

**Chamada CNPq/CONFAP-FAPs/PELD Nº 23/2024  
PROGRAMA DE PESQUISA ECOLÓGICA DE LONGA DURAÇÃO**

**ANEXO I**

**MODELO ESTRUTURADO – PROJETO COMPLETO (PROPOSTA DE SÍTIO  
PELD)**

**PARTE 1 – IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA**

<b>TÍTULO DA PROPOSTA</b>	Sítio PELD MANP – Mata Atlântica do Norte do Paraná
<b>SIGLA DO SÍTIO PELD (máximo de quatro letras)</b>	MANP
<b>COORDENADOR(A) DA PROPOSTA</b>	José Marcelo Domingues Torezan
<b>INSTITUIÇÃO EXECUTORA</b>	Universidade Estadual de Londrina
<b>INSTITUIÇÃO (ÕES) COLABORADORA (S)</b>	Embrapa Agrobiologia, Instituto Água e Terra (ex Instituto Ambiental do Paraná), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Instituto Serapilheira, Universidade Estadual de Maringá, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade do Oeste do Paraná (Unioeste), Universidade da Integração Latino-Americana-Unila, French National Centre for Scientific Research / Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille e Technical University of Munich

## 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 representa a quarta temporada de continuidade das atividades no Sítio PELD MANP.

Este sítio é formado por 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, e agora contando com parceiros de outras instituições. 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, que são as mesmas apresentadas nas propostas anteriores:

- 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 desses ecossistemas?

Mantidas as questões, os métodos empregados também foram, em larga medida, mantidos, com exceção de ajustes para reagir às críticas apresentadas na Avaliação de 2024, em especial no que diz respeito às estratégias de interação com a Sociedade. Além disso, em razão de perdas na equipe (por motivo de saúde de um dos pesquisadores) não está sendo proposta, para este momento, a continuidade do monitoramento de coleoptera (como há dados e amostras armazenados, é possível retomar no futuro).

Assim, de forma consistente com os anos anteriores, 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”, contando 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. Nesta etapa estabelecemos parceria com um grupo de pesquisadores liderados pelo Prof. Neucir Szinwelski, da Unioeste-Cascavel-PR. O Prof. Neucir e a Prof. Nédia Ghisi (também Unioeste) estão coordenando uma proposta de sítio Peld baseada no PN Iguaçu, onde o Prof. Victor Pereira Zwiener (UTFPR) está responsável pela vegetação, e o Prof. Victor Prasniewski (Unioeste) pela amostragem de Aves. A parceria está desenhada para vigorar independentemente da aprovação ou não do novo sítio Peld.

Da mesma forma, o conjunto adicional de amostras de áreas em restauração, que já ruma para o quarto censo, está incluída em proposta conjunta com pesquisadores da UFRRJ (Prof. Jerônimo Sansevero) e da Embrapa Agrobiologia (Dr. Luiz Fernando D. de Moraes), que já conta com apoio do Instituto Serapilheira e da Faperj, em que as áreas do PELD MANP, do RJ e de SP serão analisadas em conjunto. Os dois profissionais citados (J. Sansevero e L. F. D. de Moraes) também estão propondo sítio PELD novo, associado com as amostras do RJ.

Também há uma proposta de análise conjunta de dados de sítios de restauração coletados por membros das equipes dos sítios PELD PIAP e MCF

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 vinha refletindo como inserir no contexto do PELD. Parte destas atividades foi relatada no relatório de acompanhamento, o que não evitou as críticas e a penalização consubstanciada na ficha de avaliação (o coordenador estava indisponível, por uma questão de saúde, no momento da entrega das fichas de avaliação e não foi possível reagir às críticas no prazo fixado).

De qualquer forma, a equipe já discutia estratégias para melhorar estes aspectos e as críticas na ficha de avaliação vieram de encontro.

Neste contexto, a equipe pretende adotar as seguintes estratégias:

1) **Criação de um componente de Educação Ambiental dentro do PELD MANP, em associação com a Sala Verde Sibipiruna, um dos nós da rede Salas Mais Verdes, apoiada pelo MMA.** Para isso, a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Patrícia de Oliveira Rosa da Silva (UEL) passa a fazer parte da equipe permanentemente. Ela será responsável pela coordenação deste componente e será responsável por sistematizar as iniciativas dos demais colegas, na forma de um “Painel Científico” do PELD MANP e manter a interação direta com os membros das escolas, bem como de coordenar oficinas e a criação de materiais baseados nos resultados do PELD, voltadas às escolas da região.

2) A participação da equipe do PELD MANP nos NAPIs (Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação, da Fundação Araucária) permitirá a realização de atividades em conjunto. Como exemplo, uma das atividades do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos a ser executada em conjunto com a equipe do PELD MANP é a criação do **Observatório de Espécies Invasoras do Paraná**. Como parte dessa iniciativa, a população será estimulada a contribuir com observações sistematizadas da ocorrência de espécies não-nativas problemáticas. De fato, um protocolo para coleta de dados sobre plantas invasoras vem sendo testado como parte do NAPI no município de Foz do Iguaçu pela pesquisadora **Dra. Ana Alice Eleuterio (UNILA)**, que **integrará a equipe do PELD-MANP**, e será adequado para utilização nas áreas do projeto. Além disso, outros protocolos que vêm sendo trabalhados na área de ciência cidadã contribuirão para a divulgação do projeto, complementando as ações de educação ambiental especificadas no item 1.

**As iniciativas de coleta de dados por voluntários, ou cientistas cidadãos (Ciência Cidadã) serão intensificadas, sob a coordenação de uma especialista no assunto, a Prof. Dra A. Eleuterio (UNILA).** A equipe do PELD-MANP já tinha iniciativas em andamento sobre observação de Aves e sobre o registro de mamíferos, e nesta proposta a referida profissional passará a desenvolver atividades voltadas a sistematizar e aumentar o impacto das iniciativas, além de prospectar propostas futuras.

Finalmente, também em conjunto com ações do NAPI Biodiversidade, propõem-se a realização de dois workshops com gestores ambientais e outros profissionais da área

ambiental, em temáticas relacionadas às pesquisas realizadas no PELD-MANP. Os workshops serão realizados por pesquisadores do projeto, e as temáticas serão definidas a partir de consultas ao público alvo.

3) **Será destinada uma bolsa de Apoio à Difusão do Conhecimento (ADC 1B, nível mínimo mestrado)** a ser concedida a profissional que deverá atuar junto a toda a equipe organizando eventos, sistematizando e estimulando a produção de materiais e promovendo a interação da equipe do PELD MANP com o público externo.

4) **Serão intensificadas as atividades (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.

5) **Intensificação das atividades de extensão em restauração ecológica.** Um dos laboratórios componentes do PELD atua, há 25 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, mas a equipe pretende, em sinergia com as atividades de educação ambiental e de ciência cidadã, desenvolver projetos de restauração com envolvimento de voluntários para áreas pequenas em escolas e em áreas urbanas de uso comum.**

Em sinergia com o projeto **RESTORE**, aprovado no edital "Biodiversa - Biodiversidade e Mudanças Climáticas" (CONFAP e União Europeia), em cooperação com pesquisadores da França (BIAM e ECCOREV) e Alemanha (Helmholtz Zentrum Muenchen), estão sendo desenvolvidas atividades com viveiristas, tanto de viveiros comerciais quanto de ONGs, aumentando o alcance das interações do PELD MANP com este público.

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.

**Descrição básica reproduzida do projeto de 2020 – ajustes marcados em azul**

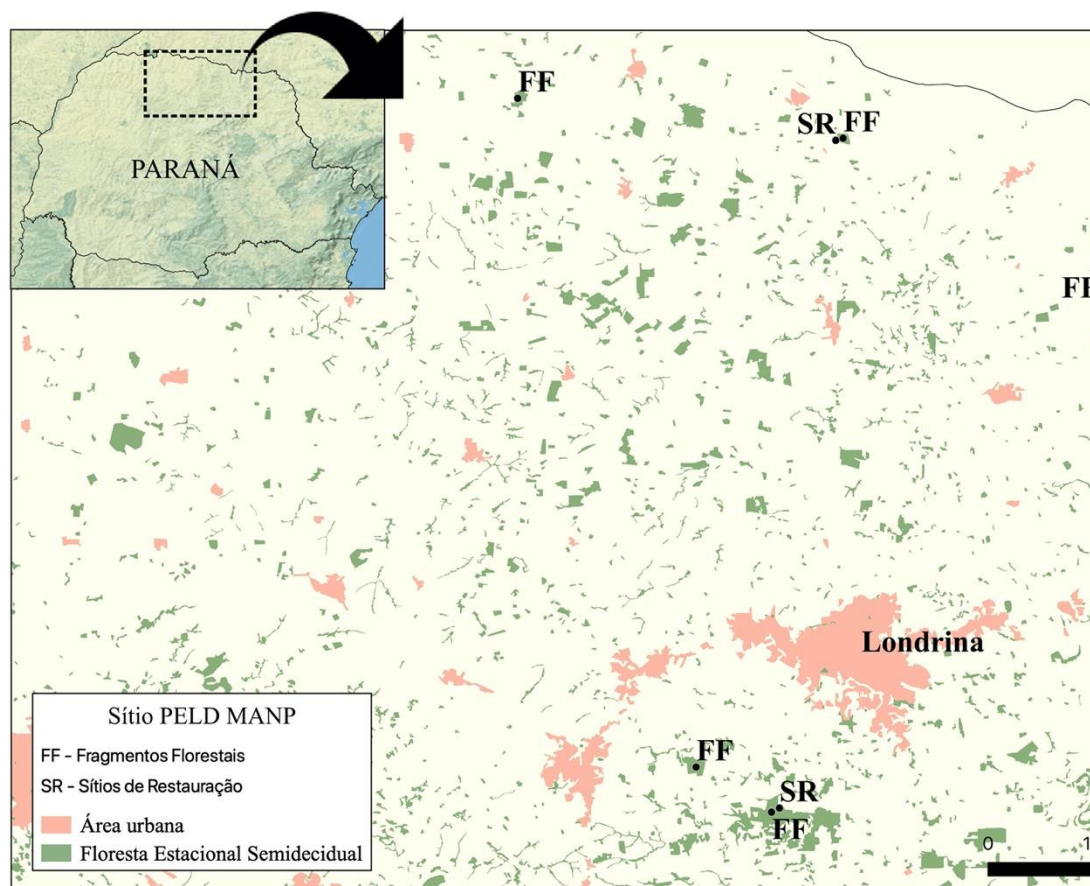
### **Características Gerais**

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 sítio de restauração).

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, de forma geral, apoiam a pesquisa (Apêndice – Detalhamento dos subprojetos). Houve recentemente, após o falecimento de um proprietário, seguido da venda da propriedade (Faz. Congonhas, em Rancho Alegre-PR) pela família, uma descontinuidade do acesso da equipe ao local. Isto prejudicou fortemente as atividades previstas para o período 2020-2024, mas o problema já foi equacionado. Neste mês de setembro de 2024 o Conselho de Administração da UEL aprovou convênio com a empresa que adquiriu a propriedade e a previsão é que o acesso seja retomado em breve. Além disso, a área também será transformada em RPPN, elevando a duas unidades de conservação deste tipo sendo monitoradas pela equipe.

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 vegetal, 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 eutrófico, 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 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). O PEMG apresentou intensificação da presença de javalis (javaporcos ou porcos ferais), que foi detectada pela equipe em 2019. A equipe tem trabalhado com o gestor da UC e com o órgão responsável (IAT) para apoiar estratégias de manejo. Os dados dos impactos sobre a fauna de mamíferos e sobre a vegetação estão sendo extremamente úteis neste trabalho, pois a equipe monitora a UC desde antes da chegada desta espécie invasora.

Também está sendo mantida a indicação do Parque Nacional do Iguaçu como “grupo controle externo”, com realização de amostragens eventuais e complementares. A partir de 2024 foram iniciadas atividades conjuntas com uma equipe de pesquisadores liderados pelo Prof. Neucir Szinwelski, da Unioeste-Cascavel-PR, que é o responsável por um sítio PPBio-Rapeld alocado no PNI. Membros da equipe do PELD MANP participaram do treinamento do PPBio e da instalação das parcelas de vegetação. Como explicitado acima, isto representa uma parceria que resultou na organização de uma proposta de sítio PELD sendo submetida, tendo o Prof. Neucir como coordenador, mas que deve ser mantida independentemente da aprovação deste sítio novo.

### **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. Os reflorestamentos monitorados há mais tempo estão sendo incluídos em um estudo financiado pelo Instituto Serapilheira, em parceria com a UFRRJ e a Embrapa Agrobiologia, em que sítios de restauração no RJ e em SP serão analisados conjuntamente, com participação de pesquisadores dos sítios PELD PIAP E MCF. Este arranjo também ensejou a proposição de um novo sítio Peld, coordenador pelo Prof. Jerônimo Sansevero, da UFRRJ.

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, sendo que uma terceira RPPN está em constituição:

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  
RPPN Faz. Congonhas (em constituição)

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 com a parceria descrita acima, com pesquisadores da Unioeste, este relacionamento deve se estreitar. O coordenador e mais dois pesquisadores falaram em evento no Parque em abril de 2024, e novamente em setembro.

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, (iii) subsidiar, em tempo real e de forma adaptativa, o manejo das áreas remanescentes e em recuperação e (iv) interagir com a sociedade regional difundindo informações e contribuindo para melhorar práticas com base na ciência produzida pelo sítio PELD.

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 todos os dados que tenham sido coletados no PELD MANP até um ano antes dos eventos de avaliação
  - Lotes de informação (bancos de dados)
- Divulgar, por meio do site do PELD MANP, 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
- Manter e estabelecer parcerias novas com pesquisadores e instituições estrangeiras, e estreitar as existentes.
  - Manter a parceria internacional constituída a partir da chamada Biodiversa, apoiada pela CONFAP e pela União Europeia, em cooperação com pesquisadores da França (BIAM e ECCOREV) e Alemanha (Helmholtz Zentrum Muenchen), no projeto RESTORE
- Número de pesquisadores ou grupos de pesquisa estrangeiros associados ao PELD MANP.
  - Estabelecer nova parceria internacional a partir da Missão de Pesquisadores da Austrália e Moçambique, apoiada pela Fundação Araucária, realizada em abril de 2024, com novo evento previsto para outubro de 2024.
- Número de pesquisadores ou grupos de pesquisa estrangeiros associados ao PELD MANP.
  - Manter e estabelecer relações com outros sítios PELD no Brasil
    - Desenvolver estudo sobre carbono e biodiversidade em áreas em restauração em parceria com os sítios PELD PIAP e MCF
  - Número de pesquisadores dos dois sítios PELD envolvidos
    - Desenvolver, em parceria com o professor Diego Bertolini (UTFPR; NAPI Biodiversidade Serviços Ecosistêmicos) e os sítios PELD MCF e CCMc, análises conjuntas de registros de armadilhas fotográficas para automatização da verificação da presença de mamíferos de médio e grande porte e identificação de espécies quando possível.
  - Número de amostras analisadas.
- Desenvolver uma estratégia de educação ambiental voltada para apoiar escolares e professores da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio).
  - Criar um “Painel Científico do PELD MANP”, visando a produção de material voltado para a educação ambiental
    - Materiais pedagógicos produzidos
      - Constituir “Comunidades de Aprendizagem”, com a contribuição de professores e estudantes de uma dada escola-polo (no contraturno), para desenvolver materiais e ações sobre temas a serem identificados dentre as contribuições do PELD.
    - Escolas atendidas
      - Avaliar o impacto de estratégias de abordagem para educação ambiental em escolas
        - Escolas atendidas
- Reformular a divulgação científica do PELD-MANP, implicando seu alcance e promovendo o engajamento de públicos diversos, em plataformas distintas, integrando os pesquisadores e alunos de pós-graduação da UEL nesta atividade, com a ajuda de um bolsista com plano de trabalho específico para essa finalidade.
  - Reformular o site e outros meios de divulgação do PELD-MANP, principalmente nas redes sociais, produzir materiais de forma periódica (semanais a mensais, dependendo do meio) para distintas plataformas para divulgar as pesquisas realizadas em conjunto com a equipe do NAPI Biodiversidade.
  - Realizar pesquisas periódicas (minimamente mensais) de engajamento com o público a fim de melhorar o alcance dos meios de divulgação propostos.
    - Análise de engajamento (número de usuários por plataforma ao longo do tempo, número de usuários novos ao longo do tempo, alcance externo das plataformas),

número de materiais de divulgação produzidos por plataforma por tempo, alcance desses materiais (métricas anteriores).

- Ampliar as ações de Ciência Cidadã realizadas no PELD-MANP em conjunto com as ações do NAPI Biodiversidade.
  - Fortalecer ações de ciência cidadã em andamento no projeto.
  - Consolidar a criação de uma plataforma para coleta de dados sobre espécies invasoras alimentada por cidadãos cientistas.
  - Apoiar ações de educação ambiental do PELD utilizando plataformas de ciência cidadã propostas nos NAPIs.
    - Número de ações realizadas, número de materiais produzidos, número de pessoas atingidas direta e indiretamente pelas ações.
- Ampliar o alcance das informações produzidas pelo PELD-MANP entre gestores ambientais do Paraná.
  - Realizar workshops com gestores ambientais, em conjunto com ações do NAPI Biodiversidade.
    - Número de workshops realizados, número de gestores atingidos, aplicabilidade dos dados (métrica produzida a partir de questionário a ser desenhado para avaliação das ações).
- 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 incluídos 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.

Foram instalados transectos 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 seis 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 todas 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 problemas de saúde apresentados por um colega, o monitoramento de Coleoptera deixa de ser incluído nesta proposta. Como as amostras e os dados obtidos estão armazenados, é possível retomar esta amostragem no futuro.
- Nesta proposta criamos um subprojeto, que contará com orçamento específico e uma pesquisadora responsável (Dra Patrícia Rosa), para educação ambiental.
- Também está sendo incorporada na equipe uma pesquisadora responsável por atividades relacionadas com ciência cidadã (Dra Ana Alice Eleutério)
- Para apoiar as atividades de divulgação pública da ciência será recrutado uma pessoa para atuar com uma bolsa de **Apoio à Difusão do Conhecimento (ADC 1B, nível mínimo mestrado)**

#### **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, borboletas, mariposas e vespas), câmeras-trap ou armadilhas fotográficas (mamíferos) e gravadores autônomos (aves).

Além destes recenseamentos, serão reamostrados outros 11 reflorestamentos com parcelas permanentes, apenas para dados da vegetação e para estimativas de biomassa/carbono (sendo o quarto censo para seis destes reflorestamentos, o terceiro para três deles, e o primeiro para dois dos reflorestamentos 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 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. Os dados coletados até 2023 já tinham sido disponibilizados, mas foram perdidos em decorrência de mudanças na plataforma, o prejuízo já foi recuperado. Neste momento estão sendo preparados dados coletados em 2024.

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

Nesta proposta está sendo solicitada uma bolsa de Apoio à Difusão do Conhecimento (ADC 1B, nível mínimo mestrado) para atuar exclusivamente neste objetivo. A pessoa bolsista atuará junto a todos os demais subprojetos, obtendo, preparando e divulgando materiais do sítio.

*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. A partir de 2023 parte das estacas de PVC passaram a receber uma “alma” de ferro, visando reduzir problemas com deslocamento por animais, especialmente javalis. Algumas das estações coletoras de dados tiveram sensores danificados, para o que será necessária reposição.

*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 as 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. A partir da atuação de duas novas pesquisadoras na equipe, outros dois PPGs poderão ter estudantes envolvidos com as atividades do PELD. A equipe do PELD tem procurado envolver os estudantes também em atividades de extensão e divulgação científica, e nesta nova fase, com novas pesquisadoras na equipe, estas atividades devem ser incrementadas.

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

Com alguns grupos de organismos e variáveis passando a contar com diversos censos, publicações abordando padrões de longo prazo passam a ser possíveis. 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.

*7. Manter e estabelecer parcerias novas com pesquisadores e instituições estrangeiras, e estreitar as existentes.*

Pesquisadores do PELD MANP envolveram-se com um projeto de pesquisa aprovado no 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. O projeto está em andamento e deve ser finalizado no início de 2025, mas a equipe está tomando medidas para aplicar uma nova etapa.

Além disso, pesquisadores do PELD estão construindo uma nova parceria internacional a partir da Missão de Pesquisadores da Austrália e Moçambique, apoiada pela Fundação Araucária, realizada em abril de 2024, com novo evento previsto para outubro de 2024. Pesquisadores das instituições australianas e brasileiras devem participar de uma nova rodada de discussão remota ainda em outubro de 2024.

No monitoramento de aves está havendo colaboração com o Dr. Robert Holt da Universidade da Florida para estudo da diversidade funcional de aves em fragmentos e nas áreas de reflorestamento. O Dr. Holt é co-autor em três publicações sobre sensibilidade de aves à fragmentação florestal (Anjos et al. 2010; 2011; 2015) e esperamos manter esta parceria nos próximos anos em relação ao PELD-MANP.

#### *8) Manter e 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 manteve entendimentos com pesquisadores dos sítios PELD PIAP, MCF e CCM.

Com os sítios PIAP e MCF, e em parceria com pesquisadores da UFRRJ e da Embrapa Agrobiologia, em um estudo financiado pelo Instituto Serapilheira, sítios de restauração no PR, RJ e em SP serão analisados conjuntamente.

Com os sítios MCF e CCM será desenvolvida a proposta de analisar conjuntamente vídeos obtidos de armadilhas fotográficas, com algoritmos para automatização em desenvolvimento pelo prof. Marcos Robalinho (PELD MANP / UEL) e colaboradores da UTFPR. Os professores da UTFPR, em conjunto com vários pesquisadores do PELD-MANP, fazem parte do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos (com apoio da Fundação Araucária), que é uma rede de pesquisa envolvendo diferentes IES e pesquisadores do Paraná. Uma das metas deste NAPI é o uso de inovações

tecnológicas voltadas à transformação digital de dados para aplicações na conservação da biodiversidade paranaense. O prof. Marcos Robalinho do PELD-MANP tem colaborado com o prof. Diego Bertolini da UTFPR no desenvolvimento de um software, que utiliza aprendizagem de máquinas para otimização da avaliação de vídeos de armadilhas fotográficas obtidas pelo PELD-MANP. No momento, já temos um algoritmo capaz de identificar em quais vídeos há espécies de mamíferos presentes com um acerto próximo de 90%, otimizando o tempo de avaliação dos vídeos por parte dos pesquisadores do PELD-MANP. Neste sentido o prof. Robalinho está iniciando uma interação com os pesquisadores do PELD CCM e MCF para avaliar a possibilidade utilizar os dados de armadilhas fotográficas obtidas por eles para melhorar o acerto do algoritmo desenvolvido e também para iniciar uma segunda etapa desta otimização, que seria a identificação automática das espécies pelo algoritmo.

Visando aproveitar sinergias para obter dados do Parque Nacional do Iguaçu, foram iniciadas atividades conjuntas com uma equipe de pesquisadores liderados pelo Prof. Neucir Szinwelski, da Unioeste-Cascavel-PR, que é o responsável por um sítio PPBio-Rapeld alocado no PNI. Membros da equipe do PELD MANP participaram do treinamento do PPBio e da instalação das parcelas de vegetação. Como explicitado acima, isto representa uma parceria que resultou na organização de uma proposta de sítio PELD sendo submetida, tendo o Prof. Neucir como coordenador, mas que deve ser mantida independentemente da aprovação deste sítio novo.

*9) Desenvolver uma estratégia de educação ambiental voltada para apoiar escolares e professores da Educação Básica (Ensino fundamental e Médio)*

A proposta “Educação Ambiental Climática: PELD MANP Vai à Escola” apresenta-se dividida em quatro fases:

I – Constituição de um “Painel de Cientistas”: reunião de pesquisadores e estudantes de pós-graduação do PELD MANP com o objetivo de definir tópicos e temas específicos e preparar as atividades seguintes;

II - Constituição de Comunidades de Aprendizagem “Guardiãs da Mata e do Clima”;

III – Avaliação e discussão dos resultados da Fase II e definição de ajustes;

IV – Aplicação do modelo em outras escolas, de acordo com a demanda dos seus integrantes, “CAGMC em difusão”.

As “Comunidades de Aprendizagem” visam integrar ensino, pesquisa e extensão em educação ambiental. Neste modelo, a equipe do PELD MANP interage com professores e estudantes das escolas atendidas visando estabelecer práticas de Educação Ambiental Crítica, utilizando, entre outros recursos, a Carta da Terra e o Painel Científico PELD MANP, para orientar debates sobre justiça social, sustentabilidade e emergência climática. A meta é criar coletivos escolares que se tornem multiplicadores da consciência ambiental em diversos contextos escolares.

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

A página e redes sociais do PELD-MANP serão reformuladas, a partir de uma análise de engajamento, que será realizada por uma pessoa bolsista encarregada especificamente da divulgação do projeto. A análise de engajamento será feita continuamente, ao menos uma vez ao mês, e os conteúdos e formatos de divulgação serão reestruturados conforme alcance.

*11) Ampliar as ações de Ciência Cidadã realizadas no PELD-MANP em conjunto com as ações do NAPI Biodiversidade.*

O fortalecimento e integração de atividades de Ciência Cidadã já realizadas no PELD-MANP serão realizados com apoio da equipe da Meta 9 do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecossistêmicos, coordenada pela Profa. A. Eleuterio. O diálogo entre as propostas já existe, uma vez que a equipe do PELD-MANP integra esse NAPI. Propostas como o Observatório Paranaense de Espécies Invasoras incluirão ações de Ciência Cidadã, já em teste pela equipe do NAPI. Além disso, outras propostas que estão sendo construídas no NAPI Biodiversidade: Serviços Ecossistêmicos, em conjunto com o Programa Interinstitucional de Ciência Cidadã na Escola (PICCE), que faz parte do NAPI Paraná faz Ciência, serão trabalhadas como estratégias para educação ambiental do PELD-MANP.

*12) Ampliar o alcance das informações produzidas pelo PELD-MANP entre gestores ambientais do Paraná.*

Além disso, em conjunto com a equipe do NAPI Biodiversidade serão realizados ao menos dois workshops, ou cursos de capacitação, voltados a gestores ambientais, em temáticas relacionadas ao PELD-MANP. Será criado um questionário de avaliação dos cursos, e da aplicabilidade do material para a gestão ambiental em diferentes contextos no Paraná.

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

Pretendemos continuar a contribuir com materiais, expertise e ideias para as iniciativas de divulgação científica do Programa PELD do CNPq, e nesta proposta se pretende que uma pessoa bolsista de Apoio à Difusão do Conhecimento (ADC 1B, nível mínimo mestrado) contribua para maior agilidade.

*14) Participar das reuniões de acompanhamento*

Pretendemos participar de todas as reuniões de acompanhamento, presenciais ou à distância, convocadas pelo CNPq, produzindo os materiais solicitados, preferencialmente por meio da presença do coordenador. Nestas próximas edições das reuniões de acompanhamento pretendemos também que o coordenador seja acompanhado do vice-coordenador, de forma a preparar a sucessão, para o edital de 2028

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*

Recenseamento a ser realizado em seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos, para os diferentes componentes. Em alguns casos, este será o terceiro censo, e em outros, o quarto ou quinto censos, o que aponta para a possibilidade de realização das

primeiras análises sobre padrões de médio-longo prazo (exceto Aves, que já havia ocorrido anteriormente).

Para alguns sítios de restauração, será realizado o quinto censo, com idades variando de 24 a 28 anos de idade.

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

Continuar a disponibilizar no SiBBr todos os dados que tenham sido coletados no PELD MANP; a meta é que todos os dados coletados até um ano antes dos eventos de avaliação sejam inseridos na plataforma, ao menos em modo privado, e em dois anos no modo público.

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

Com a seleção de um bolsista ADC pelo período do projeto e com a interação deste bolsista com a equipe será possível inserir materiais relevantes e manter atualização constante no site.

*4) 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). Este processo é feito continuamente e há previsão de recursos nesta proposta para a sua continuidade.

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

Como sempre ocorre, serão envolvidos estudantes em todas as atividades do PELD MANP, incluindo as de extensão e divulgação científica. Pretendemos que sejam disponibilizada ao menos três orientações diretamente ligadas ao PELD, em qualquer nível, por pesquisador

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

Em periódicos especializados, o grupo pretende produzir ao menos dois artigos em revista com JCR e um livro ou capítulo de livro por pesquisador, e que pelo menos um destes artigos discuta padrões temporais. Pretende-se organizar um workshop interno no segundo semestre de 2025 para preparar um artigo de síntese sobre os diferentes grupos biológicos (aves, abelhas, borboletas, mamíferos e plantas).

*7) Manter e estabelecer parcerias novas com pesquisadores e instituições estrangeiras, e estreitar as existentes.*

O grupo pretende manter a parceria internacional constituída a partir da chamada Biodiversa, apoiada pela CONFAP e pela União Europeia, em cooperação com pesquisadores da França (BIAM e ECCOREV) e Alemanha (Helmholtz Zentrum Muenchen), no projeto RESTORE. Além disso, o Projeto RESTORE tornou-se um NAPI (Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação, criado e fomentado pela Fundação Araucária).

Os pesquisadores do PELD MANP também estão reunidos nos NAPIs "Biodiversidade" e "Emergência Climática", onde interagem com outros pesquisadores, inclusive do sítio PELD PIAP, e com apoio da Fundação Araucária estão buscando estabelecer redes com outros países. Este grupo recebeu em abril de 2024 uma visita de pesquisadores da Austrália e de Moçambique, apoiada pela Fundação Araucária, visando estabelecer novas parcerias internacionais. Há uma nova rodada de discussão em um novo evento previsto para outubro de 2024.

*8) Manter e estabelecer relações com outros sítios PELD no Brasil*

Os pesquisadores do PELD MANP estão fazendo múltiplas gestões para estabelecer parcerias com outros sítios PELD:

- Parcerias nos NAPIs Biodiversidade e Emergência Climática (**PIAP**)
- Estudos sobre carbono e biodiversidade em áreas em restauração (**PIAP e MCF**)
- Análises conjuntas de registros de armadilhas fotográficas, com desenvolvimento de processos de automação de análises (**MCF e CCM**)

Além destes sítios PELD citados, o MANP tem parcerias com dois grupos que estão apresentando propostas de sítios novos:

- **Parque Nacional do Iguaçu** – coordenador Prof. Neucir Szinwelski, da Uniãoeste-Cascavel-PR, para análises da vegetação, aves e mamíferos.
- **Rebio Poço das Antas e APA da Bacia do Rio São João - Mico Leão** – coordenador Prof. Jerônimo Sansevero (UFRRJ), vice coordenador Dr. Luiz Fernando D. de Moraes (Embrapa Agrobiologia), para análises de dados da vegetação em sítios de restauração

Ambas as parcerias estão desenhadas para vigorar independentemente da aprovação ou não dos novos sítios PELD, uma vez que já contam com financiamento do CNPq-PPBio (P.N. Iguaçu) e do Instituto Serapilheira (Poço das Antas).

*9) Desenvolver uma estratégia de educação ambiental voltada para apoiar escolares e professores da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio).*

**Constituição de um “Painel Científico do PELD MANP”**, visando debater a seleção e o recorte de temas para orientar a relação com as Comunidades de Aprendizagem escolares

**Produção de materiais** (cartazes, folhetos, vídeos, podcasts e outras formas) para uso com as Comunidades de Aprendizagem

**Constituição de pelo menos uma e idealmente três Comunidades de Aprendizagem** em três escolas situadas na área de estudo do PELD MANP

**Discussão e proposição de melhorias** nas formas de abordagem para Educação Ambiental em escolas

**Integração escola-comunidade:** fortalecimento da relação entre a escola e a comunidade do PELD-MANP, por meio de ações ambientais conjuntas, promovendo uma educação participativa e inclusiva.

**Formação de multiplicadores:** criação de uma possível rede de multiplicadores que, através de atividades educativas e de sensibilização, possam expandir o conhecimento e práticas ambientais para outras comunidades escolares.

10) *Reformular, a divulgação científica do PELD-MANP, envolvendo diferentes públicos e plataformas, integrando os pesquisadores e alunos de pós-graduação da UEL nesta atividade, com a ajuda de um bolsista com plano de trabalho dedicado*  
Reformulação da página e redes sociais (Youtube e Instagram) do PELD-MANP, a partir da análise contínua de engajamento nessas plataformas. Produção de materiais distintos, em frequências semanais a mensais, com a equipe do projeto, coordenadas por bolsista específico para a área.

11) *Ampliar as ações de Ciência Cidadã realizadas no PELD-MANP em conjunto com as ações do NAPI Biodiversidade.*

Consolidação do componente de Ciência Cidadã do Observatório Paranaense de Espécies Invasoras, uma proposta do NAPI do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos, com testes e ajustes realizados pela equipe do PELD-MANP. Aplicação de ações do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos, e do PICCE (NAPI Paraná faz Ciência) como parte das ações de educação ambiental realizadas no PELD-MANP.

12) *Ampliar o alcance das informações produzidas pelo PELD-MANP entre gestores ambientais do Paraná.*

Realização de dois workshops ou cursos de capacitação com gestores ambientais no Paraná, a partir da consulta com o público-alvo, considerando as temáticas trabalhadas no PELD-MANP. Esses cursos serão realizados pela equipe do PELD-MANP, e apoiam ações do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos. As ações serão avaliadas *in loco* e após um ano de realizadas, para proporcionar uma análise da aplicabilidade dos temas abordados.

13) *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, com apoio do bolsista ADC a ser recrutado. O bolsista

terá como uma de suas tarefas direcionar materiais para o grupo a ser encarregado da estratégia nacional do PELD.

*14) Participar das reuniões de acompanhamento*

Participação em todas as reuniões de acompanhamento, presenciais ou à distância, convocadas pelo CNPq, produzindo os materiais solicitados. A partir desta vigência, estamos alocando recursos para participação do coordenador e do vice, ou de pelo menos um deste e mais um representante.

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.

Mais recentemente, os pesquisadores do PELD MANP envolveram-se na criação dos NAPIs (Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação) Emergência Climática e Biodiversidade – Serviços Ecossistêmicos. Neste contexto dos NAPIs é forte a interação com outros setores da academia e com órgãos de estado responsáveis por

políticas públicas, como o IAT, órgão ambiental do PR, a Defesa Civil, secretarias de governo e empresas públicas, como das áreas de saneamento e energia. Assim, há maior potencial para que os resultados das pesquisas influenciem as políticas públicas adotadas em escala estadual.

Outra interação que já ocorre há algum tempo é com o Ministério Público. Outrora muito forte, interrompida por resultado de aposentadorias e mudanças na equipe do MP, tem sido retomada com intensidade no Pós-Pandemia. A interação com as promotorias de meio ambiente é muito eficaz em contribuir com apoio técnico para ações que visam garantir ambiente e saúde da população. Os pesquisadores do PELD tem atuado, por exemplo, no apoio a iniciativas de restauração e a processos de avaliação do sucesso de iniciativas anteriores.

Ainda, ao longo de 2023 e 2024 foram retomadas tratativas, interrompidas pela Pandemia, com assentados de reforma agrária e terras indígenas, cujos habitantes tem demandas de apoio em iniciativas de restauração, tanto visando florestas de uso múltiplo quanto proteção de mananciais. A expectativa é que estes contatos resultem em ações ainda em 2024 e início de 2025.

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 continua sendo 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, e já foi coordenador do PPG-CB por duas gestões. O vice coordenador (Marcos Robalinho Lima) é atualmente coordenador do PPG (até maio de 2025). Nesta proposta estão sendo reservados recursos para a participação do coordenador e do vice, juntos, nas reuniões de acompanhamento, de forma a melhorar o aproveitamento destas ocasiões, que estão se tornando muito ricas e complexas em termos de interações com os colegas e com o CNPq, e também para que o vice coordenador possa assumir a coordenação sem sobressaltos em um próximo edital.

Há uma boa interação entre os pesquisadores. Nesta proposta um colega está deixando a equipe por questões de saúde e duas novas pessoas estão sendo integradas (Profª Drª Patrícia de Oliveira Rosa-Silva – Educação Ambiental, e a Profª Drª Ana Alice Eleutério, Divulgação Científica e Ciência Cidadã).

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.

Nesta proposta, pela primeira vez são incorporadas duas pesquisadoras, com subprojetos independentes, para abordar Educação Ambiental e Divulgação Científica. Além disso, estão sendo previstas bolsas para apoio a estas atividades.

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

GARCIA, JÉSSICA MAGON; CERQUEIRA DIAS RODRIGUES, LARISSA; PEREIRA, LYA CAROLINA DA SILVA MARIANO; VASCONCELOS, HERALDO LUÍS; **Torezan, José Marcelo Domingues**. 2024. . Influence of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* Linnaeus (1758) on the taxonomic and functional diversity of woody plants in Atlantic Forest fragments In PLANT ECOLOGY, v.1, p.1

ARCANJO, FÁTIMA A.; LEMOS, GIOVANNA G.; TARTARI, LETÍCIA G.; **Torezan, José M. D.**. 2023. . Low predictability in aboveground biomass accumulation in Brazilian semi-deciduous seasonal Atlantic Forest restoration sites In RESTORATION ECOLOGY, v.1, p.1

GARCIA, JÉSSICA MAGON; GONZAGA, GÉSSI DE SOUSA; BORDIGNON, ALEXANDRE MELLO; **Torezan, José Marcelo Domingues**. 2023. Nest density of *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) in Atlantic Forest restoration sites depends on the surrounding landscape In JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY, v.39, p.1 - 6

ARCANJO, FÁTIMA A.; BARUFI, GABRIELA MELLO; **Torezan, José Marcelo Domingues**. 2023. . Selective logging that occurred decades ago is still impacting aboveground biomass and tree assemblage structure in Brazilian semi-deciduous seasonal Atlantic forest fragments In FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, v.535, p.120895 - 120904

ARCANJO, FÁTIMA A.; **Torezan, José M. D.**. 2022. Aboveground biomass accumulation and tree size distribution in seasonal Atlantic Forest restoration sites In RESTORATION ECOLOGY, v.1, p.1 - 7

SOUZA, JVC; SOUZA-GONZAGA, G; MELO-TAMBANI, J; HERTEL, MF; DE PAULA, VLM; **Torezan, JMD**. 2022.. DAILY AND SEASONAL VARIATION OF SOIL RESPIRATION IN A SEASONAL SEMIDECIDUAL ATLANTIC FOREST FRAGMENT AND A RESTORATION SITE IN SOUTHERN BRAZIL In JOURNAL OF TROPICAL FOREST SCIENCE, v.34, p.133 - 141

MANTOANI, MAURÍCIO CRUZ; **Torezan, José Marcelo Domingues**. 2022. Early responses of regeneration to weeding and herbicide application to control Guinea-grass in a 20-year-old Atlantic Forest undergoing restoration In Restoration Ecology, v.E13792, p.1

Carlucci, Marcos Bergmann; Marcilio-Silva, Vinícius; Torezan, José Marcelo. 2021. The

Southern Atlantic Forest: Use, Degradation, and Perspectives for Conservation In The Atlantic Forest, edited by Marcia C. M. Marques; Carlos E. V. Grelle. e ed 1, 91-111. Cham, Swtizerland: Springer International Publishing

Torezan, José Marcelo Domingues. 2020. Amostragem e monitoramento de fauna e flora na Floresta Estacional d ed 1. vols 1, p. 242. Londrina: Eduel

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);

### Orçamento CNPq CUSTEIO

Item	tipo	valor unit.	quant.	total	justificativa
Pilhas AA	consumo	R\$ 5,00	600	R\$ 3.000,00	trabalho de campo
Pilhas AAA	consumo	R\$ 5,00	20	R\$ 100,00	trabalho de campo
Pilhas D	consumo	R\$ 30,00	20	R\$ 600,00	trabalho de campo
Pneus, alinhamento, balanceamento	consumo	R\$ 4.800,00	2	R\$ 9.600,00	veículo de campo - unitário = 1 troca
Troca de óleo e filtros	consumo	R\$ 1.500,00	4	R\$ 6.000,00	veículo de campo - unitário = 1 troca
EPI-Perneiras	consumo	R\$ 40,00	3	R\$ 120,00	trabalho de campo
EPI-Rolo adesivo limpa tecido	consumo	R\$ 10,00	10	R\$ 100,00	Tirar carrapato da roupa
Cartão de memória 64GB micro SD	consumo	R\$ 50,00	60	R\$ 3.000,00	trabalho de campo CAMTRAP
Cartão de memória 32GB micro SD	consumo	R\$ 50,00	10	R\$ 500,00	trabalho de campo CAMTRAP (antigas)
Milhar Folhas Papel Vegetal 90g/m2 A4	consumo	R\$ 600,00	1	R\$ 600,00	processamento de Lepidoptera
Milhar Folhas Papel Premium Vergê Branco 180g A4	consumo	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00	processamento de Lepidoptera
Cento Alfinete Entomológico, tamanhos micron, 1,2,3,4	consumo	R\$ 90,00	100	R\$ 9.000,00	processamento de Lepidoptera
EPI-Filtro solar fator 50	consumo	R\$ 50,00	100	R\$ 5.000,00	Trabalho de campo
EPI-Repelente 150 ml	consumo	R\$ 100,00	100	R\$ 10.000,00	Trabalho de campo
Reagentes para análises de laboratório	consumo	R\$ 15.000,00	1	R\$ 15.000,00	Solventes para extração de nutrientes
cano de pvc, 40mm, 6 m	consumo	R\$ 50,00	10	R\$ 500,00	Manutenção das parcelas
Cartão de Memória 64GB	consumo	R\$ 85,00	20	R\$ 1.700,00	Para gravadores (PAM - Ciência cidadã)
Pilha Recarregável AAA 1000mah (bem. 4 unidades)	consumo	R\$ 80,00	20	R\$ 1.600,00	Para gravadores (PAM - Ciência cidadã)
toner para impressora hp laserjet pro mpf m127, preto	consumo	R\$ 560,00	2	R\$ 1.120,00	impressão de rótulos
fita crepe 25mm, pacote com 5 unidades	consumo	R\$ 30,00	10	R\$ 300,00	coleta de amostras

Item	tipo	valor unit.	quant.	total	justificativa
Diarias de campo	diarias	R\$ 320,00	20	R\$ 6.400,00	Instalação de gravadores em campo
Diarias de campo	diarias	R\$ 320,00	12	R\$ 3.840,00	Amostragem no PN do Iguazu
Diárias campo	diárias	R\$ 320,00	480	R\$ 153.600,00	trabalho de campo
Diárias eventos	diárias	R\$ 320,00	10	R\$ 3.200,00	reunião AA em BSB - 2 pessoas
Diárias mobilidade Londrina-Foz do Iguazu	diárias	R\$ 320,00	40	R\$ 12.800,00	reuniões de trabalho
Passagem LDB-BSB-LDB	passagem	R\$ 3.000,00	2	R\$ 6.000,00	reunião AA em BSB - 2 pessoas
Montagem de alambrado	serviço	R\$ 6.000,00	1	R\$ 6.000,00	proteção de estação meteorológica
Serviços gráficos	serviço	R\$ 18.000,00	1	R\$ 18.000,00	material de divulgação científica
Serviços de editoração gráfica	serviço	R\$ 5.000,00	1	R\$ 5.000,00	preparação de material educativo
Reparos e manutenção preventiva	serviço	R\$ 7.500,00	2	R\$ 15.000,00	veículo de campo - unitário = 1 revisão
Confecção de camisetas com logo do PELD	serviço	R\$ 50,00	20	R\$ 1.000,00	Identificação da equipe em campo
Total=				R\$ 299.080,00	

### Orçamento CNPq BOLSAS

tipo de bolsa	valor unit.	meses	total	justificativa
ADC1B	R\$ 3.900,00	41	R\$ 159.900,00	apoio a difusão do conhecimento
DTI-C	R\$ 1.430,00	36	R\$ 51.480,00	apoio a difusão do conhecimento
IEX	R\$ 700,00	36	R\$ 25.200,00	apoio educação ambiental
ITI-B	R\$ 300,00	36	R\$ 10.800,00	apoio educação ambiental
Total=			R\$ 247.380,00	

m) Caso pertinente, apresentar orçamento complementar específico para a FAP e justificativa da relevância da pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico do estado.

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 a formação de recursos humanos de alto nível.

#### Orçamento Fundação Araucária CUSTEIO - BOLSAS

Item	tipo	valor unit.	quant.	total	justificativa
Bolsa Técnico II (BT-NS)	Bolsa	R\$ 2.500,00	12	R\$ 30.000,00	Biomonitoramento de N e P
Bolsa de Doutorado	Bolsa	R\$ 3.100,00	24	R\$ 74.400,00	Mamíferos e ciência cidadã
Bolsa de Mestrado	Bolsa	R\$ 2.100,00	48	R\$ 100.800,00	A recrutar, conforme ranking da seleção
Bolsa Pós_Doutorado JR	Bolsa	R\$ 5.125,00	24	R\$ 123.000,00	Para atuar entre os laboratórios do Peld
Bolsas de IC	Bolsa	R\$ 700,00	60	R\$ 42.000,00	Oito cotas de 12 meses
Total=				R\$ 370.200,00	

## Orçamento Fundação Araucária CAPITAL

Item	tipo	valor unit.	quant.	total	justificativa
Projektor	equip	R\$ 3.500,00	1	R\$ 3.500,00	divulgação científica e cursos com gestores
Notebook 9 a 11'	equip	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00	uso em campo - coletores de dados
notebook 13 a 15'	equip	R\$ 10.000,00	1	R\$ 10.000,00	uso para análise de dados e modelos
HD externo 2 TB	equip	R\$ 600,00	3	R\$ 1.800,00	para backup de dados de vídeos de mamíferos
HD externo 2 TB	equip	R\$ 600,00	1	R\$ 600,00	para backup de dados e fotografias de insetos
Gerador à Gasolina 4T partida elétrica, 4000W	equip	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00	Coletas Lepidoptera noturnos
Armadilha VSR padrão	equip	R\$ 200,00	50	R\$ 10.000,00	Coleta de Lepidoptera guilda frugívora
GPS Pórtatil Multibandas	equip	R\$ 5.000,00	1	R\$ 5.000,00	trabalho de campo mamíferos
Máquina fotográfica	equip	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00	Documentar trabalho de campo
Máquina de gelo	equip	R\$ 13.000,00	1	R\$ 13.000,00	Gelo para armazenamento de amostras
Sensores de microclima	equip	R\$ 27.000,00	1	R\$ 27.000,00	sensores para microclima
Gravador Song Meter Micro 2 (Wildlife Acoustics)	equip	R\$ 950,00	20	R\$ 19.000,00	Atividade de monitoramento de Aves
HD WD Red Plus 12TB (WD120EFBX)	equip	R\$ 2.034,00	6	R\$ 12.204,00	Armazenamento das gravações e videos
Synology NAS 6 Baias DiskStation DS1621+	equip	R\$ 11.343,00	1	R\$ 11.343,00	Armazenamento das gravações e videos
tesoura de poda alta, profissional	equip	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00	coleta de material botânico
tesoura de poda	equip	R\$ 40,00	2	R\$ 80,00	coleta de material botânico
Total=				R\$ 122.927,00	

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

Atividades	Bimestres																													
	Ano 1						Ano 2						Ano 3						Ano 4											
<b>Meta 1 Recenseamento em 6 fragmentos florestais e 4 reflorestamentos</b>																														
Vegetação e biomassa							x	x	x	x	x	x													x	x	x	x	x	x
Biomonitoramento N P	x	x	x	x	x	x																								
Abelhas e vespas	x	x	x	x	x	x																								
Aves							x	x	x	x	x	x																		
Lepidoptera							x	x	x	x	x	x																		
Mamíferos	x	x	x	x	x	x													x	x	x	x	x	x						
<b>Meta 2 - Organizar e divulgar os dados no SiBBr</b>																														
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	x	x	x	x	x	x	x
Upload no SiBBr	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Meta 3 - Divulgar informações no site</b>																														
Reformulação do site	x	x	x																											
Atualização	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Meta 4 Conservar estruturas</b>																														
Manutenção em trilhas	x	x					x	x											x	x										
Revisão e download em estações	x		x			x			x			x			x			x			x			x			x			x
revisão no veículo						x						x						x						x						x
<b>Meta 5 - formação de recursos humanos</b>																														
realizar reuniões de nivelamento	x		x			x			x			x			x			x			x			x			x			x
promover seminários	x			x		x			x			x			x			x			x			x			x			x
armazenar trabalhos de conclusão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Meta 6 - Publicar livros e artigos</b>																														
publicar em periódicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
publicar livro																									x					
<b>Meta 7 - Estabelecer parcerias internacionais</b>																														
Concluir RESTORE	x	x	x	x	x	x																								
Parcerias com Austrália	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Visita U. Florida						x																			x					
SER2025 Conf. Restauração						x	x																							
<b>Meta 8 - Estabelecer relações com outros sítios PELD</b>																														
Restauração com PELD PIAP & MCF				x	x	x	x	x	x	x	x	x																		
Análises mamíferos MCF & CCM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NAPIs PIAP	x	x	x	x	x	x																								
Possíveis sítios novos	x	x	x																											

	Bimestres																								
Atividades	Ano 1						Ano 2						Ano 3						Ano 4						
<b>Meta 9 - Desenvolver uma estratégia de educação ambiental</b>																									
Fase I - Painei	x	x	x																						
Fase II - Comunidades				x	x	x	x	x	x																
Fase III - Avaliação										x	x														
Fase IV - Difusão																		x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Meta 10 - Iniciativa Comunicação da Ciência do PELD-CNPq</b>																									
Produzir e disponibilizar conteúdo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Promover eventos abertos			x			x			x			x			x			x			x			x	
Interagir com a equipe do projeto Comunicação do CNPq	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Meta 11 - Reuniões de acompanhamento</b>																									
Participar de reuniões										x															x

o) Apoio institucional explícito da instituição executora para a manutenção do sítio de pesquisa e desenvolvimento da pesquisa proposta, com indicação da infra-estrutura, equipamentos e pessoal disponível.

### **Equipe**

A equipe atual do PELD MANP consiste em oito docentes efetivos, estáveis, da UEL e uma da Unila. Há ainda uma docente aposentada em regime de professora sênior, atuando no Peld e na pós-graduação. A equipe atua em dois cursos de pós-graduação.

### **Apoio Técnico**

Há uma técnica de nível superior, um de nível médio e dois auxiliares de campo, todos habilitados à condução de veículos. Há servidores permanentes, privados ou públicos, em todos os sítios, para o efeito de emergências. O PELD MANP tem um protocolo de segurança que determina equipes mínimas de três pessoas.

### **Logística e infraestrutura disponível**

Os seis locais principais de amostragem (Parque Estadual Mata dos Godoy, Parque Estadual de Ibicatu, Fazenda Bule, Fazenda Alvorada, Fazenda Congonhas e Fazenda Santo Antônio) estão a até uma 1h30' de carro de Londrina, onde fica a UEL. As fazendas Alvorada e Santo Antônio já oferecem algum apoio logístico para pesquisas do PELD. O acesso à fazenda Congonhas foi fechado a partir de 2021 com a venda da propriedade, mas neste mês de setembro de 2024 o Conselho de Administração da UEL aprovou um convênio com a empresa que adquiriu a fazenda e o acesso deve ser retomado. O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) situa-se a cerca de 15km do centro da cidade de Londrina e além disso conta com excelente infra-estrutura de hospedagem para pesquisadores, que tem sido utilizada por pesquisadores do PELD. No Parque Estadual de Ibicatu também há infraestrutura para armazenamento e para hospedagem, porém mais simples que a do PEMG. Nas demais UCs há apoio básico, com espaço para armazenamento, mas não para pernoite.

O deslocamento atualmente para o trabalho de campo se faz por meio de veículos já existentes, tendo sido adquirido um veículo exclusivo do PELD (picape VW Amarok cabine dupla 4x4), com recursos do edital passado, e foi dada manutenção em outros veículos (picape Mitsubishi L200 e VW-Kombi) com uso parcial na amostragem do PELD. No projeto os pesquisadores podem conduzir os veículos, e há mais três técnicos de apoio em campo que o fazem.

## CARTA DE APOIO INSTITUCIONAL

A Universidade Estadual de Londrina apoia a continuidade do sítio PELD Mata Atlântica do Norte do Paraná – PELD MANP que, em 2024, completa dez anos de atividades envolvendo docentes, estudantes de graduação e pós-graduação e servidores técnicos.

As atividades do PELD MANP têm sido fundamentais como oportunidades de pesquisa e engajamento em atividades científicas para professores e estudantes, e são uma das importantes iniciativas de interação da Universidade com a comunidade regional, abrangendo o setor rural, outros Órgãos de Estado e Organizações não governamentais.

Além do reconhecimento formal destas atividades, a Universidade Estadual de Londrina apoia o PELD MANP, também, por meio da gestão do orçamento oriundo da Fundação Araucária, bem como por meio de apoio em assessoria de imprensa e assessoria jurídica.

Sendo uma iniciativa de pesquisa científica de longo prazo, a Universidade Estadual de Londrina espera que o PELD MANP possa continuar suas atividades com apoio do CNPq.

Londrina, 19 de setembro de 2024.

  
**Prof. Dra. Marta Regina Gimenez Favaro**  
Reitora

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

NAPI Emergência Climática Fundação Araucária - R\$ 233.474,00 - até maio de 2027

NAPI Biodiversidade Serviços Ecosistêmicos - Fundação Araucária - Valor R\$ 1.097.755,00, maio de 2023 a abril de 2026.

RESTORE - Fundação Araucária e União Europeia - R\$ 450.358,00 - até março de 2025

Projeto Capivara - Fundação de Apoio à UEL e CTG Brasil S/A – R\$95 mil - fev de 2024 a fev 2026

Projeto Atalla – Fundação de Apoio à UEL e Grupo Atalla S/A – R\$700mil fev de 2024 fev de 2028

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.



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 PPG-CB, que tem como Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação de Hábitats Fragmentados. Destaco inclusive, que o PELD-MANP é um dos projetos de pesquisa cadastrado na Plataforma Sucupira devido a sua grande relevância no desenvolvimento de pesquisa e formação de recursos humanos junto ao PPG-CB.

Para o PPG-CB é vital que sejamos contemplados na chamada *CNPq/CONFAP-FAPS/PELD N° 23/2024 - desenvolvimento e o aperfeiçoamento do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração – PELD*, visto que do total de 18 pesquisadores do núcleo permanente, 9 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 mestrados e teses de doutorado.

Londrina 18 de setembro de 2024

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARCOS ROBALINHO LIMA  
Data: 18/09/2024 11:06:49-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Prof. Dr. Marcos Robalinho Lima**  
Coordenador do Programa de  
Pós-graduação em Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Londrina

Campus Universitário: Rodovia Celso Garcia Cid (PR 445), km 380 - Fone (43) 3371-4000 PABX - Fax 3328-4440 - Caixa Postal 10.011 - CEP 86057-970 - Internet <http://www.uel.br>  
Hospital Universitário/Centro de Ciências da Saúde: Av. Robert Koch, 60 - Vila Operária - Fone (43) 3381-2000 PABX - Fax 3337-4041 e 3337-7495 - Caixa Postal 791 - CEP 86038-440  
LONDRINA - PARANÁ - BRASIL

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

Como descrito acima, pesquisadores do PELD MANP projeto 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. Neste caso, não há grupos associados a sítios LTER entre os parceiros.

No entanto, os pesquisadores do PELD estão construindo uma nova parceria internacional a partir da Missão de Pesquisadores da Austrália e Moçambique, apoiada pela Fundação Araucária, realizada em abril de 2024, com nova rodada de discussão prevista para outubro de 2024, onde há pelo menos um sítio I LTER (TERN - The University of Queensland)

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

Como descrito acima, a equipe do PELD MANP está desenvolvendo parcerias em duas frentes:

\*Pesquisa em Restauração Ecológica - Com integração de dados de dois sítios já existentes (PIAP e MCF) e com um grupo propondo sítio PELD novo.

\*Pesquisa utilizando armadilhas fotográficas - Parte da equipe do PELD MANP, em parceria com outros pesquisadores no NAPI Biodiversidade, está desenvolvendo algoritmos para análise automatizada de vídeos de armadilhas fotográficas (“*cameras-trap*”), com foco em mamíferos, e está propondo compartilhamento de dados inicialmente com os sítios MCF e CCM, mas com potencial para interagir com outros grupos PELD que utilizem este tipo de equipamento.

- 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 dois anos) 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.

- 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).

[COLOCAR ESTRATÉGIA POR PÚBLICO-ALVO DE FORMA RESUMIDA]

**Estudantes e professores do ensino básico**

O PELD MANP está propondo, desta vez, um subprojeto inteiramente dedicado a este público, com uma estratégia complexa voltada para a educação ambiental, que envolve garantir o engajamento da equipe de pesquisa (Painel Científico), produção de materiais e atividades nas escolas (Comunidades de Aprendizagem), coordenada por uma especialista no assunto.

**Gestores de UCs e outros servidores em órgãos ambientais**

Das UCs incluídas no PELD, o contato é direto e feito de forma ativa pela equipe. Outros servidores do órgão ambiental do estado, o IAT (antigo IAP) estão sendo contatados desde 2021 com oferecimento de apoio para estabelecer práticas de manejo dos porcos ferais (javalis), especialmente no PE Mata do Godoy.

Além disso, todos são regularmente convidados quando ocorrem eventos na Universidade, como workshops, cursos, palestras, etc., mas nesta proposta estamos propondo a realização de dois workshops ou cursos de capacitação com gestores ambientais no Paraná, a partir da consulta com o público-alvo, considerando as temáticas trabalhadas no PELD-MANP. Esses cursos serão realizados pela equipe do PELD-MANP, com apoio do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos. As ações serão avaliadas *in loco* e após um ano de realizadas, para proporcionar uma análise da aplicabilidade dos temas abordados

**Terras Indígenas, Assentamentos de Reforma Agrária e agricultura familiar**

Indígenas tem trazido demandas, principalmente relacionadas com Restauração Ecológica, por dois canais, principalmente: por meio da comunidade de estudantes indígenas da UEL, e por meio de lideranças com quem a equipe já tem contato há

bastante tempo. Está sendo negociado para o próximo ano (2025) um projeto associado com a cadeia produtiva do palmito jussara.

Assentados da reforma agrária procuram a equipe regularmente, também com demandas ligadas à restauração. Em geral, além da doação de mudas a equipe fornece assistência técnica, laudos de regularidade ambiental (parte dos requisitos para obtenção de certificação orgânica) e promove visitas técnicas.

#### **Público interessado em assuntos específicos - ciência cidadã**

Também este componente está sendo tratado com um componente específico, com diversas atividades, algumas já em andamento (estão sendo promovidos, desde 2022, grupos de observação de aves). Há planos de envolver voluntários na análise de vídeos de armadilhas fotográficas, áudios de gravadores autônomos, além de contribuição no registro de borboletas. Uma iniciativa a destacar é a consolidação do componente de Ciência Cidadã do *Observatório Paranaense de Espécies Invasoras*, uma proposta conjunta com o NAPI Biodiversidade: Serviços Ecossistêmicos, com testes e ajustes realizados pela equipe do PELD-MANP.

#### **Redes sociais**

Embora até o presente a abordagem de redes sociais do PELD MANP tenha sido tímida, especialmente em decorrência da deficiência na produção de materiais, por sua vez decorrente da falta de equipe com dedicação específica para estas atividades, estamos planejando não uma simples intensificação, mas uma mudança do papel da ação do PELD MANP nas redes sociais. É evidente que um grupo de pesquisadores jamais vai desenvolver uma abordagem “competitiva”, profissional, em termos de disputar a atenção do público. O que prevemos é que as redes sociais podem servir como canais complementares de interação com os públicos-alvo a serem acessados pelas demais estratégias, e a movimentação “orgânica”, natural, com material oriundo das atividades nas escolas, nos cursos, com o público de ciência cidadã, por exemplo, termine por trazer mais interessados nestas estratégias no “mundo real”, com efeitos colaterais positivos de aumentar o “engajamento” nas redes e facilitar a contribuição para a comunicação do PELD nacional.

## Sítio PELD MANP - Apêndice – Detalhamento dos subprojetos Edital 2024

### Conteúdo deste Apêndice

<b>Locais de amostragem .....</b>	<b>2</b>
FRAGMENTOS FLORESTAIS .....	2
SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO .....	2
<b>Periodicidade de amostragem .....</b>	<b>7</b>
<b>Dados climáticos .....</b>	<b>7</b>
<b>Estoques de carbono .....</b>	<b>8</b>
INTRODUÇÃO .....	8
MÉTODOS .....	11
LOCAIS DE AMOSTRAGEM E PERIODICIDADE .....	11
REFERÊNCIAS .....	12
<b>Dinâmica da vegetação .....</b>	<b>17</b>
INTRODUÇÃO .....	17
MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
REFERÊNCIAS .....	21
<b>Biomonitoramento de nitrogênio e fósforo .....</b>	<b>23</b>
INTRODUÇÃO .....	23
MÉTODOS .....	26
RESULTADOS E PRODUTOS ESPERADOS .....	28
REFERÊNCIAS .....	28
<b>Ecologia de abelhas e vespas .....</b>	<b>31</b>
INTRODUÇÃO .....	31
MATERIAL E MÉTODOS .....	33
RESULTADOS E PRODUTOS ESPERADOS .....	34
PRINCIPAIS REFERÊNCIAS .....	34
<b>Monitoramento de Aves .....</b>	<b>37</b>
INTRODUÇÃO .....	37
MATERIAL E MÉTODOS .....	38
REFERÊNCIAS .....	39
<b>Monitoramento de Lepidoptera .....</b>	<b>41</b>
INTRODUÇÃO .....	41
METODOLOGIA .....	41
REFERÊNCIAS .....	42
<b>Monitoramento de mamíferos de médio e grande .....</b>	<b>44</b>
INTRODUÇÃO .....	44
MATERIAL E MÉTODOS .....	46
REFERÊNCIAS .....	48
<b>Divulgação e comunicação da Ciência .....</b>	<b>51</b>
WORKSHOPS .....	52
SITE E REDES SOCIAIS .....	52
INICIATIVA BIOTA DO MANP .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
<b>Educação Ambiental Climática: “PELD MANP Vai à Escola” .....</b>	<b>57</b>
INTRODUÇÃO .....	57
MÉTODOS .....	59
REFERÊNCIAS .....	60

## Locais de amostragem

### Fragmentos Florestais

Dos 12 fragmentos propostos originalmente 6 considerados como pontos de amostragem principais (com pretensão de amostragem periódica e de longo prazo, são pontos de maior segurança para pessoas e equipamentos) e 8 secundários (a serem usados para complementar o desenho amostral de pesquisas específicas e para composição de listas de flora e fauna regional; Tabela 1).

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, é considerado um ecossistema de referência. No entanto, a equipe de mamíferos do PELD MANP detectou a presença de javalis (porcos ferais) em 2019 e um aumento expressivo da abundância desta espécie nos últimos quatro anos. Este aumento da invasão certamente refletirá nos indicadores da fauna de mamíferos nativos e de vegetação. A equipe trabalha com o gestor da UC e com o órgão ambiental do PR para pressionar por medidas de manejo, e oferece continuamente informações e apoio neste sentido.

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, mas a equipe do PELD MANP estabeleceu uma parceria com um grupo de pesquisadores liderados pelo Prof. Neucir Szinwelski, da Unioeste-Cascavel-PR. O Prof. Neucir e a Prof. Nédia Ghisi (também Unioeste) estão coordenando uma proposta de sítio Peld baseada no PN Iguaçu, onde o Prof. Victor Pereira Zwiener (UTFPR) está responsável pela vegetação, e o Prof. Victor Prasniewski (Unioeste) pela amostragem de Aves. A parceria está desenhada para vigorar independentemente da aprovação ou não do novo sítio Peld.

### 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 50 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 2022-2023 ocorreu 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	34	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 um ano e será repetido a cada quatro 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.

<b>Subprojeto</b>	<b>Duração da campanha</b>	<b>Intervalo entre campanhas</b>	<b>Locais simultâneos</b>
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	um ano	quatro anos	um
Abelhas e vespas	seis meses	quatro anos	metade
Aves	dois anos	dois anos	todos
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 definida para o projeto.

## Dados climáticos

Há três estações meteorológicas instaladas (PEMG, Faz. Alvorada e Campus da UEL). Com

a retomada das atividades na Faz. Congonhas, após a assinatura do convênio, será instalada uma estação também ali. Uma estação instalada no PE Ibicatu foi removida após vandalismo praticado junto à sede da UC, e deverá ser re-instalada com alambrado de proteção. Os dados são baixados periodicamente e armazenados em mídia digital offline e em uma pasta do Google Drive, estando disponíveis aos interessados.

Além destas estações meteorológicas em áreas abertas, foram instaladas em três sítios, com previsão de instalação em pelo menos mais um, sensores adicionais de temperatura e umidade do ar e do solo, e radiação fotossinteticamente ativa, em três pontos por ambiente (reflorestamento ou fragmento florestal). Havendo possibilidade de aquisição de mais sensores, este número deverá ser elevado para atingir os seis locais de amostragem principal e cinco pontos de monitoramento por ambiente.

## Estoques de carbono

José Marcelo D. Torezan e Alba Lúcia Cavalheiro

### 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, na atmosfera, se estiverem crescendo (ou seja, aumentando os seus estoques de biomassa) ou, por outro lado, podem contribuir para aumentar as emissões de CO<sub>2</sub> não apenas por meio do desmatamento, mas também se submetidas a alterações no regime de perturbações, como após secas extremas, extração seletiva de madeira (Arcanjo et al. 2023a), 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 perda (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 (Arcanjo et al. 2023b), 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). Nas primeiras avaliações de sítios de restauração realizadas pelo PELD MANP (com três censos) está claramente indicada esta tendência (dissertação de Giovanna G. Lemos, e artigo em preparação).

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 de carbono em ecossistemas florestais (reflorestamentos e fragmentos remanescentes) e (ii) 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.

## 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 três censos.

### *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.

### *Estimativas de necromassa*

Nos seis fragmentos florestais e quatro sítios de restauração principais serão também estimados os estoques de necromassa (Suganuma & Torezan 2013), como estratégia complementar às estimativas de biomassa.

Serão coletadas amostras das camadas superficiais do solo (0-20 cm e 20-50 cm) compostas de quatro perfurações em cada parcela, para estimativa da massa de raízes finas, matéria orgânica morta fragmentada e matéria orgânica fina total na amostra, pelo método de perda de massa por ignição, 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

Alexander, S. A., & Palmer, C. J. Forest Health Monitoring in the US: First Four Years. Environmental Monitoring Assessment, 55, 267-277, 1999.

- Alves, L. F., Vieira, S. A., Scaranello, M. A., Camargo, P. B., Santos, F. A. M., Joly, C. A., & Martinelli, L. A. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). *Forest Ecology and Management*, 260(5), 679–691, 2010.
- Arcanjo, F. A.; Barufi, G. M.; Torezan, J. M. D.. 2023a. . Selective logging that occurred decades ago is still impacting aboveground biomass and tree assemblage structure in Brazilian semi-deciduous seasonal Atlantic forest fragments In *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, v.535, p.120895 - 120904
- Arcanjo, F. A.; Lemos, G. G.; Tartari, L. G.; Torezan, J. M. D.. 2023b. Low predictability in aboveground biomass accumulation in Brazilian semi-deciduous seasonal Atlantic Forest restoration sites In *RESTORATION ECOLOGY*, v.1, p.1
- Arcanjo, F.A.; Taglianetti, E.; Torezan, J. M. D. Big Trees, Big Fall: Large-diameter trees and the fate of carbon stocks in atlantic forest remnants. *Oecologia Australis*, 24(2):438-447, 2020.
- 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>.
- Bonan, G.B.Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320, 1444–1449, 2008.
- Brando, P. M.; Coe, M. T.; Defries, R.; Azevedo, A. A.; B, P.T.R.S. Ecology, economy and management of na agroindustrial frontier landscape in the southeast Amazon. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 368, 1619, p. 9, 2013.
- Brown, S.; Lugo, A.E. Tropical Secondary Forests. *Journal of Tropical Ecology*. n. 6, v. 1, p. 1-32, 1990.
- Bruna, E.M. Biodiversity: seed germination in rainforest fragments. *Nature*, 402,139-140, 1999.
- 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.
- 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>.
- Chen, H. Y. H. & Luo, Y. Net aboveground biomass declines of four major forest types with forest ageing and climate change in western Canada's boreal forests. *Global Change Biology*, 21, 3675– 3684, 2015.
- 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.
- Conkling, B. L., Coulston, J. W., & Ambrose, M. J. Forest Health Monitoring: 2001 National Technical Report . Gen. Tech. Rep. SRS-84, Ashville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 2005.
- D'Albertas, F., Costa, K., Romitelli, I., Barbosa, J.M., Vieira, S. A., & Metzger, J. P. Lack of evidence of edge age and additive edge effects on carbon stocks in a tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 407, 57–65, 2018.
- de Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Econ.* 41, 393–408, 2002.
- de Paula, M.D., Groeneveld, J., Huth, A. The extent of edge effects in fragmentedlandscapes: Insights from satellite measurements of tree cover. *Ecol. Indic.* 69, 196–204, 2016.
- Dean, W. R., Milton, S. J. & Jeltsch, F. Large trees, fertile islands, and birds in arid savanna. *Journal of Arid Environments*,41, 61–78, 1999.
- 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.
- Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515, 2003.

- Fischer, J. e Lindenmayer, D.B. Landscape Modification and Habitat Fragmentation: A Synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 265-280, 2007.
- Gilman, E.F.; Duryea, M.L.; Kampf, E.; Partin, T.J.; Delgado, A.; Lehtola, C.J. Assessing damage and restoring trees after a hurricane, 2006.
- 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.
- Laurance, W. F., Delamônica, P., Laurance, S. G., Vasconcelos, H. L., & Lovejoy, T. E. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature*, 404(6780), 836, 2000.
- Laurance, W. F., Perez-Saliciprup, D., Delamonica, P., Fearnside, P. M., D'Angelo, S., Jerzolimski, A., Pohl, L. & Lovejoy, T. E. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82,105–116, 2001.
- Laurance, W.F., 2002. Hyperdynamism in fragmented habitats. *J. Veg. Sci.* 13, 595–602. Gascon, C., Williamson, B., Fonseca, G.A.B. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, 288, 1356–1358, 2000.
- Laurance, W.F., Camargo, J.L.C., Fearnside, P.M., Lovejoy, T.E., Williamson, G.B., Mesquita, R.C.G., Meyer, C.F.J., Bobrowiec, P.E.D., Laurance, S.G.W. An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change. *Biol. Rev.* 93, 223–247, 2018.
- Laurance, W.F., Nascimento, H.E.M., Laurance, S.G., Andrade, A., Ribeiro, J.E.L.S., Giraldo, J.P., Lovejoy, T.E., Condit, R., Chave, J., Harms, K.E. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 103, 19010–19014, 2006a.
- Laurance, W.F., Nascimento, H.E.M., Laurance, S.G., Andrade, A.C., Fearnside, P.M., Ribeiro, J.E.L., Capretz, R.L. Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees. *Ecology*, 87, 469–482, 2006b.
- Laurance, W.F., Williamson, G.B., Delamônica, P., Oliveira, A., Lovejoy, T.E., Gascon, C., Pohl, L. Effects of a strong drought on Amazonian forest fragments and edges. *J.Trop. Ecol.* 17, 771– 785, 2001.
- 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](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.
- Michalski, F., Nishi, I., Peres, C.A. Disturbance-Mediated Drift in Tree Functional Groups in Amazonian Forest Fragments. *Biotropica*, 39, 691–701, 2007.
- Phillips, O. L., R. J. W. Brienen and The RAINFOR Collaboration. Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions. *Carbon Balance and Management.* 12: 1–9, 2017.
- Punchi-Manage, R., Wiegand, T., Wiegand, K., Getzin, S., Huth, A., Gunatilleke, C. V. S. & Gunatilleke, I. A. U. Neighborhood diversity of large trees shows independent species patterns in a mixed dipterocarp forest in Sri Lanka. *Ecology*, 96, 1823–1834, 2015.
- 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.

- Ribeiro, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v.142, n.6, p. 1141- 1153, 2009.
- 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.
- Schiatti, 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>.
- Shafer, M.L. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience*, 31: 131-134, 1981.
- 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.
- Sisk, T.D.; Haddad, N.M. Incorporating the effects of habitat edges into landscape models: effective area models for crossboundary management. In: Jingo, L. & Taylor, W. W. Integrating landscape ecology into natural resource management. p. 208-240, 2002.
- Slik, J. W. F., Paoli, G., McGuire, K., Amaral, I., Barroso, J., Bastian, M., Blanc, L., Bongers, F., Boundja, P., Clark, C., Collins, M., Dauby, G., Ding, Y., Doucet, J.-L., Eler, E., et al. Large trees drive forest aboveground biomass variation in lowland forests across the tropics. *Global Ecology and Biogeography*, 22, 1261–1271, 2013.
- 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.
- Spracklen, D. V, Arnold, S.R., Taylor, C.M. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, 489, 282, 2012.
- 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>.
- Stone, C., Matsuki, M., & Carnegie, A. Pest and Disease Assessment in Young Eucalypt Plantations: Field Manual for Using the Crown Damage Index. Canberra: National Forest Inventory Bureau of Rural Science, 2003a.
- Stone, C., Wardlaw, T., Floyd, R., Carnegie, A., Wylie, R., & Little, D. Harmonisation of Methods for the Assessment and Reporting of Forest Health in Australia—A Starting Point. *Australian Forestry*, 66, 233-246, 2003b.
- 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
- Thomas, R. Q., Kellner, J. R., Clark, D. B. & Peart, D. R. Low mortality in tall tropical trees. *Ecology*, 94, 920–929, 2013.
- 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>.
- Winn, M. F., Araman, P. A., & Sang-Mook, L. Urban Crowns: An Assessment and Monitoring Tool for Urban Trees. Gen. Tech. Rep. SRS-135, Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 2011.
- Wulff, S. Monitoring Forest Damage. Methods and Development in Sweden. Ph.D. Thesis, Umea: Swedish University of Agricultural Sciences, 2011.

- 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).
- Zhao W., X. Zhao, T. Zhou, D. Wu, B. Tang and H. Wei. Climatic factors driving vegetation declines in the 2005 and 2010 Amazon droughts. *PLOS ONE*. 12: 1–19, 2017.w

## Dinâmica da vegetação

José Marcelo D. Torezan e Alba Lúcia Cavalheiro

### 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.

As árvores representam a maior parte da arquitetura das florestas, além de serem atuantes em processos que determinam a manutenção da biodiversidade, como a criação de clareiras (Phillips et al., 2017, Zhao et al., 2017). Em especial as árvores grandes, com diâmetro maior que 50 cm (Alves, et al., 2010; D’Albertas et al., 2018), desempenham um papel crucial no armazenamento de carbono e, por consequência, na manutenção dos estoques de carbono florestal (Slik et al., 2013; Chen & Luo, 2015). Além disso, árvores grandes influenciam fortemente a distribuição e a abundância de indivíduos da mesma espécie, bem como as populações de outras espécies vegetais (Punchi-Manage et al., 2015). Também podem funcionar como pequenos ‘hotspots de biodiversidade’, sendo habitat de várias outras plantas e animais (Dean et al., 1999).

Apesar da altura das árvores fornecer vantagens competitivas (Thomas et al., 2013), árvores grandes demonstram alta vulnerabilidade em habitats fragmentados. Árvores grandes são pouco flexíveis, sendo especialmente susceptíveis aos danos dos ventos em paisagens fragmentadas, onde a turbulência e cisalhamento do vento podem ser mais acentuados (Laurance et al., 2000). Devido à posição periférica a que estão expostas, as áreas de borda são as primeiras a receber influências diretas e mais intensas do ambiente antrópico externo. Essas influências podem aumentar a mortalidade das árvores, alterar a composição da comunidade de árvores, reduzir a cobertura do dossel, aumentar a proliferação de espécies pioneiras, diminuir a população de árvores de madeira dura e reduzir a abundância e sobrevivência de mudas (Laurance et al. 2006a, 2006b; 2000; de Paula et al., 2016;

Michalski et al., 2007; Bruna, 1999). Ainda, a fragmentação também pode favorecer competidores e parasitas das grandes árvores, como trepadeiras e cipós (Laurance et al., 2001).

Neste contexto de fragmentação florestal, serviços ecossistêmicos fornecidos por árvores como o armazenamento de biomassa (Pan et al., 2011), ciclagem dos nutrientes (Bonan, 2008; Laurance et al., 2018; Spracklen et al., 2012), a disponibilização de flores e frutos (de Groot et al., 2002) e sua associação com a fauna podem ser impactados. Dada à extrema importância das árvores grandes na manutenção da biodiversidade, é necessário o monitoramento da vitalidade desses indivíduos em áreas fragmentadas. A avaliação da saúde de árvores deve ser baseada em uma inspeção visual completa de seus órgãos (Alexander & Palmer, 1999, Stone et al., 2003b). Agentes potencialmente nocivos que afetam a raiz ou o caule das árvores têm maior probabilidade de afetar a fisiologia geral da planta, sendo sua presença considerada mais perigosa (Conkling et al., 2005). Já os danos causados em folhas, brotos e estruturas reprodutivas podem ser temporários, visto que essas podem ser substituídas a curto ou médio prazo (Conkling et al., 2005, Winn et al., 2011).

A identificação e análise de agentes prejudiciais que acometem as árvores podem ser expressas com base na incidência de fatores bióticos e abióticos, afetando a vitalidade e o valor ambiental dos indivíduos (Wulff, 2011). Esses agentes podem atuar individualmente ou sinergicamente, causando perdas e apodrecimento dos tecidos do córtex no caule, ramos e raízes (Stone et al., 2003a).

Nesse sentido, pretendemos identificar e categorizar os danos às árvores grandes causados por agentes bióticos e abióticos a fim de relacionar o estado de saúde das árvores com o tamanho do fragmento, com os efeitos de borda, e com a mortalidade e o crescimento, complementando os dados sobre a dinâmica da vegetação. O estudo será conduzido em ao menos dez fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, dos quais cinco são locais com parcelas permanentes do sítio de Pesquisa Ecológica de Longa Duração Mata Atlântica do Norte do Paraná (PELD MANP).

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 três censos concluídos 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 e (iii) avaliação da saúde de árvores grandes em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.

## 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.

### *Avaliação da saúde das árvores grandes*

Para avaliar a saúde das árvores nos diferentes fragmentos será utilizado um protocolo adaptado o qual foi desenvolvido com árvores urbanas (Gilman et al., 2006). Serão investigados 11 indicadores: infestação de cipós na copa; morte parcial da copa; liana no caule; podridão do caule; fungo no caule; cavidade no caule; cupins, apodrecimento das raízes; fungos nas raízes; cavidade nas raízes e galhas.

Para cada árvore será registrado todos os indicadores usando uma pontuação que varia de zero (ausência) a três (pontuação máxima do indicador). Posterior à avaliação dos indicadores, um “Índice de Saúde Invertido (ISI)” será composto pela soma dos escores obtidos, podendo variar de zero a 33. Árvores com índice mais alto representará os indivíduos com piores condições de saúde.

### 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](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

Prof. Dr. Halley Caixeta de Oliveira  
Prof. Dra Renata Stolf Moreira

### 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 macros 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 e 2021-2024, 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 et al., 2023). 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 e proteínas na folha, 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 (Seki, 2021; Bergoc, 2022; Santos, 2022; Hertel et al., 2024). 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 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 (Bergoc, 2022). 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 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, 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 (Cunha et al., 2024).

Dessa forma, o presente projeto possui como objetivo geral monitorar traços funcionais relacionadas ao uso do N e do P por espécies arbóreas de fragmentos florestais e sítios de restauração adjacentes em regiões delimitadas por culturas agrícolas. Espera-se responder às seguintes perguntas: (i) 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?; (ii) 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?

## Métodos

### *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*

Serão utilizadas espécies arbóreas nativas da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná que já se mostraram como melhores bioindicadoras de N em nossos estudos anteriores, como *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. Serão monitorados indivíduos jovens das 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. 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 níveis de nitrato e proteínas nas folhas serão quantificados, utilizando os métodos descritos em Oliveira et al. (2017) e Debiasi et al. (2019). O nitrato será determinado após a sua redução com  $VCl_3$  e posterior dosagem de nitrito usando o reagente de Griess. 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 também 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).

### *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 metabólicas das espécies e os dados microclimáticos e do solo.

## Resultados e produtos esperados

Espera-se que 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, Debiassi TV, Sanada K, Rondina ABL, Torezan JMD, Stolf-Moreira R, Bianchini E, Pimenta JA, Oliveira HC (2023) Effect of Nitrogen Addition to the Soil on Atlantic Forest Tree Seedlings. *Forests* 14: 1111.
- Bergoc, HG. Indicadores da influência de áreas agrícolas sobre fragmentos florestais da Mata Atlântica: análises do solo e de aspectos ecofisiológicos de espécies arbóreas. Dissertação de Mestrado. 59f. 2022.
- 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.
- Cunha, JPBF; Pimenta, JA; Torezan, JMD; Oliveira, HC, Stolf-Moreira, R (2024). Growth and physiological responses of Atlantic Forest tree seedlings to nitrogen and phosphorus addition. *Trees-Structure and Functional*, 1: 1-11.
- Debiassi 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.

Hertel MF, Seki LY, Bergoc HG, Santos EC, Oliveira GMC, Torezan JMD, Stolf-Moreira R, Bianchini E, Pimenta JÁ, Oliveira HC (2024) Biomarkers of nitrogen availability in tree species from a Brazilian Atlantic Forest fragment. In: 26° World Congress IUFRO, 2024, Estocolmo. 26° World Congress IUFRO, 2024. p. 1-1.

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
- Santos EC (2022). BORDA DE FRAGMENTO FLORESTAL ADJACENTE À ÁREA AGRÍCOLA APRESENTA VARIAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO E NOS NÍVEIS DE COMPOSTOS NITROGENADOS DE FOLHAS DE *Actinostemon concolor* (SPRENG.) MÜLL.ARG. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação 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 (2021) Biomarcadores da disponibilidade de nitrogênio em espécies arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação de Mestrado 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

Prof. Dra Silvia Helena Sofia

### 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.

A partir do material amostrado com ninhos-armadilha em uma etapa anterior, em nove áreas em processo de restauração do PELD-MANP e três remanescentes florestais, serão analisadas:

- i) a diversidade funcional de abelhas e vespas solitárias nidificantes em cavidades preexistentes

(material já coletado); 2) rede de interações antagonistas (parasita-hospedeiro) destes dois grupos de insetos; 3) análise de paisagem sobre as redes de interação parasita-hospedeiro

Dando continuidade aos levantamentos realizados em áreas remanescentes e em processo de restauração (reflorestadas) do PELD-MANP (Ferronato et al., 2018) e um estudo realizado no PE Mata dos Godoy (Cesar, 2022), que comparou a estrutura de assembleias de abelhas das orquídeas em dois momentos distintos (1999 e 2021), amostragens rápidas (totalizando 20 a 24 h por área) em dez áreas do PELD-MANP, além de alguns fragmentos urbanos, visando um acompanhamento, ao longo do tempo, de possíveis alterações na estrutura das assembleias deste grupo de abelhas, como já observado para o PE Mata dos Godoy (Cesar, 2022). Frente aos declínios mundial nas populações e na riqueza de espécies de abelhas (Zattara e Aizen, 2021), amostragens periódicas continuadas podem revelar novas condições que estariam afetando as populações destes importantes polinizadores.

Assim 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. Dando continuidade aos estudos de assembleias de abelhas das orquídeas (Euglossini), esta nova etapa irá realizar novas amostragens em áreas já estudadas no âmbito do PELD-MANP (Ferronato et al., 2018). Considerando ainda as abelhas das orquídeas, foi introduzido um novo objetivo, inicialmente não previsto no projeto aprovado anteriormente (em 2020). Dentro desta nova abordagem, estão sendo avaliados os conjuntos de fragrâncias armazenados nas tíbias posteriores dos machos de Euglossini, para inferências sobre variações na elaboração dos buquês de perfumes espécie-específicos utilizados pelos machos no acasalamento (Roubik e Hanso, 2004). Nesta nova etapa, este trabalho terá continuidade com o estudo do conjunto de fragrâncias envolvendo novas espécies da tribo.

Por fim, vale destacar que para estreitar a interação do PELD-MANP com a sociedade, está em desenvolvimento o projeto de Extensão “Guardiões das Abelhas: Educando para Preservar”. Este projeto está vinculado às Secretaria Municipal de Educação de dois municípios (Londrina e Cambé), que em parceria com o CNPq e Itaipu-Binacional, está implantando colmeias de abelhas sem ferrão em escolas municipais. Este projeto leva até os estudantes e comunidade informações sobre a importância das abelhas para a conservação dos ecossistemas terrestres. Como destacado, apesar da importância das abelhas, este grupo de polinizadores sofre forte ameaça no mundo todo. A ideia do projeto é, por meio da educação ambiental, educar e estimular estudantes de escolas públicas e privadas dos ensinos Fundamental e Médio do município de Londrina e outras localidades no norte do estado do Paraná, levando informações sobre as abelhas e sua importância como organismos polinizadores, e como tais, importantes na produção de alimento e manutenção da biodiversidade. Pela vocação agrícola do norte do Paraná, a importância do tema é inquestionável. Para alcançar seus

objetivos, este projeto pretende ministrar aulas dialogadas e palestras e desenvolver oficinas em escolas, todas essas ações centradas na educação ambiental. O projeto pretende ainda disponibilizar vídeos e outros materiais didáticos, como coleções entomológicas, visando informar e despertar o interesse dos estudantes sobre o tema, estimulando-os a se comportarem como futuros “guardiões das abelhas”, agindo como agentes disseminadores de conhecimento. As ações devem abranger ainda escolas rurais, visando despertar a conscientização das populações destas áreas sobre a importância das abelhas e os riscos dos agrotóxicos para esses polinizadores. O projeto desenvolverá ainda ações em feiras agropecuárias, de ciências, de apicultura, de educação, entre outros. Assim, por meio da educação ambiental, o presente projeto de extensão deverá despertar um interesse maior dos estudantes, professores e comunidade em geral para a importância de se preservar as abelhas e outros polinizadores. Merece ainda destaque que esta proposta está fortemente vinculada ao ensino, pesquisa (Projetos NAPI ABELHAS e NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos) e extensão. Ao envolver estudantes de graduação, pós-graduação em atividades de ensino, pesquisa e extensão, os quais abordarão temas diversos como ecologia, saúde da população, botânica em escolas rurais e urbanas, a presente além proposta fortalecer a indissociabilidade destes três tripes da Universidade Pública, trabalhará também a interdisciplinaridade na formação dos recursos humanos.

## Material e métodos

### *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).

### *Extração e análise de fragrâncias*

As análises químicas serão baseadas em Zimmerman et al. (2009). As análises serão efetuadas em um sistema de cromatografia em fase gasosa acoplada a um espectrômetro de massa (GC-MS), marca SHIMADZU, modelo GCMS-QP2010SE, disponibilizado no Laboratório Multiusuário de Análise de Materiais de Moléculas (LAMM) da Universidade Estadual de Londrina. No cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa serão registrados os tempos de retenção e as áreas de pico gerados para os diferentes compostos químicos (cromatogramas), referentes ao perfil químico de diferentes espécies.

### Resultados e produtos esperados

Os resultados deste trabalho devem:

- Contribuir para um maior conhecimento da diversidade funcional de abelhas e vespas solitárias nidificantes em cavidades preexistentes e seus parasitos;
- Fornecer informações sobre o reestabelecimento das interações parasita-hospedeiro, envolvendo redes de interação ecológica;
- Acompanhar ao longo do tempo, de forma continuada, possíveis alterações, como turnover de espécies, nas assembleias de Euglossini em áreas anteriormente amostradas;
- 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;
- Formar estudantes de mestrado e doutorado, que deverão produzir uma dissertação e um tese sobre o tema proposto; formar, vários 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”;
- Produzir publicações científicas (artigos e resumos);
- 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.

### Principais Referências

Zattara, E.A Aizen, M.A (2021) Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth* 4, 114–123.

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
- 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

Prof. Dr. Luiz dos Anjos

### Introdução

O monitoramento de aves no PELD-MANP tem sido conduzido com amostragens utilizando três tipos de métodos desde 2014: 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).

Nesta última fase do PELD-MANP foram concentrados esforços na ampliação da cobertura espacial e temporal do monitoramento via PAM das áreas monitoradas anteriormente. O PAM é baseado no uso de gravadores autônomos para gravar a totalidade dos sons do ambiente monitorado seguindo um regime previamente programado. Estas gravações constituem verdadeiras cápsulas do tempo (Sugai et al. 2019), preservando em alta fidelidade todos os sons produzidos pela fauna nos arredores de cada gravador. Isto inclui os cantos e chamados produzidos pelas aves ou quaisquer outros organismos que produzam som, permitindo a identificação das espécies emissoras. Ao empregar múltiplos gravadores em pontos simultâneos e por períodos prolongados, o PAM potencializa significativamente o esforço amostral e precisão do monitoramento.

Os primeiros passos do PAM foram direcionados à otimização dos fluxos de análise de grandes volumes de gravações, visando a identificação de espécies de aves (Araújo et al. 2021; Araújo et al. 2023). Devido à complexidade de extrair dados de biodiversidade de um número massivo de gravações em um ambiente com alta diversidade biológica, desenvolvemos o software 'monitoraSom' (Rosa et al., em preparação). Este software integra ferramentas avançadas que agilizam o processo de análise, empregando algoritmos de classificação e detecção automatizada de cantos de aves, permitindo a extração eficiente de dados de biodiversidade. O fluxo de análise oferecido pelo 'monitoraSom' está diretamente ligado ao protocolo de PAM do PELD-MANP, de forma a consolidar um estudo de caso para o uso aplicação de ferramentas computacionais de código aberto, incluindo inteligência artificial, na conservação da biodiversidade.

As trajetórias temporais dos organismos em paisagens florestais fragmentadas nos Trópicos têm sido descritas como dinâmicas em vários estudos de caso (ver Laurance 2010). Este aspecto dinâmico foi encontrado no projeto PELD-MANP que monitora as aves em fragmentos e áreas de restauração adjacentes. Os dados obtidos em campo mostram que a riqueza de espécies de aves era mais baixa em reflorestamentos do que nos fragmentos alguns anos após a implantação das áreas de restauração, mas depois houve uma tendência inversa, com a estruturação da vegetação e aumento do número de espécies de aves (Santos-Junior et al. 2016; Marques et al. 2023). O maior número de espécies nos reflorestamentos alguns anos após a implantação é devido à presença de quase todas as espécies dos fragmentos adjacentes, que tiveram sucesso na colonização, e das espécies de borda, as quais são mais generalistas e ainda persistem. Isto faz com que a diversidade funcional seja maior na comunidade de aves em reflorestamentos (Tavares 2023). Porém, os valores do índice de integridade biótica ainda são baixos nos reflorestamentos do que nos fragmentos. Espera-se que a continuidade do monitoramento mostre o desaparecimento das espécies de borda, diminuindo a riqueza de espécies e a diversidade funcional, porém aumentando a integridade biótica. Este dinamismo demonstraria o papel de ambientes florestais mais conservados de atuar como filtros ecológicos, favorecendo espécies especialistas, um resultado encontrado no Parque Nacional do Iguaçu, a área referência do PELD – MANP (Oliveira e Anjos 2022; Anjos et al. 2024). Então, a próxima etapa de monitoramento nos fragmentos e áreas de restauração é importante para demonstrar estas tendências e ao mesmo tempo para selecionar espécies indicadoras que possam refletir este dinamismo da paisagem.

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.
- Analisar 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 Song Meter 4 (Wildlife Acoustics). Dois gravadores serão expostos em cada fragmento

ou área de restauração por cinco dias consecutivos de primavera em anos alternados entre 2021 e 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. 2021). Os gravadores serão instalados no período da manhã e retirados cinco dias depois no mesmo horário. As gravações serão então inspecionadas auditivamente segundo o protocolo definido por Araujo et al. (2021) para identificação das espécies com a otimização da escolha dos horários de escuta que maximizam o registro da presença das espécies de cada ponto.

Um procedimento adicional será adotado, para o reconhecimento de espécies de aves indicadoras biológicas definidas nas amostragens realizadas em 2014-2015. Este procedimento seguirá o protocolo disponível no software 'monitoraSom' para a criação de modelos de classificação baseados em algoritmos de busca automatizada por padrões baseada em correlação cruzada de espectrogramas. Esse processo consiste na segmentação de gravações de paisagens acústicas para a extração dos padrões espectrais que serão buscados no banco de dados de gravações. A segmentação se refere ao processo de identificação das regiões no tempo e do espectro de frequência que contém o som emitido pela espécie alvo da busca. Uma vez realizada a busca, são armazenadas as detecções brutas, consideradas como ocorrências da espécie alvo caso tenham precisão acima de 90%. Outros protocolos e algoritmos serão desenvolvidos e testados de forma a garantir a melhoria continuada para avaliar os padrões de diversidade da comunidade de aves ao longo da trajetória temporal analisada.

Para analisar a recuperação ou a conservação dos locais monitorados, as listas de espécies de aves obtidas em 2024-2028 serão comparadas com as obtidas em 2020-2024 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 et al. (2009). Assim, será possível avaliar a trajetória de recomposição das comunidades de aves.

## Referências

Adelino, J. R. P., Calsavara, L. C., Willrich, G., Rosa, G. L. M., Lima, M. R., & dos Anjos, L. (2020). Ecosystem functions of birds as a tool to track restoration efficiency in Brazil. *Ornithology Research*, 28(1), 38-50.

Anjos, L.; Bochio, G. M. ; Silva, J. V. C. E. ; Mccrate, G. ; Palomino, F. . Sobre o uso de níveis de sensibilidade de aves à fragmentação florestal na Avaliação da Integridade Biótica: um estudo de caso no norte do estado do Paraná, sul do Brasil. *Ararajuba (Rio de Janeiro)*, v. 17, p. 28-36, 2009.

- Araújo, C. B., Jardim, M., Saturnino, N. D. S., Rosa, G. M., Lima, M. R., & dos Anjos, L. (2021). The optimal listening period for an effective assessment of bird richness and composition: a case study of Neotropical forest. *Journal of Ornithology*, 162, 303-306.
- Araújo, C. B., Lima, M. R., Albuquerque, P., Alquezar, R. D., Barreiros, M., Jardim, M., Gangenova, E., Machado, R. B., Phalan, B. T., Roos, A. L., Rosa, G. L. M., Saturnino, N., Simões, C. R., Torres, I. M. D., Varela, D., Zurano, J. P., Marques, P. A. M., & dos Anjos, L. (2024). Acoustic monitoring of anurans and birds in tropical biomes. *Biotropica*, 00, e13307.
- Anjos, L., Oliveira, H. S., Lopes, E. V., & Medeiros, H. R. (2024). Valley bottoms increase bird species richness in Atlantic Forest fragments. *Acta Oecologica*, 124, 104008.
- Laliberté, E., & Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91(1), 299-305.
- Magurran, A. E. (2013). Open questions: some unresolved issues in biodiversity. *Bmc Biology*, 11, 1-2.
- 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
- Sugai, L. S. M., & Llusia, D. (2019). Bioacoustic time capsules: Using acoustic monitoring to document biodiversity. *Ecological Indicators*, 99, 149-152.\
- Oliveira, H. S., & dos Anjos, L. (2023). Reduced vegetation integrity in selectively logged Atlantic rainforest affects bird diversity: Higher taxonomic and functional diversity, but increased niche overlap. *Journal for Nature Conservation*, 73, 126399.
- Orme, C. D. L., Mayor, S., dos Anjos, L., Develey, P. F., Hatfield, J. H., Morante-Filho, J. C. & Banks-Leite, C. (2019). Distance to range edge determines sensitivity to deforestation. *Nature Ecology & Evolution*, 3(6), 886-891.
- Rosa G. L. M., Simões, C. R., Torres, I. M. D., Zurano, J. P., Anjos, L. & Araújo, C. B.. (em preparação). 'monitoraSom': efficient workflow for acoustic signal detection.

## Monitoramento de Lepidoptera

Prof. Dr. Fernando Maia Silva Dias

### Introdução

A ordem Lepidoptera compreende aproximadamente 160 mil espécies. No Brasil, são estimadas 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 (BROWN & FREITAS, 1999).

As borboletas compreendem representantes de 6 famílias de Lepidoptera diurnos (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae e Hesperidae) que formam, juntamente com Hedyidae, 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 Riodinidae, 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 grupos de invertebrados para serem utilizados 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 em propostas anteriores um ou dois censos realizados em cada um dos dez locais principais (seis fragmentos florestais e quatro reflorestamentos), que foram repetidos em cinco locais (dois fragmentos florestais e três reflorestamentos) na proposta vigente. Adicionalmente, foi realizado um censo de lepidópteros noturnos em um dos locais principais - o fragmento florestal de referência para a região (Parque Estadual Mata dos Godoy) - que servirá de base para censos em outros locais. Portanto, para a próxima proposta será dado prosseguimento aos dois métodos já implantados, amostrando lepidópteros diurnos e noturnos.

### 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 a armadilha Van Someren-Rydon (VSR), 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 (De VRIES, 1987). 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 espécies de Lepidoptera noturnas serão utilizados os métodos ativos e passivos de coleta noturna, com pano iluminado (método ativo) e/ou armadilhas luminosas tipo Luiz de Queiroz (método passivo) (CAMARGO ET AL. 2015), procurando-se amostrar todos os outros locais principais ainda não amostrados mensalmente ao longo de um ano.

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**. HolosEditora, 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. Cancellato (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, EmbrapaCerrados, 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

Prof. Dr. Marcos Robalinho Lima

### 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 (Pacifci 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 o 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. No caso da região onde o sítio PELD-MANP se encontra, já foram registradas 30 espécies de mamíferos (entre setembro de 2015 e junho de 2017), e apesar de não haver diferença na riqueza de espécies, foi encontrado diferença na composição de espécies (Marques e dos Anjos 2023). Além disso, os resultados mostram forte associação de algumas espécies com os sítios de reflorestamento e outras com os fragmentos florestais (Marques et al. 2023). Dados iniciais do censo de 2021-2024 mostram até o momento um total de 23 espécies registradas, variando entre 7 a 17 espécies entre as localidades amostradas. Portanto, ao finalizar o ciclo de 2021-2024 será possível uma avaliação da dinâmica de mamíferos na escala temporal para os fragmentos e sítios de restauração do PELD-MANP.

Entre outubro de 2019 e janeiro de 2020 foram feitos 21 registros de javalis (*Sus scrofa*) no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), sendo um dos grupos contendo 26 javalis (Arasaki et al. 2021). O registro desta espécie é de grande preocupação devido aos impactos ecológicos que esta espécie é capaz de causar (Barrios-García & Ballari 2012). Entre abril e maio de 2021 iniciamos um monitoramento no PEMG com o foco no javali (totalizando 41 dias e 12 armadilhas fotográficas, 492 armadilhas-dias), a espécie foi registrada 21 vezes. Nessa amostragem o maior grupo encontrado era de 5 indivíduos, e em duas detecções foram registrados filhotes de javali. A última amostragem o PEMG ocorreu entre maio e setembro de 2022, totalizando um total de 346 armadilhas-dias, com aumento do número de detecções (43 vezes) e com um salto do tamanho médio dos grupos de 1,75 indivíduos por detecção em 2021 para 3,75 indivíduos por detecção em 2022, o que indica um aumento populacional da espécie no PEMG. Portanto, é importante manter o monitoramento desta espécie para subsidiar seu manejo no PEMG.

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.
- Avaliar os impactos do javali (*Sus scrofa*) no Parque Estadual Mata dos Godoy.

## Material e Métodos

### *Amostragem de mamíferos de médio e grande porte*

Os mamíferos serão amostrados conforme a metodologia apresentada no último ciclo do PELD (2021-2024) que ocorreu de forma similar ao estudo anteriormente conduzido por 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). Devido a problemas de acesso a fazenda Congonhas conforme explicitado no formulário, está será ainda amostrada em 2024, para que seja incluída no ciclo 2025-2029 do PELD. 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 instaladas nas trilhas do PELD-MANP e serão mantidas até que seja alcançando a cobertura amostral de pelo menos 95% das espécies esperadas. No ciclo PELD 2021-2024, resultados indicam que o número de armadilhas-dias variava de 875 até 2586, a depender do fragmento e sítio de reflorestamento sendo amostrado. Durante o ciclo PELD de 2021-2024 foram adquiridas 30 armadilhas fotográficas. No momento temos 45 armadilhas fotográficas para colocar em campo, sendo que são necessárias 33 armadilhas fotográficas para amostrar os locais concomitantemente. Será respeitada uma distância mínima de 200 metros entre as câmeras. Estes censos serão repetidos a cada ciclo PELD de quatro anos.

### *Amostragem de javalis *Sus scrofa* no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG)*

No caso do PEMG, além de fazer a amostragem já planejada com instalação de armadilhas fotográficas dentro dos transectos do PELD-MANP, também iremos instalar as armadilhas em outros pontos do PEMG (totalizando 12 armadilhas) para avaliar se os javalis possuem uma preferência por certas áreas do parque. Essa informação é importante para o manejo da espécie, por exemplo, na identificação das áreas de maior atividade para instalação de armadilhas capazes de capturar a espécie, ou mesmo avaliar se as trilhas do parque utilizadas na educação ambiental são seguras para continuar recebendo as escolas. Com os dados de frequência de ocorrência de diferentes localidades dentro do PEMG, será possível elaborar um mapa de calor para indicar os pontos de maior ocorrência de javali.

### *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 Gamma 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 diferentes 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*

O prof. Dr. Marcos Robalinho faz parte do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos, uma rede de pesquisa entre as diferentes IES do Paraná com fomento da Fundação Araucária, e participa da meta “Inovações tecnológicas voltadas à transformação digital de dados para aplicações na conservação da biodiversidade paranaense”, que junto com o prof. Dr. Diego Bertolini, da

UTFPR Campus Campo Mourão, da área ciência da computação, estão desenvolvendo um software que utiliza métodos de aprendizagem de máquinas para identificar quais vídeos possuem registros de mamíferos. O algoritmo já consegue identificar 90% dos vídeos que possuem registros de mamíferos, o que otimiza o tempo dos pesquisadores envolvidos nas visualizações dos vídeos, uma vez que os pesquisados podem focar seus esforços apenas para os vídeos que registram mamíferos e descartando os vídeos sem registros. Uma segunda etapa do desenvolvimento deste software é automatizar a identificação das espécies de mamíferos. Para isso o prof. Robalinho está iniciando uma colaboração com o PELD CCM (via o prof. Dr. Milton Ribeiro) e PELD MCF (via profs. Dr. Pedro Paulo da Silva Ferreira e Dr. Marcus Vinícius Vieira), sítios PELDs que também amostram mamíferos de médio e grande porte com o uso de armadilhas fotográficas. Com esta parceria será possível incrementar o número de vídeos utilizados para treinar o algoritmo na identificação de diversas espécies de mamíferos de médio e grande porte, o que aumentam as chances de conseguirmos uma automatização com uma maior probabilidade de acerto na identificação das espécies. Como os três sítios são do Bioma Mata Atlântica, é possível treinar o algoritmo considerando apenas as espécies de Bioma o que aumenta a probabilidade de identificações corretas pelo algoritmo.

## 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.
- Arasaki, MO et al. (2021). Biological invasion by wild pig (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) in an Atlantic Rainforest protected area. *Notas Sobre Mamíferos Sudamericanos*, 3: 2-6. <http://doi.org/10.31687/saremNMS.21.2.7>
- Barrios-García, M & Ballari, S (2012). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: A review. *Biological Invasions*, 14: 2283-2300. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0229-6>.
- 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>
- Brancalion, 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>
- Brancalion, 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, FC & dos Anjos, L. (2023). Differences in mammal communities between forest fragments and restoration areas in the Atlantic Forest. *Austral Ecology*, 48: 1779-1796. <http://dx.doi.org/10.1111/aec.13422>.
- Marques, FC et al. (2023). The selection of indicator species of birds and mammals for the monitoring of restoration areas in a highly fragmented forest landscape. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 95(2): e20200922. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765202320200922>
- 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

Prof. Dra Ana Alice Aguiar Eleutério

Desde 2020, o PELD MANP vem 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. Na época, a coordenação das ações de comunicação e divulgação científica foi assumida por um jovem pesquisador, que recrutou equipe específica para a tarefa. Além disso, o sítio decidiu investir recursos de bolsas no edital, e colocou como objetivos específicos as atividades de divulgação e comunicação pública da ciência do Programa PELD.

A partir de 2019 o Dr. Marcos R. Lima propôs assumir esta função junto ao PELD MANP, recrutando alunos especificamente para esta atividade. Assim, 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. Reconhece-se que, apesar dos avanços obtidos com a reestruturação do componente Divulgação Científica do PELD-MANP a partir de 2020, o alcance das redes do projeto pode ser melhorado. Por essa razão, neste edital se propõem, além da criação de um componente específico para Educação Ambiental, a designação de uma equipe de Divulgação Científica, coordenada pela Profa. Dra. Ana Alice Eleuterio (UNILA), com a finalidade de: (i) apoiar a ampliação do alcance das redes de divulgação do projeto; (ii) apoiar ações de capacitação de gestores ambientais em temas relacionados às pesquisas do PELD-MANP, como parte também das propostas advindas do NAPI (Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação) Biodiversidade; (iii) dar continuidade a ações de Ciência Cidadã em andamento no PELD-MANP, e apoiá-las com propostas do NAPI Biodiversidade e Programa Interinstitucional de Ciência Cidadã na Escola (PICCE) do NAPI Paraná faz Ciência.

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
- Promover workshops com gestores ambientais do Paraná, sobre temáticas no PELD-MANP
- Reformular e atualizar constantemente o web site do PELD-MANP
- Divulgar as publicações dos projetos executados no PELD-MANP com o uso de podcasts

- Manter e reformular as redes sociais das atividades dos subprojetos do PELD-MANP e do Biota do MANP.
- Dar continuidade em ações de Ciência Cidadã em andamento e propor novas ações em colaboração com os projetos NAPI.

## Workshops

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. Além disso, serão realizados ao menos dois workshops com gestores ambientais do Paraná, sobre temáticas do PELD, a partir da consulta com o público-alvo, com o intuito de expandir o alcance e aplicação das pesquisas e dos resultados do projeto. A execução desses workshops será coordenada pela equipe de Divulgação e Comunicação da Ciência, em conjunto com a equipe do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecológicos.

## Site e redes sociais

O PELD-MANP tem um site junto ao domínio da UEL (<https://pos.uel.br/biologicas/peld-manp/>), 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 passado<sup>1</sup>), 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

---

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

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 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

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Nome popular</b>
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>	jaguaritica
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>Dasyus 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 EUA<sup>2</sup>, 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).(). Nesse sentido, 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 (Chandler et al. 2017; 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. 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

<sup>2</sup> <https://bit.ly/2GUuQtf>

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.

No Paraná, há diversas iniciativas individuais, e também programas na área de Ciência Cidadã, que podem dialogar com as temáticas abordadas no PELD-MANP. Um exemplo é o Programa Interinstitucional de Ciência Cidadã na Escola (PICCE), que faz parte do NAPI Paraná faz Ciência, programa financiado pela Fundação Araucária, que visa apoiar a experimentação e letramento científico em escolas da rede pública de ensino do Paraná, usando a Ciência Cidadã. Diversos protocolos referem-se à coleta de dados de biodiversidade, incluindo mamíferos, biodiversidade aquática, entre outros. Pretende-se utilizar esses protocolos como parte das ações de educação ambiental do PELD-MANP. Além disso, outra iniciativa já em andamento, promovida por uma colaboração entre pesquisadores do PELD-MANP e do NAPI Biodiversidade: Serviços Ecosistêmicos, é o Observatório Paranaense de Espécies Invasoras, plataforma que incluirá a coleta de dados a partir de ações de Ciência Cidadã. Essa plataforma está em fase de teste e será consolidada durante esta etapa do projeto.

#### 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.

## Educação Ambiental Climática: “PELD MANP Vai à Escola”

Profª Drª Patrícia de Oliveira Rosa-Silva

### Introdução

A proposta de constituir Comunidades de Aprendizagem “Guardiãs da Mata e do Clima” (CAGMC) será conduzida em parceria com a “Sala Verde Sibipiruna (SVS): extensão pesquisa educação ambiental”, um projeto com seis anos de existência na UEL apoiado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. As Comunidades de Aprendizagem são um recurso sofisticado para o desenvolvimento de ações de “Educação Ambiental Climática” (nova nomenclatura convencionada no Brasil, a partir de julho de 2024).

A parceria estabelecida entre a SVS e o PELD MANP pretende estimular jovens estudantes a repensar as relações humanas com a natureza, por meio do contato, tanto direto quanto mediado por material pedagógico, com ambientes naturais saudáveis ou em processo de restauração ecológica, e problematizar as respostas a este contato com o objetivo de melhorar as práticas de educação ambiental. O fio condutor das experiências é o desenvolvimento da ética do cuidado, que pode ser originada espontaneamente, como simples decorrência do envolvimento prático com o processo de Restauração, e também estimulada por questionamentos: Provoco danos ao me relacionar com o ambiente onde vivo? Sou capaz de adotar estratégias para mitigar estes danos? As unidades de conservação e outros espaços que fazem parte do território onde vivemos tem um papel a cumprir nestas estratégias? Qual o sentido da restauração ecológica e outras práticas de cuidado no atual contexto de combate à emergência climática?

Estas oportunidades de contato com ambientes naturais e em restauração, bem como o uso destes e de outros questionamentos serão mediados através de estratégias pedagógicas da Educação Ambiental Crítica (EAC), que visa promover a autonomia e a liberdade dos indivíduos diante das relações de exploração, expropriação, opressão e dominação características do sistema capitalista (Loureiro; Layrargues, 2013). O ensino deve desenvolver a habilidade de ler, interpretar, dialogar e transformar situações marcadas pela exploração, negligência, discriminação e outros problemas sociais, inclusive os socioambientais, visando a uma educação emancipatória (Freire, 2002).

Um dos recursos didáticos a ser utilizado diz respeito a um documento originado durante a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1992, na cidade do Rio de Janeiro/Brasil: a Carta da Terra. A Carta foi elaborada com o objetivo de estabelecer um consenso entre os diversos setores da sociedade civil global, com

o propósito de criar um conjunto de princípios éticos essenciais para promover uma comunidade mundial justa, sustentável e pacífica (Gadotti, 2010). Ela é composta por 16 princípios, organizados em quatro temas: I. Respeito e cuidado com a comunidade da vida; II. Integridade ecológica; III. Justiça social e econômica; e IV. Democracia, não-violência e paz (Carta da Terra, 2000). Os princípios da Carta da Terra reconhecem que questões relacionadas à justiça social, à economia, à degradação ambiental e às mudanças climáticas estão interconectadas, oferecendo diretrizes que podem orientar o debate e estabelecer metas para promover mudanças sustentáveis à vida (Rockefeller, 2015, tradução nossa). Uma sociedade sustentável é aquela que se estrutura de maneira a garantir, ao longo de gerações, a vida de seus cidadãos e a dos ecossistemas nos quais está inserida (Boff, 2015).

Sales, Peres e Rosa-Silva (2021) desenvolveram práticas de EAC, entre 2016 e 2017, com o coletivo jovem Regina Verde (estudantes do Ensino Fundamental - Anos Finais e do Ensino Médio) do Colégio Estadual do Patrimônio Regina, o qual pertence ao território do Parque Estadual Mata dos Godoy, local visitado pelo coletivo na época. A Carta da Terra foi utilizada como documento orientador, com o objetivo de identificar e analisar, no discurso do Coletivo Jovem, evidências de princípios e valores presentes na declaração (Sales; Peres; Rosa-Silva, 2021). O trabalho das autoras concluiu que houve o desenvolvimento do pensamento crítico e que os valores da Carta da Terra foram assimilados, traduzidos em ação pelos estudantes e repercutidos em melhorias na escola e na própria comunidade, culminando em um almanaque denominado “Carta da Terra da Escola: Colégio Estadual do Patrimônio Regina” (2017) e alguns eventos de extensão no território.

A constituição de Comunidades de Aprendizagem é, portanto, uma estratégia pedagógica que se trata de um projeto voltado à transformação social e cultural de uma instituição de ensino e de sua comunidade, com o objetivo de contribuir com uma sociedade da informação inclusiva, fundamentada na aprendizagem por meio do diálogo e na educação participativa da comunidade, aplicável em todos os seus ambientes, incluindo a sala de aula (Elboj et al., 2002 apud Ferrada; Flecha, 2008).

O “PELD MANP Vai à Escola” é uma proposta para interagir com unidades escolares da rede estadual do Paraná (do 9º ano do Ensino Fundamental ao Ensino Médio), a fim de engajar professores, adolescentes e jovens de escolas da rede estadual da região do PELD MANP na constituição de Comunidades de Aprendizagem, que chamaremos de “Guardiãs da Mata e do Clima” (CAGMC), e analisar as respostas a estas interações para propor melhorias na prática de Educação Ambiental.

Neste sentido, o objetivo deste subprojeto é desenvolver uma estratégia de educação ambiental voltada para apoiar escolares e professores da Educação Básica (Ensino fundamental e Médio) sobre os temas conservação da biodiversidade e restauração ecológica.

## Métodos

A proposta “PELD MANP Vai à Escola” apresenta-se dividida em quatro fases:

- I – “Painel de Cientistas”: reunião de pesquisadores e estudantes de pós-graduação do PELD MANP com o objetivo de definir tópicos e temas específicos e preparar as atividades seguintes;
- II - Constituição de Comunidades de Aprendizagem “Guardiãs da Mata e do Clima”;
- III – Avaliação e discussão dos resultados da Fase II e definição de ajustes;
- IV – Aplicação do modelo em outras escolas, de acordo com a demanda dos seus integrantes, “CAGMC em difusão”.

### *Painel de Cientistas*

Serão promovidas reuniões com os pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação do PELD MANP das diferentes equipes, para contribuir na definição de conteúdos, recursos e estratégias para as oficinas a serem elaboradas e levadas à escola-polo. Os pesquisadores serão convidados a produzir e/ou contribuir com a produção de materiais (cartazes ou folhetos impressos, apresentações, vídeos, jogos) com objetivos bem delimitados, em função dos temas escolhidos para levar às escolas.

### *Constituição das Comunidades de Aprendizagem*

Será definida ao menos uma escola, com pretensão de chegar a três escolas-polo. Em cada escola-polo, serão feitas visitas com o intuito de interagir com os professores e convidar as turmas a formar coletivos voluntários, no contra-turno escolar. Nesta fase o apoio da direção escolar é fundamental, para garantir as condições objetivas para as atividades, como merenda, espaço para estudos etc. Caso seja requisitado pela direção da escola, será obtida autorização dos responsáveis pelos estudantes;

Cada coletivo ou Comunidade de Aprendizagem será composto por ao menos 10 e no máximo 20 adolescentes/jovens, além dos professores. Por meio da EAC não formal (ou extra-curriculo), serão feitas visitas em que a equipe de EA do PELD MANP vai propor temas para discussão, oferecer materiais e convidar para atividades. Ao menos uma destas atividades deve envolver uma visita a uma Unidade de Conservação e dentro desta, preferencialmente, a áreas em recuperação. A equipe do PELD MANP buscará recursos para viabilizar o transporte dos professores e alunos.

Ao longo do processo a Comunidade de Aprendizado será estimulada a produzir o seu próprio material, que pode ser um cartaz, um vídeo ou podcast, ou um livreto. Cada CAGMC será acompanhada com visitas mensais por pelo menos um ano.

#### *Avaliação e discussão dos resultados da Fase II e definição de ajustes;*

Ao final do período de 11 a 12 meses, em uma das visitas, será proposta a cada Comunidade uma sessão de avaliação, com produção de um texto de consenso que represente uma avaliação do grupo de estudantes sobre o processo em si. Com base neste retorno da Comunidade de Aprendizagem e nas observações produzidas pelos membros do PELD MANP durante as visitas, será feita uma avaliação dos resultados da Fase II, a ser apresentada em seminário interno do PELD, de forma que os resultados desta discussão indiquem eventuais ajustes na estratégia.

#### *Aplicação do modelo em outras escolas*

Após a fase III, feitos os eventuais ajustes, a estratégia será descrita por meio de apresentações (“powerpoints”, mas também vídeos ou outros materiais) preparadas visando visitas a novas escolas para propor a constituição de novas Comunidades de Aprendizagem, vistas como, “CAGMC em difusão”. Nestas visitas a equipe do PELD MANP pode explicitar os temas em que pode ou pretende contribuir e dialogar com as demandas do grupo na escola, trazendo as experiências anteriores.

#### Referências

- A Carta da Terra. 2000. Disponível em: A Carta da Terra - Earth Charter (cartadaterrainternacional.org). Acesso em: 18 ago. 2024.
- Boff, L. Sustentabilidade e sociedade. In: BOFF, L. Sustentabilidade: O que é – O que não é. 4 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2015. p. 125-130.
- Carta da Terra da Escola [livro eletrônico]: Colégio Estadual do Patrimônio Regina. Patrícia de Oliveira Rosa-Silva *et al.* (Orgs.). Londrina: UEL/GEAMA, 2017.
- Ferrada, D., & Flecha, R. (2008). El modelo dialógico de la pedagogía: Un aporte desde las experiencias de comunidades de aprendizaje. *Estudios Pedagógicos*, 34(1), 41-61. Disponível em [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052008000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000100003&lng=es&nrm=iso). Acesso em 17 de setembro de 2024. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100003>
- Freire, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- Gadotti, M. (2010). Carta da Terra na educação. Disponível em [http://gadotti.org.br:8080/jspui/bitstream/123456789/524/1/AMG\\_BIB\\_09\\_001.pdf](http://gadotti.org.br:8080/jspui/bitstream/123456789/524/1/AMG_BIB_09_001.pdf). Acesso em 18 de agosto de 2024.

Loureiro, C. F. B., & Layrargues, P. P. (2013). Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: Perspectivas de aliança contra-hegemônica. *Trabalho, Educação e Saúde*, 11(1), 53-71. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-77462013000100004>. Acesso em 13 de agosto de 2024.

Rockefeller, S. C. (2015). Democratic equality, economic inequality, and the Earth Charter. *Earth Charter International*. Disponível em <http://earthcharter.org/virtual-library2/democratic-equality-economic-inequality-and-the-earth-charter/>. Acesso em 10 de setembro de 2024.

Rosa-Silva, P. de O., et al. (Orgs.). (2017). *Carta da Terra da Escola* [livro eletrônico]. Londrina: UEL/GEAMA.

Sales, F. A.; Peres-Costa, W. C.; Rosa-Silva, P. O. Princípios e valores da Carta da Terra mediados pela educação ambiental crítica: as vozes de um coletivo jovem. *In: Dialogar: essência da educação*. Ivânio Dickman. (Org.). Veranópolis (RS): Diálogo Freiriano, 2021, v. 1, p. 199-210.