as espécies nativas, dificultando a dispersão das mesmas (Leão et al., 2011; Silva et al., 2013).

A amoreira (*Morus nigra*) é uma espécie originada da Ásia e muito cultivada no Brasil. Uma vez que seus frutos são facilmente consumidos e dispersos pelos pássaros, a amoreira pode se tornar invasiva (Moro et al., 2011). O porte dessa planta, no entanto, não é muito elevado. Embora figure o elenco de espécies potencialmente invasoras, não foi encontrada em grande abundância nas áreas de estudo.

O Jambolão (*Syzygium cumini*) é nativo da Ásia e está incluído no rol das espécies exóticas invasoras por diferentes aspectos (Moro et al., 2011). De acordo com esses autores, essa espécie tem grande habilidade de dispersão das sementes, uma vez que seus frutos são muito apreciados pela fauna. Além disso, relatam a adaptação dessa planta ao Brasil, principalmente nos locais úmidos, incluindo as matas ciliares.

As duas espécies de acácia, existentes nas áreas de entorno do reservatório (*Acacia auriculiformis* e *Acacia mangium*), são nativas da Austrália e figuram na lista de espécies invasoras do Brasil e em outros países do mundo, propagando-se facilmente para além das

zonas de cultivo ou de onde são introduzidas, competindo com espécies nativas (Attias et al., 2013). De acordo com esses autores, no Brasil, os dados sobre invasão biológica dessas espécies ainda são incipientes, mas há relatos de grande poluição biológica causada por elas no Havaí e África do sul. Além de competição com outras espécies por luz e nutrientes, foram também observados impactos como a acidificação do solo e alteração nos processos de ciclagem de nutrientes (Tong & Ng, 2008; Nykvist & Sim, 2009). Muito embora ainda não tenha sido verificado o recrutamento dessas espécies nas áreas do reservatório de Volta Grande (o que as caracterizaria como invasoras), há a necessidade do monitoramento dessas áreas de ocorrência e de intervenções no sentido de substituição das mesmas por espécies nativas. Foi observado uma grande produção de sementes dessas espécies, além de grande produção de serapilheira sobre a sua copa. Estudos demonstram que os componentes dessas espécies na serapilheira se degradam lentamente e impedem ou dificultam a germinação de sementes de outras espécies, comprometendo o processo de sucessão natural da floresta (Balieiro et al., 2004; Kull & Rangan, 2008).

O sombreiro, *Clitoria fairchildiana*, apesar de ser uma espécie nativa do Brasil, não possui ocorrência natural na área de estudo, razão pela qual também é tratada como espécie exótica. Alguns trabalhos têm relatado o efeito invasor dessa espécie, que possui crescimento rápido, grande área de copa e produção de grande quantidade de sementes viáveis. No entanto, de acordo com Dickfeldt et al. (2013), ela tem baixo poder invasivo, sendo pouco disseminada. Nas áreas de estudo, essa espécie apresentou alto índice de recrutamento, com muitas plântulas e indivíduos jovens próximos às plantas-mãe.


O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), relatado como invasor por outros autores (Sampaio & Schmidt, 2013), foi introduzido principalmente para a contenção das margens do reservatório, que são erodidas pelas ondas. O capim-elefante apresentou grande caráter invasor no entorno do Reservatório de Volta Grande, principalmente nas áreas avaliadas no estado de São Paulo, formando densas touceiras de grande extensão nas bordas e clareiras dos reflorestamentos. A ocorrência dessa espécie contribuiu para a menor diversidade e abundância de indivíduos arbóreos, e se não for controlada pode comprometer o processo de sucessão natural dessas áreas. Espécies invasoras como essa prejudicam o processo de autorregeneração, dificultando, ou mesmo impedindo, o recrutamento de novas árvores. Medidas de intervenção precisam ser tomadas nessas áreas para que o controle dessa espécie garanta a efetividade dos reflorestamentos.

Poucos indivíduos das outras espécies citadas aqui como invasoras foram registrados. Isso denota, até o momento, o baixo poder de invasão das espécies relatadas. No entanto, segundo as recomendações encontradas por relatos de outros reflorestamentos e aspectos de invasão, sugere-se a substituição das árvores que se configuram como ameaças de contaminação biológica nos reflorestamentos no entorno do reservatório de Volta Grande.

O Ministério do Meio Ambiente (2015), desde 2001 implantou uma série de medidas voltadas à prevenção e erradicação de espécies exóticas invasoras, como a detecção precoce, monitoramento, controle e erradicação, políticas e instrumentos legais, conscientização pública, capacitação técnica, pesquisa e financiamento. No entanto, para o cumprimento da mesma, é preciso o comprometimento de todos os atores da sociedade, no intuito de assegurar a preservação da diversidade biológica e dos benefícios advindos do meio ambiente.

Referências Bibliográficas

- ATTIAS, N., SIQUEIRA, M.F. and BERGALLO, H.G., 2013. Acácias australianas no Brasil: histórico, formas de uso e potencial de invasão. *Biodiversidade Brasileira*, vol. 3, nº. 2, pp. 74-96.
- BALIEIRO, F.C., DIAS, L.E., FRANCO, A.A., CAMPELLO, E.F.C. and FARIA, S.M., 2004. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serrapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. *Ciência Florestal*, vol. 14, no. 1, pp. 59-65.
- BALLY, I.S.E., 2006. [acesso 16 Agosto 2016]. *Mangifera indica* (mango) [online]. Disponível em: <<http://www.traditionaltree.org>>.
- BRANCALION, P.H.S., RODRIGUES, R.R. and GANDOLFI, S., 2015. *Restauração florestal*. São Paulo. 432p. Oficina de Textos.
- DICKFELDT, E.P., ZUFFO, B.J. and SOUZA, S.A., 2013. Levantamento das espécies vegetais exóticas e experiências de manejo no Parque Estadual de Porto Ferreira, SP. IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, vol. 9, pp. 118-137.
- ESPÍNDOLA, M.B., BECHARA, F.C., BAZZO, M.S. and REIS, A., 2005. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. *Biotemas*, vol. 18, no. 1, pp. 27-38.
- KULL, C.A. and RANGAN, H., 2008. *Acacia exchanges: Wattles, thorn trees, and the study of plant movements*. *Geoforum*, vol. 39, no. 3, pp. 1258-1272.
- LEÃO, T.C.C., ALMEIDA, W.R., DECHOUM, M. and ZILLER, S.R., 2011. *Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas*. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2015 [acesso 5 February 2016]. *Espécies exóticas invasoras*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>>
- MORO, M.F., CASTRO, A.S.F. and ARAÚJO, F.S., 2011. Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará. *Rodriguésia*, vol. 62, no. 2, pp. 407-423.
- MORO, M.F., SOUZA, V.C., OLIVEIRA-FILHO, A.T. DE, QUEIROZ, L.P. DE, FRAGA, C.N. DE, RODAL, M.J.N., ARAÚJO, F.S. DE and MARTINS, F.R., 2012. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasilica*, vol. 26, no. 4, pp. 991-999.
- NYKVIST, N. and SIM, B.L., 2009. Changes in carbon and inorganic nutrients after clear felling a rainforest in Malaysia and planting with *Acacia mangium*. *Journal of Tropical Forest Science*, vol. 21, no. 2, pp. 98-112.
- PIMENTEL, D., MCNAIR, S., JANECKA, J., WIGHTMAN, J., SIMMONDS, C., O'CONNELL, C., WONG, E., RUSSEL, L., ZERN, J., AQUINO, T. and TSOMONDO, T., 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 84, no. 1, pp. 1-20
- SAMPAIO, A.B. and SCHMIDT, I.B., 2013. *Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil*. *Biodiversidade Brasileira*, vol.3, no.2, pp. 32-49.
- SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2006. *Panorama da biodiversidade global 2*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília,DF.
- SILVA, J.M.C. and TABARELLI, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature*, vol. 404, no. 6773, pp. 72-74.
- SILVA, J.C.B., JUNIOR, J.F.C., VOGEL, H. F. and CAMPOS, J.B., 2013. Dispersão por aves de *Psidium*

- guajava L.(Myrtaceae) em ambiente ripário na bacia do rio Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, vol. 34, no. 2, pp. 195-204.
- TONG, P.S. and NG, F.S.P., 2008. Effect of light intensity on growth, leaf production, leaf lifespan and leaf nutrient budgets of *Acacia mangium*, *Cinnamomum iners*, *Dyera costulata*, *Eusideroxylon zwageri* and *Shorea roxburghii*. *Journal of Tropical Forest Science*, vol. 20, n°. 3, pp. 218-234.
- WESTBROOKS, R., 1998. *Invasive plants: changing the landscape of America: fact book*. Washington: Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds, pp. 490.
- Ziller, S.R., 2000. *A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica*. Paraná: Universidade Federal do Paraná. 268 p. Tese de Doutorado em Ciências Florestais. 











YASMINE ANTONINI
CRISTIANO SCHETINI DE AZEVEDO
JOICE P. V. MARTINS
MARIA CRISTINA T. B. MESSIAS

12. Tempo e espaço: o que determina o sucesso de um programa de restauração de matas ciliares?

A estrutura, a diversidade e a dinâmica da vegetação de uma floresta respondem aos efeitos dos distúrbios e de processos de regeneração, em escalas temporais e espaciais. Compreender como esses processos ocorrem é de extrema importância para a conservação e o manejo das florestas. Esses estudos são muito importantes em Minas Gerais, que tem sofrido um intenso processo de alterações ao longo do tempo desde a ocupação de seu território, levando à perda da biodiversidade.

O Cerrado é o bioma que cobre a maior parte do estado de Minas Gerais, apresentando diversas fitofisionomias, incluindo as florestais. A destruição dessas florestas tem levado a prejuízos que vão além da perda da biodiversidade. Como principal exemplo, podemos citar a importância das matas ciliares na garantia de um dos principais recursos naturais: a água. A degradação dessas áreas compromete diretamente a quantidade e qualidade da água, que afeta diretamente a população humana.

Desta forma, visamos verificar como a escala temporal e espacial interferiu no processo de recuperação das florestas do entorno do reservatório da Represa de Volta Grande, avaliando a riqueza e abundância dos elementos da fauna e da flora nos fragmentos com diferentes idades desde o plantio e com diferentes larguras da faixa replantada.

Foram selecionados para estudo faixas de reflorestamento mais estreitas (30m) e mais largas (100m) e ainda avaliou-se o efeito da idade (tempo após implantação dos reflorestamentos– 10 e 20 anos) nas características da floresta como riqueza e abundância de espécies arbóreas e de animais vertebrados e invertebrados. Utilizamos ainda uma área de referência, aqui denominada Nativa, a qual não possui histórico de intervenções ambientais ou plantio nos últimos 60 anos (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição das áreas amostrais

Denominação	Descrição	
	Largura da faixa revegetada	Idade do reflorestamento
Nativa (Área controle)		
Santa Bárbara	30 m	10 anos
Noboro	30m	20 anos
Ponte Anhanguera (Delta)	100m	10 anos
Figueira	100m	20 anos

Em relação à comunidade vegetal, nossos resultados mostram que as áreas possuem riquezas diferentes (ou seja, um diferente número de espécies), como pode ser observado na Figura 1. Ao contrário do que se esperava, as faixas denominadas Delta e Figueira, que apresentam maior largura, apresentaram menor número de espécies do que as de menor largura (Figura 2). Isso ocorreu porque essas duas áreas apresentam alto nível de impacto antrópico, como a presença de casas, retirada de madeira e queimadas constantes. Além disso essas áreas estão sendo invadidas por gramíneas, que impedem a regeneração natural da floresta.

No entanto, na área controle (Nativa), que é mais larga e de maior idade, apresenta riqueza maior do que as áreas reflorestadas. Provavelmente, outros fatores além da largura da faixa e idade do reflorestamento influenciaram essa característica, como, por exemplo, a presença de pequenos remanescentes florestais no entorno.

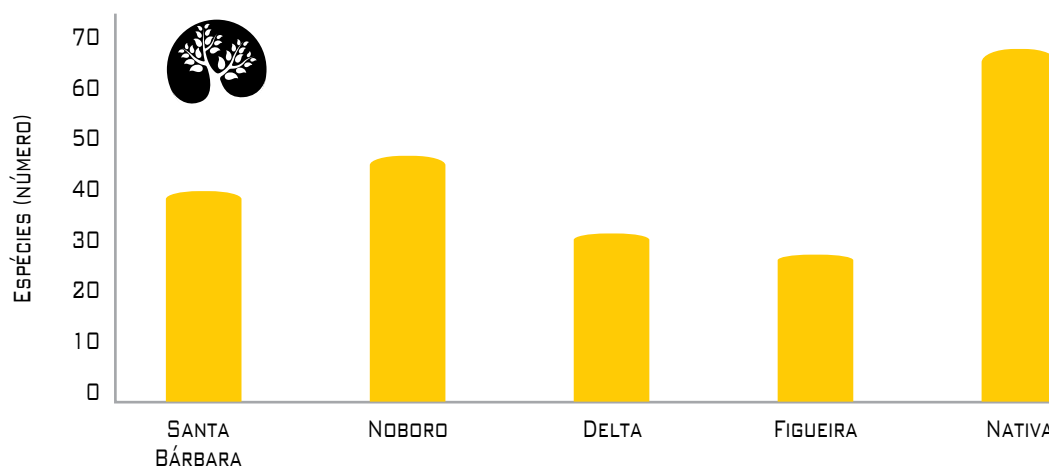


Figura 1: Riqueza de espécies de árvores nas áreas reflorestadas no entorno do Reservatório de Volta Grande, Minas Gerais.

Para a comunidade vegetal, a idade das áreas reflorestadas, no entanto, foi um elemento importante na determinação da maior riqueza em espécies. As áreas com maior tempo desde o plantio apresentaram, por exemplo, menor abundância de espécies de árvores de estágios intermediários de sucessão, assim como uma distribuição mais equitativa de espécies com as diferentes síndromes de dispersão. Outro fato interessante é que as faixas de revegetação mais estreitas apresentaram proporcionalmente mais espécies pioneiras, independentemente da idade do plantio. Como as faixas possuem apenas 30m de largura, a entrada de luz ocorre facilmente por ambas as bordas, favorecendo o estabelecimento de espécies adaptadas à luz.

Embora seja esperado o aumento da riqueza e da abundância de plantas nos reflorestamentos ao longo do processo de sucessão, com o aumento da idade do plantio florestal (Barbosa et al., 2009), a diferença de idade de 10 anos entre os fragmentos reflorestados estudados não foi suficiente para que este fator fosse significativo.

Os solos das áreas reflorestadas possuem alta fertilidade. Esse fato favoreceu o estabelecimento e desenvolvimento das espécies plantadas inicialmente, assim como o provimento de recursos durante o processo de sucessão. O alto teor de nutrientes vegetais no solo reduz o tempo para desenvolvimento da floresta, assim como reduz a competição por recursos, uma vez que esses fatores não se tornam limitantes. O estabelecimento dessas espécies, por sua vez, propicia a cobertura de copas, serapilheira e demais fatores exigidos para eliciar o processo de sucessão

florestal. É notável observar que reflorestamentos com idade de 10 anos possuem biomassa aérea maior ou comparável a muitos remanescentes florestais de cerrado. No entanto, esses reflorestamentos precisam de constante monitoramento para verificar se, durante o processo de sucessão florestal, essa característica se preserva ou se corre risco de colapso após a morte de espécies pioneiras. Estes estudos de longo prazo são importantes para garantia da eficácia desses reflorestamentos.

O reflorestamento de mata ciliar às margens de um reservatório circundado por paisagens bem diferentes do original favorece não somente a comunidade vegetal como também a comunidade animal. Considerando que o processo de remoção das matas para a construção da usina e da represa acarretou o extermínio dessa fauna, o simples ato de plantar árvores não garante que a fauna original colonizará as novas áreas. Isso foi o que aconteceu com as áreas reflorestadas. Embora tenhamos verificado uma grande quantidade e variedade de animais, vertebrados e invertebrados, as espécies encontradas nas áreas com diferentes idades e larguras não são as mesmas. Algumas espécies somente conseguem se estabelecer a partir do momento em que alimento, abrigo e condições para reprodução estejam disponíveis. Esse é o caso de muitas espécies de anfíbios, assim como a maioria dos répteis e dos mamíferos de pequeno porte, como roedores e marsupiais que vivem associados ao solo e, nesse sentido, dependem da quantidade de serapilheira para lhes conferir abrigo, camuflagem e também alimento (invertebrados de solo), além de um para deposição de ovos ou construção de ninhos.

Verificamos ainda na região os fragmentos de vegetação remanescente estão muito distantes das áreas reflorestadas, o que também dificultaria a colonização, já que esses fragmentos florestais preservados servem de fonte de indivíduos de espécies típicas da região.

No entanto, após 10 anos de reflorestamento, foi possível inventariar mais de 160 espécies de animais vertebrados, entre anfíbios, répteis, aves e mamíferos, alguns importantes, como lobo-guará, tamanduá-bandeira, onça-parda, macaco-guariba e jacaré. Entretanto, algumas espécies encontradas não são características de matas ciliares ou não são exigentes quanto à qualidade do ambiente, sendo espécies generalistas, encontradas principalmente em áreas abertas e com ampla distribuição, sendo normalmente resistentes a impactos antrópicos.

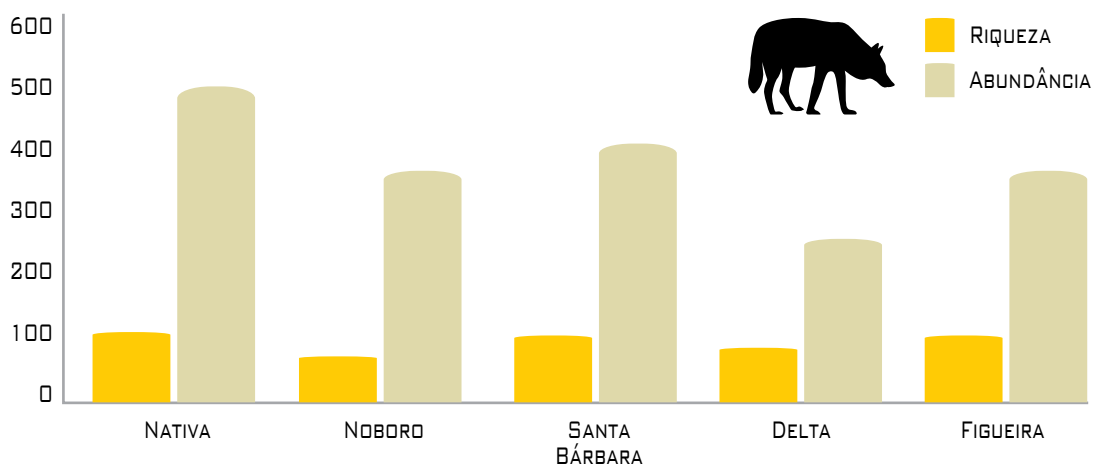


Figura 2: Riqueza e abundância de animais vertebrados, amostrados nas cinco áreas de estudo.

Os fragmentos reflorestados apresentam uma grande variedade de organismos invertebrados. Insetos como abelhas, vespas, formigas e besouros foram encontrados em todas as áreas e, como

esperado, com grande abundância. Outros invertebrados importantes, como aranhas também foram encontrados em grande quantidade em todas as áreas estudadas.

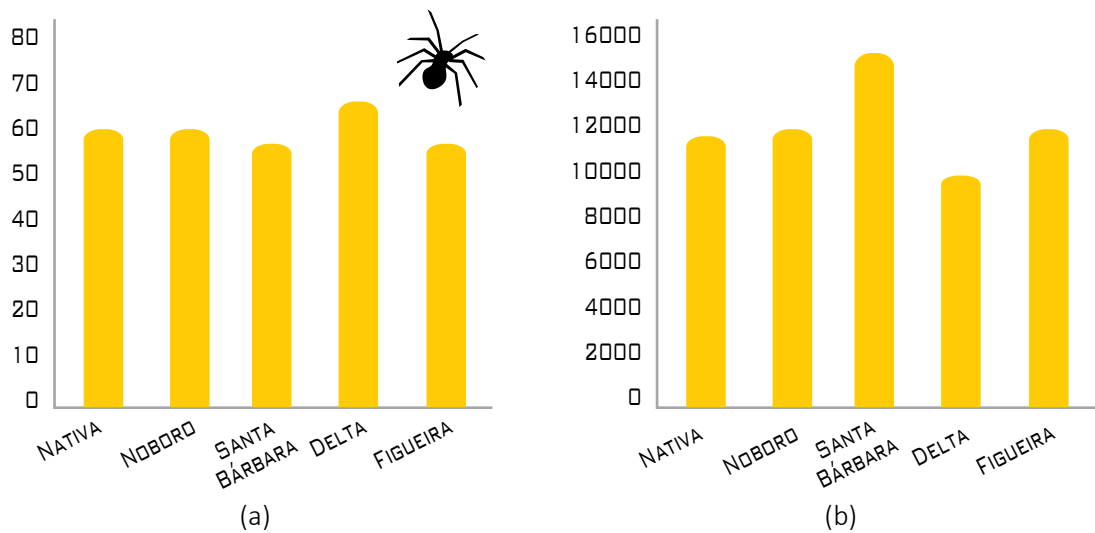


Figura 3: Riqueza (a) e abundância(b) de animais invertebrados, amostrados nas cinco áreas de estudo.

Além da largura da faixa e idade dos reflorestamentos, outros fatores como as características do entorno (matriz circundante) desses reflorestamentos e a proximidade com áreas-fonte de florestas naturais preservadas, onde há maior fonte de propágulos (frutos e sementes), também são importantes e devem ser considerados. 🌿











YASMINE ANTONINI
MARIA CRISTINA T. BRAGA MESSIAS
CRISTIANO SCHEITINI DE AZEVEDO
ENEIDA M ESKINAZI SANT'ANNA
JOICE P. V. MARTINS
GRAZIELLA FRANÇA MONTEIRO

13. Qual o valor da diversidade funcional nas áreas recuperadas do Reservatório de Volta Grande?

Segundo Bradshaw (1987), a capacidade de restaurar um sistema é uma prova de fogo dentro da aplicação dos conhecimentos ecológicos; se não formos capazes de restaurar um ecossistema, com certeza é improvável que o entendamos suficientemente. Historicamente, os esforços para a restauração terrestre têm como objetivo principal o restabelecimento da vegetação, mas essa visão estreita pode limitar o desenvolvimento do ecossistema, e pode resultar em falhas na restauração (Fagan et al., 2008; Simmers & Galatowitsch, 2010).

Por isso, outros pesquisadores, como Fraser et al., (2015), sugerem que os esforços de restauração de ecossistemas devam incluir nos objetivos a possibilidade de restabelecimento da estrutura da cadeia alimentar, do aumento da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos e da restauração da diversidade funcional. Assim, práticas de restauração focados nestes princípios, onde a comunidade seja composta por espécies em níveis multi-tróficos, seriam mais eficientes, resilientes e autossustentáveis. Mas o que são esses grupos funcionais ou grupos tróficos? Esses são definidos como sendo organismos que, independentemente da sua relação filogenética (parentesco), apresentam características funcionais semelhantes relacionadas a um serviço do ecossistema. Uma definição usualmente considerada quando abordamos a diversidade funcional é que esta representa o valor e a variação das espécies e de suas características que influenciam o funcionamento dos ecossistemas (Tilman, 2001). A abordagem funcional tem permitido aos pesquisadores avaliar não apenas biodiversidade, mas também um número maior de espécies com funções distintas nos ecossistemas, podendo manter ativos importantes serviços ecossistêmicos como regulação do clima, ciclagem de nutrientes, habitat, etc.

Para plantas, os grupos funcionais representam espécies que apresentam características comuns relacionadas ao porte, ao tipo de crescimento, à tolerância ao sombreamento, aos tipos de recursos ofertados à fauna, à forma de dispersão de sementes, tipo de polinização, etc. Dessa forma, é importante considerar a utilização de grupos funcionais de plantas que exerçam diferentes funções para auxiliar na restauração dos processos ecológicos.

Já para animais, a classificação pode ser baseada na posição dos organismos na cadeia alimentar ou a função que eles desempenham no ecossistema. Por exemplo, dois animais completamente diferentes, como um urubu e um besouro, podem ser classificados na mesma categoria Detritívoros – pois se alimentam de matéria morta ou em decomposição.

Os organismos que habitam os ecossistemas estão ligados uns aos outros por relações a que chamamos de interação. Essas interações são importantes para o equilíbrio dos ambientes. Como exemplo, podemos referir o uso de plantas fornecendo recursos diferentes para a fauna, ou que

possuam tipos diferentes de polinizadores. Aspectos reprodutivos das plantas são importantes de serem considerados no processo de restauração, como a dispersão de sementes e polinização, uma vez que as interações animais-plantas são importantes para a conservação da biodiversidade, assim como da garantia do fluxo gênico nas espécies.

De acordo com Rodrigues & Gandolfi (2007), dentre os princípios básicos para assegurar a eficácia da restauração ambiental, além de planejar as ações de restauração sobre a ótica da paisagem, deve-se assegurar o estabelecimento de comunidades com alta diversidade funcional e estimular o potencial de autorrecuperação presente na área (resiliência). Dessa forma, a ideia de Fraser e colaboradores (2015) é que os ambientes restaurados devem sustentar um maior número possível de organismos dentro de uma mesma categoria funcional.

Nos fragmentos de floresta restaurada no entorno do Reservatório de Volta Grande, verificamos que tanto para a fauna como a flora, a comunidade é formada por uma grande variedade de grupos funcionais. Segundo alguns autores (Lake et al., 2007; Rey Benayas et al., 2009; Filotas et al., 2010), à medida que a biodiversidade aumenta e as cadeias tróficas dos ecossistemas se desenvolvem, há um aumento da complexidade dos ecossistemas, levando a uma maior estabilidade ou autossustentabilidade dos mesmos. Nesse capítulo mostraremos quais os grupos funcionais de animais e plantas foram encontrados nas áreas estudadas.

Começando pelas plantas, verificamos que grande parte das árvores estão classificadas na categoria pioneiras, o que se justifica pela idade dos reflorestamentos, ainda em estágios iniciais de sucessão (Figura 1), mas com maior abundância nos reflorestamentos mais recentes (10 anos). No entanto, as espécies na categoria “secundária” apresentaram altas taxas de ocorrência.

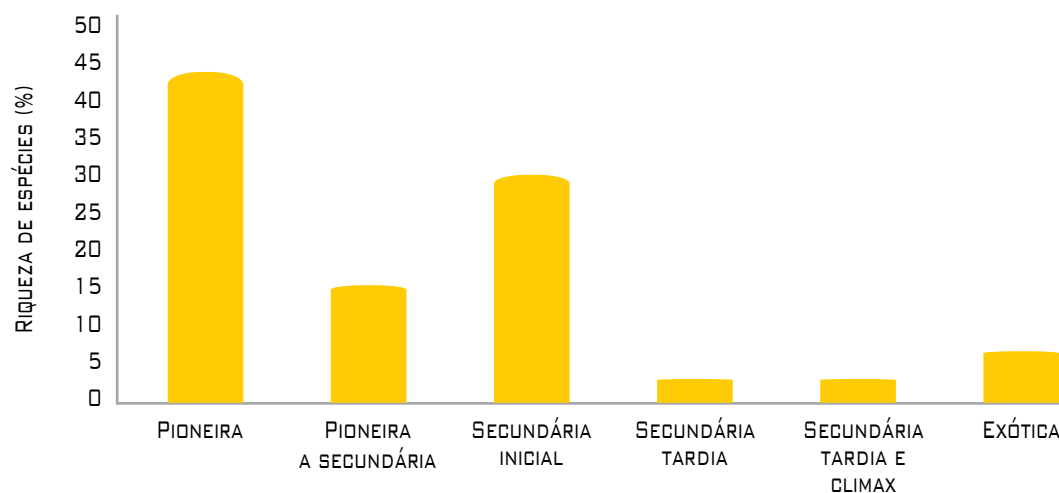


Figura 1: Categorias sucessionais (%) das espécies arbóreas encontradas no entorno do reservatório de Volta Grande.

Os fragmentos de floresta ciliar do reservatório de Volta Grande abrigam hoje uma diversidade de espécies variada, sendo que em alguns fragmentos esse valor é alto (como, por exemplo, na área Nativa), próximo de áreas naturais, mas, por outro lado, outros fragmentos apresentam valores bem baixos (como, por exemplo, Delta e Figueira). Isso denota a necessidade de estudos e monitoramento das áreas, acompanhando o processo de sucessão e realizando interferências como enriquecimento de algum grupo funcional ou supressão de espécies exóticas.

Quanto à forma de dispersão de sementes, verificamos uma grande diversidade de espécies zoocóricas, provendo recursos variados e abundantes para a fauna local, o que contribui ainda mais para a dispersão das espécies arbóreas (Figura 2).

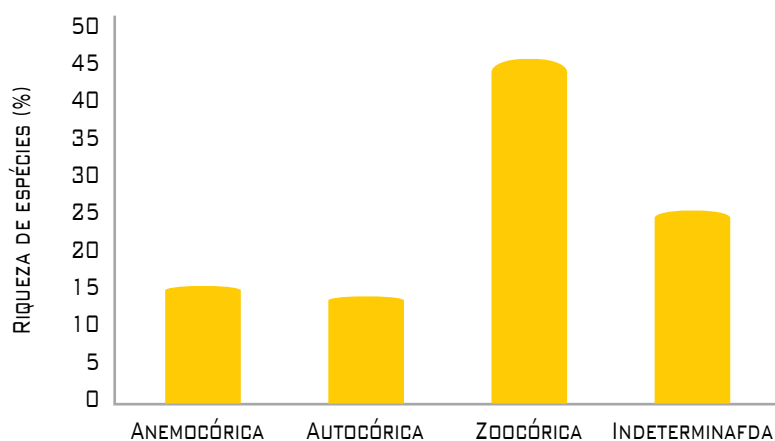


Figura 2: Síndromes de dispersão (%) nas espécies arbóreas encontradas no entorno do reservatório de Volta Grande.

Em relação à fauna terrestre, classificamos as espécies em dezoito grupos funcionais. A riqueza de espécies em cada grupo funcional pode ser considerada alta para reflorestamentos tão jovens. Importante notar que nas categorias estão incluídas espécies de vertebrados e invertebrados, que podem estar desempenhando a mesma função nos ecossistemas, mas com diferentes estratégias. Na categoria carnívoro, por exemplo, incluímos tanto mamíferos de grande porte – como a onça parda, quanto aranhas. Ambos os grupos são predadores, regulando a população de suas presas. Ainda nessa categoria estão as vespas, que são predadoras de insetos consideradas pragas agrícolas. Na categoria frugívoros, a riqueza também foi alta. Nessa categoria estão muitas espécies de aves, que ao se alimentarem dos frutos, dispersam as sementes (veja capítulo serviços ecossistêmicos).

Tabela 1. Riqueza em espécies dos principais grupos funcionais da fauna terrestre encontrados nos reflorestamentos do entorno do reservatório de Volta Grande.

Grupo funcional	Abundância	Riqueza
Invertebrado Carnívoro	3251	35
Invertebrado Nectarívoro	1859	40
Invertebrado predador de semente	254	3
Invertebrados Detritívoro	30177	12
Invertebrados Hematófagos	169	2
Invertebrados Herbívoro	20650	10
Invertebrados Micofaga	1658	8
Vertebrado Carnívoro	118	11
Vertebrado Frugívoro	190	16

Grupo funcional	Abundância	Riqueza
Vertebrado Frugívoro/ Predador de sementes	9	4
Vertebrado Granívoro	19	4
Vertebrado Insetívoro	857	74
Vertebrado Malacófago	4	1
Vertebrado Necrófago	1	1
Vertebrado Onívoro	353	38
Vertebrado Pscívoro	11	4
Vertebrado Frugívoro/ granívoro	267	3
Vertebrado Nectarivo	40	6

Nos ecossistemas aquáticos, os invertebrados planctônicos (aqueles que flutuam livremente na coluna d'água) também são responsáveis por muitos processos estruturadores, e, por isso, a diversidade funcional desse grupo é um excelente preditor da "saúde" das águas. Os organismos zooplânctônicos podem ser funcionalmente classificados em pequenos e grandes micrófagos (filtradores de matéria orgânica em suspensão), raspadores de fitoplâncton, raptorais e predadores. Pequenos e grandes micrófagos são os principais responsáveis pelo controle do crescimento algal e de outros microrganismos, e, por isso, sua presença tem impacto expressivo sobre os elos iniciais da cadeia alimentar. Os organismos raptorais e predadores exercem outro tipo de controle, através da predação e da ingestão seletiva de partículas. Essa característica funcional torna a presença desses organismos crucial para que haja um equilíbrio na remoção de partículas de diferentes tamanhos nos ambientes aquáticos. Os raspadores de fitoplâncton são aquelas espécies que vivem em íntima associação com algum tipo de substrato nos ambientes aquáticos (principalmente a vegetação aquática, as raízes de árvores da mata ciliar submersas nas margens dos rios e folhas que caem dentro dos corpos d'água). Esses organismos aproveitam esse recurso alimentar "adicional", que entra nos ambientes aquáticos, por isso sua presença é um forte indicativo da conexão da água com a mata ciliar.

O que se espera em ecossistemas aquáticos "em equilíbrio" é uma representação de todas essas características funcionais, e isso nós observamos apenas nas áreas onde havia a presença de mata ciliar em Volta Grande. Espécies como os rotíferos *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, os microcrustáceos *Alonna affinis*, *Chydorus speciosus* e outros, que representam os micrófagos e os raspadores, foram abundantes nas áreas onde a vegetação ciliar estava presente. Em contrapartida, nas áreas do reservatório onde havia supressão da mata ciliar, a diversidade funcional do zooplâncton foi baixa, tendo sido encontrados apenas pequenos micrófagos, aqueles capazes de filtrar pequenas partículas na água. O estudo da diversidade funcional, seja no ambiente terrestre, seja no ambiente aquático, é uma ferramenta poderosa na avaliação da efetividade de recuperação de áreas degradadas.



Brachionus angularis – pequeno micrófago



Alona affinis – raspador de fitoplâncton encontrado em área de mata ciliar

Referências Bibliográficas

- BRADSHAW, A.D., 1987. Restoration: an acid test for ecology. In: W.R. JORDAN, M.E. GILPIN, J.D. ABER eds. Restoration ecology, a synthetic approach to ecological research. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 337.
- FAGAN, K.C., PYWELL, R.F., BULLUCK, J.M. and MARRS, R.H., 2008. Do restored calcareous grasslands on former arable fields resemble ancient targets? The effect of time, methods and environment on outcomes. *Journal of Applied Ecology*, vol. 45, no. 4, pp. 1293-1303.
- FILOTAS. E., GRANT, M., PARROTT, L. and RIKVOLD, P., 2010. The effect of positive interactions on community structure in a multi-species metacommunity model along an environmental gradient. *Ecological Modeling*, vol. 221, no. 6, pp. 885-894.
- Fagan et al 2008 Citado por Yasmine
- FRASER, L. H., HENRY, H. A., CARLYLE, C. N., WHITE, S. R., BEIERKUHNLIN, C., CAHILL, J. F. & KNAPP, A. K., 2013. Coordinated distributed experiments: an emerging tool for testing global

- hypotheses in ecology and environmental science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 11, no. 3, pp. 147-155.
- RODRIGUES, R.R. and GANDOLFI, S., 2007. Restoration actions. In: R.R. Rodrigues, S.V. Martins, and S. Gandolfi, eds. *High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil*. Nova York: Nova Science Publishers, pp. 77-102.
- Simmers and Galatowitsch 2010) Citado por Yasmine
- LAKE, D.A., BOND, N. and REICH, P., 2007. Linking ecological theory with stream restoration. *Freshwater Biology*, vol. 52, no. 4, pp. 597-615.
- REY BENAYAS, J.M., NEWTON, A.C., DIAZ, A. and BULLOCK, J.M., 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*, vol. 325, no. 5944, pp. 1121-1124
- TILMAN, D., 2001. Functional diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, vol. 3, no. 1, pp. 109-120. 











YASMINE ANTONINI
ALESSANDRA RODRIGUES KOZOVITS
CRISTIANO SCHETINI DE AZEVEDO
ENEIDA ESKINAZI SANT'ANNA
HIDELBERTO CALDAS DE SOUZA
MARIA AUGUSTA GONÇALVES FUJACO
MARIA CRISTINA TEIXEIRA BRAGA MESSIAS
MARIÂNGELA GARCIA PRAÇA LEITE
MARIA RITA SILVÉRIO PIRES

14. Conclusões e recomendações para o manejo das matas ciliares no entorno do Reservatório de Volta Grande

O objetivo de um programa de restauração ambiental é recuperar as comunidades, tornando-as autossustentáveis, estáveis e resilientes. Para que isso ocorra o restabelecimento dos processos ecológicos (por exemplo, ciclagem de nutrientes e polinização) e das teias tróficas devem ser planejados. Mesmo que em muitos programas de restauração de floresta essas ações não sejam previamente programadas, podemos afirmar que restaurar vale a pena. Parodiando o filme Campos dos Sonhos: “se construirmos, eles chegarão”.

As áreas reflorestadas do entorno do reservatório de Volta Grande, apesar de não terem sido restauradas com o propósito específico de recuperar a biodiversidade, processos ecológicos e serviços ecossistêmicos apresentam hoje esse conjunto de elementos, importantes para sua “sobrevivência”. Essas áreas abrigam uma biodiversidade relativamente alta, se comparada a outros fragmentos na mesma região, embora a similaridade da composição, a estrutura e a dinâmica estejam abaixo do que seria considerado ideal.

No entanto, os resultados dos estudos indicam que o processo de recuperação das matas ciliares já alcançou diversos benefícios. Dentre eles, podem ser citados a melhoria do ambiente físico, controle da erosão, manutenção da fertilidade do solo e de ciclos hidrológicos. Além disso, é marcante o aumento da biodiversidade vegetal e da fauna, da biodiversidade de invertebrados aquáticos, da produtividade da vegetação e da fixação de carbono, trazendo benefícios diretos para a vida humana. Em alguns trechos já se observa o enriquecimento e aumento da complexidade estrutural do habitat com o acréscimo da diversidade funcional da flora e fauna. Espera-se que, em longo prazo, caso as condições de sucessão sejam mantidas, que os ecossistemas ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande evoluam para o desenvolvimento de ecossistemas mais complexos e se diversifique ainda mais a biodiversidade. Importante destacar que os resultados mostram também que algumas dessas áreas necessitam passar por uma intervenção, pois estão seguindo no sentido contrário ao que se pretendia – sua autossustentabilidade. Para a fauna e flora, em geral, duas áreas (Delta e Figueira) apresentam uma comunidade muito pobre e com algumas espécies dominantes, o que significa que o número de indivíduos de uma ou duas espécies é muito superior ao encontrado para as demais. Dessa forma, o ambiente está mostrando tendências à homogeneização e ao empobrecimento biótico. Em curto período de tempo, poucas espécies poderão se tornar dominantes, enquanto a população das demais poderá se reduzir tanto, que não conseguirão permanecer na área.

A presença de um maior número de espécies da fauna pode ser considerada uma importante ferramenta para a conservação e restauração dos fragmentos de mata ciliar, devido aos serviços ecossistêmicos prestados por estes animais, pois, como evidenciado em nossos estudos, as várias espécies de aves, mamíferos e de invertebrados como formigas e besouros atuam como dispersores de frutos e sementes e como decompositores, contribuindo imensamente para o enriquecimento da flora, através da dispersão de sementes e da participação na ciclagem de nutrientes.

Três recomendações importantes para incrementar os serviços ecossistêmicos de futuros reflorestamentos de matas ciliares seriam: 1) o reflorestamento contínuo do entorno do corpo d'água, aumentando assim a eficiência deste fragmento como corredor ecológico; 2) plantar faixas com largura maior do que 30 metros, diminuindo o efeito de borda (as bordas das matas são áreas sujeitas ao contato com as áreas externas, o que implica uma maior exposição ao clima, parasitas e outros fatores biológicos e químicos), o que gera áreas diferenciadas de borda e interior, criando uma maior diversidade de ambientes e 3) manter conectividade com matas ciliares nativas e remanescentes florestais, permitindo a ligação das matas reflorestadas com ambientes que podem atuar como fonte de espécies típicas de mata ciliar.

Inúmeras ações humanas constituem ameaças para o restabelecimento da fauna de vertebrados em um ambiente em recuperação. Nesse sentido, podem ser citados como exemplos: os incêndios florestais; a caça; a captura de animais interessantes comercialmente, como aves e algumas espécies de mamíferos; animais que são abatidos devido à crença de que representam perigo, como as serpentes e diversos lagartos e ápodos. Além disso, animais domésticos, como cães e gatos, soltos na floresta atacam espécies silvestres e, no caso de cavalos e o gado, podem prejudicar plantas e animais devido ao pisoteio. Assim, atividades informativas e de educação ambiental devem ser dirigidas às comunidades vizinhas ao reservatório, visando a proteger essas matas e a sua fauna. A maioria desses distúrbios pode ser evitada por meio da informação e da sensibilização das comunidades do entorno quanto às vantagens do sucesso do reflorestamento para a sua própria qualidade de vida.

O reservatório, entretanto, continua sendo um testemunho ecossistêmico do uso diversificado e intensivo de sua bacia, e as ações de conservação e expansão das áreas reflorestadas devem ser planejadas. Para este fim, é necessário que seja criado um programa de monitoramento, reavaliações e possíveis intervenções para fazer garantir o sucesso previsto nas ações de restauração. Sugerimos que seja empregada uma abordagem de monitoramento integradora, que combine a orientação de cientistas com o envolvimento da comunidade do entorno. A contribuição dos cientistas garantiria o rigor no desenho dos programas e na análise dos dados, enquanto o envolvimento das comunidades no entorno facilitaria a implementação das recomendações de manejo. 🌿







AGRADECIMENTOS

A lista de agradecimentos é enorme. Os resultados aqui descritos não seriam alcançados se não fosse a colaboração de várias pessoas que, direta ou indiretamente, participaram do projeto. Primeiramente, gostaríamos de agradecer aos estudantes e pesquisadores que nos auxiliaram no campo e/ou em laboratório na fase inicial do projeto. Amauri Pires Bueno, Áuria Cordeiro Tonaco, Bruno Ribas Alzamora, Camila Fonseca Guimarães, Carlos Magno Faria, Celina Soares Pascoal, Daniela Boaneres, Francisco Ferreira Junior, Francisco Wagner A. Moreira, Ícaro Corrêa Gondim Faria, Izabella Brunelli Andrade, Luciana Rodrigues Ramos de Oliveira, Paola de Oliveira Silva, Pedro Navarro Cardoso Vale, Rafael Martins, Raissa Garcia de Sousa, Renzo Lanza, Ricardo Marcelino Claudino, Roberta Barletta Geraldo, Vinícius Londe Ferreira e Vinicius Macedo de Souza. O apoio da Debora Mello Salles e da Nathália de Oliveira Nascimento na organização das campanhas de campo e prestação de contas. A ajuda da Ana Paula Fortuna Perez na identificação das plantas. Aos funcionários da Fundação Gorceix, em especial a Angélica Santos, Rosemary Carneiro, Aline Guimarães, Guilherme Leandro, Fabiano Silva, Gilsimar Mendes, Julio César Reis e José Corrêa. A equipe da Estação Ambiental de Volta Grande, em especial a Alessandra Bedone e Caissor Costa, e também ao pessoal da portaria. A equipe da Fazenda Noboro, da Usina Colorado nas pessoas do Eli Norberto e Raquel Camargo e também ao Renato Sugihara, do Grupo Raizen. E, finalmente, mas nem por isso menos importante, ao pessoal da TE da CEMIG – Vanessa Coelho e Edson Nunes, e a equipe do Departamento de Relações Empresariais da FAPEMIG, que muito nos auxiliou na gestão do projeto.



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-62658-09-9



9 788562 658099



EDITORA



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto



A Melhor Energia do Brasil.



Estado do Brasil