

**Chamada CNPq/MCTI/CONFAP-FAPS/PELD nº 21/2020
Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração**

ANEXO I

MODELO ESTRUTURADO – PROJETO COMPLETO (PROPOSTA DE SÍTIO PELD)

PARTE 1 – IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

TÍTULO DA PROPOSTA	Sítio PELD MANP – Mata Atlântica do Norte do Paraná
SIGLA DO SÍTIO PELD (máximo de quatro letras)	MANP
COORDENADOR DA PROPOSTA	José Marcelo Domingues Torezan
INSTITUIÇÃO EXECUTORA	Universidade Estadual de Londrina
INSTITUIÇÃO COLABORADORA (S) (ÕES)	Instituto Ambiental do Paraná, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

PARTE 2 – DETALHAMENTO DA PROPOSTA DE SÍTIO PELD

a) Sigla (quatro letras) e título resumido do sítio de pesquisa PELD;

Sigla: MANP
Título resumido: Mata Atlântica do Norte do Paraná

b) Apresentação das questões científicas a serem abordadas e justificativa para a realização de pesquisa em longo prazo;

Esta proposta visa à continuidade das atividades no Sítio PELD MANP, que consiste em um conjunto de amostras distribuídas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e sítios de restauração ecológica (reflorestamentos com espécies nativas) situados na região de Londrina, norte do estado do Paraná, em monitoramento por pesquisadores e estudantes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UEL. Os fragmentos e reflorestamentos situam-se em uma região homogênea em termos de vegetação original, solos, clima e histórico de ocupação, além da técnica de restauração, no caso dos reflorestamentos. No domínio da Mata Atlântica, a Floresta Estacional Semidecidual é a fitofisionomia mais ameaçada, da qual restam menos de 4% da área original, e o PELD MANP situa-se em meio a uma das maiores regiões produtoras de grãos do País.

A proposta do sítio é monitorar tanto a dinâmica de longo prazo nos fragmentos florestais quanto a evolução dos reflorestamentos, visando responder às seguintes questões principais:

- Quais são, no médio-longo prazo, os padrões de resposta dos remanescentes de Mata Atlântica à fragmentação, contaminação com pesticidas e fertilizantes, invasões biológicas e à mudança climática?
- Como evoluem, no médio-longo prazo, ecossistemas em restauração inseridos em uma paisagem agrícola, com habitats naturais reduzidos e fragmentados?
- Como os padrões de resposta de remanescentes e áreas de restauração podem informar estratégias de conservação e manejo destes ecossistemas?

Para responder a estas questões, as séries temporais serão compostas dos pontos de amostragem já mencionados, com dois fragmentos florestais servindo como área de referência, sendo uma “interna” (na mesma paisagem) e outra “externa” (em outra paisagem). A referência “interna”, ou local, escolhida foi o Parque Estadual Mata dos Godoy, por ser o maior e mais bem conservado da região, contendo uma unidade de conservação que está entre as mais bem estudadas do estado do Paraná. Como referência “externa”, contanto com área bastante maior, foi selecionado o Parque Nacional do Iguaçu, a maior área de Floresta Estacional Semidecidual protegida existente, mas distante cerca de 300km de

Londrina, em condições similares de solo, mas com clima ligeiramente diferente da região de Londrina. Com as amostragens já realizadas desde 2015-2016 com diferentes grupos de organismos e variáveis do ecossistema, nesta etapa do PELD MANP está sendo proposta uma consolidação das amostras e variáveis amostradas com o objetivo de manter o monitoramento ao longo do tempo, permitindo-se enfrentar restrições temporárias de recursos.

- c) Apresentação do componente socioecológico no projeto de pesquisa PELD, considerando a pesquisa colaborativa e interdisciplinar, visando a integração entre as ciências ambientais, sociais e humanas e da saúde;

Como decorrência de diversos fatores (a história natural da floresta estacional, a colonização europeia recentíssima e a atual estrutura social e fundiária da região), os locais onde os pesquisadores do PELD MANP atuam não são presentemente habitados por populações tradicionais que manejam recursos naturais, a exemplo de seringueiros e pescadores. Pode-se dizer, infelizmente, já que isto está de certa forma associado à velocidade e à violência da devastação que permitiu que o norte do Paraná sofresse redução de até 95% da floresta em poucas décadas. Em outras palavras, este processo de ocupação, que deslocou indígenas, tinha como objetivo principal converter a floresta, ou seja, o “recurso” natural desejado e explorado foi, historicamente, a terra agricultável. Isto se reflete nos pontos de amostragem, que foram escolhidos em função da presença de remanescentes de floresta e sítios de restauração já implantados, ou seja, o principal componente socioecológico implícito no desenho amostral era a combinação de fragmentação e degradação ambiental. No entanto, a predominância atual do agronegócio e de propriedades rurais médias e grandes não eliminou, apenas ocultou a existência de povos tradicionais (na região há indígenas Kaingang e Guarani em pequenos aldeamentos) e da agricultura familiar. Assim, mesmo que a amostragem ecológica de longo prazo em pontos fixos não esteja sendo feita nos territórios ocupados por estas comunidades, não é necessário que as interações do PELD MANP sejam restritas a gestores de UCs e órgãos ambientais e proprietários de terra onde há remanescentes.

Com efeito, pesquisadores do grupo atuam, há vários anos, em interações com diferentes públicos, como produtores rurais, assentados da reforma agrária, indígenas, ativistas de ONGs ambientalistas e escolas da região, em diversas frentes e assuntos, o que produziu, como um ativo, experiências que a equipe vem refletindo como inserir no contexto do PELD. Dentre as diversas possibilidades emergiram práticas que a equipe pretende adotar ou intensificar, e que podem conectar os diversos atores regionais com as questões científicas abordadas pelo PELD MANP:

- 1) Cursos, palestras, visitas e produção de materiais voltados para escolas e professores de escolas da região. O principal local de amostragem do PELD MANP é o Parque Estadual Mata dos Godoy, que é

uma das UCs mais visitadas por escolares do Paraná, e a equipe já tem experiência em produzir material deste tipo.

2) Cursos, palestras e assistência técnica sobre meliponicultura. A criação de abelhas indígenas tem crescido, impulsionada tanto pela preocupação ambiental quanto pela busca de alimentos saudáveis. A equipe já desenvolve atividades nesta área, que tem potencial para geração e diversificação de renda, além de estimular a reflexão sobre as questões estudadas pelo PELD.

3) Iniciativas de coleta de dados por leigos (Ciência Cidadã). A equipe já tem iniciativas em andamento sobre observação de Aves e um componente sobre o registro de mamíferos está sendo incluído nesta proposta.

4) Reorganização das atividades de extensão em restauração ecológica. Um dos laboratórios componentes do PELD atua, há 20 anos, na extensão em restauração ecológica, que inclui capacitação e doação de mudas de espécies nativas. O público alvo destas atividades tem sido produtores rurais, assentamentos de reforma agrária e indígenas.

- d) Descrição detalhada do sítio de pesquisa: área total estudada (polígono), coordenadas geográficas centrais da(s) área(s) de estudo proposta(s). Nos casos onde o sítio envolve um conjunto de áreas de pesquisa, é necessário justificar de que forma o conjunto de áreas de estudo integra-se para compor um sítio de pesquisa;

Características Gerais

O Sítio PELD “Mata Atlântica do Norte do Paraná” (MANP) consiste em um conjunto de amostras distribuídas em fragmentos florestais e sítios de restauração ecológica (reflorestamentos com espécies nativas) situados na região de Londrina, uma área recobrando cerca de 500.000 ha no norte do estado do Paraná (Figura 1). Como a região é homogênea em termos de vegetação original, solos, clima e histórico de ocupação, as amostras em diferentes fragmentos florestais e sítios de restauração são tomadas como réplicas de um mesmo conjunto amostral. Adicionalmente, boa parte das áreas de restauração (reflorestamentos com espécies nativas) está localizada de forma contígua aos fragmentos florestais incluídos na amostra, permitindo também a análise pareada (um remanescente e um

Parte das amostras está localizada em unidades de conservação de proteção integral públicas e RPPNs, parte em áreas de preservação permanente da UHE Capivara, e parte em Reservas Legais de propriedades rurais dedicadas ao cultivo de grãos. No caso das propriedades rurais, a equipe da UEL tem relacionamento antigo com os proprietários, que apoiam a pesquisa (Apêndice – Detalhamento dos subprojetos).

O norte do Paraná, onde fica a região de Londrina, é considerada uma das grandes regiões produtoras de grãos do País. A situação das paisagens na região é resultado de um histórico que é, de

muitas maneiras, similar ao que ocorreu nos demais estados do Sul e do Sudeste no domínio da Mata Atlântica. O estado do Paraná possuía, até o início do século 20, mais de 80% de sua área recoberta por florestas, e a região norte do Estado teve boa parte da sua vegetação original suprimida em duas ondas de ocupação agrícola, ambas relativamente recentes no contexto histórico do Brasil e da Mata Atlântica, sendo a primeira nos anos 1930, com o início da ocupação, principalmente por lavouras de café e o extrativismo madeireiro, quando foi criada a maioria das cidades da região. Já nos anos 1970, com o advento da mecanização agrícola e do uso intenso de tecnologia, praticamente todas as áreas agricultáveis foram ocupadas pelo cultivo de grãos, predominante até os dias de hoje (Soares & Medri, 2002). Este processo histórico veloz resultou em uma paisagem extremamente fragmentada, contendo de 2 a 4% de área ocupada por florestas remanescentes em 1980 (IPARDES 1993) e uma média de 8% para a região de Londrina em 2002, incluindo florestas secundárias (Torezan 2003).

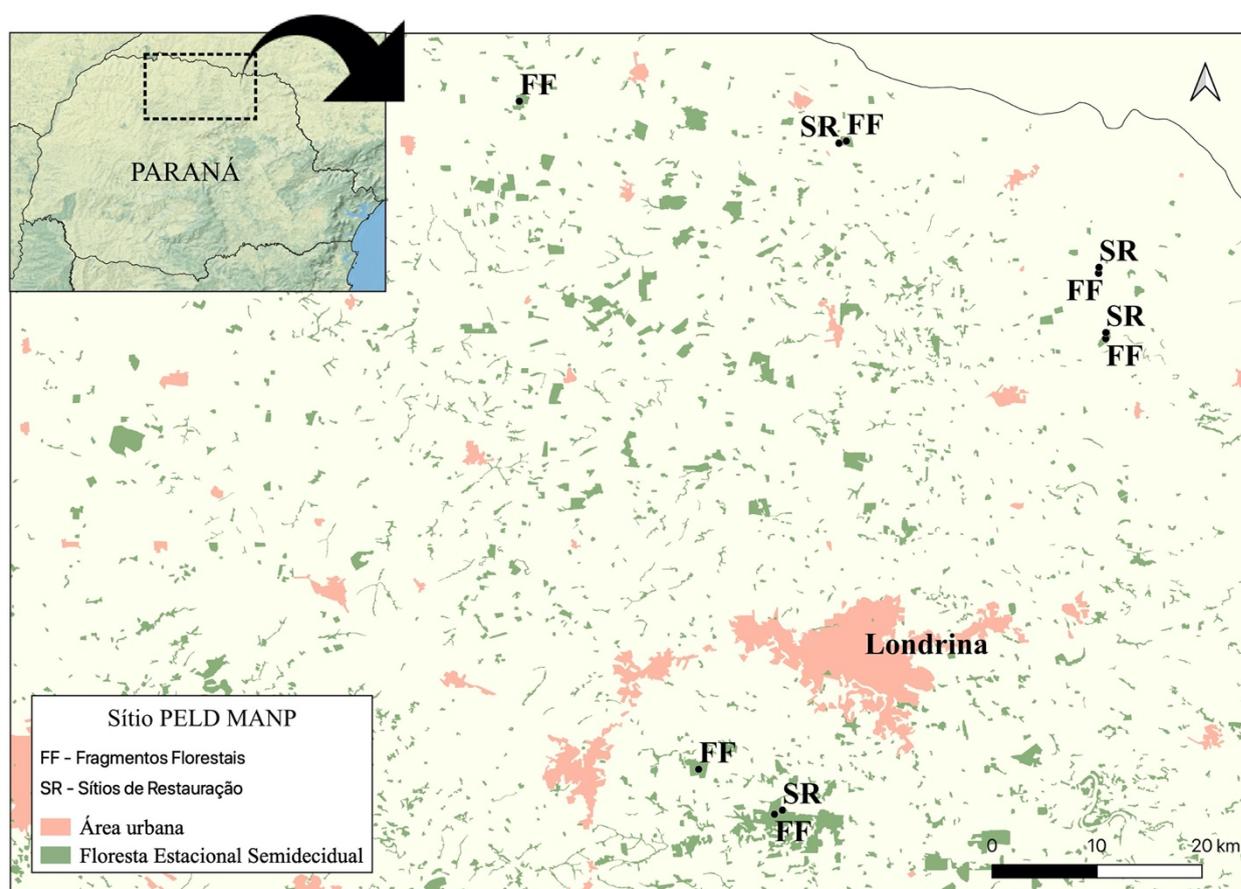


Figura 1: Região abrangida pelo sítio PELD MANP com os principais locais de amostragem (FF- fragmentos florestais, SR – sítios de restauração. Polígonos em verde no mapa são fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Fonte da imagem do fundo: Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2016) Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: Período 2014-2015. <http://mapas.sosma.org.br/>. Accessed 22 May 2020. Mapa final preparado por L.F. Torezan

Esta característica recente do processo de fragmentação na região de Londrina configura uma oportunidade ímpar para estudos sobre os efeitos da fragmentação, uma vez que podem ser observados

tanto resquícios da situação original, nos organismos de ciclo mais longo como as árvores e nos fragmentos maiores (Torezan et al 2005), quanto efeitos estruturais, causados por organismos de resposta mais rápida e por pressões ulteriores mais severas, em geral em fragmentos menores (Anjos 2001, Medeiros & Torezan 2012).

Outra característica importante da paisagem na região de Londrina é a uniformidade de tipologia vegetacional, altitude, clima, geomorfologia e solos, o que facilita sobremaneira realizar estudos ecológicos com número adequado de réplicas. A vegetação original da área de estudo é a Floresta Estacional Semidecidual, situada numa zona de transição entre a Floresta Ombrófila Densa a leste, o Cerrado ao norte e oeste, e a Floresta Ombrófila Mista associada a campos naturais ao sul. Esta condição biogeográfica (Torezan 2002), bem como o elevado grau de ameaça da Floresta Estacional (o maior entre os ecossistemas da Mata Atlântica; Ribeiro et al 2009) combinado com a predominância de uma das atividades econômicas mais importantes do País (a sojicultura e culturas associadas) contribuem para a relevância estratégica deste sítio PELD.

O clima da região é caracterizado como Cfa, segundo Köppen, com temperaturas moderadas (média anual de 21,4° C). O inverno é pouco rigoroso (média do mês de julho 17,7° C, com raríssimas geadas). No verão a temperatura se eleva, assim como o índice pluviométrico (médias de fevereiro 17.7° C e 227 mm de chuva). No inverno há uma queda no índice pluviométrico, principalmente no mês de agosto (média de 50 mm). O total pluviométrico anual da região varia de 1400 a 1600 mm.ano-1. A região possui solo predominantemente dos tipos latossolo vermelho escuro eutrófico e nitossolo eutroférico, ambos de origem basáltica, com alta fertilidade (Stipp, 2002).

Remanescentes florestais

Os pesquisadores do PELD MANP amostraram vários dos fragmentos incluídos na proposta original e discutiram internamente uma consolidação dos locais selecionados para amostragem, visando melhorar a segurança e a acessibilidade, e reduzir a suscetibilidade a restrições momentâneas de recursos materiais ou humanos no futuro. Assim dos 12 fragmentos propostos originalmente (ver Apêndice) 7 eram tratados como pontos de amostragem principais (com pretensão de amostragem periódica e de longo prazo, são pontos de maior segurança para pessoas e equipamentos) e 5 secundários (a serem usados para complementar o desenho amostral de pesquisas específicas e para composição de listas de flora e fauna regional). Dos pontos principais, estão sendo mantidos seis, e um rebaixado para secundário.

Está sendo mantido o status de ecossistema de referência para o Parque Estadual Mata dos Godoy (670 ha), que faz parte de um dos principais remanescentes de Mata Atlântica da região (cerca de 2800 ha), e apresenta boas condições de acessibilidade e segurança.

Também está sendo mantida a indicação do Parque Nacional do Iguaçu como “grupo controle externo”, com realização de amostragens eventuais e complementares. Até o presente momento apenas aves e insetos foram amostrados no PN Iguaçu por membros da nossa equipe.

Sítios de restauração ecológica

Na proposta anterior foram selecionados 15 reflorestamentos, sendo que quatro estão situados de forma contígua a fragmentos florestais que também estão sendo monitorados (PEMG e fazendas Alvorada, Congonhas e Santo Antônio). Os demais estão distribuídos nas margens do reservatório de Capivara e estão sendo monitorados em intervalos maiores e apenas para biomassa/carbono e vegetação. Há ainda dois outros reflorestamentos, que por diferenças de idade e método de implantação estão sendo tratados como complementares (Projeto Madeira, no PEMG, de 1990 e Fazenda Escola, no campus da UEL, de 1996). Ver o Apêndice para uma descrição dos sítios de restauração.

Em resumo, para compor o sítio PELD foram mantidos os 15 reflorestamentos apresentados na proposta anterior, sendo quatro monitorados regularmente e 11 a intervalos maiores.

- e) Caso a proposta envolva pesquisa em Unidades de Conservação (UC), indicar qual a(s) UC(s) estudada(s) e sua(s) categoria(s) e se há participação do(s) gestor(es) da(s) UC(s) na equipe do projeto;

O PELD MANP inclui cinco UCs de proteção integral públicas e duas RPPNs:

Parque Estadual Mata dos Godoy (ecossistema de referência)
Parque Estadual Mata São Francisco (amostragem secundária)
Parque Estadual de Ibiporã (amostragem secundária)
Parque Estadual de Ibicatu
Parque Nacional do Iguaçu (amostragem esporádica – referência externa)
RPPN Fazenda Doralice (amostragem secundária)
RPPN Faz. Alvorada

No caso dos parques estaduais a equipe do projeto interage tanto com os escritórios regionais do Instituto Ambiental do Paraná, quanto com os gestores de cada unidade. Os escritórios regionais são responsáveis pela administração destas UCs, e pela autorização de acesso. Os gestores são técnicos qualificados, sendo que dois deles já foram orientados na pós-graduação por pesquisadores do PPG-CB, e todos tem relação muito próxima com a UEL. O coordenador do PELD faz parte do Conselho Consultivo do P.E. Mata dos Godoy.

No caso do Parque Nacional do Iguaçu, dada a distância de Londrina e a menor frequência de atividades o relacionamento com os gestores do Parque limitou-se a pedidos de autorização, mas há planos de estreitar este relacionamento.

Os proprietários das fazendas onde há amostras, incluindo ou não RPPNs, tem historicamente um relacionamento muito bom com as equipes do PELD.

- f) Objetivo geral, objetivos específicos, metas e indicadores;

O **objetivo geral** desta proposta PELD é manter o monitoramento em longo prazo do comportamento de variáveis estruturais e funcionais de ecossistemas da Floresta Estacional Semidecidual, de forma a (i) acumular dados em séries de longo prazo, (ii) melhorar o conhecimento ecológico sobre os padrões e processos vigentes nas paisagens atuais, e (iii) subsidiar, em tempo real e de forma adaptativa, o manejo das áreas remanescentes e em recuperação.

Para tanto, foram estabelecidos os seguintes • objetivos específicos, ○ **metas** e ■ **indicadores**:

- Reamostragem dos fragmentos e reflorestamentos da proposta anterior
 - Recenseamento em seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos
 - Número de locais com parcelas permanentes recenseados

- Organizar, sistematizar e divulgar os dados no SiBBr
 - Inserir no SiBBr, até o término da vigência (2024) todos os dados coletados no PELD MANP até um ano antes (2023), para Abelhas, Aves, Besouros, Borboletas, Mamíferos, Mariposas, Plantas e Vespas
 - Lotes de informação (bancos de dados)
- Divulgar, por meio do site do PELD MANP, a localização das amostras de campo e informações úteis para gestores de UCs, proprietários rurais e para docentes do ensino fundamental e médio.
 - Manter atualização constante no site
 - Tempo desde a última atualização
- Conservar as estruturas de apoio existentes (trilhas de acesso, parcelas permanentes, estações meteorológicas, placas de sinalização, etc).
 - Manter as estruturas prioritariamente em seis locais (parques estaduais de Ibicatu, Mata dos Godoy, e fazendas Alvorada, Bule, Congonhas e Santo Antônio)
 - Número de locais com infraestrutura em bom estado
- Apoiar a formação de recursos humanos nos níveis de ensino médio, graduação, mestrado e doutorado.
 - Envolver estudantes em todas as atividades do PELD MANP, incluindo as de extensão e divulgação científica, com ao menos três orientações diretamente ligadas ao PELD, em qualquer nível, por pesquisador
 - Número de estudantes envolvidos
- Divulgar a pesquisa realizada em livros e em periódicos científicos qualificados.
 - Produzir ao menos dois artigos em revista com JCR e um livro ou capítulo de livro por pesquisador
 - Número de artigos, livros e capítulos
- Estabelecer parcerias novas com pesquisadores e instituições estrangeiras, e estreitar as existentes.
 - Manter ao menos uma parceria internacional, preferencialmente voltada para estudos de longo prazo
 - Número de pesquisadores ou grupos de pesquisa estrangeiros associados ao PELD MANP.
- Estabelecer relações com outros sítios PELD no Brasil
 - Identificar objetivos comuns e possíveis sinergias e complementaridades em outros sítios PELD e propor ou aceitar participar de parcerias com ao menos um outro sítio
 - Número de sítios PELD parceiros
- Reformular, impulsionar e consolidar a divulgação científica do PELD-MANP, envolvendo diferentes públicos e plataformas, integrando os pesquisadores e alunos de pós-graduação da UEL nesta atividade
 - Reformular o site, criar ou reformular contas em ao menos duas redes sociais, produzir ao menos um material de divulgação mensalmente sobre os assuntos pesquisados pelo PELD MANP
 - Número de produções (páginas de internet, contas de rede social, vídeos e outros materiais produzidos)
- Participar das iniciativas nacionais do programa PELD do CNPq voltadas para a divulgação da Ciência
 - Contribuir com materiais, expertise e ideias para as iniciativas de divulgação científica do Programa PELD do CNPq
 - Número de peças de divulgação com participação do PELD MANP
- Participar das reuniões de acompanhamento
 - Participar de todas as reuniões de acompanhamento, presenciais ou à distância, convocadas pelo CNPq, produzindo os materiais solicitados

- Número de eventos convocados e atendidos pelo coordenador ou representante

g) Material e métodos a serem empregados para cada um dos objetivos específicos;

Desenho Amostral Geral

No sítio PELD MANP foram incluídas vários locais (unidades de conservação ou propriedades rurais), o que faz do MANP um sítio complexo, na nomenclatura da rede mundial LTER. Em cada localidade pode haver mais de um ambiente (fragmentos florestais ou reflorestamentos), contendo unidades amostrais.

A unidade amostral básica do sítio PELD MANP é o transecto de 1000m. O transecto é uma instalação permanente e concentra estruturas de amostragem como pontos de observação, pontos de escuta, sensores, armadilhas ou parcelas. Esta unidade foi escolhida em detrimento de outras formas consagradas (PPBio, Rapeld, etc) dado o pequeno tamanho da maior parte dos fragmentos florestais e sítios de restauração existentes na região.

Já foi instalado um transecto de 1km por ambiente (ou em alguns casos um par de transectos de 500m para adequar-se à área ou à forma do polígono de habitat) em dez localidades, consideradas principais, amostradas por todos os grupos. No entanto, nos fragmentos ou reflorestamentos maiores pode vir a ser feito uso de mais de um transecto (conforme as análises, em andamento, apontem a necessidade), e locais adicionais (tanto fragmentos quanto sítios de restauração) podem ser amostrados para testar hipóteses específicas. Todos os transectos e unidades amostrais subordinadas foram mapeados com equipamento GPS, gerando um sistema de informação geográfica unificado para todos as localidades, servindo também para compor o mapa para divulgação do projeto.

Diferenças nesta proposta em relação ao edital anterior

Os métodos de monitoramento propostos no edital anterior estão sendo, regra geral, mantidos para esta proposta, com algumas modificações:

- Com a aposentadoria de dois pesquisadores (Dr Edmilson Bianchini e Dr Waldemar Zangaro Filho) em 2020, o monitoramento da fenologia e da demografia de plantas foi removido da proposta. Outros pesquisadores, que tem experiência no assunto (Dr. José Marcelo Torezan e Dra Alba L. Cavalheiro) vão empreender uma tentativa de manter a pesquisa de fenologia em apenas um local, o Parque Estadual Mata dos Godoy. No caso da demografia de plantas, os dados continuarão a ser coletados, nas parcelas de vegetação, embora não tenham sido inseridos nesta proposta objetivos específicos de análise para este componente.

- Com o ingresso no projeto do Dr Fernando Maia Silva Dias, especialista em Lepidoptera, o monitoramento de invertebrados foi dividido em dois subprojetos (Coleoptera, que segue sob responsabilidade do Dr Carlos E. A. Julio) e Lepidoptera, sob responsabilidade do novo colega, que aproveitando a sua expertise, além de manter o monitoramento de borboletas frugívoras já em curso, vai iniciar o monitoramento de outros lepidópteros, com método diferente.
- Com base em pesquisas feitas com apoio do PELD nos últimos anos o monitoramento de Aves passará a ser feito com um novo método, utilizando gravadores autônomos.
- Aproveitando a sinergia com um projeto de P&D que foi executado de forma simultânea ao edital da presente vigência do PELD (2016-2020), foram feitas amostragens de mamíferos nos locais de amostragem do PELD MANP, e os equipamentos utilizados (câmeras-trap) foram incorporadas ao acervo do PELD MANP; o Dr Marcos Robalinho propôs manter este monitoramento e, portanto, nesta proposta o monitoramento de mamíferos médios e grandes está sendo introduzido formalmente.
- Nesta proposta criamos, também, um subprojeto, que contará com orçamento específico e um pesquisador responsável, para tratar da comunicação da ciência.

Resumo dos métodos por objetivo específico

Os métodos detalhados estão em apêndice no final deste arquivo.

1) Reamostragem dos fragmentos e reflorestamentos da proposta anterior.

Este objetivo será desenvolvido, em parte, nos seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos que são contíguos aos fragmentos florestais monitorados, por meio do recenseamento de parcelas permanentes (para dados de plantas e da vegetação e estimativas de biomassa/carbono), armadilhas (para abelhas, besouros, borboletas, mariposas e vespas), câmeras-trap ou armadilhas fotográficas (mamíferos) e gravadores autônomos (aves).

O componente de mamíferos não estava presente na proposta anterior do PELD, mas com apoio de um projeto anterior em sinergia com o PELD já foram feitos censos em todas as áreas e adquiridos equipamentos (armadilhas fotográficas). Este componente será liderado pelo pesquisador Marcos R. Lima.

O componente de monitoramento de mariposas também não estava presente na etapa anterior. Houve uma contratação em concurso público, de um docente especialista em Lepidoptera (Dr Fernando Maia Silva Dias), que propôs assumir o monitoramento de borboletas frugívoras já iniciado (que esteve

a cargo de uma doutoranda orientada por outro pesquisador do PELD, Carlos A. Julio, responsável por monitorar Coleoptera), e aproveitar a infraestrutura e os recursos para amostragem de um novo grupo.

O monitoramento de Aves também passará a ser feito com gravadores autônomos, técnica que foi testada e adaptada ao longo dos últimos anos, em conjunto com as técnicas tradicionais.

Além destes recenseamentos, serão reamostrados outros 11 reflorestamentos com parcelas permanentes, apenas para dados da vegetação e para estimativas de biomassa/carbono (sendo o terceiro censo deste conjunto).

2) Organizar, sistematizar e divulgar os dados no SiBBr

O PELD MANP conta com uma servidora de carreira, uma bióloga contratada como técnica de nível superior (Alba Lúcia Cavalheiro), encarregada permanentemente da gestão de dados do sítio (o PELD conta com 50% da carga horária da servidora, que responde diretamente ao coordenador). A inserção dos dados do PELD MANP no SiBBr esteve bastante atrasada até 2020, pois no período 2015-2019 a servidora esteve envolvida com o seu doutoramento, mas no presente momento estão sendo inseridos todos os dados coletados anteriormente. A bióloga interage com os membros da equipe que produziram os dados, levantando necessidade de ajustes nos metadados ou na estrutura do banco de dados, antes de repassar ao SiBBr e interagir com a gestora do Sistema. Como todos os dados coletados até o momento estão sendo utilizados para algum trabalho de conclusão de IC, TCC, mestrado ou doutorado, o depósito está sendo feito no modo restrito inicialmente.

Portanto, a meta de disponibilizar, até o término da vigência do edital (2024) todos os dados coletados no PELD MANP até um ano antes (2023), para Plantas, Aves, Mamíferos, Besouros, Borboletas e Mariposas, Abelhas e Vespas, é perfeitamente viável.

3) Divulgar, por meio do site do PELD MANP, a localização das amostras de campo e informações úteis para gestores de UCs, proprietários rurais e para docentes do ensino fundamental e médio.

No período anterior esta atividade transcorreu com dificuldade, pela ausência de um membro da equipe com habilidades específicas para esta tarefa, que estava ficando a cargo de estudantes, tornando difícil manter atualização constante no site. A partir de 2020 um dos pesquisadores, Marcos R. Lima, ficará responsável pela estratégia de divulgação científica, que inclui a reformulação e a gestão do site, com apoio de estudantes e bolsistas.

4) Conservar as estruturas de apoio existentes (trilhas de acesso, parcelas permanentes, estações meteorológicas, placas de sinalização, etc).

Nos seis locais onde há estruturas de pesquisa (parques estaduais de Ibicatu, Mata dos Godoy, e fazendas Alvorada, Bule, Congonhas e Santo Antônio), será feita manutenção. Estas estruturas incluem transectos e trilhas de acesso (que precisam de limpeza periódica e pequenos reparos, especialmente após tempestades), parcelas permanentes (que são marcadas com tubos de PVC de 30cm, que eventualmente são deslocados por animais, demandando reposição) e coletores automáticos de dados, incluindo estações meteorológicas, que demandam inspeção, limpeza e download de dados. Estas tarefas são executadas em incursões específicas, exclusivamente para manutenção, e também aproveitando visitas para coleta de dados.

5) Apoiar a formação de recursos humanos nos níveis de ensino médio, graduação, mestrado e doutorado.

No PELD MANP já é prática corrente envolver estudantes de graduação e pós-graduação em todas nas atividades de pesquisa, dado que o sítio PELD é a principal atividade de pesquisa, envolvendo praticamente todos os docentes de uma das áreas de concentração (Biodiversidade e Conservação em Habitats Terrestres) do PPG em Ciências Biológicas. Assim, cada um dos subprojetos terá pós-graduandos e graduandos atuando juntos, e o sítio PELD MANP passará a utilizar uma nova estratégia: pesquisadores em regime de pós-doutorado (um ou dois, simultaneamente) terão o papel de fomentar a interação entre os subprojetos, mobilizar os estudantes e de facilitar a síntese e o fluxo de informações para as atividades de extensão e divulgação científica, não ficando alocados em um laboratório em particular. A partir de 2020 a equipe do PELD tem procurado envolver os estudantes também em atividades de extensão e divulgação científica, e nesta nova fase, sob coordenação do pesquisador Marcos R. Lima, os estudantes e pos-doutorandos terão papel fundamental.

Coerentemente com esta estratégia, nesta proposta a maior parte dos recursos está sendo direcionada para bolsas de doutorado e pós-doutorado.

6) Divulgar a pesquisa realizada em livros e em periódicos científicos qualificados.

Este objetivo vem sendo alcançado pela equipe do PELD MANP. No entanto, ainda não há, com exceção de Aves, publicações abordando padrões de longo prazo, dada a origem recente do sítio. A partir de 2021 alguns grupos de organismos e variáveis contarão com o terceiro censo, permitindo publicações que tratem de mudanças nesta escala de tempo de 4-6 anos. De qualquer forma, com o volume de dados já disponível, mais as informações que a infraestrutura existente permitirá obter, a meta de publicações de artigos será facilmente alcançada.

Parte da equipe do sítio PELD acaba de produzir um livro, um manual técnico sobre monitoramento voltado para gestores de UC e técnicos de órgãos ambientais e empresas de consultoria.

A equipe pretende, dentro de dois ou três anos, organizar outro livro, com perfil diferente, compilando resultados das diversas áreas e trazendo descrições de história natural, para complementar o conteúdo publicado em artigos científicos.

7) Estabelecer parcerias novas com pesquisadores e instituições estrangeiras, e estreitar as existentes.

Entre o fim de 2019 e o início de 2020 pesquisadores do PELD MANP envolveram-se com um projeto de pesquisa aprovado na primeira etapa do edital "Biodiversa - Biodiversidade e Mudanças Climáticas", em cooperação com pesquisadores da França (BIAM e ECCOREV), Alemanha (Helmholtz Zentrum Muenchen) e Brasil (UEL, IAPAR, UFABC, UNESP e UNISO), visando avaliar o uso de soluções baseadas na natureza ("*Nature-Based Solutions*") para aumentar a tolerância à seca de mudas para restauração florestal valor estimado para financiamento do grupo brasileiro de 80 mil euros. O resultado da segunda e última etapa será divulgado no fim de setembro/início de outubro.

No monitoramento de aves, a partir de uma colaboração do Dr. Luiz dos Anjos com o Dr. Andy Green e a Dra. Bia de Arruda Almeida (Ecologia de Áreas Úmidas, Estação Biológica de Doñana EBD-CSIC, Sevilha, Espanha), está sendo discutida uma parceria para análise dos dados de longo prazo de aves em áreas de restauração. Já há artigos publicados com estes pesquisadores (Almeida et al. 2018; Almeida e tal. 2019; Almeida et al. 2020) sobre diversidade funcional de aves aquáticas, a qual foi explorada do ponto de vista espacial (no alto rio Paraná) e temporal (na Reserva Biológica de Doñana). A experiência adquirida, avaliando grande volume de dados espaciais e temporais será importante para analisar os dados temporais de diversidade funcional nas áreas de restauração do PELD-MANP.

O PELD MANP participa, também, da iniciativa Tea Composition, uma rede global de experimentos de decomposição associada à redeILTER, liderada pela pesquisadora Ika Djukic, do Instituto de Pesquisas Ambientais da Áustria.

Além disso, atualmente está em construção uma nova parceria, com a iniciativa ICP Forest Soil Microbiome, liderada pelo Dr. Colin Averill, da ETH (Instituto Federal de Tecnologia) em Zurique, Suíça, e com parceria da Embrapa Agrobiologia (Dr. Luiz Fernando D. de Moraes), UFRRJ (Dr Jerônimo B. Sansevero) e UNESP (Dra Vera L. Engel).

A equipe do sítio PELD MANP pretende que ao menos um pesquisador participe da próxima edição do evento internacional da rede ILTER, visando a prospecção especificamente de parcerias com estudos de longo prazo.

8) Estabelecer relações com outros sítios PELD no Brasil

Visando identificar objetivos comuns e possíveis sinergias e complementaridades em outros sítios PELD, a equipe do PELD MANP tem mantido conversas com pesquisadores e coordenadores de

outros sítios. Em 13 de agosto do corrente ano, o coordenador do PELD MANP participou de uma reunião com membros dos sítios Parque Estadual Campos do Jordão (PELD-PECJ); Biodiversidade de Santa Catarina (PELD-BISC) e Campos Sulinos (PELD-CSUL). Como nos três pelds citados há vegetação de campo, sob clima de altitude ou subtropical, a parceria caminhou para reproduzir um experimento similar ao do PELD CSUL nos outros dois, o que não é possível no Peld MANP, inserido em uma região exclusivamente de Floresta Estacional. Por outro lado, estão em curso tratativas com pesquisadores do PELD PIAP (Planície de Inundação do Alto rio Paraná), cujo foco principal são ecossistemas aquáticos, mas contendo também componentes ligados com a vegetação. Um dos pesquisadores do PELD MANP participa de pesquisas no sítio PIAP (Aves - Dr Luiz dos Anjos).

Além disso, há possibilidade de interações com os pelds COFA - Conectividade Funcional e Antropização na Floresta Nacional de Silvânia – GO, e MLRD - Mata Atlântica e Sistema Lacustre do médio Rio Doce – MG, por situaram-se em regiões com ocorrência de floresta estacional, e a equipe do PELD MANP fará contatos com estes PELDs visando a identificação de objetivos comuns.

9) Reformular, impulsionar e consolidar a divulgação científica do PELD-MANP, envolvendo diferentes públicos e plataformas, integrando os pesquisadores e alunos de pós-graduação da UEL nesta atividade

Ver o item “u” (última seção deste formulário) “Estratégia de divulgação científica do Sítio PELD”, para o resumo dos métodos, e o Apêndice para mais detalhes

10) Participar das iniciativas nacionais do programa PELD do CNPq voltadas para a divulgação da Ciência

Pela primeira vez o edital do PELD contém um componente para contratar um projeto especificamente para atividades voltadas para a comunicação pública da ciência, e a equipe do PELD MANP está preparada para contribuir com materiais, expertise e ideias para as iniciativas de divulgação científica do Programa PELD do CNPq, como uma ação prioritária, dada a abrangência nacional e a grande possibilidade de sinergia com outros programas para impactar a opinião pública e difundir ciência. A equipe do PELD MANP produzirá peças de divulgação, sob a coordenação do Dr Marcos R. Lima, para plataformas Web, Instagram e vídeos (Youtube, Vimeo e outras plataformas), e textos, que serão compartilhados com a equipe responsável pelo projeto a ser contratado pelo CNPq.

11) Participar das reuniões de acompanhamento

A equipe está prevendo orçamento e deve enviar coordenador ou representante para participar de todas as reuniões de acompanhamento, presenciais ou à distância, convocadas pelo CNPq, produzindo os materiais solicitados.

h) Principais resultados/produtos e contribuições científicas e/ou tecnológicas esperados para cada um dos objetivos específicos;

1) *Reamostragem dos fragmentos e reflorestamentos da proposta anterior*

Com o recenseamento dos fragmentos florestais e reflorestamentos pretende-se alimentar o banco de dados de informações de longo prazo sendo acumuladas e depositadas no SiBBr para análises futuras e compartilhamento com pesquisadores nacionais e estrangeiros e, com base nas análises possíveis para os dados disponíveis, publicar bibliografia que contribua para a elucidação de padrões e processos nas paisagens onde se situa o sítio PELD, contribuindo também com o manejo adaptativo de reservas legais e unidades de conservação regionais.

2) *Organizar, sistematizar e divulgar os dados no SiBBr*

Disponibilizar, por meio do SiBBr, para gestores de UCs, membros do PELD MANP no futuro e outros pesquisadores nacionais e estrangeiros informações de alta qualidade na forma de séries temporais sobre Plantas, Aves, Mamíferos, Besouros, Borboletas e Mariposas, Abelhas e Vespas da Floresta Estacional Semidecidual.

3) *Divulgar, por meio do site do PELD MANP, a localização das amostras de campo e informações úteis para gestores de UCs, proprietários rurais e para docentes do ensino fundamental e médio.*

Aumentar o nível de conhecimento da população regional e nacional, bem como de outros pesquisadores e estudantes sobre os objetivos, as características e os dados produzidos pelo PELD MANP, além de oferecer material útil para gestores de UC, estudantes e professores do ensino médio.

4) *Conservar as estruturas de apoio existentes (trilhas de acesso, parcelas permanentes, estações meteorológicas, placas de sinalização, etc).*

Conservar a infraestrutura de pesquisa do PELD MANP para a equipe presente e futura, bem como para outros pesquisadores, permitindo consistência na coleta de dados ao longo do tempo

5) *Apoiar a formação de recursos humanos nos níveis de ensino médio, graduação, mestrado e doutorado.*

Contribuir com a formação de estudantes de todos os níveis, capacitando-os para pesquisa ecológica, assim como para fazer extensão universitária e divulgação científica.

6) *Divulgar a pesquisa realizada em livros e em periódicos científicos qualificados.*

Expor os resultados produzidos pelos pesquisadores do PELD MANP ao escrutínio da comunidade acadêmica internacional, visando a melhora contínua da qualidade da pesquisa, além de divulgar a ciência produzida no PELD para o País e para o exterior.

7) Estabelecer parcerias novas com pesquisadores e instituições estrangeiras, e estreitar as existentes.

Compartilhar dados e experiências com outros pesquisadores, visando a capacitação da equipe e a produção de sínteses que demandam conjuntos grandes de dados e comparações entre regiões e biomas. Aumentar a penetração e a contribuição da ciência brasileira no mundo.

8) Estabelecer relações com outros sítios PELD no Brasil

Identificar objetivos comuns e possíveis sinergias e complementaridades em outros sítios PELD, visando produzir sínteses com grandes bancos de dados e comparações entre regiões e contextos ambientais diferentes

9) Reformular, impulsionar e consolidar a divulgação científica do PELD-MANP, envolvendo diferentes públicos e plataformas, integrando os pesquisadores e alunos de pós-graduação da UEL nesta atividade

Pretende-se mudar a forma como o PELD “MANP faz a sua comunicação pública da ciência, criando e mantendo canais com audiência real e interação efetiva com diferentes públicos. Para mais informações ver o item “u” (última seção deste formulário) “Estratégia de divulgação científica do Sítio PELD”, para o resumo dos métodos, e o Apêndice para mais detalhes

10) Participar das iniciativas nacionais do programa PELD do CNPq voltadas para a divulgação da Ciência

Contribuir para o sucesso da iniciativa de divulgação da ciência do PELD CNPq produzindo materiais e sugestões.

11) Participar das reuniões de acompanhamento

Participar de todas as reuniões de acompanhamento, presenciais ou à distância, convocadas pelo CNPq, produzindo os materiais solicitados

- i) Contribuições das pesquisas para a construção de um cenário de sustentabilidade socioambiental e econômica, visando à melhoria da saúde ambiental e humana;

As pesquisas do PELD MANP são feitas em uma região com alto nível de conversão de habitat natural para agricultura (mais de 90% da área é utilizada para cultura de grãos ou zonas urbanas) e com um tipo de atividade econômica predominante, o cultivo intensivo de grãos, que pode ser considerado bastante agressivo, dada a intensidade do uso de fertilizantes e pesticidas, e da baixa cobertura de áreas naturais que podem mitigar estes impactos. Assim, desde a sua concepção, o PELD MANP está focado nos problemas regionais ligados à oferta de serviços ecossistêmicos para a população regional, como a oferta de água para consumo humano e a regulação climática regional. Ao estudar as respostas dos ecossistemas (remanescentes ou em processo de restauração) à fragmentação e às pressões da agricultura, os resultados do PELD podem também contribuir para compreender problemas e encontrar soluções em outras regiões com contextos similares.

Os serviços prestados pelos ecossistemas de Floresta Estacional estão diretamente ligados à saúde humana, por sua vez dependente do comportamento do clima, da oferta de água e de alimentos saudáveis. A contribuição direta do PELD MANP é a de oferecer soluções para conservar e restaurar, de forma adaptativa, estes ecossistemas.

- j) Estratégia de integração da equipe, destacando os papéis do coordenador, vice-coordenador, gestor de dados e responsável pela divulgação científica do projeto e se for o caso, do gestor da Unidade de Conservação;

O PELD MANP é a principal atividade de pesquisa do coordenador (J.M.D. Torezan), que interage diretamente com vários dos pesquisadores do PELD produzindo dados de forma conjunta, o que facilita a atividade de coordenação. O coordenador tem dedicação exclusiva, já foi coordenador do PPG-CB por duas gestões e bolsista de produtividade do CNPq. O vice coordenador (Luiz dos Anjos) é também um pesquisador experiente, coletando dados de longo prazo mesmo antes da criação do sítio PELD, tendo sido também coordenador do PPG e bolsista produtividade.

Há uma boa interação entre os pesquisadores. Nesta proposta dois colegas estão deixando a equipe em função de aposentadoria (Edmilson Bianchini e Waldemar Zangaro Filho), mas as suas atividades, que eram realizadas em conjunto com outros pesquisadores (J.M.D. Torezan, J.A.Pimenta, H.C. Oliveira e R.S. Moreira) devem ser mantidas na medida do possível. Um novo membro está sendo admitido na equipe, assumindo o monitoramento de um grupo que já era realizado: Fernando Maia Silva Dias, especialista em Lepidoptera, será o responsável por prosseguir com o monitoramento de borboletas frugívoras (que estava a cargo de Carlos Eduardo A. Julio, que prossegue com o

monitoramento baseado em Coleoptera), e dará início ao monitoramento de outros grupos de Lepidoptera ainda não amostrados.

O PELD MANP conta com uma servidora de carreira, técnica de nível superior, bióloga, doutora em ciências biológicas, que está encarregada da gestão de dados e de outros aspectos logísticos, interagindo com os demais pesquisadores. O PELD MANP conta ainda com três técnicos de campo, sendo um de nível médio, com condições de dar apoio às amostragens e que também conduzem veículos.

A divulgação científica, que estava a cargo do coordenador, passou a ser coordenada pelo pesquisador Marcos Robalinho Lima, com apoio de pós-graduandos e pesquisadores em regime de pós-doutorado.

k) Principais publicações que demonstrem a experiência do coordenador para o desenvolvimento do projeto de pesquisa;

GARCIA, JÉSSICA MAGON ; BORDIGNON, ALEXANDRE DE MELLO ; GONZAGA, GÉSSI DE SOUSA ; **Torezan, José Marcelo Domingues** . Tree seedling responses to leaf-cutting ants herbivory in Atlantic Forest restoration sites. BIOTROPICA, v. EV, p. 1, 2020.

ARCANJO, F. A. ; TAGLIANETTI, E. ; **Torezan, JMD** . Big trees, big fall: large-diameter trees and the fate of carbon stocks in Atlantic Forest remnants. Oecologia Australis, v. 24, p. 438-447, 2020.

PRACH, KAREL ; DURIGAN, Giselda ; FENNESSY, SIOBHAN ; OVERBECK, GERHARD E. ; **TOREZAN, JOSÉ M.** ; MURPHY, STEPHEN D. . A primer on choosing goals and indicators to evaluate ecological restoration success. RESTORATION ECOLOGY, v. FP, p. 1, 2019.

DOS ANJOS, LUIZ ; BOCHIO, GABRIELA MENEZES ; Medeiros, Hugo Reis ; ALMEIDA, BIA DE ARRUDA ; LINDSEY, BARBARA ROCHA ARAKAKI ; CALSAVARA, LARISSA CORSINI ; RIBEIRO, MILTON CEZAR ; **DOMINGUES TOREZAN, JOSÉ MARCELO** . Insights on the functional composition of specialist and generalist birds throughout continuous and fragmented forests. Ecology and Evolution, v. 1, p. 1-11, 2019.

DJUKIC, IKA et al. ; Early stage litter decomposition across biomes. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, v. 628-629, p. 1369-1394, 2018.

SUGANUMA, MARCIO SEIJI ; **Torezan, José Marcelo D.** ; DURIGAN, Giselda . Environment and landscape rather than planting design are the drivers of success in long term restoration of riparian Atlantic forest. APPLIED VEGETATION SCIENCE, v. 21, p. 76-84, 2017.

MANTOANI, MAURÍCIO CRUZ ; **Torezan, José Marcelo Domingues** . Regeneration response of Brazilian Atlantic Forest woody species to four years of Megathyrus maximus removal. Forest Ecology and Management, v. 359, p. 141-146, 2016.

MEDEIROS, H. R. ; BOCHIO, G. M. ; RIBEIRO, M. C. ; **Torezan, JMD** ; ANJOS, Luiz dos . Combining plant and bird data increases the accuracy of an Index of Biotic Integrity to assess conservation levels of tropical forest fragments. Journal for Nature Conservation (Print), v. 25, p. 1-7, 2015.

SCERVINO, R. P. ; **Torezan, JMD** . Factors affecting the genesis of vegetation patches in anthropogenic pastures in the Atlantic forest domain in Brazil. *Plant Ecology & Diversity (Print)*, v. 1, p. 1-8, 2015.

Talita Parpinelli Ferracin ; Paulo de Souza Medri ; BATISTA, A. R. ; MOTA, M. C. ; BIANCHINI, Edmilson ; **Torezan, José M. D.** . Passive Restoration of Atlantic Forest Following Harvesting in Southern Brazil. *Restoration Ecology*, p. n/a-n/a, 2013

- l) Orçamento detalhado e coerente com a proposta apresentada (apenas referente aos recursos de origem federal), incluindo previsão de recursos (diárias e passagens) para a participação em duas reuniões de acompanhamento e avaliação, com duração de quatro dias cada, a serem realizadas em Brasília (DF);

Bolsas	sigla	cotas	valor mensal	total	Justificativa
Apoio Técnico à Pesquisa	AT-NS	48	R\$ 550,00	R\$ 26.400,00	Apoio a trabalho de campo
Doutorado	GD	72	R\$ 2.594,00	R\$ 186.768,00	apoio a estudante no projeto
Iniciação Científica	IC	60	R\$ 400,00	R\$ 24.000,00	apoio a estudante no projeto
Pós-doutorado Júnior	PDJ	36	R\$ 4.500,00	R\$ 162.000,00	Colaboração na pesquisa e com. científica
			Total Bolsas=	R\$ 399.168,00	
Itens de custeio	Tipo	quant	unit	total	Justificativa
Galões plásticos de 10L para amostras	consumo nacional	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	Armazenamento de amostras
Mat. de escrit. uso em campo (lápiz, cadernos, envelopes)	consumo nacional	1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00	Amostragem de entomofauna em geral
Perneiras (EPI) pares	consumo nacional	15	R\$ 80,00	R\$ 1.200,00	EPI para trabalho de campo
Pilhas AA para equipamentos de campo (GPS, data-loggers)	consumo nacional	720	R\$ 5,00	R\$ 3.600,00	Uso em equipamentos de campo
Alfinetes entomológicos (pacote com 100)	consumo nacional	100	R\$ 25,00	R\$ 2.500,00	preparação de amostras de insetos
Barbante, sacos plásticos, fita crepe	consumo nacional	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	uso em coleta em campo
Diárias (para reunião PELD BSB)	diária	8	R\$ 320,00	R\$ 2.560,00	reunião de acompanhamento BSB
Diárias (para trabalho de campo)	diária	520	R\$ 80,00	R\$ 41.600,00	apoio a trabalho de campo
Passagens para reunião CNPq	passagens	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00	reunião de acompanhamento BSB
Passagens internacionais	passagens	1	R\$ 13.000,00	R\$ 13.000,00	visita de pesquisador UK
Confecção de ninhos-armadilha	serviço PJ	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00	Amostragem de abelhas e vespas

Confecção de caixas de proteção em metal para câmeras-trap	serviço PJ	10	R\$ 65,00	R\$ 650,00	Amostragem de mamíferos
Inst. de alambrado 3x3m est. meteor.	serviço PJ	3	R\$ 2.000,00	R\$ 6.000,00	proteção de estações meteorológicas
Manutenção do veículo do PELD	serviço PJ	1	R\$ 21.000,00	R\$ 21.000,00	veículo do Peld para uso em campo
			total custeio=	R\$ 99.450,00	
			Total geral=	R\$ 498.618,00	

m) Caso pertinente, apresentar orçamento complementar específico para a FAP e justificativa da relevância da pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico do estado. Assim, caso tenha interesse em solicitar recurso da FAP, inserir no campo abaixo o nome da Fundação, Justificativa e o Orçamento detalhado;

A fundação Araucária tem apoiado o PELD MANP desde a sua implantação, e hoje são apenas dois sítios PELD no estado. O PELD MANP situa-se em uma região populosa e com grande presença do agronegócio, e as pesquisas sobre conservação e restauração ambiental tem sido importantes para subsidiar a ordenação do território e reduzir conflitos ambientais, aumentando a produtividade geral da economia regional. No orçamento apresentado abaixo, ressaltam-se dois investimentos principais, além do apoio ao trabalho de campo: a manutenção da infraestrutura já existente, como as estações meteorológicas, e o custeio de análises de solo e tecido vegetal, em equipamento adquirido pela UEL, o que vai permitir reduzir o custo unitário e aumentar o número de amostras de solo analisadas nos laboratórios participantes do PELD.

Itens de custeio	quant	unit	total	Justificativa
Kit importado para análises de solo e tecido vegetal	2	R\$ 35.000,00	R\$ 70.000,00	análises de N e C solo e tec. veg.
Repelente à base de icaridina, spray com 200ml	20	R\$ 130,00	R\$ 2.600,00	EPI - uso em campo
Capas de chuva em lona resistente	20	R\$ 90,00	R\$ 1.800,00	EPI - uso em campo
Análises de solo - rotina (pH, CTC, V, P, Ca, Mg, K)	100	R\$ 50,00	R\$ 5.000,00	análise de amostras de solo
Análises de solo - granulometria	100	R\$ 40,00	R\$ 4.000,00	análise de amostras de solo
			total custeio=	R\$ 83.400,00
Capital	quant	unit		Justificativa
Sensor de chuva Hobo S-RGB-M002	1	R\$ 2.460,00	R\$ 2.460,00	Reposição de peças defeituosas

Sensor de temp/UR S-THB-M002	15	R\$ 1.134,00	R\$ 17.010,00	Reposição e expansão de amostragem
Sensor de luz PAR S-LIA-M003	10	R\$ 1.320,00	R\$ 13.200,00	Reposição e expansão de amostragem
Bloco digestor	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	Análises de solo e tecido vegetal
Binóculos Celestron 8x42	15	R\$ 1.200,00	R\$ 18.000,00	Para cursos de capacitação
Centrífuga para tubos falcon 15 ml	1	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00	prep. de amostras de solo e tec. Veg.
Gerador portátil a gasolina	1	R\$ 4.600,00	R\$ 4.600,00	coleta de insetos
Coletor de dados Hobo H21-USB	10	R\$ 1.500,00	R\$ 15.000,00	coleta de dados meteorológicos
GPS Portátil Garmin GPSMAP 64sx GPS/GLONASS, com Antena Helix Quádrupla	2	R\$ 3.839,00	R\$ 7.678,00	Reposição de equipamento antigo
Armadilhas fotográficas (camera-trap)	10	R\$ 2.000,00	R\$ 20.000,00	complementar lote já disponível
Total capital			R\$ 114.948,00	
Total geral=			R\$ 198.348,00	

n) Etapas de execução da proposta com respectivo cronograma de atividades, considerando-se a vigência do projeto de pesquisa;

Objetivos/ Metas	Atividades	Bimestres																							
		Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4											
Meta 1 Recenseamento em 6 fragmentos florestais e 4 reflorestamentos	Vegetação e biomassa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
	Abelhas e vespas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
	Aves	x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x						
	Coleoptera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
	Lepidoptera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
	Mamíferos	x	x	x	x	x	x																		
Meta 2 - Organizar e divulgar os dados no SiBBr	Organizar planilhas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Disponibilizar no SiBBr													x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Ford Ranger, ambas cabine dupla 4x4) com uso parcial na amostragem do PELD. Há ainda dois veículos leves, um VW Gol e um Fiat Uno.

No projeto os pesquisadores podem conduzir os veículos, e há mais três técnicos de apoio em campo que o fazem.

Estações meteorológicas

Foram adquiridas com recursos de editais anteriores seis estações meteorológicas Hobo modelo U-30 (Figura, com sensores de pluviosidade, temperatura e umidade do ar, radiação fotossinteticamente ativa, velocidade e direção do vento. Nesta proposta estão incluídos alguns materiais sobressalentes (para garantir a continuidade da operação, haja visto que os materiais são importados e não há estoque de peças no Brasil) e a ampliação, incluindo sensores de temperatura e umidade do ar. As estações têm autonomia energética total, com painéis solares, e autonomia de memória de cerca de um ano. Após instaladas quatro, houve danos leves e tentativas de vandalismo em dois locais (fazenda Congonhas fazenda Alvorada). A estação da fazenda Alvorada já foi reposicionada, e da fazenda Congonhas está desmontada, aguardando negociação com o proprietário para encontrar novo local. No Parque Estadual de Ibicatu o estado retirou repentinamente os funcionários, e o parque ficou sem vigilância. O órgão ambiental informou que o problema seria resolvido no início de 2020, mas com as restrições sanitárias não há previsão para a regularização. A equipe do PELD está considerando instalar a estação com uma cerca protetora, para o que está solicitando recursos neste edital.

Apoio Técnico

Há servidores permanentes, privados ou públicos, em todos os sítios, para o efeito de emergências, exceto, como mencionado acima, no Parque Estadual de Ibicatu, de forma temporária, segundo o órgão ambiental. O PELD MANP tem um protocolo de segurança que determina equipes mínimas de três pessoas. Há um técnico de nível superior, um de nível médio e dois auxiliares de campo, todos habilitados à condução de veículos.

Sala PELD

Uma sala havia sido disponibilizada pelo PPG-CB para uso exclusivo do PELD, para armazenamento de materiais e um computador com dados comuns, como mapas e imagens. Com as restrições sanitárias e mudanças na gestão dos dados, esta sala foi desativada.

p) Estimativa de recursos financeiros aportados por outras fontes, públicas ou privadas;

Há vários projetos em andamento aprovados por pesquisadores do PELD, totalizando cerca de R\$560mil.

Parte da equipe do PELD MANP acaba de encerrar (2019) um projeto de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento, apoiado pela Duke Energy International – Geração Paranapanema S/A, com R\$1,7 milhão (projeto PD-0387-0214-2014 “*Desenvolvimento e validação de um protocolo para monitoramento de ambientes terrestres no entorno de hidroelétricas*”, nos termos da RN N° 316/2008 da ANEEL), cujos objetivos tiveram grande sobreposição com o PELD, além de partilhar as mesmas amostras. Todos os bens de capital adquiridos (binóculos, armadilhas fotográficas etc) foram incorporadas ao acervo do Peld.

Com a crise sanitária e a interrupção das atividades, o PELD MANP ainda tem recursos a dispende do edital anterior, tanto do CNPq (foi solicitada prorrogação) quanto da FAP.

- q) Evidência da vinculação da proposta a programas de pós-graduação (PPGs), que pode ser apresentada na forma de uma declaração formal de apoio ao projeto pela coordenação do PPG em questão;

Como já mencionado em outras partes do documento, todos os pesquisadores do PELD MANP são orientadores no PPG em Ciências Biológicas da UEL, e o PELD é visto como uma iniciativa do PPG-CB. Além disso, o PELD é o único projeto coletivo no âmbito do PPG, e o mais importante em termos de recursos e logística para a maioria dos pesquisadores. Abaixo anexamos uma declaração do atual coordenador do PPG.



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



Programa de Pós-graduação
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS - MESTRADO E DOUTORADO**

DECLARAÇÃO

O Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPG-CB) (nível Mestrado e Doutorado) da Universidade Estadual de Londrina, está vinculado ao projeto Sítio PELD MANP - Mata Atlântica do Norte do Paraná desde seu início em agosto de 2014. A vinculação tem sido e continuará sendo de extrema importância para o Programa, que tem como Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados.

Para o PPG-CB é vital que sejamos contemplados na Chamada *CNPq/MCTI/CONFAP-FAPS/PELD n° 21/2020 - Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração*, visto que do total de 22 pesquisadores-orientadores do Programa, 10 estão envolvidos com esta nova proposta. Esta possibilidade de financiamento é imprescindível para a viabilização das pesquisas em que estão e estarão envolvidas diversas dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Londrina, 10 de setembro de 2020.

Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep,

Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas.

- r) Indicação de colaborações ou parcerias já estabelecidas com outros grupos de pesquisa nacionais e internacionais, em particular com outros sítios PELD/ILTER;

No monitoramento de aves, a partir de uma colaboração do Dr. Luiz dos Anjos com o Dr. Andy Green e a Dra. Bia de Arruda Almeida (Ecologia de Áreas Úmidas, Estação Biológica de Doñana EBD-CSIC, Sevilha, Espanha), está sendo discutida uma parceria para análise dos dados de longo prazo de aves em áreas de restauração. Já há artigos publicados com estes pesquisadores (Almeida et al. 2018; Almeida e tal. 2019; Almeida et al. 2020) sobre diversidade funcional de aves aquáticas, a qual foi explorada do ponto de vista espacial (no alto rio Paraná) e temporal (na Reserva Biológica de Doñana). A experiência adquirida, avaliando grande volume de dados espaciais e temporais será importante para analisar os dados temporais de diversidade funcional nas áreas de restauração do PELD-MANP.

O PELD MANP participa, também, da iniciativa Tea Composition, uma rede global de experimentos de decomposição associada à redeILTER, liderada pela pesquisadora Ika Djukic, do Instituto de Pesquisas Ambientais da Áustria, que já resultou numa publicação (Djukic et al. 2018).

Além disso, atualmente está em construção uma nova parceria, com a iniciativa ICP Forest Soil Microbiome, liderada pelo Dr. Colin Averill, da ETH (Instituto Federal de Tecnologia) em Zurique, Suíça, e com parceria da Embrapa Agrobiologia (Dr. Luiz Fernando D. de Moraes), UFRRJ (Dr Jerônimo B. Sansevero) e UNESP (Dra Vera L. Engel).

- s) Caso pertinente, apresentação de proposta de integração de dados e informações entre sítios PELD/ILTER, considerando temáticas e interesses convergentes;

O PELD MANP participa de um experimento em rede associado com a redeILTER (Tea Composition) e está participando de um acordo com outros parceiros nacionais para ingressar em outra rede global ICP Forest Soil Microbiome. Há discussões com pesquisadores do sítio Peld PIAP visando amostragens conjuntas, e outros dois sítios PELD com floresta estacional, os sítios COFA - Conectividade Funcional e Antropização na Floresta Nacional de Silvânia – GO, e MLRD - Mata Atlântica e Sistema Lacustre do médio Rio Doce – MG, serão contatados pela equipe do PELD MANP.

- t) Plano de manejo de dados visando disponibilizar em repositórios e acesso público que contem com orientações bem estabelecidas para acesso e uso;

O PELD MANP conta com uma servidora de carreira permanentemente responsável pela gestão de dados, que estão sendo disponibilizados no SiBBR, inicialmente na forma privada (até que teses

ou dissertações sejam concluídas) para posterior liberação ao público em geral. Outras informações que não demandam curadoria de dados, como imagens, sons, vídeos, material didático, serão disponibilizados na própria página do PELD MANP ou em redes sociais.

- u) Estratégia de divulgação científica do Sítio PELD, entendida como um conjunto de ações para democratização do conhecimento junto à sociedade desde o início da pesquisa, de modo adequado aos diferentes públicos (gestores ambientais, comunidades locais, tomadores de decisão, entre outros), em articulação com especialistas, grupos e instituições que atuam nas áreas de educação formal e não formal (por exemplo: escolas, núcleos de extensão, museus, centros de ciências, zoológicos, jardins botânicos, aquários, centros de visitantes de unidades de conservação e organizações não governamentais).

Geral: O PELD MANP está promovendo uma revisão profunda na sua estratégia de divulgação científica, de forma a tornar este componente alvo prioritário de recursos e de esforço da equipe. A coordenação das ações de comunicação e divulgação científica está sendo assumida por um jovem pesquisador, que recrutou equipe específica para a tarefa. Além disso, o sítio decidiu investir recursos de bolsas neste edital, e colocou como objetivos específicos as atividades de divulgação e o apoio integral ao projeto a ser contratado pelo CNPq nesta chamada voltado para a comunicação pública da ciência do Programa PELD.

1) Equipe.

O coordenador vinha acumulando a estratégia de comunicação do PELD MANP, com pouco sucesso. A partir de 2019 o Dr. Marcos R. Lima propôs assumir esta função junto ao PELD MANP, recrutando alunos especificamente para esta atividade. Neste edital, o sítio decidiu investir recursos de uma bolsa de extensão especificamente para apoiar esta estratégia, e dos demais beneficiários de bolsas do projeto (doutorado e pós-doutorado) será exigido que destinem 30% do seu tempo para apoiar a estratégia de divulgação científica.

2) Site na internet e redes sociais

No momento o PELD-MANP tem um site junto ao domínio da UEL (<http://www.uel.br/projetos/labre/peld/>), com ferramentas de edição bastante limitadas, e um exíguo espaço de armazenamento. Recentemente a UEL fez um convênio junto ao Google que possibilitou o compartilhamento de várias ferramentas do “Google for Education”. Entre essas ferramentas está o Google Sites, de forma que o site do PELD MANP será transferido para o domínio do Google. O site será repaginado e atualizado para incluir as seguintes seções: a) Apresentação do projeto “PELD - MANP”; b) Projetos; c) Laboratórios/Pesquisadores; d) Colaborações nacionais e internacionais; e)

Publicações; f) Teses e Dissertações defendidas; g) Workshops e outros eventos; h) Blog do PELD - MANP; e i) Biota do MANP.

Para as seções normalmente já encontradas em sites de projetos, como a que apresenta publicações da equipe, pretende-se inserir algumas inovações. Para as publicações atuais será solicitado que o pesquisador responsável faça um vídeo curto (conhecido como *Pitch*). Nesse vídeo o pesquisador apresentará os principais resultados e impactos para sociedade da publicação em questão com uma linguagem acessível a qualquer cidadão, e este vídeo será conectado à publicação por um link.

Será acrescentada também uma seção na forma de um blog do PELD – MANP, voltada para divulgar trabalhos em andamento ou recentemente concluídos. Entendemos que o blog é uma oportunidade para que os diversos alunos de pós-graduação e professores da UEL possam se envolver com a divulgação de suas pesquisas e dos temas de seus projetos, além de conhecer os diferentes projetos de diversos laboratórios participantes do PELD - MANP. Espera-se que o uso do *pitch* e do blog ajude nas interações entre as diversas equipes dentro do projeto e com a comunidade externa, como gestores de UC e professores do ensino médio.

Por fim, com o site reestruturado, será possível integrar a gestão de dados com a divulgação científica do projeto. Ao disponibilizar pequenos vídeos sobre as publicações, será possível estabelecer a ligação com os dados publicados no SiBBR e com outras plataformas como GBIF ou Species Link. Outra estratégia de integração da equipe será a realização de workshops anualmente e um encontro aberto para comunidade em forma de simpósio, este último a ser realizado no final da execução do projeto.

3) Biota do MANP

A ideia do “Biota do MANP” é contar, inicialmente, com uma seção no site do PELD MANP, mas progressivamente agregar outras mídias e produzir materiais, como jogos e publicações curtas, divulgando, de forma muito simples, espécies e grupos de espécies nativas (e exóticas com impacto ambiental relevante, como os javalis), para o público em geral, buscando aumentar a consciência do público sobre a biodiversidade regional. A iniciativa parte de relatos de professores do ensino fundamental e médio (um dos locais de amostragem do PELD, o Parque Estadual Mata dos Godoy, é uma das unidades de conservação mais visitadas por escolas no Paraná, e a equipe já produziu material para este público no passado¹), de que os alunos destes níveis frequentemente ficam surpresos por “existir Mata Atlântica aqui” (que pensam que só ocorreria na Serra do Mar) ou da presença de espécies como a Anta (que julgam que estaria restrita à Amazônia, que veem como distante).

¹ Torezan, J.M.D. (org.) 2006. Ecologia da Mata dos Godoy. Londrina, ITEDES.

A equipe já esboçou a primeira etapa, que servirá como um piloto, “Conheça os Mamíferos do MANP” (ver métodos detalhados no Apêndice), com base nas amostragens realizadas entre 2015 e 2018 visando a inserção deste componente no PELD, a partir deste edital. Na sequência, os demais grupos de organismos, como plantas, abelhas, aves, besouros, borboletas e vespas serão incorporados ao “Biota MANP”.

Sítio PELD MANP - Apêndice – Detalhamento dos subprojetos

Edital 2020

Conteúdo deste Apêndice

LOCAIS DE AMOSTRAGEM	35
FRAGMENTOS FLORESTAIS	35
SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO	35
PERIODICIDADE DE AMOSTRAGEM	40
ESTOQUES E FLUXOS DE CARBONO	41
INTRODUÇÃO	41
MÉTODOS	43
LOCAIS DE AMOSTRAGEM E PERIODICIDADE	43
<i>Estimativas de biomassa</i>	43
<i>Respiração do solo e necromassa</i>	44
REFERÊNCIAS	46
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO	49
INTRODUÇÃO	49
MATERIAIS E MÉTODOS	50
<i>Coleta de Dados quantitativos</i>	51
<i>Coletas florísticas</i>	51
REFERÊNCIAS	51
BIOMONITORAMENTO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO	53
INTRODUÇÃO	53
METODOLOGIA	56
<i>Escolha das espécies</i>	56
<i>Ensaios em casa de vegetação</i>	57
<i>Ensaios em campo</i>	58
RESULTADOS E PRODUTOS ESPERADOS	59
REFERÊNCIAS	60
ECOLOGIA DE ABELHAS E VESPAS	63
INTRODUÇÃO	63
MATERIAL E MÉTODOS	66
<i>Amostragem com ninhos-armadilha:</i>	66
<i>Amostragem de machos de abelhas das orquídeas</i>	67
RESULTADOS E PRODUTOS ESPERADOS	67
REFERÊNCIAS	68
MONITORAMENTO DE AVES	71
INTRODUÇÃO	71
MATERIAL E MÉTODOS	72
REFERÊNCIAS	73
MONITORAMENTO DE COLEOPTERA	75
INTRODUÇÃO	75
METODOLOGIA	76
REFERÊNCIAS	78
MONITORAMENTO DE LEPIDOPTERA	81
INTRODUÇÃO	81
METODOLOGIA	81

REFERÊNCIAS -----	82
MONITORAMENTO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE -----	84
INTRODUÇÃO -----	84
MATERIAL E MÉTODOS -----	85
<i>Amostragem de mamíferos de médio e grande porte</i> -----	85
<i>Análises dos dados</i> -----	86
<i>Avaliação dos vídeos</i> -----	87
REFERÊNCIAS -----	87
DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO DA CIÊNCIA-----	89
WORKSHOPS DE SÍNTESE -----	89
SITE E REDES SOCIAIS -----	90
INICIATIVA BIOTA DO MANP -----	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. -----	94

Locais de amostragem

Fragmentos Florestais

Os pesquisadores do PELD MANP amostraram vários dos fragmentos incluídos na proposta original e discutiram internamente uma consolidação dos locais selecionados para amostragem, visando melhorar a segurança e a acessibilidade, e reduzir a suscetibilidade a restrições momentâneas de recursos materiais ou humanos no futuro. Assim dos 12 fragmentos propostos originalmente 7 eram tratados como pontos de amostragem principais (com pretensão de amostragem periódica e de longo prazo, são pontos de maior segurança para pessoas e equipamentos) e 5 secundários (a serem usados para complementar o desenho amostral de pesquisas específicas e para composição de listas de flora e fauna regional). Dos pontos principais, estão sendo mantidos seis, e um rebaixado para secundário (Tabela 1).

Está sendo mantido o status de ecossistema de referência para o Parque Estadual Mata dos Godoy (670 ha), que faz parte de um dos principais remanescentes de Mata Atlântica da região (cerca de 2800 ha), e apresenta boas condições de acessibilidade e segurança.

Também está sendo mantida a indicação do Parque Nacional do Iguaçu como “grupo controle externo”, com realização de amostragens eventuais e complementares. Até o presente momento apenas aves e insetos foram amostrados no PN Iguaçu por membros da nossa equipe.

Sítios de Restauração

Dada a intensidade da degradação observada nas paisagens do norte do Paraná, desde os anos 1990 há pressões tanto dos órgãos oficiais quanto da sociedade civil organizada para resgate de ao menos parte do passivo ambiental produzido com a ocupação. A princípio, várias iniciativas isoladas foram empreendidas, e no início dos anos 2000 grandes projetos de restauração resultantes de ação do Ministério Público começaram a surgir. Pesquisadores do PPG-CB da UEL estudaram vários destes sítios de restauração, e com a aprovação da proposta anterior foi possível a consolidação de estudos de longo prazo de forma coordenada com os fragmentos florestais, tomados como referência para os reflorestamentos. Os sítios de restauração que vem sendo estudados configuram dois subgrupos, distintos em localização espacial e em histórico de implantação: o Reservatório de Capivara e o Sul de Londrina, ambos descritos a seguir.

O Reservatório de Capivara, da Usina Hidroelétrica Escola de Engenharia Mackenzie, conta com quase 900 km de margens no lado paranaense, onde foi iniciado em 2001 um programa de reflorestamento com a meta de atingir 4.200 ha, com projeto e acompanhamento técnico da equipe do Labre-UEL. O reflorestamento é feito principalmente nas áreas desapropriadas para a construção do reservatório, que são definidas por cotas (entre 334 e 336m acima do nível do mar, no rio Paranapanema, e 334 e 338m no rio Tibagi). No entanto algumas áreas contíguas de terceiros foram incluídas, visando atingir os 100m de faixa de preservação permanente exigidos para o reservatório na ocasião do licenciamento. Com relevo suave e solos férteis, a maior parte do uso do solo no entorno do reservatório é destinada ao cultivo de grãos. Até o presente momento, cerca de 3.900 ha de reflorestamentos foram implantados. Os reflorestamentos têm sido realizados por meio do plantio de espécies arbóreas nativas, pioneiras e secundárias iniciais, com espaçamento entre as mudas de 2 x 3m, controle mecanizado de invasoras (ruderais) e sem aplicação de fertilizantes. O controle de invasoras usualmente se estende por 24 meses.

Alguns dos fragmentos propostos como pontos de amostragem (Parque Estadual Mata dos Godoy, e fazendas Alvorada, Congonhas e Santo Antônio) são contíguos às áreas de reflorestamento e são usados como áreas de referência para o monitoramento da restauração ecológica.

Além dos sítios de restauração (fragmentos) nas margens do reservatório de Capivara (Tabela 2) três sítios estão situados ao sul da cidade de Londrina (projetos Madeira e Primavera, Fazenda Escola). O reflorestamento conhecido como Projeto Madeira, está posicionado no “Parque Estadual Mata dos Godoy” em Londrina (23°27’S, 51°14’O, 550 m de altitude), ao lado do maior fragmento remanescente da região, com área total de cerca de 2800 ha. Este reflorestamento foi implantado em 1990, com o objetivo de testar o potencial madeireiro de cinco espécies nativas. Por estas espécies serem decíduas e terem sido plantadas com um espaçamento entre as árvores relativamente grande (3x3 m), este reflorestamento é algo diferente dos demais, e está sendo considerado apenas para amostragens complementares.

O reflorestamento conhecido como “Projeto Primavera”, vizinho do “Projeto Madeira” e do fragmento principal do Parque Estadual Mata dos Godoy foi implantado com as mesmas técnicas, espécies e mudas dos reflorestamentos do Reservatório de Capivara, e tem a mesma idade (implantação em 2002). Há ainda outro reflorestamento na Fazenda Escola (23°20’S, 51°12’O, 550 m de altitude), dentro do Campus da Universidade Estadual de Londrina (UEL), que data de 1996 e tem como fragmento mais próximo o Horto da UEL, uma floresta secundária de cerca de 40 anos com área total próxima de 12 ha; em função das diferenças de

idade e composição de espécies, a exemplo do Projeto Madeira, este reflorestamento é utilizado apenas para amostragens complementares.

Um conjunto adicional de nove talhões de reflorestamento (originalmente eram 12, foram descartados três por degradação; Tabela 2) está sendo monitorado desde 2009, e em 2020 estava previsto o terceiro censo, apenas para vegetação e estimativas de biomassa.

Tabela 1: Fragmentos florestais incluídos no sítio PELD MANP. Principal = amostragem de todos os grupos, periodicamente; Secundária: amostragem eventual, para complementar desenhos específicos e compor listas de flora e fauna regional. O PN Iguazu está listado como uma referência externa – dados da sua biota podem ser usados para determinadas comparações (ver texto).

#	Fragmento Florestal	Área* (ha)	Altitude	Coordenadas	Status da unidade amostral
1	Parque Estadual Mata dos Godoy	670*	650	23°26'46"S, 51°14'46"W	Principal, referência
2	Parque Estadual de Ibicatu	302	414	23°15'21"S, 51° 01' 53"W	Principal
3	Fazenda Bule	288	697	23°24'19"S, 51° 19' 31"W	Principal
4	RPPN Faz. Alvorada	128	370	22°49'04"S, 51°11'25"W	Principal
5	Fazenda Congonhas	108	366	22°59'52"S, 50°56'30"W	Principal
6	Fazenda Santo Antonio	87	359	22°56'26"S, 50°57'10"W	Principal
7	Parque Estadual Mata São Francisco	876	550	23°09'37"S, 50° 34'00"W	Secundária
8	Parque Estadual de Ibiporã	60	450	22°46'49"S, 51°29'21"W	Secundária
9	Fazenda Paiquerê	542	539	23°30'05"S, 51° 04' 39"W	Secundária
10	Fazenda Colorado	564	528	23°28'12"S, 51° 02' 50"W	Secundária
11	RPPN Fazenda Doralice	166	404	23°18'05"S, 50° 59' 11"W	Secundária
12	Fazenda Santa Helena	85	635	23°24'38" S, 51°14' 09"W	Secundária
13	Parque Nacional do Iguazu	185.262*	250-400m	25°30'00"S, 53°54'00"W	Referência externa

*Áreas oficialmente protegidas. No caso do PEMG, os 2800 ha incluem reservas legais averbadas de propriedades vizinhas. No caso do PN Iguazu, a área total de habitat entre Brasil e Argentina alcança cerca de 400.000 hectares

Tabela 2: Talhões de reflorestamento com amostras do sítio PELD MANP, Norte do Paraná. Principal = amostragem de todos os grupos, periodicamente; Secundária: amostragem eventual, para complementar desenhos específicos e compor listas de flora e fauna regional. Vegetação/Biomassa: amostragem apenas da vegetação e estimativas de biomassa.

Nome do local	Código do talhão	Latitude Sul	Longitude Oeste	Data do plantio	Status da unidade amostral
Faz. Alvorada	AL_0056	22°49'24.55"	51°11'39.65"	mai/04	Principal
Faz. Congonhas	RA_0001	22°59'46.32"	50°56'37.99"	jun/03	Principal
Fazenda Santo Antônio	SE_0011	22°56'12.93"	50°57'07.61"	set/03	Principal
PEMG	Projeto Primavera	23°27'00"S	51°14'00"	fev/2002	Principal
PEMG	Projeto Madeira	23°27'00"S	51°14'00"	1990	Secundária
Campus da UEL	Fazenda Escola	23°20'00"S	51°12'00"	1996	Secundária
Faz. Congonhas	Talhão 1	22°59'12"S	50°56'03"	Jun/2003	Vegetação/Biomassa
Faz. Congonhas	Talhão 2	22°59'07"S	50°56'18"	Jun/2003	Vegetação/Biomassa
Faz. Cachoeira	Talhão 4	22°58'27"	50°56'59"	Nov/2003	Vegetação/Biomassa
Ilha seca	Talhão 5	22°55'40"	50°55'43"	Jun/2003	Vegetação/Biomassa
Faz Alvorada	Talhão 6	22°49'30"	51°11'39"	Abr/2005	Vegetação/Biomassa
R. Alegre- rio Tibagi	Talhão 8	23° 05'2.50"	50°58'28"	Dez/2004	Vegetação/Biomassa
Faz. Cachoeira	Talhão 9	22°58'27"	50°56'59"	Set/2002	Vegetação/Biomassa
R. Alegre- rio Congonhas	Talhão 11	23° 04'15"	50°52'19"	Nov/2004	Vegetação/Biomassa
Primeiro de Maio	Talhão 12	22°51'45"	50°59'52"	Dez/2006	Vegetação/Biomassa

Periodicidade de amostragem

Com base na experiência destes primeiros anos do PELD MANP, e nas características de cada tipo de amostragem, os pesquisadores convergiram para uma periodicidade de amostragem de quatro anos, com exceção de aves, cujo monitoramento por gravadores autônomos será repetido a cada dois anos, e a pesquisa sobre o uso de nitrogênio e fósforo por espécies arbóreas, cujo monitoramento durará dois anos e será repetido a cada dois anos. No entanto, dada a quantidade de locais e ambientes por amostrar (veja tópico anterior, Locais de Amostragem), haverá equipes em campo permanentemente, o que significa também que nem todos os locais serão monitorados no mesmo ano, e em alguns casos poderá ser necessário de dois a três anos para fechar um ciclo de amostragem, com apenas um ano para triagem de amostras e análise de dados (Tabela 3).

Tabela 3: Subprojetos do sítio PELD MANP, com indicação da duração da coleta de dados em cada local (campanha), do intervalo entre campanhas e do número de locais amostrados simultaneamente.

Subprojeto	Duração da campanha	Intervalo entre campanhas	Locais simultâneos
Biomassa e carbono	dois anos	quatro anos	todos
Vegetação – parcelas	dois anos	quatro anos	todos
Vegetação – coletas botânicas	quatro anos	não há	todos
Nitrogênio e Fósforo	dois anos	dois anos	todos
Abelhas e vespas – iscas de odor	seis meses	quatro anos	metade
Abelhas e vespas – ninho-armadilha	um ano	quatro anos	metade
Aves	dois anos	dois anos	todos
Coleoptera	seis meses	quatro anos	metade
Lepidoptera	seis meses	quatro anos	metade
Mamíferos	um ano	quatro anos	todos

Para obter dados visando testar hipóteses específicas, não necessariamente ligadas com o monitoramento de longo prazo, os pesquisadores poderão amostrar mais locais ou com intervalos mais curtos em um único local ou em um número menor de locais, sem prejuízo da seleção de locais e da periodicidade principais definidas para o projeto.

Estoques e fluxos de carbono

Introdução

A velocidade e a intensidade em que as mudanças climáticas tem ocorrido, após a revolução industrial, tem preocupado a comunidade científica e líderes mundiais. A influência das atividades humanas sobre estas mudanças têm sido cada vez mais claras (IPCC, 2013). O desmatamento das florestas tropicais, principalmente para a expansão das áreas agrícolas nos países em desenvolvimento, como o Brasil, emite quantidades significativas de CO₂, e, se tornou um dos fatores que mais pode contribuir com as alterações climáticas em escala regional e mundial, depois da queima de combustíveis fósseis (Meister et al., 2012).

As florestas tropicais absorvem e emitem carbono pelos processos de fotossíntese e respiração, que movimentam grandes massas de carbono em pouco tempo. Elas podem mitigar o aumento da concentração de CO₂, na atmosfera, se estiveram crescendo (ou seja, aumentando os seus estoques de biomassa) ou, por outro lado, podem contribuir para aumentar as emissões de CO₂ não apenas por meio do desmatamento, mas também se submetidas a alterações no regime de perturbações, como após secas extremas, extração seletiva de madeira, incêndios e pressões associadas com a fragmentação, que alteram a dinâmica de crescimento das árvores e as taxas de mortalidade e recrutamento, ocasionando o desequilíbrio no ciclo do carbono (Clark, 2004; Bonan et al., 2008; Pyle et al., 2008; Meister et al., 2012).

A maior parte do carbono das florestas tropicais é estocado na biomassa das árvores de diâmetros grandes, de forma que um único indivíduo de porte grande pode concentrar a mesma quantidade de biomassa que muitas árvores juntas de médio e pequeno porte. No entanto, árvores grandes são mais susceptíveis à exploração madeireira e mais sensíveis às variações climáticas (Vieira et al., 2004; Lindenmayer, Laurance e Franklin, 2012; Slik et al., 2013; Stephenson et al., 2014). Essas mudanças nos regimes de perturbação alteram a dinâmica estrutural e funcional das florestas, e compreender as respostas desses ecossistemas à perturbação é fundamental para melhorar previsões sobre o potencial dos mesmos para estocar ou perder carbono (Vieira et al., 2004; Ramankutty et al., 2007). Na Mata Atlântica, por exemplo, onde apenas 8,5 % dos remanescentes tem mais de 100 hectares (SOS Mata Atlântica, 2015), o impacto dos efeitos de borda e outras pressões associadas à fragmentação pode ter alterado significativamente a biomassa dos remanescentes que ainda restam (Pütz et al., 2014).

Apenas estudos de longo prazo podem apontar com clareza estas dinâmicas. Em uma amostragem recente sobre árvores grandes nas áreas do PELD MANP, Arcanjo et al (2020) apontaram que a maior parte das árvores grandes apresenta algum tipo de ameaça à sua saúde, o que por sua vez sugere que uma dinâmica intensa está ocorrendo, que amostragens de biomassa isoladas

não podem elucidar.

Considerada a grande promessa de mitigação da mudança climática em paisagens florestais (Sanquetta e Balbinot, 2004, Chang, 2004), a recuperação de áreas degradadas tinha até recentemente foco mais restrito ao restabelecimento da diversidade biológica e de serviços ecossistêmicos importantes localmente, como a proteção de rios contra assoreamento e poluição (Engel e Parrota, 2003; Melo e Durigan, 2006). Assim, estimativas de biomassa tornaram-se comuns como método para monitorar o processo de captura de carbono atmosférico pelas florestas em crescimento, embora também sejam úteis para elucidar aspectos do funcionamento dos ecossistemas (Burger & Delitti, 1999; Silveira et al., 2008). Embora ainda sejam escassos na literatura, estudos sobre o acúmulo de biomassa em reflorestamentos com espécies nativas baseados em séries temporais podem estabelecer padrões para o monitoramento da restauração ecológica (Suganuma, 2008, Ruiz-Jaén & Aide 2005). Além disso, os reflorestamentos são ambientes sucessionais com estrutura simples e histórico conhecido, o que configura oportunidade especial para testar hipóteses em ecologia.

De acordo com Brown e Lugo (1990) a biomassa florestal tende a aumentar rapidamente nos primeiros 15 anos de sucessão em zonas tropicais, devido principalmente à presença de espécies de crescimento rápido (pioneiras), as quais geralmente não duram mais de uma geração e não se regeneram em sua própria sombra. Com a morte destas árvores, espécies mais longevas e de crescimento mais lento vão gradualmente tornando-se predominantes no ecossistema (Salimon e Brown, 2000). Esse processo levaria a um modelo não linear de acúmulo de biomassa em função do tempo, com altas taxas de crescimento inicial, seguida de valores decrescentes ao longo dos anos até o ponto em que a quantidade de massa ganha (crescimento) e perdida (mortalidade) entraria em equilíbrio (Salimon e Brown, 2000).

No entanto, em reflorestamentos compostos predominantemente de espécies pioneiras, e na ausência do ingresso de espécies tardias (causada pela fragmentação da paisagem), o acúmulo de biomassa poderia ser levado a uma estagnação, desviando-se das previsões mais comuns, geralmente baseadas na dinâmica sucessional em paisagens com grande quantidade de habitat remanescente (e.g. Brown e Lugo 1990, Salimon e Brown 2000, Liebsch et al. 2008).

Adicionalmente, as respostas das diferentes espécies ao comportamento do clima, em especial quanto à distribuição das chuvas, podem agregar ainda mais incerteza sobre o potencial das florestas em desenvolvimento de capturar e reter carbono atmosférico (IPCC 2007). Além dos impactos no crescimento e na mortalidade de árvores, a umidade e a temperatura afetam fortemente a atividade dos organismos heterótrofos, como os decompositores, afetando os fluxos de carbono, água e minerais pelos diferentes compartimentos do ecossistema, e conseqüentemente o tamanho dos estoques de carbono. Quanto a este último aspecto, dadas as incertezas quanto ao comportamento do clima regional em função das mudanças climáticas globais, é fundamental dispor de modelos

melhores para prever a resposta funcional de ecossistemas, sucessionais ou maduros, a alterações na pluviosidade e na temperatura (Vieira et al. 2008). Além disso, a existência, bem como a dinâmica temporal, de estoques de carbono fora da biomassa aérea viva (na necromassa acima e abaixo da superfície do solo, nas raízes, especialmente raízes finas, e na biota do solo; Araújo et al. 1999) é um aspecto que tem sido negligenciado nos estudos sobre o carbono em ecossistemas florestais.

Desta forma, este subprojeto tem por objetivo (i) prosseguir com as estimativas de estoques e fluxos de carbono em ecossistemas florestais (reflorestamentos e fragmentos remanescentes), (ii) descrever as variações do ambiente físico, especialmente do ponto de vista climático/microclimático, a que estes ecossistemas estão sujeitos, e (iii) contribuir para estabelecer modelos associando fluxos e estoques de carbono à dinâmica sazonal, à evolução sucessional e às mudanças climáticas. Para tanto, é proposta a continuidade dos dois subprojetos, que estão sendo desenvolvidos em reflorestamentos e fragmentos florestais na margem paranaense do Reservatório de Capivara.

Esta iniciativa se beneficia da oportunidade ímpar de contar com reflorestamentos e fragmentos florestais situados em condições homogêneas quanto a vegetação original, tipo climático, tipo de solo, topografia, latitude e altitude, além de uniformidade de técnicas de implantação, no caso dos reflorestamentos, e histórico, no caso dos fragmentos florestais. Ainda, a infra-estrutura de campo, incluindo parte das amostras, está sendo compartilhada com um estudo em andamento sobre o efeito da estrutura da paisagem circundante sobre o processo sucessional nos reflorestamentos.

Métodos

Locais de amostragem e periodicidade

Para este estudo foram selecionados, além dos quatro sítios de restauração e seis fragmentos florestais principais, nove talhões adicionais de reflorestamento, que estão sendo monitorados desde 2009, para descrição da vegetação e estimativas de biomassa. No conjunto de amostras principal do PELD, em cada reflorestamento e cada fragmento florestal foram distribuídas 10 parcelas de 10 x 20 m, com uma distância mínima de 50 metros entre as parcelas e das bordas dos reflorestamentos (100m no caso dos fragmentos florestais).

No conjunto adicional de nove talhões, instalado antes da criação do PELD MANP, são utilizadas dez parcelas de 10x10m por talhão de reflorestamento.

Em ambos os conjuntos já foram feitos dois censos e um terceiro estava previsto para 2020.

Estimativas de biomassa

A precisão no mapeamento dos estoques de carbono em florestas tropicais intactas e fragmentadas, depende da disponibilidade de modelos alométricos confiáveis, para as estimativas da biomassa acima do solo, uma das limitações na inferência de estimativas confiáveis está na

disponibilidade de dados da densidade específica da madeira, uma preditora importante da biomassa arbórea, mas os dados são escassos na literatura, para todas as espécies, portanto, nem sempre essa variável tem sido considerada nas estimativas de biomassa arbórea (Baker et al., 2004; Chave et al., 2009). Entretanto, modelos alométricos que incluem a densidade específica da madeira tem mostrado previsões mais reais para a biomassa aérea, especialmente, quando se inclui uma gama mais ampla de tipos de vegetação, tanto quanto, para a compreender as alterações que os regimes de perturbação podem causar na biomassa, em fragmentos que pertencem a um mesmo tipo de ecossistema florestal (Baker et al., 2004; Chave et al., 2009; Schietti et al., 2016).

Para a estimativa da biomassa viva acima do solo são medidos e identificados todos os indivíduos arbóreos com circunferência à altura do peito, ou 1,3 m (DAP) maior ou igual a 8 cm. A identificação será feita em campo, quando possível, ou será coletado material para posterior identificação e depósito no Herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL). Para cada indivíduo amostrado são tomadas as medidas de altura total, estimada com auxílio de um bastão graduado, da circunferência da base (CAB a 5 cm do solo) e na altura do peito (CAP a 1,3 m do solo), medidos com uma fita métrica de 1,50 m de comprimento, com precisão de 1 mm. As estimativas nos locais principais serão repetidas a cada dois anos, e nos nove reflorestamentos adicionais, a cada quatro anos.

Para as estimativas de biomassa em reflorestamentos são utilizadas as equações sugeridas por Melo e Durigan (2006), Miranda (2008) e equações alométricas espécie-específicas (produzidas previamente pela equipe do projeto através do método destrutivo para as espécies presentes nos reflorestamentos estudados; Jardim, 2006), conforme o intervalo de tamanho. Para as espécies sem equação específica, são utilizadas equações genéricas produzidas com dados de espécies com alometria semelhante, incorporando a densidade da madeira como fator adicional. As estimativas nos fragmentos florestais são feitas segundo Burguer & Dellitti (1999), Chave et al. (2005) e Vieira et al. (2008). Amostras de troncos, galhos e folhas são levadas ao laboratório para determinação do teor de carbono, seguindo Tedesco et al. (2005), com modificações.

Respiração do solo e necromassa

Nos seis fragmentos florestais e quatro sítios de restauração principais serão também monitorados, em anos alternados, os fluxos de CO₂ do solo e a deposição de necromassa (Suganuma & Torezan 2013). Em cada sítio são registrados dados climáticos em estação meteorológica, com dados de temperatura do e umidade do ar e do solo registrados de forma complementar em parte das parcelas, de acordo com a disponibilidade de sensores.

A respiração do solo será mensurada por 24 horas (uma medida a cada três horas) a cada quatro meses, em anos alternados, dentro das parcelas maiores (utilizadas também para estimativa de biomassa), com um analisador de gases a infravermelho Licor Li840A (já adquirido) e uma câmara de PVC (Xu et al. 2006, Enran et al. 2012). O fluxo será determinado declividade da curva de regressão entre a concentração de CO₂ na câmara e o tempo (Butler et al. 2012).

A cada medida de fluxo está sendo registrada a temperatura do solo a 5cm de profundidade (com termômetro digital portátil), bem como a umidade do solo na mesma profundidade (com medidor tipo TDR). Ambas as medidas são feitas imediatamente ao lado dos pontos de medida de fluxo de CO₂.

Dados climáticos

Além das estações meteorológicas instaladas em alguns sítios, em áreas abertas, serão instalados sensores adicionais de temperatura e umidade do solo (do tipo dielétrico, Hobo S-SMC-M5), umidade e temperatura do ar (Lascar EL-USB2) serão alocados nos pontos de medida de fluxo de CO₂. Medidas diretas de umidade do solo com equipamento que utiliza metodologia diferente (Spectrum Fieldscout TDR-300) serão feitas ocasionalmente para aferição dos sensores dielétricos. No centro de cada parcela estão sendo tomadas fotografias hemisféricas a 1m do solo com lente 8mm (Lente Nikon EC08 montada em câmera Nikon Coolpix 8700), a cada três meses. Na mesma ocasião é medida a RFA com o medidor Licor Li-250A, com o sensor posto à mesma altura sempre no mesmo horário.

Fertilidade e matéria orgânica no solo

Serão coletadas amostras das camadas superficiais do solo (0-20 cm e 20-50 cm) compostas de quatro perfurações em cada parcela, a serem enviadas ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) para análise química de rotina, incluindo concentração de fósforo (P), carbono orgânico (C), cálcio (Ca), magnésio (Mg⁺⁺), potássio (K), alumínio trocável (Al), soma de bases (S), grau de acidez (pH), acidez potencial (H+Al), saturação total de bases (V), capacidade de troca de cátions (T) e matéria orgânica (Mo). Esta amostragem será feita uma única vez.

Adicionalmente, será estimada a matéria orgânica no solo, nas profundidades referidas acima, nas mesmas ocasiões de medida de fluxo de CO₂, no próprio laboratório, segundo Escosteguy et al. 2007.

Análise dos dados

Todas as variáveis serão objeto de comparação entre sítios, e entre fragmentos e reflorestamentos, por meio de estatísticas paramétricas (Anova e testes *a posteriori* adequados) quando houver distribuição aproximada da normal e variâncias homogêneas entre grupos a serem comparados. Caso estas premissas não sejam atendidas, será usado o teste de Kruskal-Wallis, seguido de teste *a posteriori*, se necessário. A biomassa e a necromassa serão correlacionadas com os atributos

químicos do solo por meio de análise de regressão linear ou por meio do coeficiente de correlação de Spearman, caso as premissas da análise de regressão não sejam observadas. As variações ao longo do tempo da produção de serapilheira, da quantidade presente de necromassa e da respiração do solo serão correlacionadas com os dados climáticos e microclimáticos. Um modelo linear generalizado (GLM) será empregado para investigar efeitos e interações entre as variáveis-resposta do ecossistema, os dados climáticos e microclimáticos e dados de fertilidade do solo.

Referências

- Baker, Timothy y R. et al. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**, Leeds, v. 10, p.545-562, 2004.
- Bonan, G. B.. Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests. **Science**, [s.l.], v. 320, n. 5882, p.1444-1449, 13 jun. 2008. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1155121>.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical Secondary Forests. *Journal of Tropical Ecology*. n. 6, v. 1, p. 1-32, 1990.
- Burguer, D.M. & Dellitti, W.B.C. 1999. Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira - SP. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 429-435.
- Butler, A., Meir, P., Saiz, G., Maracahipes, M., Marimon, B.S. & J. Grace. 2012. Annual variation in soil respiration and its component parts in two structurally contrasting woody savannas in Central Brazil *Plant Soil* 352:129–142.
- Chang, Man Yu (Ed.). Sequestro Florestal de carbono no Brasil - Dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas. In: Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo; Ziliotto, Marco Aurélio B.. **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: ., 2004. p. 15-37.
- Chave, Jerome et al. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters**, [s.l.], v. 12, n. 4, p.351-366, abr. 2009. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>.
- Clark, Deborah A.. Tropical Forests and Global Warming: Slowing It down or Speeding It up? **Frontiers In Ecology And The Environment**, St Louis, v. 2, n. 2, p.73-80, mar. 2004.
- ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais, in: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL V.L.; GANDARA, F.B. (Eds.), *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*, Botucatu: FEPAF, 2003, pp. 01-26.
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M.C.M.; R. GOLDENBERG. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession *Biol. Conservation*. n. 141, p. 1717–1725, 2008.

Lindenmayer, D. B.; Laurance, W. F.; Franklin, J. F.. Global Decline in Large Old Trees. *Science*, [s.l.], v. 338, n. 6112, p.1305-1306, 6 dez. 2012. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1231070>.

Meister, Kyle et al. Carbon Dynamics of Tropical Forests. **Managing Forest Carbon In A Changing Climate**, [s.l.], p.51-75, 5 nov. 2011. Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2232-3_4.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, n. 71, p. 149-154, 2006.

Pütz, Sandro et al. Long-term carbon loss in fragmented Neotropical forests. **Nature Communications**, [s.l.], v. 5, p.1-8, 7 out. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6037>

Pyle, Elizabeth Hammond et al. Dynamics of carbon, biomass, and structure in two Amazonian forests. **Journal Of Geophysical Research: Biogeosciences**, [s.l.], v. 113, n. 1, p.1-20, mar. 2008. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1029/2007jg000592>.

Ramankutty, Navin et al. Challenges to estimating carbon emissions from tropical deforestation. **Global Change Biology**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.51-66, jan. 2007. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01272.x>.

Ruiz-Jaen MC, Aide TM 2005. Restoration Success: How Is It Being Measured? *Restoration Ecology* 13(3):569–577.

SALIMON, C.I.; BROWN, I.F. Secondary forests in western amazonia: significant sinks for carbon released from deforestation. *Interciencia*, n.25, v.4, p. 198-202, 2000.

Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo (Ed.). Metodologias para a Determinação de Biomassa Florestal. In: Sanquetta, Carlos Roberto; Balbinot, Rafaelo; Ziliotto, Marco Aurélio B.. **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: ., 2004. p. 77-93.

Schietti, Juliana et al. Forest structure along a 600 km transect of natural disturbances and seasonality gradients in central-southern Amazonia. **Journal Of Ecology**, [s.l.], v. 104, n. 5, p.1335-1346, 31 maio 2016. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12596>.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H.S.; SANQUETTA, C.R.; ARCE, J.E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. *Floresta*, n.38, v.1, 185-206, 2008.

Slik, J. W. Ferry et al. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. **Global Ecology And Biogeography**, [s.l.], v. 22, n. 12, p.1261-1271, 9 jul. 2013. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/geb.12092>.

SOS Mata Atlântica and INPE, 2015. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica—período 2013–2014. Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais—INPE, Sao Paulo.

- Stephenson, N. L. et al. Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. **Nature**, [s.l.], v. 507, n. 7490, p.90-93, 15 jan. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/nature12914>.
- Suganuma, Marcio Seiji; Torezan, José Marcelo Domingues. Evolução dos processos ecossistêmicos em reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecídua. **Hoehnea**, Londrina, p.557-565, 2013.
- TEDESCO, M. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Ufrgs, 1995
- Vieira, Simone et al. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. **Oecologia**, [s.l.], v. 140, n. 3, p.468-479, 17 jun. 2004. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-004-1598-z>.
- XU, S.; LIU L. L. & SAYER, E. J. 2013. Variability of above-ground litter inputs alters soil physicochemical and biological processes: a meta-analysis of litterfall-manipulation experiments. *Biogeosciences* 10(11): 7423-7433.
- Young A, Boyle T, Brown T (1996) The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology & Evolution* 10:413-418
- Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., Chave, J., 2009. Global Wood Density Database. DRYAD <<http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>> (accessed 2016.12.02).

Dinâmica da vegetação

Introdução

A conversão de habitats naturais para a utilização do solo em atividades antrópicas, como por exemplo, a agropecuária, é um dos maiores promotores da fragmentação de áreas naturais, tornando-se um desafio para conservação da biodiversidade (Laurance et al., 2002; Henle et al., 2004). Como consequência imediata da fragmentação ocorre a diminuição da área habitat, alterando o tamanho, a forma e a disposição espacial dos fragmentos na paisagem, o que pode afetar diretamente as populações locais e o padrão de dispersão, diminuindo o fluxo gênico e afetando as taxas de extinção (Young et al., 1996).

Em paisagens dominadas por agricultura intensiva, como no PELD MANP, o “vazamento” de nutrientes das áreas agrícolas circunvizinhas é uma preocupação adicional (Didham et al. 2014), podendo induzir alterações o funcionamento do ecossistema, beneficiando espécies generalistas e levando outras à extinção local, assim como o uso de pesticidas pode afetar polinizadores, da mesma forma levando espécies de plantas à extinção local (Ainzen & Feinsinger 2003, Aguilar et al. 2006, Nayak & Davidar 2010). Juntamente com a fragmentação, este conjunto de pressões sobre os fragmentos florestais remanescentes pode levar a um processo de “secundarização”, uma forma de empobrecimento biológico (Joly et al. 2014).

Por outro lado, áreas degradadas podem levar muitos anos para se recuperar, podendo permanecer estagnadas nas primeiras etapas da sucessão (Aide et al., 1995). Isto pode ocorrer em função de fatores endógenos ao sítio, como o grau de degradação do solo (fertilidade e compactação), a disponibilidade de sementes no local, a predação de sementes e plântulas, bem como a competição com espécies invasoras (Shono et al., 2006). No entanto, fatores externos, como a distância de fontes de propágulos podem influenciar fortemente o processo sucessional (Wijdeven e Kuzee, 2000; Cusack e Montagnini, 2004; Zamora e Montagnini, 2007).

Em um estudo sobre sítios em sucessão secundária espontânea em várias localidades da Serra do Mar, Liebsch et al. (2008) sugerem que a composição de espécies leve séculos para se recuperar; considerar as diferenças entre a Serra do Mar e a paisagem fragmentada do Norte do Paraná, leva a expectativas de tempo sucessional ainda maiores.

Dentro deste contexto, embora os reflorestamentos tenham sido uma das alternativas mais utilizadas para a restauração ecológica, melhorando o microclima, as condições do solo e promovendo abrigo para animais ainda presentes na paisagem transformada (Carnus et al., 2006, Shono et al., 2006), é preciso monitorar estes ecossistemas por bastante tempo, e levar em consideração os mesmos tipos de pressões a que estão sujeitos os fragmentos florestais remanescentes. Embora vários estudos

demonstrem que a presença de reflorestamentos catalisa a regeneração de áreas degradadas, promovendo a chegada de sementes no local, dispersas principalmente por aves e mamíferos (Zamora e Montagnini, 2007), a chuva de propágulos dependerá de outros fatores, como a estrutura da paisagem do entorno. Assim, a paisagem do entorno de um reflorestamento é um fator importante para a continuidade do processo sucessional (Cusack e Montagnini, 2004), pois pode conter estruturas como “stepping stones” ou corredores que são possíveis fontes de propágulos e podem influenciar a movimentação dos dispersores de sementes.

Embora estudos sobre a influência da estrutura da paisagem sobre processos internos aos fragmentos de habitat estejam se tornando progressivamente comuns (Lindenmayer et al., 2009), as escalas de mapeamento geralmente adotadas, ditadas por limitações tecnológicas dos sensores remotos, provocam perda de informações. Em geral, árvores isoladas, corredores em cercas de propriedades e mesmo pequenas manchas de habitat podem originar parte das sementes dispersadas para os sítios sob consideração. Além disso, comparando a composição de espécies regenerantes em um reflorestamento com a composição de espécies encontradas na matriz pode-se dimensionar a influência da matriz como fonte de propágulos para a regeneração natural nos reflorestamentos.

Assim, da mesma forma que os efeitos da fragmentação e da redução de habitats atuam sobre a vegetação em fragmentos florestais remanescentes, a evolução da sucessão secundária em sítios de restauração dependerá destes fatores. Este subprojeto tem como objetivo monitorar a dinâmica de longo prazo da vegetação em fragmentos florestais e em sítios de restauração (reflorestamentos) visando detectar padrões de mudança ou trajetórias em ambos os tipos de ambiente. Este monitoramento será organizado em duas amostragens sobrepostas: (i) amostragem quantitativa da vegetação lenhosa (já em andamento, com dois censos concluídos, estando o terceiro previsto para 2020) e (ii) amostragem florística, englobando as mesmas unidades amostrais do estudo quantitativo e estendendo-se aos fragmentos e reflorestamentos como um todo, buscando melhorar o conhecimento sobre formas não arbóreas, negligenciadas em muitos estudos e ausentes da amostragem quantitativa.

Materiais e métodos

A amostragem quantitativa de plantas lenhosas está sendo realizada nos seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos principais selecionados para o projeto, e repetida a cada quatro anos. Cada censo, para ser realizado no conjunto completo de locais, leva em torno de dois anos, de forma que os locais não são amostrados simultaneamente. As coletas florísticas estão sendo feitas, até o momento, sem periodicidade fixa, e passarão a contar com coletas mensais, em locais alternados, sem interrupção (ou seja, pelos quatro anos da vigência)

Coleta de Dados quantitativos

Cada talhão de reflorestamento ou fragmento florestal é considerado uma repetição. Em cada reflorestamento foram estabelecidas 10 parcelas de 10 x 10 m. Em cada parcela são contabilizados todos os indivíduos lenhosos regenerantes com altura igual ou superior a 1m. Em subparcelas de 5x5m são amostrados os indivíduos com altura entre 10 cm e 1m.

De cada indivíduo não identificado em campo é produzida uma amostra botânica, utilizada para identificação em herbário.

A cada censo nas parcelas a vegetação será caracterizada por meio de estimativas de cobertura do dossel, altura média das árvores, densidade do plantio, composição de espécies plantadas e grau de infestação por gramíneas, no caso dos sítios de restauração. A porcentagem de cobertura de dossel será estimada através de fotografias hemisféricas com uma lente “olho de peixe” (distância focal de 8 mm). A câmera fotográfica será posicionada com a parte superior alinhada ao norte magnético a 1 m do solo. Será retirada uma foto no centro de cada parcela. As fotografias serão analisadas utilizando o software Gap Light Analyzer 2.0 – GLA para estimar a porcentagem de cobertura de dossel (Suganuma et al., 2008). A estimativa da cobertura de gramíneas será realizada visualmente, subdividindo-se temporariamente a parcela maior, de 10x10m em unidades menores, com 1x1m, com auxílio de fitas coloridas (Ruiz-Jaén e Aide, 2005).

Coletas florísticas

De forma sinérgica com as amostragens quantitativas, serão coletadas amostras botânicas de todas as plantas férteis existentes nas parcelas, e também nas demais áreas de cada fragmento ou reflorestamento, que serão depositadas no Herbário FUEL, que por sua vez faz parte da rede SpeciesLink. Os materiais serão identificados, produzindo-se uma lista florística de cada local, que também será depositada no SIBBr. Será dada atenção a formas não-arbóreas, que têm sido negligenciadas em outros estudos, visando subsidiar um possível monitoramento quantitativo das mesmas.

Referências

- Aguilar, R, Ashworth, L, Galetto, L, et al. 2006 Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. *Ecology Letters* 9 (8): 968-980
- Aide, T. M.; Zimmerman, J. K.; Herrera, L.; Rosario, M.; Serrano, M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77:77-86.

- Aizen M.A., Feinsinger P. (2003) Bees Not to Be? Responses of Insect Pollinator Faunas and Flower Pollination to Habitat Fragmentation. In: Bradshaw G.A., Marquet P.A. (eds) How Landscapes Change. Ecological Studies (Analysis and Synthesis), vol 162. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-05238-9_7
- Carnus, J.M., Parrotta, J., Brockerhoff, E.G., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K., Walters, B., 2006. Planted forests and biodiversity. *J. Forestry* 104:65–77.
- Cusack, D.; Montagnini, F. 2004. The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 188:1–15.
- Didham RK, Barker GM, Bartlam S, Deakin EL, Denmead LH, Fisk LM, et al. (2015) Agricultural Intensification Exacerbates Spillover Effects on Soil Biogeochemistry in Adjacent Forest Remnants. *PLoS ONE* 10(1): e0116474. doi:10.1371/journal.pone.0116474
- Henle, K., Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Saunders, D.A., Wissel, C., 2004. Species survival in fragmented landscapes: where are we now? *Biodiversity and Conservation* 13:1–8.
- Joly, C.A., Metzger, J.P. and M. Tabarelli Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives *New Phytologist* (2014) 204: 459–473 doi: 10.1111/nph.12989
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E., 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16:605–618.
- Liebsch, D.; Marques, M.C.M.; R. Goldenberg. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession *Biol. Conservation*. n. 141, p. 1717–1725, 2008.
- Lindenmayer, D. B.; Laurance, W. F.; Franklin, J. F.. Global Decline in Large Old Trees. *Science*, [s.l.], v. 338, n. 6112, p.1305-1306, 6 dez. 2012. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1231070>.
- Nayak, K.G. & Davidar, P. 2010. Pollinator limitation and the effect of breeding systems on plant reproduction in forest fragments. *Acta Oecologica* 36(2): 191-196
- Shono, K.; Davies, S. J.; Kheng, C. Y. 2006. Regeneration of native plant species in restored forests on degraded lands in Singapore. *Forest Ecology and Management* 237:574–582.
- Wijdeven, S. M. J.; Kuzee, M. E. 2000. Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. *Restoration Ecology* 8:414-424.
- Zamora, C. O.; Montagnini, F. 2007. Seed Rain and Seed Dispersal Agents in Pure and Mixed Plantations of Native Trees and Abandoned Pastures at La Selva Biological Station, Costa Rica. *Restoration Ecology* 15: 453–461

Biomonitoramento de nitrogênio e fósforo

Introdução

Como resultado da crescente população humana e sua elevada demanda por alimentos e energia, tem sido observado um aumento dos níveis globais de nitrogênio (N) reativo em diversos ecossistemas (Bobbink et al. 2010). Nas culturas agrícolas, o N reativo (como amônio, nitrato e ureia) é aplicado em altas doses e uma parte importante não é aproveitada pelas plantas cultivadas, sendo perdida para ecossistemas adjacentes pela volatilização, lixiviação e escoamento superficial (Matson et al., 1999). Por ser o nutriente obtido da solução do solo que as plantas necessitam em maior quantidade, a disponibilidade de N influencia fortemente o desempenho e a sobrevivência das espécies vegetais (Guo et al. 2007; Wang e Macko 2011).

Em ecossistemas terrestres, a deposição de N reativo altera as interações competitivas entre as espécies vegetais e entre as plantas e os macro e microorganismos edáficos, alterando também as interações entre as plantas e o próprio solo, podendo modificar a composição de comunidades vegetais e levar à perda de biodiversidade (Bobbink et al. 2010; Cleland e Harpole 2010). Esse efeito deletério da deposição de N também pode estar relacionado à acidificação do solo, a mudanças na microbiota e ao favorecimento de espécies invasoras, como gramíneas, levando assim à diminuição da riqueza do ecossistema (Lu et al., 2010, 2012; Zhou et al., 2013; Mao et al., 2017).

Dentre os ecossistemas terrestres mais afetados pela deposição de N reativo, encontram-se as florestas. A maior parte dos estudos sobre o efeito do excesso de N em espécies arbóreas se deu em florestas temperadas e subtropicais, de forma que ainda é escasso o conhecimento acerca das respostas de espécies nativas de florestas tropicais à deposição de N (Lu et al., 2010; Li et al., 2020). Além disso, as florestas tropicais maduras são geralmente menos limitadas em N que florestas de climas temperados ou subtropicais, resultando em respostas distintas à adição de N (Li et al., 2020). De fato, estudos de meta-análises indicam que o aumento do sequestro de carbono em resposta à adição de N é bem menor em florestas tropicais (quando detectado) que em temperadas e subtropicais (Schulte-Uebbing e De Vries, 2018; Li et al., 2020), havendo inclusive relatos de aumento de mortalidade de plântulas após a adição de N em florestas tropicais (Cáratte-Tandalla et al., 2015).

Em relação aos efeitos da adição de N no ecossistema sobre a fisiologia e metabolismo das plantas, os dados obtidos em florestas tropicais são contrastantes. Pasquini e Santiago (2012) observaram um efeito positivo da adição de N ao solo de uma floresta tropical submontana no Panamá sobre a fotossíntese e sobre o teor de N nas folhas de mudas de *Alseis blackiana* Hemsl. Já outros estudos observaram que a taxa fotossintética líquida de mudas de espécies arbóreas de florestas tropicais da China não se alterou ou mesmo foi reduzida após o tratamento com grandes quantidades

de N (Mao et al., 2017, 2018). Mao et al. (2018) também reportaram um aumento do teor de N, de proteínas solúveis e aminoácidos livres nas folhas das três espécies arbóreas de sub-bosque avaliadas em resposta ao aumento de N no solo. Já no estudo anterior, houve grande variação nas respostas desses mesmos traços bioquímicos à adição de N conforme a espécie em questão (Mao et al., 2017).

De fato, vários estudos indicam que as respostas metabólicas e fisiológicas ao aumento de N são muito dependentes de características ecológicas das espécies arbóreas, como demanda por nutrientes, tolerância à sombra, taxa de crescimento e posição no dossel (Mo et al., 2008; Tripathi e Raghubanshi, 2014; Gargallo-Garriga et al., 2017). Estudos de nosso grupo de pesquisa com espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica indicam que as espécies intolerantes à sombra têm alta capacidade de assimilação de N na parte aérea, associada a elevada atividade foliar da enzima nitrato redutase (NR) e altos níveis de nitrato translocados na seiva do xilema. Por outro lado, as espécies tolerantes à sombra assimilam o N principalmente nas raízes, translocando predominantemente aminoácidos na seiva do xilema (Oliveira et al., 2017; Debiasi et al., 2019).

Diante da diversidade de estratégias de uso do N apresentada por espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, é importante avaliar como as mudas de espécies com diferentes graus de tolerância à sombra respondem ao excesso de N reativo no solo. Além de a proximidade com grandes centros urbanos favorecer a deposição atmosférica de N, na Mata Atlântica predominam fragmentos florestais rodeados por cultivos agrícolas, estando potencialmente expostos a grandes concentrações de N provenientes da aplicação intensiva de fertilizantes (Durigan et al., 2007; Ribeiro et al., 2009). Portanto, conhecer o efeito do aumento de N no solo em espécies arbóreas desse bioma é muito importante para prever modificações nas comunidades vegetais e propor estratégias para sua conservação. Além disso, é de suma importância o monitoramento em longo prazo de traços funcionais das plantas em fragmentos florestais que permitam indicar o excesso de N no ecossistema, uma vez que permitiria detectar efeitos metabólicos de curto prazo sobre as plantas e antecipar efeitos de longo prazo sobre o crescimento de indivíduos e sobre a dinâmica da comunidade vegetal.

Em um estudo inserido no PELD 2016-2020, avaliamos o efeito da elevada disponibilidade de N no solo sobre o crescimento, a fisiologia e o metabolismo de mudas de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica cultivadas em casa de vegetação (Bardy, 2020). Observamos que o crescimento e a fisiologia de espécies intolerantes à sombra são mais favorecidos pelo aumento de N no solo que as tolerantes, o que poderia levar a uma superioridade competitiva daquelas em relação a estas em longo prazo. Por outro lado, como apresentam maior acúmulo de compostos nitrogenados nas folhas, espécies tolerantes à sombra destacaram-se como melhores bioindicadoras do excesso de N no solo. Alguns traços funcionais foram bastante responsivos de forma específica à adição de N, como os níveis de nitrato na folha e na seiva do xilema, emergindo como melhores biomarcadores desse fenômeno que o N total na folha (que é o traço usado na maioria dos estudos).

Esses resultados foram validados através de estudos de campo no Parque Estadual Mata dos Godoy, monitorando traços funcionais de espécies arbóreas em regiões do fragmento florestal delimitadas ou não por culturas agrícolas (Custódio, 2018; Seki, 2018). Observamos uma elevada correlação entre os resultados das duas abordagens utilizadas, de forma que indivíduos localizados na borda florestal próxima aos cultivos agrícolas (mais expostos à deposição de N) apresentaram alterações nos traços funcionais muito semelhantes aos que receberam N no solo em casa de vegetação. Em conjunto, os dados obtidos até o momento permitiram definir as melhores espécies bioindicadoras e os traços biomarcadores do aumento de N no solo. Com isso, será possível utilizá-los para monitorar a disponibilidade do N no solo e sua utilização por espécies arbóreas de outros fragmentos florestais inseridos no sítio PELD-MANP, avaliando-se também regiões delimitadas ou não por cultivos agrícolas.

Além disso, será possível fazer a comparação do uso do N em fragmentos florestais e sítios de restauração, uma vez que dados do PELD 2016-2020 sugerem uma grande diferença no balanço de nutrientes entre esses ambientes. A avaliação do estoque de N total na serapilheira e na vegetação indicou que fragmentos florestais apresentam maior limitação de N e uso mais conservativo desse nutriente que sítios de restauração (Santos, 2019). Todavia, a comparação de traços relacionados ao uso do N por espécies localizadas em ambos os ambientes ainda não foi realizada.

Outro resultado relevante é que o fósforo (P) foi o nutriente que apresentou maior aumento em seus níveis no solo devido às atividades agrícolas (Seki, 2018). De fato, o P também é aplicado em grandes quantidades em cultivos agrícolas e ele apresenta baixa mobilidade no solo, o que favorece o seu acúmulo (Hinsinger et al., 2011). Por outro lado, o P tem sido considerado um dos recursos do solo mais limitantes na Mata Atlântica e na maioria das florestas tropicais (Boeger et al., 2005; Villagra et al., 2013). Dados recentes deste PELD também sugerem que há economia de P em fragmentos florestais e sítios de restauração de Floresta Estacional Semidecidual, apesar de a limitação de P ser mais acentuada nos primeiros (Santos, 2019). Dessa forma, o aumento da disponibilidade desse nutriente pode ter grande influência sobre a dinâmica florestal, já que plantas e microrganismos desses ecossistemas são adaptados ao ambiente pobre em P e adotam estratégias conservativas no uso desse nutriente (Richardson et al., 2008; Hidaka e Kitayama, 2009). Apesar disso, estudos monitorando variáveis relacionadas ao uso de P em árvores da Mata Atlântica são escassos, e a maioria deles avaliou apenas os efeitos do P em conjunto com outros nutrientes (Elser et al., 2007; Li et al., 2016).

Nesse contexto, além de incluir o monitoramento dos níveis de P nas plantas nos próximos estudos em campo, torna-se essencial avaliar como o aumento de P no solo (isoladamente ou em conjunto com o N) afeta o crescimento, a fisiologia e o metabolismo de espécies arbóreas nativas. Também é muito importante avaliar se a adição de P afeta os traços metabólicos responsivos à adição

de N, uma vez que nossos resultados indicam que a disponibilidade de ambos os nutrientes é aumentada pelas atividades agrícolas.

Dessa forma, o presente projeto possui três objetivos gerais: (i) avaliar o efeito da elevada disponibilidade de N e P (isolados e em conjunto) sobre o crescimento, a fisiologia e o metabolismo de espécies arbóreas nativas cultivadas em casa de vegetação; (ii) monitorar traços funcionais relacionadas ao uso do N e do P por espécies arbóreas de fragmentos florestais em regiões delimitadas por culturas agrícolas; (iii) monitorar variáveis ecofisiológicas relacionadas ao uso do N e do P por plantas de espécies arbóreas em um fragmento florestal e um sítio de restauração adjacente.

Espera-se responder às seguintes perguntas: (i) Como espécies arbóreas de diferentes características ecológicas são afetadas pela elevada disponibilidade de P (isoladamente ou em conjunto com o aumento de N)?; (ii) Como a elevada disponibilidade de P afeta os traços metabólicos relacionados ao metabolismo do N?; (iii) Árvores de fragmentos florestais próximos a culturas agrícolas apresentam alterações em traços funcionais que indicam maior uso de N e P, as quais são mais intensas em fragmentos em pior estado de conservação?; (iv) Árvores de um sítio de restauração apresentam traços funcionais que indicam maior limitação de N e menor de P em relação àquelas de um fragmento florestal adjacente?

Tanto os ensaios em campo quanto em casa de vegetação serão realizados com indivíduos jovens de espécies arbóreas, uma vez que eles são cruciais para a regeneração dos fragmentos, de forma que possíveis alterações detectadas em indivíduos jovens teriam grande impacto na composição florística em médio/longo prazo.

Metodologia

Escolha das espécies

Serão utilizadas espécies arbóreas nativas da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, preferencialmente aquelas que já foram utilizadas em nossos estudos de biomonitoramento de N, como *Croton floribundus* Spreng. (intolerante à sombra), *Heliocarpus popayanensis* Kunth. (intolerante à sombra), *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Mig.) Engl. (tolerante à sombra), *Guarea kunthiana* A. Juss. (tolerante à sombra), *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. (tolerante à sombra) e *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. (tolerante à sombra). As espécies podem ser substituídas e/ou outras espécies com características ecológicas semelhantes podem ser incluídas, conforme a composição florística dos fragmentos florestais e sítios de restauração adjacentes.

Ensaio em casa de vegetação

Tratamentos

As sementes serão germinadas em areia e as plântulas serão transferidas para vasos de 2,5 L contendo solo coletado nos fragmentos florestais. Após período de aclimatação, elas serão submetidas semanalmente aos seguintes tratamentos no solo: adição de P-P₂O₅ (7 kg ha⁻¹), adição de N-amônio (7 kg ha⁻¹), adição de P-P₂O₅ e N-amônio (7 kg ha⁻¹ de cada nutriente) e sem adição de nutrientes (controle). Os vasos serão mantidos por dois meses em casa de vegetação e a luminosidade será controlada com o uso de telas do tipo sombrite, a fim de obter uma radiação fotossinteticamente ativa próxima à dos fragmentos florestais.

Análises fisiológicas

Análises de fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e concentração intercelular de CO₂ serão realizadas no início da manhã (8 às 10 horas) utilizando-se um analisador de gases por infravermelho (Irga) modelo LI-6400 XT (LI-COR) conectado a uma câmara de 6 cm², ajustada para uma PPFD saturante.

Análises de crescimento

Serão avaliados os seguintes traços morfológicos das plantas: comprimento da raiz e da parte aérea (cm); área foliar total (cm²), com um integrador de área foliar LI-3000C (LI-COR, Estados Unidos); e massa seca de folhas, caule e raízes (g). Serão calculadas a área foliar específica (cm² g⁻¹), a razão massa seca da raiz/massa seca da parte aérea e a taxa de crescimento relativo de raiz e parte aérea.

Análises metabólicas

As análises metabólicas serão realizadas utilizando os métodos descritos em Oliveira et al. (2017) e Debiasi et al. (2019). As duas folhas mais jovens completamente expandidas serão coletadas para extração dos metabólitos utilizando-se metanol, clorofórmio e água. A seiva do xilema será extraída a partir de caules utilizando-se uma câmara de pressão do tipo Schölander. O nitrato será determinado após a sua redução com VCl₃ e posterior dosagem de nitrito usando o reagente de Griess. Os conteúdos de amônio e aminoácidos livres totais serão determinados pelas reações de Berthelot e ninhidrina, respectivamente. A atividade da enzima nitrato redutase (NR) em folhas será determinada *in vivo*. O conteúdo total de proteínas será determinado com o reagente Comassie Blue após a extração das folhas com NaOH 0,1 M. Amostras de folhas serão utilizadas para a determinação do teor total de C e N por meio de um analisador elementar CHNS 2400 Series II (Perkin Elmer), bem como para

a dosagem do teor P por espectrofotometria (Carmo et al., 2000).

Análise estatística

Em cada tratamento, onze repetições serão utilizadas para as análises morfológicas e fisiológicas, e cinco para as análises metabólicas e do solo. Para a comparação entre os tratamentos, os dados serão submetidos a uma análise de variância e, quando significativas, as médias serão comparadas pelo teste *a posteriori* adequado. Caso as premissas de normalidade e homogeneidade de variâncias não sejam atendidas mesmo após a transformação dos dados, será usado o teste de Kruskal-Wallis, seguido de teste *a posteriori*, se necessário. Análises multivariadas serão realizadas a fim de se verificar quais os traços funcionais são mais bem discriminados.

Ensaio em campo

Desenho experimental

Os ensaios de campo serão realizados em seis fragmentos florestais com diferentes estados de conservação: Parque Estadual Mata dos Godoy, Parque Estadual de Ibicatu, Mata do Bule, Fazenda Alvorada, Fazenda Congonhas e Fazenda Santo Antônio. Serão utilizados sete transectos já existentes, de 250m da borda em direção ao interior do fragmento, partindo de bordas delimitadas por matriz agrícola (rotação de cultivos de soja e milho). Em cada transecto, as coletas serão realizadas na borda (até o máximo de 30m) e no interior do fragmento (150-250m). Também serão realizadas coletas em transectos estabelecidos no sítio de restauração florestal adjacente ao Parque Estadual Mata dos Godoy. As coletas serão realizadas em anos alternados no final do verão/início do outono, período em que ocorre o plantio do milho e há a maior aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo.

Coleta do material vegetal e análises metabólicas

A coleta de material vegetal será realizada durante o período da manhã (9 às 12 horas). Serão escolhidas as folhas mais jovens completamente expandidas e sem sinais de injúrias de dois galhos. Os mesmos galhos serão utilizados para a extração da seiva do xilema com a bomba de Scholander ou bomba a vácuo manual. O material vegetal será imediatamente armazenado em gelo e posteriormente mantido em ultrafreezer a -86°C até o momento das extrações/análises. Apenas a análise da enzima NR será realizada com folhas frescas, imediatamente após a coleta. Os níveis de nitrato, amônio e aminoácidos nas folhas e seiva do xilema serão quantificados, bem como a atividade da enzima NR e o teor N, P e proteínas em folhas. Essas análises serão realizadas conforme descrito no item anterior.

Coleta e análise do solo

Em cada ponto de coleta de amostras vegetais, serão coletadas amostras das camadas superficiais do solo (0-20 cm de profundidade). Amostras de solo serão enviadas para o Iapar para análise química de rotina, incluindo concentração P, Ca, Mg, K, carbono orgânico (C), alumínio trocável (Al), soma de bases (S), grau de acidez (pH), acidez potencial (H+Al), saturação total de bases (V), capacidade de troca de cátions (T) e matéria orgânica (Mo). O conteúdo total de N e C no solo será determinado por meio de um analisador elementar CHNS 2400 Series II (Perkin Elmer). Os níveis de nitrato e amônio serão dosados pelos métodos espectrofotométricos descritos acima, após extração do solo com KCl 2 M.

Variáveis microclimáticas

As seguintes variáveis ambientais também serão avaliadas em cada ponto de coleta: umidade do solo (utilizando sensor dielétrico Hobo S-SMC-M5), umidade e temperatura do ar (sensor Lascar EL-USB2) e luminosidade (através da análise de fotografias hemisféricas a 1m do solo com lente 8 mm e/ou com do medidor da radiação fotossinteticamente ativa Licor Li-250A).

Análise estatística

Todas as variáveis serão objeto de comparação entre distâncias (em relação à borda), entre os fragmentos (com diferentes estados de conservação), e entre fragmento e sítio de restauração adjacente. Serão utilizadas estatísticas paramétricas (Anova e testes *a posteriori* adequados) quando houver distribuição aproximada da normal e variâncias homogêneas entre grupos a serem comparados. Caso estas premissas não sejam atendidas, será usado o teste de Kruskal-Wallis, seguido de teste *a posteriori*, se necessário. Os traços funcionais das plantas serão correlacionados com os conteúdos de nutrientes do solo por meio de análise de regressão linear ou por meio do coeficiente de correlação de Spearman (caso as premissas da análise de regressão não sejam observadas). Um modelo linear generalizado (GLM) será empregado para investigar efeitos e interações entre os traços metabólicos das espécies e os dados microclimáticos e do solo.

Resultados e produtos esperados

Os ensaios em casa de vegetação demonstrarão como o aumento de P no solo (isoladamente ou em conjunto com o N) afeta o crescimento, a fisiologia e o metabolismo de espécies arbóreas nativas, provendo dados que auxiliariam na previsão de alterações na dinâmica da comunidade vegetal induzidas pelo excesso de P e/ou N. Além disso, eles indicarão se a adição de P afeta os traços

metabólicos responsivos à adição de N (e vice-versa), o que será de suma importância para o biomonitoramento do N e P no campo (uma vez que a disponibilidade de ambos os nutrientes é aumentada pelas atividades agrícolas).

Espera-se que, com os ensaios no campo, seja possível verificar se há uma relação entre o grau de conservação dos fragmentos e os efeitos do excesso de N e P em diferentes distâncias da borda. Em longo prazo, esse monitoramento também permitirá indicar como diferentes alterações na paisagem ou no uso da terra afetariam os fragmentos florestais. Além disso, será possível avaliar se há uma diferença no uso de N e P entre um fragmento florestal e o sítio de restauração adjacente, trazendo importantes informações acerca da dinâmica desses nutrientes em estádios sucessionais contrastantes.

Referências

- Bardy LR (2020) Efeito do aumento do nitrogênio no solo em mudas de espécies arbóreas da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Londrina
- Bobbink R, Hicks K, Galloway J, Spranger T, Alkemade R, Ashmore M, Bustamante M, Cinderby S, Davidson E, Dentener F, Emmett B, Erisman JW, Fenn M, Gilliam F, Nordin A, Pardo L, De Vries W (2010) Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecol Appl* 20: 30-59.
- Boeger MRT, Wisniewski C, Reissmann C.B (2005) Leaf nutrient content of tree species from three successional stages of tropical rain forest in south Brazil. *Acta Bot Bras* 19: 167-181.
- Cáratte-Tandalla D, Leushner C, Homier J (2015) Performance os seedlings of a shade-tolerant tropical tree species after moderate addition of N and P. *Front Earth Sci* 3: 75.
- Carmo CAFS, de Araujo WS, Bernardi ACC, Saldanha MFC (2000) Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Circular Técnica nº 6. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- Cleland EE, Harpole WS (2010) Nitrogen enrichment and plant communities. *Ann N Y Acad Sci* 1195: 46-61.
- Custódio LB (2018) Efeito de altos níveis de nitrogênio e suas consequências morfo-fisiológicas e metabólicas em espécies arbóreas neotropicais. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Londrina
- Debiasi T, Calzavara AK, da Silva LM, da Silva JG, Bianchini E, Pimenta JA, Stolf-Moreira R, Aidar MPM, Sodek L, Oliveira HC (2019) Nitrogen metabolism of Neotropical tree seedlings with contrasting ecological characteristics. *Acta Physiol Plant* 41: 131.
- Durigan G, Siqueira MF, Franco GADC (2007) Threats to the Cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. *Sci Agric* 64: 355-363.
- Elser JJ, Bracken ME, Cleland EE, Gruner DS, Harpole WS, Hillebrand H, Ngai TJ, Seabloom, WE, Shurin BJ, Smith JE (2007) Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Ecol Lett* 10: 1135-1142.

- Gargallo-Garriga A, Wright SL, Sardans J, Perez-Trujillo M, Oravec M, Vecerová K, Urban O, Fernandez-Matinez M, Parella T, Penulas J (2017) Long-term fertilization determines different metabolomic profiles and responses in saplings of three rainforest tree species with different adult canopy position. *Plos One* 5: 1-21.
- Guo S, Zhou Y, Shen Q, Zhang F (2007) Effect of ammonium and nitrate nutrition on some physiological processes in higher plants - growth, photosynthesis, photorespiration, and water relations. *Plant Biol.* 9: 21-29.
- Hidaka A, Kitayama K (2009) Divergent patterns of photosynthetic phosphorus-use efficiency versus nitrogen-use efficiency of tree leaves along nutrient-availability gradients. *J Ecol* 97: 984-991.
- Hinsinger P, Brauman A, Devau N, Gérard F, Jourdan C, Laclau JP, Le Cadre E, Jaillard B, Plassard C (2011) Acquisition of phosphorus and other poorly mobile nutrients by roots. Where do plant nutrition models fail? *Plant Soil* 348:29–61
- Li W, Zhang H, Huang G, Liu R, Wu H, Zhao C, McDowell NG (2020) Effects of nitrogen enrichment on tree carbon allocation: A global synthesis. *Glob Ecol Biogeog* 29: 573-589.
- Li Y, Schichtel BA, Walker JT, Schwede D, Chen X, Lehmann CMB, Puchalki MA, Gay DA, Collett Jr. JL (2016) Increasing importance of deposition of reduced nitrogen in the United States. *Proc Natl Aca Sci USA* 113: 5874-5879.
- Lu X, Mo J, Gilliam FS, Fang H, Zhu F, Fang Y, Zhang W, Huang J (2012) Nitrogen addition shapes soil phosphorus availability in two reforested tropical forests in southern China. *Biotropica* 44: 302-311.
- Lu X, Mo J, Gilliam FS, Zhou G, Fang Y (2010) Effects of experimental nitrogen additions on plant diversity in an old-growth tropical forest. *Glob Chang Biol* 16: 2688-2700.
- Mao Q, Lu X, Mo H, Gundersen P, Mo J (2018) Effects of simulated N deposition on foliar nutrient status, N metabolism and photosynthetic capacity of three dominant understory plant species in a mature tropical forest. *Sci Total Environ* 610-611: 555-562.
- Mao Q, Lu X, Wang C, Zhou K, Mo J (2017) Responses of understory plant physiological traits to a decade of nitrogen addition in a tropical reforested ecosystem. *For Ecol Manage* 401: 65-74.
- Matson PA, McDowell WH, Townsend AR, Vitousek PM (1999) The globalization of N deposition: ecosystem consequences in tropical environments. *Biogeochemistry* 46: 67-83.
- Mo J, Li D, Gundersen P (2008) Seedling growth response of two tropical tree species to nitrogen deposition in southern China. *Eur J For Res* 127: 275-283.
- Oliveira HC, da Silva LMI, de Freitas LD, Debiassi TV, Marchiori NM, Aidar MPM, Bianchini E, Pimenta JA, Stolf-Moreira R (2017) Nitrogen use strategies of seedlings from neotropical tree species of distinct successional groups. *Plant Physiol Biochem* 114: 119-127.
- Pasquini SC, Santiago LS (2012) Nutrients limit photosynthesis in seedlings of a lowland tropical forest tree species. *Oecologia* 168: 311-319.
- Ribeiro MC, Metzger J P, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 142: 1141-1153.

Richardson SJ, Allen RB, Doherty JE (2008) Shifts in leaf N:P ratio during resorption reflect soil P in temperate rainforest. *Funct Ecol* 22: 738-45.

Santos EM (2019) Ciclagem do fósforo e nitrogênio em sítios de restauração e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Londrina

Schulte-Uebbing L, De Vries W (2018) Global-scale impacts of nitrogen deposition on tree carbon sequestration in tropical, temperate and boreal forests: A meta-analysis. *Glob Chang Biology* 24: 416-431.

Searle PL (1984) The Bertholet or indophenol reaction and its use in the analytical chemistry of nitrogen. *Analyst* 109: 549-568.

Seki LY (2018) Metabolismo do nitrogênio de espécies arbóreas presentes em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual exposto a atividades agrícolas. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Londrina

Tripathi SN, Raghubanshi AS (2014) Seedling growth of five tropical dry forest tree species in relation to light and nitrogen gradients. *J Plant Ecol* 7: 250-263.

Villagra M, Campanello PI, Montti L, Goldstein G (2013). Removal of nutrient limitations in forest gaps enhances growth rate and resistance to cavitation in subtropical canopy tree species differing in shade tolerance. *Tree Physiol* 33: 285-296.

Wang L, Macko SA (2011) Constrained preferences in nitrogen uptake across plant species and environments. *Plant Cell Environ* 34: 525-534.

[Zhou J, Xia F, Liu X, He Y, Xu J, Brookes PC \(2013\) Effects of nitrogen fertilizer on the acidification of two typical acid soils in south China. *J Soils Sediments* 14: 415-422.](#)

Ecologia de abelhas e vespas

Introdução

Paralelamente à avaliação do reestabelecimento da vegetação em áreas reflorestadas, diversos autores têm enfatizado a importância de também se avaliar o reestabelecimento da fauna e das interações ecológicas, para que se possa ter uma ideia mais concreta sobre o sucesso dos ecossistemas em recuperação (Forup e Memmott 2005; Ruiz-Jaén e Aide 2005; Golet et al. 2009). Os insetos, em particular, por participarem de diferentes tipos de interações ecológicas, têm constituído um grupo de interesse em tais avaliações (Williams 2011). Como exemplo da importância do grupo, cita-se o papel de destaque na polinização das angiospermas. Particularmente, no caso de ecossistemas tropicais onde 90% da polinização é feita por animais (Schlindwein 2000), a atuação dos insetos neste processo biológico é determinante para a manutenção da diversidade das florestas. Dentro grupo, as abelhas de destacam, mais que isto, seguramente, elas constituem, na realidade, os principais polinizadores das angiospermas na maioria das comunidades vegetais do planeta (Neff e Simpson 1993).

Em relação à importância do processo de polinização em áreas em recuperação, Handel (1997) ressalta que, em alguns casos bem-sucedidos de restauração, mesmo em estágios iniciais, é necessário polinizadores ao longo do tempo para a persistência das comunidades de plantas. Na verdade, vários outros autores destacam a polinização como uma das interações biológicas a serem reestabelecidas para o reconhecimento da recuperação de florestas em regeneração (Lamb 2001; Forup e Memmott 2005; Dixon 2009). Assim, em estudos que avaliam áreas de florestas em restauração, abelhas são insetos de particular interesse. Além das abelhas, as vespas constituem outro grupo de Hymenoptera interessante em abordagens voltadas ao reestabelecimento da fauna e de interações biológicas. Embora, assim como as abelhas, as vespas atuem como polinizadores das angiospermas, o principal papel ecológico destes insetos é como predador de outros artrópodes (Morato e Martins 2006), incluindo diversos grupos de insetos herbívoros. Atualmente, diversas técnicas disponíveis na literatura podem ser utilizadas para avaliar o reestabelecimento da fauna destes dois grupos de insetos e suas interações ecológicas em áreas que estejam em processo de recuperação.

Dentre as metodologias disponíveis e que são de fácil aplicação merece destaque a técnica de amostragem por meio de ninhos-armadilha, que podem ser usados para atrair espécies de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes (Krombein 1967). Além de ser possível, por meio do uso desta técnica, o acesso à riqueza, diversidade e abundância de uma guilda que desempenha relevante papel nos ecossistemas terrestres, o uso de ninhos-armadilha permite,

paralelamente, obter informações sobre o nicho trófico (ex. pólen e presas) destes insetos. Além disto, o uso do método de amostragem por ninhos-armadilha permite obter informações sobre alguns dos inimigos naturais aos ninhos de das espécies coletadas. Em conjunto, estas informações possibilitam inferências sobre diversos tipos de interações ecológicas que estão se desenvolvendo localmente.

Até o momento, fazendo uso desta técnica de amostragem foi possível inventariar a fauna de abelhas e vespas que nidificaram nas cavidades disponibilizadas (bambu e tubos de cartolina) em nove áreas de reflorestamento e três remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual (FES) (Fazendas: Santo Antônio, Alvorada e Congonhas). Estes três remanescentes foram considerados áreas de tamanho pequeno-médio (cerca de 100 ha), estando cada um destes localizado contíguo à uma das áreas reflorestadas. Com a realização deste trabalho, que faz parte de uma dissertação de mestrado e um doutorado (em fase final de andamento), ambos relacionados ao PELD, foi possível inventariar obter informações sobre 18 morfoespécies de vespas, distribuídas em quatro famílias; 10 espécies de duas famílias de abelhas; 15 morfoespécies de insetos parasitas de ninhos destes dois grupos de Hymenoptera. As análises dos resultados, ainda em andamento, já permitem detectar estruturas distintas nas assembleias destes insetos entre áreas remanescentes e de reflorestamento, bem como o efeito do isolamento em áreas reflorestadas, com redução da diversidade de espécies de vespas e abelhas. Os resultados obtidos já permitem considerar a disponibilização de cavidades pré-existentes como as empregadas no estudo, para o possível manejo de tais áreas e especialmente, como uma estratégia facilitadora para o reestabelecimento da fauna, de algumas espécies de abelhas e vespas solitárias, em áreas em recuperação. Particularmente, no caso das vespas, pelo grande número de ninhos-armadilha ocupados, que resultaram na emergência de adultos, o esperado é que a utilização desta técnica para o manejo de áreas em recuperação deverá favorecer o reestabelecimento do grupo e de suas interações. Importante também, foi identificar que uma espécie de abelha das orquídeas (*Eufriesea* aff. *auriceps*) tem construído ninhos em áreas reflorestadas, além de remanescentes, onde um levantamento prévio sobre machos destas abelhas, amostrados nas em iscas-odores, não indicou a presença desta espécie. Desta forma, os ninhos-armadilha tem se contribuído para avaliar o reestabelecimento da fauna de abelhas nas áreas sob avaliação no PELD.

Nesta nova etapa do PELD, será avaliado em áreas remanescentes e reflorestadas, as assembleias de abelhas Euglossini, popularmente conhecidas como abelhas das orquídeas (Roubik & Hanson 2004). Vários estudos têm sugerido que estas abelhas ou, pelo menos, algumas espécies do grupo, são sensíveis aos distúrbios ambientais, como perda de habitat e fragmentação da floresta (Tonhasca et al. 2002; Brosi 2009; Giangarelli et al 2009). Embora, alguns estudos tenham investigado a diversidade e abundância de espécies de Euglossini em florestas restauradas (Rasmussen 2009; Ferronato et al. 2017), as informações disponíveis na literatura são ainda bastante

limitadas. Além disto, os resultados obtidos nestes estudos indicam que o grupo é potencialmente interessante para avaliações ecológicas de média e longa duração.

Por fim, o estudo de abelhas e vespas tanto em áreas remanescentes de florestas, quanto em áreas que sofreram reflorestamento e estão em processo de recuperação, relaciona-se ao preocupante declínio mundial de polinizadores (Biesmeijer et al. 2006; Potts et al. 2010). Assim, estudos que forneçam informações sobre tais áreas e seus polinizadores são hoje fundamentais para o monitoramento de longo prazo do sucesso de reflorestamentos e, também, para subsidiar a proposição de estratégias de manejo mais eficientes visando o reestabelecimento destes importantes agentes ecossistêmicos.

O objetivo geral deste subprojeto é estudar diferentes aspectos relacionados à ecologia de abelhas e vespas em áreas reflorestadas e remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual (FES), localizadas no norte do Paraná visando o monitoramento de longo prazo e conservação destes dois grupos de insetos nas áreas estudadas. Adicionalmente, pretende-se nesta nova fase do PELD, introduzir as avaliações sobre a fauna de abelhas das orquídeas em áreas remanescentes e em processo de recuperação pós reflorestamento. Os objetivos específicos são:

- 1) Comparar a riqueza, diversidade e abundância da fauna de abelhas e vespas entre áreas remanescentes de FES e respectivas áreas de reflorestamento;
- 2) Continuar avaliando e comparando a riqueza, diversidade e abundância da fauna de abelhas e vespas entre remanescentes florestais de diferentes tamanhos (pequeno-médio (< 150 ha); médio (> 200 e < 400 ha) e grande (> 500 ha);
- 3) Continuar avaliando a riqueza, diversidade e abundância da fauna de abelhas e vespas entre áreas reflorestadas exibindo diferentes graus de isolamento;
- 4) Inventariar a fauna de abelhas das orquídeas, usando a metodologia de iscas-odores, em áreas remanescentes e em fase de regeneração;
- 5) Avaliar o sucesso do reestabelecimento da fauna destes himenópteros nas áreas reflorestadas, com avaliações associadas a uma análise de paisagem;
- 6) Obter informações sobre os recursos tróficos utilizados por abelhas nidificantes em ninhos-armadilha nas diferentes áreas de estudo;
- 7) Obter informações sobre os inimigos naturais de vespas e abelhas nidificantes em ninhos-armadilha nas diferentes áreas de estudo;
- 8) Analisar a atividade de nidificação das diferentes espécies ao longo do ano e sua correlação com os fatores climáticos;
- 9) Identificar a fauna de vespas e abelhas na região estudada;
- 10) Inferir sobre alguns tipos de interações ecológicas presentes na área de estudo;

Material e métodos

Serão utilizados dois métodos: ninhos-armadilha e amostragem de machos de abelhas das orquídeas (utilizando iscas com odores) nos seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos principais do PELD MANP. Os ninhos-armadilha serão instalados e monitorados por um ano em cada local, sendo repetida a amostragem a cada quatro anos, e as coletas com isca com odores serão realizadas por um dia por mês, em cada local, de outubro a maio, sendo repetida a amostragem a cada quatro anos.

Amostragem com ninhos-armadilha:

As amostragens serão realizadas mensalmente, durante o período de um ano, a partir de meados 2017. A metodologia a ser empregada neste estudo será baseada em Garófalo (2000) e Morato e Campos (2000), com algumas modificações. Serão utilizados dois tipos de ninhos-armadilhas: a) gomos de bambu fechados em uma das extremidades pelo próprio nó, com comprimentos de 9,0 a 20,0 cm e diâmetros variando de 0,5 a 2,5 cm; e b) tubos de cartolina preta, fechados em uma das extremidades com cartolina; serão utilizados três diâmetros diferentes: 6 mm, 8 mm e 10 mm, e comprimentos entre 8,0 e 9,0 cm. Os tubos de cartolina preta serão disponibilizados em bloco de madeira, de 20 x 20 x 5 cm, com capacidade para 81 tubos de cartolina por bloco (vinte e sete de cada diâmetro). Os dois tipos de ninhos-armadilha serão disponibilizados em plataformas individuais de madeira, com altura aproximada de 1,5 m. Em cada plataforma serão disponibilizados dois blocos de madeira, expostas para lados opostos. Os bambus serão disponibilizados em feixes com vinte e cinco bambus cada, abrigados dentro de garrafas pet, após a remoção da abertura menor (ou funil) de cada garrafa (Garófalo et al. 2004). Em cada plataforma deverão ficar expostos quatro conjuntos de feixes, também voltados para lados opostos (dois conjuntos para cada lado; ou seja, frente e fundo da plataforma). Esta será coberta com uma proteção plástica (telha pet transparente). Em cada área de estudo será disponibilizado duas plataformas em cada tratamento (remanescente e reflorestamento), com o conjunto de ninhos-armadilha; uma na borda da área e a outra posicionada a mais de 500 m da borda.

Para a inspeção dos ninhos será utilizado um otoscópio. Os ninhos que estiverem ocupados serão retirados, devidamente identificados e levados para o laboratório. A cada ninho retirado, outro será colocado no mesmo lugar. No laboratório os ninhos serão inspecionados até a emergência dos insetos adultos. Os ninhos terão a extremidade aberta vedada com tubos de ensaio. Os indivíduos que forem emergindo, serão mortos em acetato de etila, alfinetados, etiquetados e identificados.

Todo os insetos amostrados serão montados em alfinetes entomológicos e mantidos em gavetas entomológicas, para posterior identificação em estéreo microscópio (Zeiss). O material será

identificado com base em chaves dicotômicas de identificação e material de referência. Sempre que possível os espécimes serão identificados ao nível de espécie, quando isto não puder ser feito, os espécimes serão separados como morfotipos distintos e encaminhados a um especialista. Mesmo no caso dos espécimes que forem identificados ao nível específicos, alguns exemplares destes deverão também ser enviados para a análise de um taxonomista, para fim de confirmação por um especialista. As abelhas e vespas coletadas deverão ficar depositadas no MZUEL e na Coleção do Laboratório de Genética e Ecologia Animal (LAGEA) da Universidade Estadual de Londrina.

Uma parte dos ninhos de vespas amostrados será aberta para a remoção de amostras das presas armazenadas nos ninhos para provimento das larvas. Este material será identificado até o menor nível taxonômico possível.

Dados meteorológicos (precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa) dos meses de amostragem serão obtidos das estações meteorológicas do PELD MANP e, se necessário, do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

Amostragem de machos de abelhas das orquídeas

A metodologia de coleta será baseada em Sofia et al (2004), com algumas modificações: o horário de coleta será das 09:00 às 13:00 e será usado um conjunto de oito essências diferentes. As iscas usadas serão compostas por chumaços esféricos (diâmetro = 5 cm) de papel absorvente embebidos essência química atrativa aos machos (acetato de benzila, eugenol, eucaliptol, salicilato de metila, vanilina, beta ionona, cinamato de metila e benzoato de benzila). Estas serão penduradas em galhos de árvores ou em arbustos, a uma distância de 1,5 m do solo, em intervalos de aproximadamente 2 m de distância umas das outras. As iscas serão monitoradas ao longo de todo o período e as essências reaplicadas após certo tempo, a fim de garantir que haja produto nas iscas o tempo todo.

Os machos atraídos às iscas-odores serão coletados com rede entomológica. Machos de espécies de fácil identificação em campo (ex. *Eulaema nigrita* e *Eufriesea violácea*) serão marcados com tinta atóxica, à base de água e liberados em seguida. No caso das espécies que necessitem de identificação em laboratório, os espécimes serão capturados, armazenados em frascos plásticos etiquetados e recolhidos para posterior identificação. Este material será identificado em estereomicroscópio e depositado na coleção de abelhas do MZUEL (Museu de Zoologia da UEL).

Resultados e produtos esperados

Os resultados deste trabalho devem:

- Contribuir para um maior conhecimento da diversidade de abelhas e vespas na região de estudo;
- Fornecer informações sobre o reestabelecimento das faunas de abelhas e vespas em áreas reflorestadas, e sobre as possíveis interações ecológicas envolvendo estes dois importantes grupos de himenópteros em tais áreas;
- Obter informações sobre possíveis influências do tamanho dos remanescentes florestais sobre a fauna de abelhas e vespas nas áreas de estudo e sobre os reflorestamentos contíguos a tais áreas;
- Permitir inferências sobre as principais espécies vegetais que estão fornecendo recursos para as espécies de abelhas que nidificaram nos ninhos-armadilha;
- Permitir identificar os principais grupos de artrópodes (insetos e aranhas) nas áreas de estudo, que constituem fontes de recursos para as espécies de vespas que nidificaram nos ninhos-armadilha;
- Fornecer informações sobre as espécies que constituem inimigos naturais (parasitas) de vespas e abelhas nas áreas estudadas e sobre as possíveis diferenças na diversidade destes parasitas nas áreas estudadas;
- Fornecer informações sobre os efeitos do clima sobre os padrões de nidificação nas áreas estudadas;
- Subsidiar estratégias de manejo visando a conservação destes dois grupos de insetos nas áreas estudadas e que contribuam para recuperação de tais áreas;
- Formar um estudante de mestrado, que deverá produzir uma tese sobre o tema proposto; formar, no mínimo, três estudantes de iniciação científica, que devem participar do projeto;
- Contribuir para o fortalecimento do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas e de sua linha de pesquisa “Biodiversidade e Conservação em Habitats Terrestres”;
- Resultar na publicação de, pelo menos, seis resumos em anais de congressos e apresentar, no mínimo, seis trabalhos nestes eventos científicos;
- Resultar na publicação de, pelo menos, dois artigos científicos em revistas de impacto relevante na área de Biodiversidade da CAPES;
- Contribuir para o monitoramento de longo prazo das áreas estudadas visando a conservação da diversidade das espécies de abelhas e vespas e de todo ecossistema envolvido.

Referências

Brosi BJ (2009) The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Biological Conservation* 142:414–423

- Dixon KW (2009) Pollination and restoration. *Science* 325:571–573
- Erdtman G (1960) The acetolized method. A revised description. *Svensk Botanic Tidskrift* 54:561–564
- Faria LB (2014) Nicho trófico de abelhas coletoras de óleo da tribo Centridini e Tetrapediini (hymenoptera, Apidae) em diferentes escalas biológicas. Dissertação de Mestrado (Ecologia), Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia, São Paulo, 95p
- Ferronato MCF, Giangarelli DC, Mazzaro D, Uemura N, Sofia SH (2017) Orchid bee (Apidae: Euglossini) communities in Atlantic Forest remnants and restored areas in Paraná State, Brazil. *Neotropical Entomology* 47(3):352–361
- Forup ML, Memmott, J (2005) The restoration of plant–pollinator interactions in hay meadows. *Restoration Ecology* 13:265–274
- Garófalo CA (2000) Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilhas em fragmentos de matas do Cerrado de São Paulo. *Anais do IV Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, Brasil, p. 121-128
- Garófalo CA, Martins CF, Alves-dos-Santos I (2004) The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. In: *International Workshop on solitary bees and their role in pollination*, Beberibe, CE. *Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza: Imprensa Universitária, p. 77 – 84
- Handel SN (1997) The role of plant-animal mutualisms in the design and restoration of natural communities. pp. 111–132 In: Urbanska KM, Webb NR, Edwards PJ (eds). *Restoration ecology and sustainable development*. Cambridge University Press
- Giangarelli DC, Freiria GA, Colatreli,OP, Suzuki KM, Sofia SH (2009) *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an orchid bee apparently sensitive to size reduction in forest patches. *Neotropical Entomology* 38:1–6
- Golet GH, Gardali T, Hunt JW, Koenig DA, Williams NM (2009) Temporal and taxonomic variability in response of fauna to riparian restoration *Restoration Ecology* 19:126–135
- Krombein KV (1967) *Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates*. Washington, Smithsonian Press, 569p
- Krug C, Alves-dos-Santos I (2008) O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology* 37(3):265–278
- Morato FE, Martins PR (2006) An overview of proximate factors affecting the nesting behavior of solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in preexisting cavities in wood. *Neotropical Entomology* 35: 285- 298
- Ruiz-Jaén MC, Aide, MT (2005) Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success *Forest Ecology and Management* 218:159–173
- Lamb D (2001) Reforestation - ways of retrieving biodiversity at degraded sites. Pages 97–108. Vol 5. In: Levin, SA (eds) *Encyclopedia of biodiversity*. Academic Press, San Diego
- Majer JD (2009) Animals in the restoration process—progressing the trends. *Restoration Ecology* 17:315–319
- Neff JL, Simpson BB (1993) Bees, pollination systems and plant diversity. Pages 1437–147 In: LaSalle J, Gauld, ID (eds) *Hymenoptera and biodiversity*. C-A-B International, Wallingford

- Rasmussen C (2009) Diversity and abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) in a tropical rainforest succession. *Neotropical Entomology* 38:66–73
- Roubik DW, Hanson PH (2004) *Orchid bees of Tropical America*, 1st edn. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica
- Schindwein C (2000) A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. *Anais do IV Encontro Sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, Brasil, p.317–141
- Sofia SH, Santos, AM, Silva CRM (2004) Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia* 94:217–222
- Tonhasca Jr A, Blackmer JL, Albuquerque GS (2002) Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 34:416–422
- Williams NM (2011) Restoration of nontarget species: bee communities and pollination function in riparian forests. *Restoration Ecology* 19:450–459

Monitoramento de Aves

Introdução

As trajetórias temporais dos organismos em paisagens florestais fragmentadas nos Trópicos têm sido descritas como dinâmicas em vários estudos de caso, o que sugere que estratégias de conservação da biodiversidade tenham de ser periodicamente ajustadas (ver Laurance 2010). Este aspecto dinâmico foi encontrado no projeto PELD-MANP em relação às aves. No monitoramento de aves que está em desenvolvimento, espécies colonizadoras foram detectadas em áreas de restauração e outras foram extintas em fragmentos florestais, o que confirma este aspecto dinâmico (Zaiden et al. 2015; Willrich et al. 2016; Marques et al. submetido). Porém, estas alterações na composição temporal das espécies de aves ainda não influenciaram significativamente os Índices Ecológicos que estão sendo utilizados no monitoramento, como os Índices de Integridade Biótica e de Diversidade Funcional. Espera-se que os valores destes índices melhorem no caso das áreas de restauração, situação almejada no contexto da conservação, como já sugerem alguns estudos de caso sobre aves em revisão desenvolvida recentemente sobre este assunto (Adelino et al. 2020). Porém extinção de espécies de aves em fragmentos florestais é um fenômeno que tem sido descrito em vários estudos em redor do mundo (e.g. Haddad et al. 2017) e na Mata Atlântica (e.g. Alves et al 2010; Morante-Filho et al. 2017), o que sugere que os Índices Ecológicos possam ser afetados no futuro. Assim, a continuidade do monitoramento de aves no PELD-MANP é essencial para documentar o aumento nos valores dos Índices Ecológicos nas áreas de restauração com a colonização das espécies, o que é positivo para a conservação. É essencial também para detectar se a perda de espécies afetará negativamente os valores destes Índices Ecológicos nos fragmentos florestais.

O monitoramento de aves no PELD-MANP tem sido conduzido com amostragens utilizando três tipos de métodos: transecções, amostragem por pontos, amostragem por gravadores autônomos. Utilizando estas três técnicas foi possível estabelecer um perfil sobre (1) a sensibilidade das espécies à fragmentação florestal e (2) o potencial de colonização de aves em áreas de restauração (3) padrões de composição, de diversidade funcional e de serviços ecossistêmicos em áreas contínuas de floresta, em fragmentos florestais e em áreas de restauração. Paralelamente, foi desenvolvida uma revisão e meta-análise sobre os artigos publicados no Brasil sobre aves em áreas de restauração (Adelino et al. 2020). Um padrão geral sobre sensibilidade de aves à fragmentação florestal da Mata Atlântica também foi obtido em colaboração com pesquisadores da Imperial College of London (Orme et al. 2019).

Especificamente sobre as áreas de restauração e de fragmentos florestais, com a análise desenvolvida até o momento foi possível selecionar espécies indicadoras de aves as quais, a partir de

então, serão foco de monitoramento para detectar processos de colonização nas áreas de restauração (Marques et al. subm.). O processo de colonização destas espécies está sendo acompanhado também em uma abordagem mais ampla, de modificações estruturais das comunidades de aves, com a utilização de Índices de Integridade Biótica e de Diversidade Funcional, os quais foram questões analisadas em fase anterior ou durante o desenvolvimento inicial do PELD (Anjos 2006; Anjos et al. 2010; Anjos et al. 2011; Medeiros et al. 2015; Santos-Junior et al. 2016; Anjos et al. 2019). Uma abordagem sobre a distribuição espacial e temporal de 23 anos das espécies de aves foi desenvolvida especificamente para o Parque Estadual Mata dos Godoy, a referência interna de floresta contínua no norte do Paraná (Anjos et al. 2018; Willrich et al. 2019).

A referência externa do projeto, o Parque Nacional do Iguaçu no oeste paranaense, vem sendo monitorado em relação à avifauna desde 2011. Durante este período foi analisada a distribuição espacial e temporal das comunidades em uma grande área contínua de floresta, o que é um importante parâmetro de comparação para os fragmentos florestais e áreas de restauração do norte paranaense. Estas análises abordaram principalmente a diversidade beta e a influência de pequenos córregos na composição de espécies de aves nas comunidades (Anjos et al. 2019; Lindsey et al. 2019).

Durante esta última fase do PELD foi ajustada em campo e em laboratório o uso de gravadores autônomos nas amostragens, técnica denominada “monitoramento acústico passivo”. Esta técnica busca uma otimização na obtenção dos registros das espécies de aves em campo, espacialmente e temporalmente, e sua inclusão no projeto está se mostrando especialmente útil. Este desenvolvimento da técnica do monitoramento acústico passivo, especialmente em relação ao processamento de dados, é inovador, sendo um produto importante do PELD (Araújo et al. 2020). Nesta continuidade do projeto PELD-MANP somente esta técnica será aplicada em campo.

O objetivo geral deste subprojeto é manter o monitoramento de aves em áreas de restauração e em fragmentos florestais do PELD MANP com divulgação dos resultados e das implicações para conservação ao meio acadêmico e à população em geral e disseminação de técnicas de amostragem e de análise de dados em aves. Os objetivos específicos são os seguintes:

- Monitorar as aves nos fragmentos florestais e nas áreas de restauração, de forma a construir séries temporais com dados consistentes.
- Análisar a dinâmica temporal das comunidades de aves dos locais monitorados.
- Divulgar a técnica de amostragem de aves com gravadores autônomos a alunos, a outros grupos de pesquisa e a técnicos de órgãos ambientais.

Material e métodos

O monitoramento de aves será realizado nos seis fragmentos florestais e quatro áreas de restauração principais selecionados para o PELD MANP.

A metodologia para monitoramento das aves envolve a instalação e exposição de gravadores autônomos SM4. Dois gravadores serão expostos em cada fragmento ou área de restauração por cinco dias consecutivos de primavera em anos alternados entre 2021 a 2024. Os gravadores irão automaticamente ligar por um minuto a cada dez minutos ao longo dos cinco dias, conforme procedimento desenvolvido no presente projeto (Araújo et al. 2020). Os gravadores serão instalados no período da manhã e retirados cinco dias depois no mesmo horário. As gravações serão então ouvidas para identificação das espécies de aves utilizando método de otimização (Araújo et al. 2020). Um procedimento adicional será adotado, para o reconhecimento de espécies de aves indicadoras biológicas definidas nas amostragens realizadas em 2014-2015 e apresentado em Marques et al. (submetido). Neste procedimento adicional as características acústicas serão das espécies indicadoras biológicas serão utilizadas para criar “templates” os quais possibilitarão a identificação automática delas nas gravações. Também será buscado um desenvolvimento da técnica de análise de modo a ter uma medida da heterogeneidade do espaço acústico, o qual é útil para avaliar o ganho adicional em diversidade ao longo da trajetória temporal analisada.

Para analisar a recuperação ou a conservação dos locais monitorados, as listas de espécies de aves obtidas em 2021-2024 serão comparadas com as obtidas em 2014-2015 para cada fragmento florestal e reflorestamento em relação à riqueza e à composição de espécies, diversidade funcional e diversidade de serviços ecológicos. Para estes cálculos serão utilizados procedimentos específicos apresentados em (Laliberté e Legendre 2010; Magurran 2013). Também será possível calcular o Índice de Integridade Biótica para ambos os ambientes adotando procedimento apresentado em Anjos (2009). Assim, será possível avaliar a trajetória de recomposição das comunidades de aves.

Referências

- Anjos, L., Debus, S., Madge, S. & Marzluff, J. (2009). Family Corvidae. p.566-640 *Em: Handbook of the birds of the world. V.14. Bush-shrikes to Old World Sparrows* (J. del Hoyo, A. Elliott, & J. Sargatal, eds.). Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- del Hoyo, J. (2015) *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions. Barcelona. <http://www.hbw.com/> (accessado 10/10/2015).
- Galetti, M., Guevara, R., Côrtes, M.C., Fadini, R. Matter, S.V., Leite, A.B., Labecca, F., Ribeiro, T. Carvalho, C.S., Collevatti, R.G., Pires, M.M., Guimarães Jr., P.H., Brancalion, P.H., Ribeiro & M.C., Jordano, P. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science* 340:1086-1090.
- Langen, T. A. (1996). The mating system of the White-throated Magpie-jay (*Calocitta formosa*) and Greenwood's hypothesis for sex-biased dispersal. *Ibis* 138(3):506-513.
- McConkey, K.R., Prasad, S., Corlett, R. T., Campos-Arceiz A., Brodie, J. F. Rogers, H. & Santamaria, L (2012). Seed dispersal in changing landscapes. *Biological Conservation* 146:1-13

- Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.W., Fernandez-Manjarrés, J.F., Araújo, M.B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W.W.L., Chini, L. Cooper, H.D., Gilman, E.L. Guénette, S., Hurtt, G.C., Huntington, H.P., Mace, G.M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R.J., Sumalia, U.P. & Walpole, M. (2010) Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science* 330:1496-1501.
- Roos, A. L. 2010. Capítulo 4 - Capturando Aves. Em: Von Matter S., Straude F. C., Accordi I., Piacentini, V., & J. F. Cândido-Jr. (Eds.) *Em: Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. (1ª Ed.). Technical Books, Rio de Janeiro, Brasil.
- Santos-Junior, P. C. A.; Marques, F. C.; Lima, M. R. & Anjos, L. dos (2016) The importance of restoration areas to conserve bird species in highly fragmented landscape. *Natureza & Conservação* 14(1): 1-7
- Tsachalidis, E. P., Sokos, C. K., Birtsas, P. K., & Patsikas, N. K. (2006). The Australian Crow Trap and the Larsen Trap: Their capture success in Greece. *Management and Development of Mountainous and Island Areas II*, 325.
- Uejima, A., Boesing, A., & Anjos, L. (2012). Breeding and Foraging Variation of the Plush-Crested Jay (*Cyanocorax chrysops*) in the Brazilian Atlantic Forest. *The Wilson Journal of Ornithology* 124(1):87-95.

Monitoramento de Coleoptera

Introdução

Os biólogos têm se apoiado primariamente nos vertebrados e nas plantas superiores como grupos indicadores, seja de unidades ecológicas e paisagísticas, seja de determinadas causas de perturbação e sua intensidade. No entanto, os invertebrados respondem a diferenças mais sutis tanto de habitat quanto de intensidade de impacto (OLIVER et al., 1998). Em geral, os invertebrados apresentam respostas demográficas e dispersivas mais rápidas do que organismos com ciclos de vida mais longos. Eles também podem ser amostrados em maior quantidade e em escalas mais refinadas do que

os organismos maiores. Essas vantagens são contrabalançadas por dificuldades taxonômicas em muitos, se não na maioria, dos táxons e pelo tempo necessário para processar grandes amostras. Apesar dessas dificuldades, os artrópodes estão sendo cada vez mais utilizados para avaliar a diversidade e a composição de espécies de habitats ou fisionomias distintas e para avaliar respostas a diferentes regimes de perturbação ou manejo (LEWINSON et al., 2005).

A ordem Coleoptera é a maior ordem de insetos, com cerca de 350.000 espécies descritas, ou seja, 40% de todos os insetos (GRIMALDI & ENGEL, 2005). Embora a classificação quanto às famílias seja instável, cerca de 500 famílias e subfamílias são reconhecidas. Muitos trabalhos restringiram-se a estudar unicamente os besouros, não apenas na busca de informações sobre a diversidade, mas também na possível utilização da ordem como indicadora ambiental (HUTCHESON 1990, SIITONEN 1994, MARINONI & DUTRA 1997, FOSTER 1996, LOTT 1996, CARLTON & ROBISON 1998, DIDHAM et al. 1998, HUTCHESON & JONES 1999, CHUNG et al. 2000, BARBOSA et al. 2002). Dentre as qualidades atribuídas aos Coleoptera para este fim, destaca-se a grande diversidade de espécies e a grande abundância; o fato de ocuparem os mais diversos nichos ecológicos, ausentes apenas em ambientes marinhos; e apresentarem grande diversidade de hábitos alimentares, só não ocorrendo a hematofagia (MARINONI et al. 2001; GANHO & MARINONI, 2003).

Entre os Coleoptera, por exemplo, a família Scarabaeidae, com cerca de cinco mil espécies de besouros popularmente conhecidos como “rola-bosta” e “besouros-de-esterco”, é importante na dinâmica do ambiente por acelerar os processos de decomposição de frutos e de cadáveres, além de promover a incorporação de matéria orgânica no solo, aeração, disseminação de sementes e controle de larvas de mosca. Andresen (2003) demonstra que a dispersão secundária e o enterro de sementes,

influenciados pelos rola-bostas, têm potenciais efeitos de longo alcance sobre a manutenção ou regeneração da floresta.

Ainda entre os Coleoptera, o estudo da família Cerambycidae é básico pois constitui um grupo importante do ponto de vista florestal e agrícola, uma vez que as larvas são xilófagas e broqueiam os troncos e galhos, podendo causar danos econômicos. No Brasil, culturas de frutas e madeira são atacadas essencialmente por indivíduos das subfamílias Cerambycinae e Lamiinae, que danificam ou até matam a planta hospedeira ao abrirem galerias em seus interiores. Os cerambicídeos são importantes, também, na reciclagem de nutrientes em seus habitats (MONNÉ, 2001). Devido à relação íntima com os recursos naturais que utilizam, têm sido avaliados como potenciais candidatos a bioindicadores para monitoramento de conservação (BROWN, 1997b; EVANS et al., 2000). Segundo os critérios adotados por Pearson (1994), a família Cerambycidae preenche alguns dos requisitos necessários a um bioindicador ambiental eficiente, entre os quais destacam-se a monofilia do grupo, especificidade nas relações ambientais e comportamentais, além de conhecida importância econômica.

Metodologia

A fauna de coleoptera está sendo avaliada segundo o método de coleta passiva, na qual os coletores utilizam armadilhas, sem sua interferência direta. As armadilhas constituem um método muito eficiente, que permanece 24 horas por dia, durante o ano inteiro, se necessário. Além disso, elas permitem a coleta de uma grande variedade de insetos, facilitando em grande medida o trabalho do coletor. As armadilhas de solo, ou “pitfall”, são especialmente voltadas para os invertebrados que caminham sobre o solo, por incapacidade de voo ou por preferência de habitat (por ex. Coleoptera, Scarabaeidae). Essas armadilhas podem têm sua eficiência aumentada pela presença de iscas, como fezes humanas e de porco, carne moída de boi ou peixe em decomposição. São constituídas por recipiente plástico com, aproximadamente 23 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro, com um pequeno frasco próximo à borda e suspenso por arame, para colocação das iscas. Como iscas serão utilizadas fezes humana. Serão acrescentados 150 ml de solução formol a 4%, como líquido mortífero e conservante.

A técnica para as coletas dos Coleoptera Cerambycidae e alguns grupos de Scarabaeidae será a armadilha luminosa do tipo Luiz de Queiroz descrito em Silveira Neto e Silveira (1969). A armadilha foi modificada para que seja possível a utilização de lâmpadas mistas de mercúrio alimentadas por geradores de energia modelo Honda EP 2500 e Toyama TG950TX. As armadilhas serão instaladas às 18horas e permanecerão ligadas até as 2 horas da manhã do dia seguinte,

totalizando assim, 8 horas em campo. As coletas serão realizadas durante noites de lua nova, pois a ausência da luz potencializa a captura dos insetos através das armadilhas luminosas, que se configuram como fontes artificiais de luz atraindo diversos grupos noturnos de insetos alados (ALMEIDA;RIBEIRO-COSTA; MARIMONI, 1998). Convém destacar, que muitos predadores noturnos como corujas, bacuraus e morcegos concentram suas atividades ao anoitecer e na madrugada (MCNEIL, et al., 1993; LIZCANO; CAVALIER, 2000). Durante as noites de lua cheia estas espécies predadoras alcançam um maior sucesso na caça devido a maior luminosidade (KOTLER et al. 1988; CLARKE et al, 1996; MOUGEOT; BRETAGNOLLE, 2000). No caso dos bacuraus e outras aves do grupo (Caprimulgiformes), que juntamente com os morcegos compreendem um grupo de predadores insetívoros aéreos noturnos (CLEERE,1998), a grande maioria de suas presas são insetos voadores (HOLYOAK, 2001), na qual se enquadram muitas famílias de Coleoptera. Desse modo, o aumento das atividades dos predadores insetívoros pode refletir diretamente sobre o comportamento de suas presas, pois a ausência de luz proporcionada por esse estágio do ciclo lunar dificulta a atividade predatória de muitos grupos de vertebrados podendo favorecer as atividades de insetos noturnos. O modelo de armadilha escolhido para a realização do presente trabalho consiste na utilização de uma fonte luminosa artificial para atração dos insetos. Como supracitado, as fontes artificiais de luz são um atrativo para diversos grupos de insetos alados e configura-se como um bom método para as coletas destes grupos (ALMEIDA;RIBEIROCOSTA; MARIMONI, 1998). Segundo Silveira Neto et al. (1976), os insetos são atraídos, tanto em vôo como estando parados/pousados, a uma distância que varia de 150 a 200 metros.

Os insetos serão eutanasiados em recipientes com álcool 70%, presos na base da armadilha, acondicionados em camadas de algodão e levados ao laboratório. Pequenas caixas de plástico serão utilizadas para estocar esse material em refrigeradores até que passe por processos de curadoria (fixação, montagem e identificação). Para melhor conservação será adicionada naftalina moída. Os insetos coletados, serão montados em alfinetes entomológicos e identificados de acordo com a literatura pertinente e por comparação, seguindo a classificação adotada por Monné e Giesbert (1995). O material coletado será depositado na coleção entomológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina.

As armadilhas serão instaladas nas mesmas transecções utilizadas para estudos da vegetação e de vertebrados, nos seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos, com intervalo de quatro anos entre os censos. Os dados serão organizados para estimativa dos valores de abundância, riqueza e diversidade, compilando-se os valores de cada censo ao longo do tempo.

As coletas serão realizadas entre outubro e março (seis meses consecutivos), para ambas as técnicas. As armadilhas de solo serão montadas e verificadas durante uma semana por mês e durante a lua nova. As armadilhas luminosas Luiz de Queiroz serão instaladas por dois dias, no mesmo

período e local das armadilhas de solo. As coletas serão feitas a cada ano em metade dos locais, de forma que em dois anos todos os locais tenham sido amostrados, repetindo-se a amostragem a cada quatro anos.

Referências

- ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S. & MARINONI, L. 1998. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Holos Editora, Ribeirão Preto, 78 p.
- ANDRESEN, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, **26**: 87–97.
- BARBOSA, M.G.V.; C.R.V. Fonseca; P.M. HAMMOND & N.E. STORK. 2002. Diversidade e similaridade entre habitats com base na fauna de Coleoptera de serrapilheira de uma floresta de terra firme da Amazônia Central, p. 69-83. *In*: COSTA, C.; S.A. VANIN; J.M. LOBO & A. MELIC (Eds). **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática. Inventarios y Biodiversidad de insectos**. Zaragoza, GORFI, vol. 2, 329p.
- BROWN, K. S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. Páginas 349-404 *In*: N. M. Collins e J. A. Thomas, editores. **The conservation of insects and their habitats**. Royal Entomological Society Symposium XV, Academic Press, London.
- BROWN, K. S. 1997b. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, **1**: 25- 42
- BROWN, K. S. 1997a. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. Páginas 143-155 *In*: H. L. Martos e N. B. Maia, editores. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: PUCC/Shell Brasil, pp. 143-155.
- BROWN, K. S. Jr. & FREITAS, A. V. L. 1999. Lepidoptera. Páginas 225-243 *In*: C. A. Joly e C. E. M. Bicudo, organizadores. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5 – Invertebrados terrestres**/C. R. F. Brandão & E. M. Canello (Eds.) – São Paulo: FAPESP, 1999. xviii + 279 pp.
- CARLTON, C.E. & H.W. ROBISON. 1998. Diversity of litter-dwelling beetles in the Ouachita highlands of Arkansas, USA (Insecta: Coleoptera). **Biodiversity and Conservation**, Londres, **7**: 1589-1605.
- CHUNG, A.Y.C.; P. EGGLETON; R. SPEIGHT; P.M. HAMMOND & V.K. CHEY. 2000. The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, **90**: 475-496.
- CLARKE, J. A.; CHOPKO, J. T.; MACKESSY, S. P. The effect of moonlight on activity patterns of adult and juvenile prairie rattlesnakes (*Crotalus iridis iridis*). *J. Herpetol*, v.30, p. 192–197, 1996.
- CLEERE, N. Nightjars: a guide to nightjars and related nightbirds. Pica Press. 1998.
- DIDHAM, R.K.; J.H. LAWTON; P.M. HAMMOND & P. EGGLETON. 1998. Trophic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. **Philosophical Transactions of Royal Society of London** **353**: 437-451.

- EVANS, A.V.; BELLAMY, C.L.; WATSON, L.C. An inordinate fondness for beetles. Berkeley: University of California Press, 2000.
- FOSTER, G.N. 1996. Beetles as indicators of wetland conservation quality, p. 33-35. *In*: M.D. EYRE, (Ed.). **Environmental monitoring, surveillance and conservation using invertebrates**, New Castle upon Tyne, EMS Publications, 101p.
- FREITAS, A.V.L.; FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K. 2004. Insetos como indicadores ambientais. *In*: CULLEN JR., L. RUDRAN, R. & VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de estudos em biologia da conservação manejo da vida silvestre**. Editora UFPR, Curitiba, 125–151.
- GANHO, N.G. & MARINONI, R.C. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas Malaise. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **20** (4): 727-736.
- GRIMALDI, D. & ENGEL, M.S. 2005. **Evolution of the insects**. Cambridge University Press, Cambridge, 755 p.
- HOLYOAK, D. T. Nightjars and their allies: the Caprimulgiformes. Oxford: Oxford Univ. Press, 2001.
- HUTCHESON, J. & D. JONES. 1999. Spatial variability of insect communities in a homogenous system: measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a *Pinus radiata* plantation in New Zealand. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, **118**: 93-105.
- HUTCHESON, J. 1990. Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. **Ecological Entomology**, Londres, **15**: 143-151.
- KOTLER, B. P.; BROWN, J. S.; ROSEMARY, S. J.; WIRTZ, W. O. The effects of morphology and body size on rates of owl predation on desert rodents. *Oikos*, v.53, p. 145–152, 1988.
- KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. **Ecological Applications**, **2**:203-217.
- LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L. & PRADO, P.I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, **1**(1): 62–69.
- LIZCANO, D. J.; CAVELIER, J. Daily and seasonal activity of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *J. Zool*, v. 252, p. 429435, 2000.
- LOTT, D.A. 1996. Beetles by rivers and the conservation of riparian and floodplain habitats, p. 36-41. *In*: M.D. EYRE (Ed.). **Environmental monitoring, surveillance and conservation using invertebrates**, New Castle upon Tyne, EMS Publications, 101p.
- MARINONI, R.C. & R.R.C. DUTRA. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **14** (3): 751-770.
- MARINONI, R.C.; N.G. GANHO; M.L. MONNÉ & J.R.M. MERMUDES. 2001. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto, Holos, 63p.

- MCNEIL, R.; DRAPEAU, P.; PIERROTTI, R. Nocturnality in colonial waterbirds: occurrence, special adaptations and suspected benefits. In: POWER, D. M. (ed.). *Current ornithology*. Plenum Press, v. 10, p. 187–246, 1993.
- MONNÉ, M. A.; GISESBERT, E. F. Checklist of the Cerambycidae and Disteniidae (Coleoptera) of the Western Hemisphere. Burbank, Wolfsgarden Books, 1995.
- MOUGEOT, F.; BRETAGNOLLE, V. Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *J. Avian Biol*, v.1, p. 376–386, 2000.
- NEW, T. R. 1997. Are Lepidoptera an effective “umbrella group” for biodiversity conservation? ***Journal of Insect Conservation*, 1: 5-12.**
- NEW, T. R.; PYLE, R. M.; THOMAS, J. A.; THOMAS, C. D. & HAMMOND, P. C.. 1995. Butterfly conservation and management. ***Annual Review of Ecology and Systematics*, 40: 56-83.**
- OLIVER, I., A. BEATTIE & A. YORK. 1998. Spatial fidelity of plant, vertebrate, and invertebrate assemblages in multiple-use forest in eastern Australia. ***Conservation Biology* 12: 822-835.**
- PEARSON, D.L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B*, London, v.345, p.7579, 1994.
- SIITONEN, J. 1994. Decaying wood and saproxylic Coleoptera in two old spruce forests: a comparison based on two sampling methods. ***Annales Zoologici Fennici*, Helsinki, 31: 89-95.**
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976.
- SILVEIRA NETO, S.; SILVEIRA, A.C. Armadilha luminosa, modelo Luiz de Queiroz. *O Solo*, Piracicaba, v.61, n.2, p.1921, 1969.

Monitoramento de Lepidoptera

Introdução

A ordem Lepidoptera compreende aproximadamente 150 mil espécies. No Brasil, são conhecidas mais de 25 mil espécies, metade do que é estimado para a região neotropical. Sugere-se que o período de maior diversificação destes insetos tenha coincidido com as principais radiações de angiospermas. Devido às interações com a vegetação e a fauna de artrópodes, e por serem facilmente amostrados em estudos de comunidades, os lepidópteros são bons indicadores para monitoramento da diversidade biológica, integridade de paisagens e para o uso sustentável de recursos naturais.

As borboletas compreendem representantes de 5 famílias de Lepidoptera diurnos (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae e Hesperidae) que provavelmente formam um grupo natural dentro dos lepidópteros. Existem algumas espécies crepusculares, voando nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde, mas a maioria é ativa no meio do dia. A sistemática dos grupos citados acima é relativamente bem conhecida, com algumas lacunas de conhecimento em Lycaenidae e Hesperidae (FREITAS et al., 2004). Devido ao fato de serem grandes, coloridas e de fácil visualização, os grupos acima têm sido considerado entre os melhores utilizáveis como “bandeiras” para conservação e indicadores para monitoramento ambiental (BROWN, 1991, 1996, 1997; BROWN & FREITAS, 1999; KREMEN, 1992; NEW et al., 1995; NEW, 1997).

No sítio PELD MANP já foi iniciada a amostragem de borboletas frugívoras da família Nymphalidae, que tiveram um censo realizado em cada um dos dez locais principais (seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos). A partir desta proposta, além de prosseguir com o método já implantado serão amostradas também as espécies noturnas, utilizando armadilhas luminosas.

Metodologia

A fauna de Lepidoptera será avaliada de duas formas: dando-se sequência à amostragem de borboletas frugívoras da família Nymphalidae, e incluindo a amostragem das demais espécies da ordem, ambas por meio de coleta passiva, na qual os coletores utilizam armadilhas, sem sua interferência direta.

Para as Nymphalidae, a amostragem continuará a ser feita com o uso de armadilhas Van Someren-Rydon com iscas fermentadas. Muitas espécies de borboletas (Lepidoptera) são atraídas por frutos em decomposição, uma vez que elas aí encontram água e os açúcares necessários para sua alimentação. É possível utilizar uma armadilha particularmente preparada para coletar essas borboletas. As armadilhas para borboletas consistem em um cilindro de tela fina, fechado na

extremidade superior e aberto na inferior, com um disco de plástico preso, onde é depositada a isca. Esta será composta por banana amassada regada com caldo de cana, o que acelera o processo de fermentação (De VRIES, 1987). O censo utilizando este método será repetido em cada local e ambiente a cada quatro anos.

Para as demais espécies de Lepidoptera serão utilizadas armadilhas luminosas tipo Luiz de Queiroz., procurando-se amostrar todos os dez locais principais mensalmente ao longo de um ano, visando estabelecer uma base para o monitoramento

Os procedimentos de coleta ativa e passiva, assim como as especificações das armadilhas seguirão Almeida et al. (1998) e Camargo et al. (2015). Os espécimes coletados serão armazenados adequadamente para posterior montagem, secagem, desmontagem, etiquetagem, identificação, digitalização dos dados em plataformas digitais e incorporação definitiva ao Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina, conforme Almeida et al. (1998) e Camargo et al. (2015).

Os dados de ocorrência das espécies e indivíduos serão tabulados para estimativa de riqueza de espécies e abundância, permitindo comparações entre os censos, locais e ambientes (sítios de restauração e fragmentos florestais).

Referências

- ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S. & MARINONI, L. 1998. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Holos Editora, Ribeirão Preto, 78 p.
- BROWN, K. S. 1996. The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems. Páginas 128-149 *In*: S. A. Ae, T. Hirowatari, M. Ishii e L. P. Brower, editores. **Decline and conservation of butterflies in Japan III**. Osaka: Lepidopterological Society of Japan/Nippon Life Insurance Foundation. Osaka
- BROWN, K. S. 1997. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. Páginas 143-155 *In*: H. L. Martos e N. B. Maia, editores. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: PUCC/Shell Brasil, pp. 143-155.
- BROWN, K. S. Jr. & FREITAS, A. V. L. 1999. Lepidoptera. Páginas 225-243 *In*: C. A. Joly e C. E. M. Bicudo, organizadores. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5 – Invertebrados terrestres**/C. R. F. Brandão & E. M. Canello (Eds.) – São Paulo: FAPESP, 1999. xviii + 279 pp.
- CAMARGO, A.J.A.; OLIVEIRA, C.M.; FRIZZAS, M.R.; SONODA, K.C.; CORRÊA, D.C.V. 2015. Coleções Entomológicas: Legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens. Brasília, Embrapa Cerrados, 117p.
- DeVRIES, P.J. 1987. **The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae**. Princeton University Press, Princeton

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L. & PRADO, P.I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, 1(1): 62–69.

NEW, T. R. 1997. Are Lepidoptera an effective “umbrella group” for biodiversity conservation? ***Journal of Insect Conservation*, 1:** 5-12.

NEW, T. R.; PYLE, R. M.; THOMAS, J. A.; THOMAS, C. D. & HAMMOND, P. C.. 1995. Butterfly conservation and management. ***Annual Review of Ecology and Systematics*, 40:** 56-83.

Monitoramento de mamíferos de médio e grande

Introdução

A conversão de ambientes naturais devido às atividades humanas (e.g., mineração, agropecuária, urbanização) tem resultado em grandes alterações da paisagem (Foley et al, 2005). Uma das principais consequências do desmatamento e fragmentação florestal é o aumento da defaunação (Dirzo et al. 2014), que constitui tanto a perda de espécies (extinção local e global) como no declínio do tamanho de populações que leva a fortes impactos nos serviços e nas funções do ecossistema.

Os mamíferos têm apresentado um forte declínio populacional (Dirzo et al. 2014) e uma contração de seu range de distribuição (Pacifi et al. 2020). Além disso, a probabilidade de uma espécie de mamífero estar ameaçada é correlacionada positivamente com seu tamanho corporal (Ripple et al. 2017). Um total de 298 espécies de mamíferos são conhecidas para floresta de Mata Atlântica (Paglia et al. 2012), sendo que 23,5% são mamíferos de médio e grande porte ($\geq 1,0$ kg, segundo Fonseca e Robinson 1990). Mamíferos de médio e grande porte desempenham importantes funções ecológicas como herbívora, predação, dispersão de sementes, ciclagem de nutrientes, e controle populacional da fauna (Larcher 2019). Por exemplo, mamíferos frugívoros influenciam de forma direta e indireta a estrutura de comunidades vegetais, já que a dispersão de sementes afeta a regeneração florestal (Paolucci et al. 2019, Villar et al. 2019). Já mamíferos carnívoros são capazes de efetuar o controle populacional da fauna local e possui um papel importante para manutenção da diversidade local (Larcher 2019).

A fragmentação da floresta de Mata Atlântica tem levado a redução do tamanho de populações de mamíferos e a substituição de espécies florestais especialistas por espécies generalistas adaptadas à perturbações. Dessa forma, os fragmentos florestais de Mata Atlântica geralmente apresentam uma menor riqueza de espécies, sendo que no caso de mamíferos de maior porte, há uma perda entre 50% e 80% das espécies (Beca et al. 2017, Galetti et al. 2009). A restauração florestal tem sido implementada como uma maneira de combater a perda de biodiversidade (Brancalion et al. 2013a). A restauração florestal ajuda na recomposição da biodiversidade ao aumentar a quantidade de hábitat disponível e a conexão entre fragmentos florestais, assim como reduzir o efeito de borda (Brancalion et al. 2013b). Entretanto, o sucesso da restauração florestal vai depender de diferentes características como: i) tipo e força da perturbação pre-existente, ii) tempo desde do plantio, iii) presença de fragmentos florestais próximos, e iv) características da paisagem. Dessa forma, é importante entender o efeito dessas diferentes características na regeneração florestal.

Apesar de evidências apontarem para o papel fundamental que os mamíferos exercem nos processos, funções e serviços ecossistêmicos (Larcher 2019) e de serem uma parte integral de

ecossistemas e facilitadores da restauração ecológica, o número de estudos e monitoramento em ambientes de restauração florestal são escassos (Cross et al. 2020). No caso do ecossistema Mata Atlântica, existem alguns estudos sobre a recuperação da fauna em ambientes de reflorestamento (Shuey et al. 2017, veja Adelino et al. 2020 para revisão com estudos com aves). Entretanto, estudos e/ou monitoramento de Longa duração com o objetivo de avaliar a resposta de mamíferos de médio e grande porte a restauração ecológica ao longo do tempo são escassos senão ausentes. Além disso, em 2018 houve a defesa da tese de doutorado “Mamíferos de médio e grande porte em sítios de restauração ecológica da Mata Atlântica: características da paisagem e diversidade funcional” no programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UEL que avaliou a influência da estrutura da paisagem na recomposição taxonômica e funcional em áreas de restauração. Os locais de estudo dessa tese foram do sítio PELD-MANP e a coleta de dados ocorreu entre 2016 e 2017, o que já permite uma comparação, mesmo que a curto prazo, na escala temporal.

Assim, o objetivo geral deste subprojeto é consolidar o monitoramento de longo prazo de mamíferos de médio e grande porte no sítio PELD-MANP, e os objetivos específicos são:

- Monitorar mudanças na composição de mamíferos de médio e grande porte em ambientes de fragmentos florestais e de reflorestamentos.
- Avaliar e monitorar mudanças na diversidade funcional de mamíferos de médio e grande porte em ambientes de fragmentos florestais e de reflorestamentos.
- Avaliar o uso dos reflorestamentos por mamíferos de médio e grande porte, de forma a contribuir para acompanhar a evolução da restauração.

Material e Métodos

Amostragem de mamíferos de médio e grande porte

Os mamíferos serão amostrados de forma similar ao estudo anteriormente conduzido (Marques-Lima 2018) com o uso de armadilhas fotográficas (Bushnell Trophy Cam 119537C®), nos fragmentos florestais e reflorestamentos principais (Parque Estadual Mata dos Godoy, Parque Estadual de Ibicatu, Fazenda Bule, Fazenda Santo Antônio, RPPN da Fazenda Alvorada e Fazenda Congonhas). As armadilhas fotográficas serão colocadas a uma altura do solo entre 10-20 cm e permanecerão operantes por 24 horas/dia configuradas no modo filmagem. As câmeras serão apontadas para as trilhas e serão mantidas em campo durante 12 meses. As amostragens ocorreram conjuntamente com as amostragens de aves. No caso dos mamíferos iremos colocar as câmeras nos mesmos transectos usados no estudo de Marques-Lima (2018) pertencentes ao PELD MANP. No momento temos 18 câmeras para colocar em campo sendo que para cada local iremos usar seis

câmeras, três no fragmento florestal e três no reflorestamento. Dessa forma será necessário intercalar as amostragens a cada 30 dias, uma vez que só será possível amostrar simultaneamente três locais. Será respeitada uma distância mínima de 200 metros entre as câmeras. Estes censos serão repetidos, nos mesmos locais e ambientes, a cada quatro anos.

Análises dos dados

Os vídeos serão analisados e as espécies serão identificadas e registradas a data e horário de sua ocorrência. A diversidade de mamíferos será calculada para cada local e ambiente utilizando os números de Hill como implementado no pacote iNEXT (Hsieh et al. 2016) do programa R (2019), o que possibilitará calcular se existe diferença entre os ambientes com relação a riqueza de espécies, diversidade de Shannon e de Simpson. Modelos Lineares Generalizados (GLM) serão construídos com distribuição de erro Poisson para riqueza de espécies, e com distribuição Gaussiana no caso dos dados de diversidade. Para avaliar se existe diferença na composição de espécies de mamíferos, será utilizado um NMDS ou PCoA dependendo dos ajustes dos dados, seguido por um teste de PERMANOVA (Anderson 2014).

Serão obtidos dados da literatura de 25 atributos funcionais pertencentes a seis categorias: dieta, substrato de forrageamento, forma de locomoção, período de atividade, comportamento social e massa corporal (veja Tabela 2 do capítulo 2 em Marques-Lima 2018). Os atributos selecionados refletem funções ecológicas relevantes dos mamíferos (Larcher et al. 2019). Para lista de atributos funcionais veja Apêndice B2 em Marques-Lima (2018). Será realizado o cálculo de índices de diversidade funcional com dados de presença e ausência e também com dados de frequência de ocorrência. Os seguintes índices serão utilizados: i) riqueza funcional (FRic), ii) uniformidade funcional (FEve) e divergência funcional (FDiv). A riqueza funcional (FRic) é interpretada como o espaço funcional ocupado pelas espécies, enquanto que mudanças na uniformidade funcional (FEve) mede a regularidade da distribuição da abundância no espaço funcional (Mouillot et al. 2013). FEve pode ser interpretada como o grau de utilização dos recursos disponíveis (Mason et al. 2005). Mudança na divergência funcional (FDiv) reflete a proporção da abundância total que é determinada pelas espécies com os traços mais extremos (Mouillot et al. 2013). FDiv pode ser interpretado como o grau de diferenciação do espaço funcional, onde valores altos indicam alta abundância de espécies ocupando posições extremas do espaço funcional (Mason et al. 2005). Para o cálculo dos diferentes índices de diversidade funcional será utilizado o pacote “FD” (Laliberté e Legendre 2010) implementado no programa R (2019). Será utilizado modelos GLM com distribuição beta para testar se os ambientes florestais apresentam diferença na diversidade funcional.

Avaliação dos vídeos

Um dos objetivos desse projeto é de envolver a comunidade local para aproxima-los da biodiversidade do sítio PELD-MANP. Para isso iremos iniciar um projeto de extensão “Conheça os Mamíferos do MANP” para divulgar informações sobre os mamíferos de médio e grande porte presentes no sítio PELD-MANP. Após esse envolvimento inicial com a comunidade, iremos elaborar um protocolo para que cidadãos possam avaliar os vídeos de amostragem das armadilhas fotográficas. Esperamos que com o envolvimento de cidadãos no monitoramento da biodiversidade possa levar a mudança de comportamentos frente ao meio ambiente e a um melhor entendimento sobre biodiversidade. Por exemplo, o projeto “WildCam Gorongosa” (<https://bit.ly/35pIlen>) conta com a ajuda de ciência cidadã para avaliar as milhares de fotos obtidas de armadilhas fotográficas. Portanto, é possível utilizar a ciência cidadã para ajudar no monitoramento da biodiversidade, e esperamos com isso montar uma rede tanto de cidadãos locais como de outras regiões do Brasil. Para mais detalhes veja a estratégia de divulgação sítio PELD-MANP.

Referências

- Adelino, JRP et al. (2020). Ecosystem functions of birds as a tool to track restoration efficiency in Brazil. *Ornithology Research*, 28: 38-50. <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00008-z>
- Anderson, MJ (2014). *Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA)*. Wiley StatsRefs: Statistics Reference Online, John Wiley & Sons, Ltd.
- Beca, G (2017). High mammal species turnover in forest patches immersed in biofuel plantations. *Biological Conservation*, 210: 352-329. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.02.033>
- Brançalion, PHS, Melo, FPL, Tabarelli, M & Rodrigues, RR (2013a). Biodiversity persistence in highly human modified tropical landscapes depends on ecological restoration. *Tropical Conservation Science*, 6: 705-710. <https://doi.org/10.1177/194008291300600601>
- Brançalion, PHS, Melo, FPL, Tabarelli, M & Rodrigues, RR (2013b). Restoration reserves as biodiversity safeguards in human-modified landscapes. *Natureza & Conservação*, 11(2): 186-190. <http://doi.org/10.4322/natcon.2013.029>
- Cross, SL, Bateman, PW & Cross, AT (2020). Restoration goals: What are fauna still overlooked in the process of recovering functioning ecosystems and what can be done about it? *Ecological Management & Restoration*, 21: 4-8. <https://doi.org/10.1111/emr.12393>
- Dirzo, R, et al. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195): 401-406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>
- Foley, JA et al. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734): 570-574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>

- Fonseca, GAB & Robinson, JG. (1990). Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biological Conservation*, 53: 265-294. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(90\)90097-9](http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(90)90097-9)
- Galetti, M. (2009). Priority areas for the conservation of Atlantic forest large mammals. *Biological Conservation*, 142: 1229-1241. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.023>
- Hsieh, TC, Ma, KH & Chao, A (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12): 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Laliberté, E & Legendre, P (2010). A distance based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91: 299-305. <http://dx.doi.org/10.1890/08-2244.1>
- Larcher, TE et al. (2019). The functional roles of mammals in ecosystems. *Journal of Mammalogy*, 100(3): 942-964. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy183>
- Marques-Lima, FC (2018). Mamíferos de médio e grande porte em sítios de restauração ecológica da Mata Atlântica: características da paisagem e diversidade funcional. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Londrina.
- Mason, NWH, Mouillot, D, Lee, WG & Wilson, JB (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111: 112-118. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x>
- Mouillot, D (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(3): 167-177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.004>
- Pacifici, M et al. (2020). Global correlates of range contraction and expansions in terrestrial mammals. *Nature Communications*, 11:2840. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16684-w>
- Paglia et al. (2012). Lista anotada dos Mamíferos do Brasil. 2a Ed. Occasional papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International: Arlington, 2012, 76p.
- Paolucci, LN (2019). Lowland tapirs facilitate seed dispersal in degraded Amazonian forests. *Biotropica*, 51: 245-252. <https://doi.org/10.1111/btp.12627>
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ripple, WJ (2017). Extinction risk is most acute for the world's largest and smallest vertebrates. *PNAS*, 114(40):10678-10683. <https://doi.org/10.1073/pnas.1702078114>
- Shuey, J et al. (2017). Butterfly communities respond to structural changes in forest restorations and regeneration in lowland Atlantic Forest, Paraná, Brazil. *Journal of Insect Conservation*, 21: 545-557. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-9994-y>
- Villar, N (2019). The cryptic regulation of diversity by functionally complementary large tropical forest herbivores. *Journal of Ecology*, 108: 279-290. <https://doi.org/10.1111/ele.12861>

Divulgação e comunicação da Ciência

O PELD MANP está promovendo uma revisão profunda na sua estratégia de divulgação científica, de forma a tornar este componente alvo prioritário de recursos e de esforço da equipe. A coordenação das ações de comunicação e divulgação científica está sendo assumida por um jovem pesquisador, que recrutou equipe específica para a tarefa. Além disso, o sítio decidiu investir recursos de bolsas neste edital, e colocou como objetivos específicos as atividades de divulgação e o apoio integral ao projeto a ser contratado pelo CNPq nesta chamada voltado para a comunicação pública da ciência do Programa PELD.

O coordenador vinha acumulando a estratégia de comunicação do PELD MANP, com pouco sucesso. A partir de 2019 o Dr. Marcos R. Lima propôs assumir esta função junto ao PELD MANP, recrutando alunos especificamente para esta atividade. Neste edital, o sítio decidiu investir recursos de uma bolsa de extensão especificamente para apoiar esta estratégia, e dos demais beneficiários de bolsas do projeto (doutorado e pós-doutorado) será exigido que destinem 30% do seu tempo para apoiar a estratégia de divulgação científica.

Assim, o objetivo geral deste subprojeto é impulsionar e consolidar a divulgação científica dos subprojetos do PELD-MANP, envolvendo diferentes públicos e plataformas, integrando os pesquisadores e alunos de pós-graduação da UEL nesta atividade. Os objetivos específicos são:

- Promover workshops anualmente para integrar a equipe do PELD-MANP e produzir sínteses, visando tanto publicações acadêmicas quanto divulgação científica
- Organização de um simpósio aberto sobre fauna e restauração ecológica.
- Reformular e atualizar constantemente o web site do PELD-MANP
- Divulgar as publicações dos projetos executados no PELD-MANP com o uso de videos curtos voltado ao público geral
- Desenvolvimento de um blog sobre os diversos temas de pesquisa do PELD-MANP
- Elaborar página no Facebook e conta no Instagram para divulgação das atividades dos subprojetos do PELD-MANP e do Biota do MANP, iniciando com os mamíferos.
- Elaboração de um protocolo para que voluntários ajudem na análise de imagens para identificação de mamíferos, estabelecendo o monitoramento de mamíferos de médio e grande porte com o uso da ciência cidadã

Workshops de síntese

Com o intuito de estimular discussões e sínteses na equipe, visando a melhora do aproveitamento dos dados coletados e o impacto das publicações, assim como permitir a elaboração de materiais para divulgação da ciência, serão organizados workshops internos anuais, com participação obrigatória dos pesquisadores e estudantes que tenham utilizado recursos do PELD. A equipe deste subprojeto de Divulgação e Comunicação da Ciência vai liderar a organização dos workshops, com apoio dos demais pesquisadores e estudantes.

Entre o segundo e o quarto anos desta vigência será organizado um workshop aberto ao público externo, com convidados de outros centros de pesquisa, voltado para “Fauna e Restauração Ecológica”.

Site e redes sociais

No momento o PELD-MANP tem um site junto ao domínio da UEL (<http://www.uel.br/projetos/labre/peld/>), com ferramentas de edição bastante limitadas, e um exíguo espaço de armazenamento. Recentemente a UEL fez um convênio junto ao Google que possibilitou o compartilhamento de várias ferramentas do “Google for Education”. Entre essas ferramentas está o Google Sites, de forma que o site do PELD MANP será transferido para o domínio do Google. O site será repaginado e atualizado para incluir as seguintes seções: a) Apresentação do projeto “PELD - MANP”; b) Projetos; c) Laboratórios/Pesquisadores; d) Colaborações nacionais e internacionais; e) Publicações; f) Teses e Dissertações defendidas; g) Workshops e outros eventos; h) Blog do PELD - MANP; e i) Biota do MANP.

Para as seções normalmente já encontradas em sites de projetos, como a que apresenta publicações da equipe, pretende-se inserir algumas inovações. Para as publicações atuais será solicitado que o pesquisador responsável faça um vídeo curto (conhecido como *Pitch*). Nesse vídeo o pesquisador apresentará os principais resultados e impactos para sociedade da publicação em questão com uma linguagem acessível a qualquer cidadão, e este vídeo será conectado à publicação por um link.

Será acrescentada também uma seção na forma de um blog do PELD – MANP, voltada para divulgar trabalhos em andamento ou recentemente concluídos. Entendemos que o blog é uma oportunidade para que os diversos alunos de pós-graduação e professores da UEL possam se envolver com a divulgação de suas pesquisas e dos temas de seus projetos, além de conhecer os diferentes projetos de diversos laboratórios participantes do PELD - MANP. Espera-se que o uso do *pitch* e do blog ajude nas interações entre as diversas equipes dentro do projeto e com a comunidade externa, como gestores de UC e professores do ensino médio.

Por fim, com o site reestruturado, será possível integrar a gestão de dados com a divulgação científica do projeto. Ao disponibilizar pequenos vídeos sobre as publicações, será possível estabelecer a ligação com os dados publicados no SiBBR e com outras plataformas como GBIF ou SpeciesLink. Outra estratégia de integração da equipe será a realização de workshops anualmente e um encontro aberto para comunidade em forma de simpósio, este último a ser realizado no final da execução do projeto.

Iniciativa Biota do MANP

A ideia do “Biota do MANP” é contar, inicialmente, com uma seção no site do PELD MANP, mas progressivamente agregar outras mídias e produzir materiais, como jogos e publicações curtas, divulgando, de forma muito simples, espécies e grupos de espécies nativas (e exóticas com impacto ambiental relevante, como os javalis), para o público em geral, buscando aumentar a consciência do público sobre a biodiversidade regional. A iniciativa parte de relatos de professores do ensino fundamental e médio (um dos locais de amostragem do PELD, o Parque Estadual Mata dos Godoy, é uma das unidades de conservação mais visitadas por escolas no Paraná, e a equipe já produziu material para este público no passado²), de que os alunos destes níveis frequentemente ficam surpresos por “existir Mata Atlântica aqui” (que pensam que só ocorreria na Serra do Mar) ou da presença de espécies como a Anta (que julgam que estaria restrita à Amazônia, que veem como distante).

A equipe já esboçou a primeira etapa, que servirá como um piloto, “Conheça os Mamíferos do MANP” (ver métodos detalhados no Apêndice), com base nas amostragens realizadas entre 2015 e 2017 visando a inserção deste componente no PELD, a partir deste edital. Na sequência, os demais grupos de organismos, como plantas, abelhas, aves, besouros, borboletas e vespas serão incorporados ao “Biota MANP”.

Como explicitado acima, a iniciativa pretende divulgar informações sobre espécies amostradas na região, neste caso iniciando com os mamíferos de médio e grande porte presentes no sítio PELD - MANP. Embora este componente não fizesse parte ainda do sítio PELD, entre 2016 e 2018 o sítio PELD MANP, em parceria com um projeto de P&D aprovado pela Aneel e apoiado pela Duke Energy International – Geração Paranapanema S/A, com (posteriormente CTG Brasil; projeto PD-0387-0214-2014 “*Desenvolvimento e validação de um protocolo para monitoramento de ambientes terrestres no entorno de hidroelétricas*”, nos termos da RN Nº 316/2008 da ANEEL), desenvolveu uma amostragem de mamíferos nas área do PELD, que resultou na tese de doutoramento

² Torezan, J.M.D. (org.) 2006. Ecologia da Mata dos Godoy. Londrina, ITEDES.

de Fernanda Marques-Lima (“Mamíferos de médio e grande porte em sítios de restauração ecológica da Mata Atlântica: características da paisagem e diversidade funcional”) e está fundamentando a inclusão deste componente de monitoramento no PELD MANP.

A partir destes resultados, o Biota do MANP começa com “Conheça os Mamíferos do MANP”, disseminando informações sobre as principais espécies de mamíferos de médio e grande porte do PELD - MANP (Tabela 3). Para isso, além da seção no site, serão criadas páginas no Facebook e conta no Instagram, que a cada uma ou duas semanas vai disponibilizar informações básicas como: distribuição, ameaças, dieta, reprodução e outros itens de comportamento, etc. Além destas informações, iremos disponibilizar vídeos gravados com o uso de armadilhas fotográficas que foram instaladas entre setembro de 2015 e junho de 2017 em diversas áreas do sítio PELD-MANP.

Tabela 3: Espécies de mamíferos de médio e grande porte presentes no sítio PELD - MANP

Ordem	Família	Espécie	Nome popular
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro
Artiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	javali
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	cateto
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	queixada
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus guttulus</i>	gato-do-mato-pequeno
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	jaguatirica
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	gato-maracajá
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	onça-parda
Carnivora	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco
Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	irara
Carnivora	Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	furão-pequeno
Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	lontra
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	quati
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha
Cingulata	Dasypodidae	<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis aurita</i>	gambá-de-orelha-preta
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	anta
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim

Primates	Atelidae	<i>Alouatta Guariba</i>	bugio-ruivo
Primates	Cebidae	<i>Sapajus nigritus</i>	macaco-prego
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	paca
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou spinosus</i>	ouriço-cacheiro
Rodentia	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	lebre-européia
Rodentia	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti
Rodentia	Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	ratão-do-banhado

A escolha das mídias sociais Facebook e Instagram permitirá avaliar se existe diferença nos perfis de seguidores, e promover ajustes no conteúdo e na linguagem. Estudos apontam para maior uso da rede Instagram por adolescentes e adultos jovens nos EUA³, o que sugere que é necessário o uso de diferentes redes sociais se o intuito é abarcar o maior número de pessoas.

O segundo objetivo desta iniciativa com os mamíferos é recrutar um público interessado em participar no monitoramento de mamíferos de médio e grande porte do PELD-MANP, num esquema de ciência cidadã. Uma das principais dificuldades de se avaliar os impactos na biodiversidade, inclusive de intervenções de manejo e políticas públicas, é a falta de monitoramento (Proença et al. 2017).

Uma das dificuldades para o monitoramento de mamíferos com armadilhas fotográficas é que não há ainda algoritmos confiáveis para automatizar as análises e avaliar os vídeos. Assim, uma das possibilidades que pretendemos explorar é obter o apoio de voluntários para apoiar a análise, fazendo uma pré-triagem, assistindo às imagens gravadas (milhares de vídeos curtos, de poucos segundos, ou fotos). Esta pode ser uma maneira de envolver a comunidade, num esquema já bastante utilizado fora do Brasil, de “Ciência Cidadã”, que tem contribuído enormemente na aquisição de dados de biodiversidade (Chandler et al. 2017). A ciência cidadã tem se mostrado de extremo valor, não só porque é capaz de coletar ou analisar uma grande quantidade de dados, mas também porque contribui para o envolvimento do público com questões ambientais, levando a mudanças de comportamento (McKinley et al. 2017).

Ciência cidadã pode ser definida como formas que envolvem a participação de diferentes pessoas na ciência e no monitoramento, sendo que as atividades executadas são de forma voluntária (Pocock et al. 2018). Por exemplo, o projeto “WildCam Gorongosa” (<https://bit.ly/35pIlen>) conta com a ajuda de ciência cidadã para avaliar as milhares de fotos obtidas de armadilhas fotográficas.

³ <https://bit.ly/2GUuQtf>

As identificações ajudam na determinação de quais espécies estão presentes em Gorongosa e como as atividades de restauração têm afetado as espécies no parque. Portanto, é possível utilizar a ciência cidadã para ajudar no monitoramento da biodiversidade, desde de trabalhos no campo a trabalhos que envolvam a triagem de material coletado. No Brasil, um exemplo bastante bem sucedido é o WikiAves, um banco de dados colaborativo de fotos e sons de aves, que funciona à semelhança de uma rede social, em que os próprios usuários identificam as espécies, e a identidade final é definida após obtenção de consenso por usuários “seniores”; outro exemplo, estrangeiro mas que funciona no também no Brasil é o INaturalist, multi-taxa, que funciona de forma similar.

Portanto, pretende-se desenvolver uma forma de envolver pessoas que tenham o interesse de utilizar de forma voluntária o seu tempo para ajudar na identificação dos mamíferos obtidos com as armadilhas fotográficas. Para isso, será desenvolvido um protocolo no qual as pessoas irão indicar a data e horário do vídeo junto com sua identificação (para confirmação por parte dos especialistas), montar uma rede de apoio de cidadãos e estabelecer uma maneira de compartilhamento de dados dos vídeos obtidos do sub-projeto “Monitoramento de assembleias de mamíferos de médio e grande porte”.

Referências Bibliográficas.

- Chandler, M. et al. (2017). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213: 280-294.
- Marques-Lima, FMC (2018). Mamíferos de médio e grande porte em sítios de restauração ecológica da Mata Atlântica: características da paisagem e diversidade funcional. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina.
- McKinley, DC (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208: 15-28.
- Pocock et al. (2018). Chapter six - A vision for global biodiversity monitoring with citizen science. *Advances in Ecological Research*, 59: 169-223.
- Proença, V. et al. (2017). Global biodiversity monitoring: from data sources to essential biodiversity variables. *Biological Conservation*, 213: 256-263.