

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

15 VIDA
TERRESTRE



Monitoramento da restauração florestal e do manejo de floresta secundária em propriedade rural do Nordeste Paraense



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 478

Monitoramento da restauração florestal e do manejo de floresta secundária em propriedade rural do Nordeste Paraense

*Sônia Maria Schaefer
Gustavo Schwartz
Arystides Resende Silva
Alexandre Mehl Lunz
Fernanda Ilkiu Borges de Souza
Alailson Venceslau Santiago
Fabricio Nascimento Ferreira
Márcio Hofmann Mota Soares
Ítalo Cláudio Falesi*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2022

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente
Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Secretária
Luciana Serra da Silva Mota

Membros
Alexandre Mehl Lunz, Andréa Liliane Pereira da Silva, Anna Christina Monteiro Roffé Borges, Gladys Beatriz Martinez, Laura Figueiredo Abreu, Patricia de Paula Ledoux Ruy de Souza, Vítor Trindade Lôbo, Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Supervisão editorial e revisão de texto
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica
Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de fotografias e editoração eletrônica
Vítor Trindade Lôbo

Foto da capa:
Raphael Lobato Prado Neves

1ª edição
Publicação digital (PDF): 2022

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental

Monitoramento da restauração florestal e do manejo de floresta secundária em propriedade rural do Nordeste paraense / Sônia Maria Schaefer... [et al.]. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2022.
43 p. ; il. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 478).

1. Monitoramento florestal. 2. Reflorestamento. 3. Manejo florestal. 4. Floresta secundária. 5. Propriedade rural. I. Schaefer, Sônia Maria. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 634.98115

Autores

Sônia Maria Schaefer

Engenheira-agrônoma, doutora em Recursos Florestais, pesquisadora da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Gustavo Schwartz

Biólogo, doutor em Ecologia e Manejo Florestal, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Arystides Resende Silva

Engenheiro florestal, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Alexandre Mehl Lunz

Engenheiro florestal, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Fernanda Ilkiu Borges de Souza

Engenheira-agrônoma, doutora em Botânica, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Alailson Venceslau Santiago

Meteorologista, doutor em Física do Ambiente Agrícola, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Fabricio Nascimento Ferreira

Engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Márcio Hofmann Mota Soares

Engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Ítalo Cláudio Falesi

Engenheiro-agrônomo, pesquisador aposentado da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Apresentação

Com a declaração da *Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas* pela Assembleia Geral das Nações Unidas, lançou-se o desafio de prevenir, interromper e reverter a degradação dos ecossistemas em todos os continentes, o que poderá contribuir para a erradicação da pobreza, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e prevenção de uma extinção de espécies em massa.

O estado do Pará possui um passivo florestal estimado em 3 milhões de hectares, boa parte localizado no Nordeste Paraense, um dos espaços geográficos com histórico de antropização mais antigos da Amazônia brasileira.

Devido à complexidade dos ecossistemas florestais, ações de restauração e manejo de florestas requerem uma rotina de observações e análises que devem ser estabelecidas e repetidas ao longo do tempo.

Esta publicação visa divulgar os trabalhos desenvolvidos nas Unidades de Observação e Execução de Pesquisa, instaladas na Fattoria Piave, propriedade rural parceira da Embrapa no desenvolvimento de estratégias de restauração florestal e uso econômico sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense.

Este trabalho se alinha com o 15º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030: “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de

biodiversidade”, mais especificamente, à meta 15.1: até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial, florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.

Walkymario de Paulo Lemos

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	09
Restauração, manejo e monitoramento de florestas	10
Área de estudo	13
Parcelas permanentes da Fattoria Piave	16
Considerações finais	30
Referências	31
Apêndices	37

Introdução

A restauração e o uso econômico sustentável de florestas tornaram-se um desafio e uma prioridade no Brasil, tendo em vista a Lei nº 12.651, de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Brasil, 2012) e a contribuição das florestas para o sequestro de carbono e mitigação do aquecimento global (Quintão et al., 2021).

O estado do Pará possui um passivo florestal estimado em 3 milhões de hectares, sendo 2,3 milhões em áreas de reserva legal (Nunes et al., 2016). Boa parte desse passivo está no Nordeste Paraense, um dos espaços geográficos com histórico de antropização mais antigos da Amazônia brasileira, com mais de 150 anos de uso da terra por pecuária, agricultura convencional e agricultura itinerante de corte e queima.

As áreas de reserva legal são cruciais para a provisão de produtos e importantes serviços ecossistêmicos para as propriedades rurais e para a sociedade (Metzger et al., 2019). Desse modo, é importante desenvolver técnicas de restauração da vegetação nativa nas áreas de reserva legal degradadas, bem como técnicas de uso econômico e sustentável nas áreas com florestas ainda preservadas, de modo a tornar a manutenção da reserva legal atrativa para o produtor rural.

No entanto, os ecossistemas florestais são complexos e ações de restauração e manejo requerem informações sobre o status e as tendências dos ecossistemas, em diferentes dimensões (Andreasen et al., 2001). Portanto, levantamentos descritivos da vegetação e outros indicadores ecológicos devem ser utilizados para o monitoramento das ações, por meio de uma rotina de observações e análises que devem ser estabelecidas e repetidas ao longo do tempo (Gatica-Saavedra et al., 2017).

Em Igarapé-Açu, município pertencente ao Nordeste Paraense, está localizada a propriedade rural Fattoria Piave. Tal propriedade é conhecida na região por seu rico acervo florestal, que é composto por plantios puros e mistos de espécies florestais nativas e exóticas. A fazenda também abriga uma área de 22 ha de floresta secundária e uma área de 3 ha na qual foi instalado um projeto de restauração florestal há cerca de 20 anos.

Entendendo esse rico acervo como uma oportunidade para o desenvolvimento de pesquisas científicas, no ano de 2018, foram instaladas na Fattoria Piave parcelas permanentes para o estudo de estratégias de restauração florestal e de uso econômico sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense. A metodologia de estabelecimento e remedição das parcelas permanentes segue o protocolo da Rede Amazônica de Inventários Florestais (Rainfor) (Phillips et al., 2016).

O objetivo desta publicação é apresentar os levantamentos ecológicos descritivos realizados e as técnicas de restauração florestal e de manejo de floresta secundária que vêm sendo avaliadas. A divulgação dessas informações abre a oportunidade para o desenvolvimento de novas parcerias para complementação dos estudos ecológicos realizados, otimizando os recursos financeiros e humanos investidos na implantação dessas parcelas permanentes.

Restauração, manejo e monitoramento de florestas

Manter fragmentos de floresta e outros tipos de vegetação nativa em áreas de propriedade rural é fundamental para proteger a flora e a fauna de uma região, garantir a manutenção da quantidade e da qualidade da água, proteger o solo contra processos erosivos e abrigar animais polinizadores de culturas agrícolas e inimigos naturais de pragas e doenças. Portanto, recuperar e manejar de forma sustentável fragmentos de florestas em propriedades agrícolas é investir na sustentabilidade de toda a área produtiva (Moraes et al., 2021). Essas ações, quando realizadas em conjunto por produtores rurais, podem ter um alcance ainda maior em termos de sustentabilidade, pois os fragmentos florestais mantidos em boas condições nas propriedades rurais tornam as paisagens agrícolas mais adequadas e permeáveis aos fluxos de espécies, contribuindo para a conservação da biodiversidade (Metzger et al., 2019).

Florestas são sistemas dinâmicos que sofrem alterações espaciais e temporais de forma aleatória (Joly et al., 2012; Batista et al., 2014). Por isso, prever trajetórias do processo de restauração florestal ou o impacto de técnicas de manejo sobre as florestas é um grande desafio para a ciência, que deve

desenvolver práticas capazes de recriar e manter ecossistemas florestais bem estruturados, biodiversos e funcionais (Lima et al., 2016). Dessa forma, para o estabelecimento de modelos de restauração ou de uso econômico de florestas que garantam sustentabilidade, é preciso um método de amostragem no espaço e no tempo que acompanhe adequadamente o desenvolvimento da estrutura e da dinâmica das florestas (Batista et al., 2014).

Os levantamentos florestais podem ser definidos em função de seus objetivos serem descritivos, comparativos ou analíticos. Inventários florestais focam em informações quantitativas dos recursos da floresta, como por exemplo, a produção de madeira. Em florestas nativas, os levantamentos que procuram descrever a estrutura florestal ou avaliar o grau de degradação ou de recuperação da floresta são frequentemente chamados de levantamentos ecológicos. Já os levantamentos florísticos têm foco na composição florística da vegetação. Embora os levantamentos florestais sejam restritos à inferência científica fraca, eles são de grande utilidade para a descrição dos fenômenos naturais que ocorrem nas florestas e para a comparação e análise desses fenômenos, visando testes de hipóteses (Batista et al., 2014).

Um levantamento florestal contínuo, realizado em parcelas permanentes, possibilita construir uma base de dados sistematizados para acompanhamento de parâmetros quantitativos e qualitativos de populações florestais ao longo do tempo. Esse procedimento oferece um conjunto valioso de informações para a construção e aprimoramento de modelos de restauração ou de manejo florestal, principalmente se desenvolvido com esforço multidisciplinar (Oliveira et al., 2005). Mais do que isso, o monitoramento contínuo e de longo prazo auxilia a compreender os processos que geram e/ou mantêm a riqueza e a diversidade de espécies nos ecossistemas, bem como os impactos das mudanças climáticas na vegetação (Joly et al., 2012).

Critérios e indicadores ecológicos são instrumentos de monitoramento pelos quais o progresso na implementação de um sistema de manejo florestal sustentável pode ser avaliado e relatado. As práticas ecologicamente corretas devem manter a integridade, produtividade, resiliência e biodiversidade do ecossistema florestal. A sustentabilidade ecológica garante o funcionamento contínuo dos ecossistemas, que são sistemas de suporte à vida (Kotwal et al., 2008).

Dependendo dos objetivos do monitoramento, três tipos de indicadores podem ser avaliados: a) indicadores estruturais, como crescimento das árvores e características da copa, densidade arbórea do povoamento e evolução da área basal e área foliar; b) indicadores de composição de espécies, tanto vegetais como animais e microrganismos; e c) indicadores funcionais, que podem incluir nível de água e matéria orgânica, fertilidade e grau de compactação do solo, produção de serapilheira e velocidade de decomposição, ataques de pragas, diversidade da vegetação do sub-bosque, produção e qualidade da água na bacia florestada, microclima, dentre outros (Gatica-Saavedra et al., 2017). Alguns parâmetros populacionais são de interesse comum tanto no monitoramento de florestas nativas quanto plantadas, como a produção da floresta (volume lenhoso ou biomassa), a área basal e o tamanho médio das árvores [diâmetro a 1,30 m do solo, também conhecido como diâmetro à altura do peito (DAP), altura e volume]. Em florestas nativas, é comum o interesse pelo número de árvores com DAP acima de um valor mínimo (quantificação de árvores potenciais para colheita ou avaliação do grau de conservação da floresta), o número de árvores ou a área da floresta dominada por cipós em fragmentos florestais e a proporção da floresta dominada por clareiras (Batista et al., 2014).

A necessidade e a importância do monitoramento contínuo de florestas, em longo prazo, levaram à criação de redes colaborativas para conectar pesquisadores que, em um esforço conjunto, trabalham para entender o funcionamento e a dinâmica de diferentes florestas, em diferentes escalas temporais e espaciais (Blundo et al., 2021). Um exemplo é a Rainfor, cuja metodologia envolve parcelas permanentes de longa duração [em inglês, *permanent sample plots* (PSPs)] para monitorar a biomassa e a dinâmica das florestas amazônicas e relacionar esses dados com solos e clima na região (Rainfor, 2022).

O modelo de rede de pesquisa envolve vincular iniciativas de base de longo prazo com protocolos padronizados e gerenciamento de dados para gerar resultados robustos e ampliados, reconhecendo o papel fundamental da geração de dados para as descobertas científicas. Esse esforço requer mão de obra qualificada e recursos financeiros. O monitoramento confiável e amplamente distribuído é insubstituível, sendo importante acolher todos os que contribuem para esse esforço e valorizar as diversas habilidades

necessárias para compreender a biodiversidade tropical e sua dinâmica (Blundo et al., 2021).

Área de estudo

Nordeste Paraense

O Nordeste Paraense é uma mesorregião biogeográfica do Pará que abrange uma área de 83.316,02 km². A mesorregião constitui a mais antiga fronteira de colonização do estado do Pará, com especificidades socioculturais e ecológicas que não se deram somente pela colonização, mas também pelos processos diferenciados das relações dos imigrantes com o meio ambiente (Cordeiro et al., 2017).

A vegetação original da mesorregião era a Floresta Pluvial Equatorial (Prata et al., 2010), que foi fortemente alterada em função da exploração madeireira predatória e da produção agropecuária desenvolvida com pouco apoio técnico e uso indiscriminado do fogo no preparo das áreas. Essas atividades resultaram em uma paisagem intensamente antropizada, na qual predominam pastagens degradadas, Vegetação Secundária em vários estágios sucessionais (Sampaio et al., 2017) e porções de floresta degradada, que são intermediárias entre a floresta intacta e a secundária (Gerwing; Vidal, 2002).

No Nordeste Paraense, espécies florestais de alto valor comercial, como *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Ocotea guianensis* (louro-prata), *Couratari guianensis* (tauari), *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), *Dipteryx odorata* (cumaru), *Bowdichia nitida* (sucupira-preta), entre outras, apresentam poucos indivíduos adultos e praticamente desapareceram da regeneração natural das florestas secundárias (Alvino et al., 2005; Rayol et al., 2011). Porém, o crescimento das formações secundárias da microrregião indica que essas ainda podem formar florestas com relativa riqueza de espécies, dependendo de como serão conduzidos os sistemas produtivos, em concorrência com os sistemas naturais (Sampaio et al., 2017). Em florestas com 30 anos de sucessão secundária, espécies florestais madeireiras como *Sacoglottis amazonica* (uxirana), *Ormosia flava* (tento-preto), *Eschweilera*

coriacea (matamatá), *Maprounea guianensis* (cascudinho), entre outras, têm apresentado alta densidade de indivíduos (Alvino et al., 2005; Rayol et al., 2011), mas ainda existe pouco conhecimento sobre a exploração sustentável e o uso dessas espécies.

Fattoria Piave

A Fattoria Piave é uma propriedade rural de 75 ha direcionada à produção agropecuária e florestal. A área está localizada no km 2 da Travessa Pantoja, colônia de Jambu-Açu, município de Igarapé-Açu, PA (1°6'15"S e 47°34'28"O), sendo parte integrante da microrregião Bragantina – mesorregião Nordeste Paraense. A propriedade possui fácil acesso, distando 6 km da sede do município (Figura 1).

Desde 1982, são mantidos na Fattoria Piave sistemas de produção florestal com diferentes espécies, tanto para fins econômicos quanto conservacionistas. Entre os modelos estão cultivos solteiros ou consorciados de espécies florestais nativas da Amazônia e exóticas e plantios que envolvem a integração floresta x pecuária com ovinos, formados por espécies como *Jacaranda copaia*

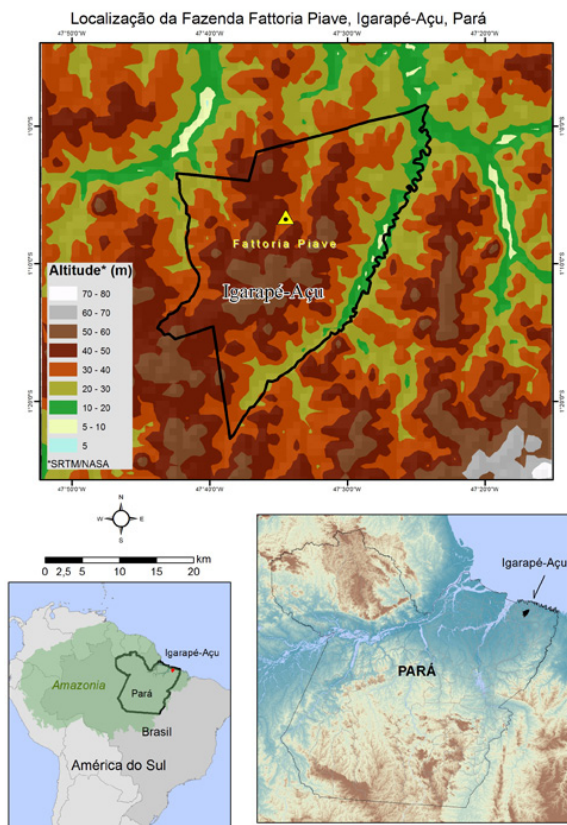


Figura 1. Localização da propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

Mapa: Cláudia Funi

(parapará), *Swietenia macrophylla* (mogno), *Carapa guianensis* (andiroba), *Cedrela odorata* (cedro), *Ceiba pentandra* (samaúma), *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), *Khaya grandifoliola* (mogno-africano), *Acacia mangium* (acácia-australiana), *Azadirachta indica* (nim indiano), *Tectona grandis* (teca), entre outras.

A vegetação natural da fazenda é formada por porções de mata ciliar e trechos de floresta secundária que totalizam 22 ha. A floresta secundária teve origem na regeneração natural da vegetação nativa em áreas em que a floresta foi derrubada para a formação de pastagens e posteriormente abandonadas.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é o tipo climático Am, que se enquadra em clima de monção (tropical quente e úmido), com elevada precipitação sazonal e pequena estação seca (ou a ocorrência de deficiência hídrica de pequena intensidade). De acordo com os dados históricos do município, a variabilidade climática está associada diretamente com a distribuição de chuvas, cujo volume anual varia de 2.302,5 mm a 2.857,4 mm. Essa distribuição não ocorre de forma homogênea, sendo os maiores volumes concentrados nos meses de março e abril e os menores volumes, entre setembro e outubro. Historicamente, as médias mensais de temperatura máxima variam de 30,9 °C (março) a 33,9 °C (novembro), enquanto as mínimas variam de 21,1 °C (outubro) a 22,3 °C (fevereiro, março e abril) (Pachêco; Bastos, 2011).

O solo predominante na região é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico coeso, textura média, bem drenado, com baixa saturação de bases, baixa capacidade de troca catiônica, baixo teor de fósforo assimilável e médio a baixo conteúdo de matéria orgânica. Possui camada coesa e densa, entre as profundidades de 20 cm e 25 cm e 40 cm a 45 cm, que, no caso de cultivos com plantas arbóreas ou arbustivas, exige covas profundas para evitar enovelamento e atrofia de raízes (Falesi et al., 2012).

Parcelas permanentes da Fattoria Piave

Características gerais e objetivos

Na área da fazenda foram instaladas três parcelas permanentes (PPs) para estudo de estratégias de restauração florestal e uso sustentável de florestas secundárias. As PPs foram instaladas em diferentes situações de floresta, com históricos conhecidos: a) floresta secundária sem intervenção (PPFS); b) floresta secundária manejada (PPM) e c) projeto de restauração florestal (PPR).

A PPFS está localizada em um trecho de floresta secundária formada a partir do abandono de pastagens há mais de 20 anos. O objetivo dessa parcela é conhecer o processo natural de regeneração da Vegetação Secundária. Nessa parcela, não houve nenhuma intervenção humana posterior ao abandono. As árvores possuem, em média, 9 cm de DAP e 7 m de altura (inventário DAP \geq 5 cm). As espécies mais comuns são *Lacistema pubescens* (cafezinho), *Lecythis pisonis* (sapucaia), *Eschweilera ovata* (matamatá-preto) e *Tapirira guianensis* (tatapiririca). No sub-bosque, destaca-se a presença de mirtáceas, além de indivíduos jovens das espécies mais comuns citadas. Lianas competindo com as árvores são abundantes.

A PPM está localizada no mesmo trecho de floresta secundária e possui características semelhantes às descritas para a PPFS. O objetivo da PPM é avaliar duas estratégias de manejo, sendo uma para aceleração da regeneração natural e outra para enriquecimento da Vegetação Secundária com espécies florestais madeireiras:

- a) Manejo de supressão de lianas para reduzir competição por dominância e favorecer o crescimento de espécies arbóreas nativas.
- b) Plantio de espécies arbóreas comerciais em clareiras para enriquecimento de florestas secundárias.

Já a PPR está localizada em uma área da Fattoria Piave que se encontra em processo de restauração florestal desde 2001, onde foi implantado um sistema silvipastoril com ovinos e espécies florestais nativas e exóticas. O objetivo da PPR é avaliar o processo de restauração florestal em desenvolvimento nessa

área. Atualmente, as árvores apresentam, em média, 13 cm de DAP e 9 m de altura (inventário DAP \geq 5 cm). *Jacaranda copaia* (parapará) é uma espécie que tem se destacado em número de indivíduos, tanto no estrato arbóreo, quanto no estrato da regeneração.

A lista geral das espécies florestais registradas nas parcelas permanentes encontra-se no Apêndice 1.

Localização, forma e tamanho

O local de instalação das PPs na Fattoria Piave foi definido com o auxílio de imagens do Google Earth, de modo que as parcelas pudessem ser representativas da condição desejada para cada estudo, com menor efeito de borda (Figura 2). As coordenadas geográficas de cada PP foram tomadas no centro de cada parcela: PPFS ($1^{\circ}06'37,2''S$ e $47^{\circ}34'05,4''O$), PPM ($1^{\circ}06'37,2''S$ e $47^{\circ}34'11,5''O$) e PPR ($1^{\circ}06'29,8''S$ e $47^{\circ}34'08,7''O$).



Figura 2. Parcelas permanentes para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense: floresta secundária sem intervenção (PPFS), floresta secundária manejada (PPM) e projeto de restauração florestal (PPR). Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA. Linhas em branco representam os limites das parcelas permanentes e linhas vermelhas representam as rotas de acesso.

O formato adotado para as parcelas foi o quadrado de 100 m x 100 m, com subparcelas de 10 m x 10 m, totalizando 1 ha em cada PP (Figura 3). Esse formato e tamanho de parcela permitem uma comparação mais direta com outras parcelas, pois a maioria das redes de parcelas permanentes em matas úmidas e savanas favorecem parcelas de 1 ha (100 m x 100 m), que são menos suscetíveis a distúrbios, aos efeitos de árvores com valores extremos e à variabilidade estrutural das matas (Moonlight et al., 2022).

10	11	30	31	50	51	70	71	90	16
9	12	29	32	49	52	69	72	89	26
8	13	28	33	48	53	68	73	88	36
7	14	27	34	47	54	67	74	87	46
6	15	26	35	46	55	66	75	86	56
5	16	25	36	45	56	65	76	85	66
4	17	24	37	44	57	64	77	84	76
3	18	23	38	43	58	63	78	83	86
2	19	22	39	42	59	62	79	82	96
1	20	21	40	41	60	19	80	81	100

Figura 3. Padrão de parcela permanente de 1 ha (10.000 m²; 100 m x 100 m), dividida em cem subparcelas de 0,01 ha (100 m²; 10 m x 10 m), numeradas seguindo caminho em zigue-zague, para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense. Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

Para sinalização das trilhas de acesso e demarcação das parcelas e subparcelas, foram utilizadas estacas de canos de policloreto de vinila (PVC). O ângulo de 90° dos cantos das subparcelas foi estabelecido pelo método de demarcação do triângulo retângulo, alocando-se as três primeiras estacas, que serviram de orientação para colocação das demais pelo método do balizamento. A demarcação das subparcelas foi realizada com o mínimo de intervenção na floresta, para evitar impactos que pudessem interferir na amostragem e no crescimento dos indivíduos das espécies arbóreas. O protocolo de estabelecimento e remedição das parcelas permanentes seguiu as orientações do manual de campo da Rainfor (Phillips et al., 2016).

Monitoramento da vegetação

Floresta secundária sem intervenção (PPFS)

Na PPFS foram realizados levantamentos dos estratos arbóreos e da regeneração. Para registro das árvores, foram considerados todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 5 cm, presentes em todas as subparcelas de 10 m x 10 m (Figura 4). Esses indivíduos foram identificados e etiquetados de forma permanente com placas de alumínio e código único. Para cada indivíduo, foram anotados os seguintes parâmetros: altura estimada (m); DAP (cm); incidência de luz (vertical, lateral ou sombra) e incidência de cipós (no caule, na copa ou em ambos). A altura foi estimada visualmente e o DAP foi obtido pela medição da circunferência do indivíduo por fita métrica. O ponto de medida do DAP foi marcado com tinta vermelha, como referência para as remedições. No caso de rebrotações, indivíduos com DAP ≥ 5 cm foram considerados indivíduos separados. Para registro da regeneração, foram definidas aleatoriamente 20 subparcelas, nas quais foram demarcadas uma área de 10 m x 5 m para medição de indivíduos com DAP entre 2,5 cm e 5 cm (estrato médio) e uma área de 10 m x 1 m para medição dos indivíduos com altura ≥ 30 cm e DAP $< 2,5$ cm (estrato herbáceo). Todos os indivíduos foram identificados e medidos da mesma forma como determinado para o grupo das árvores. A identificação taxonômica das espécies foi realizada por parataxônomos do Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, com atualização dos nomes científicos de acordo com a Flora do Brasil 2020 (Flora..., 2022).



Figura 4. Aspectos da Vegetação Secundária na propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

O primeiro inventário florístico da PPFS foi realizado em agosto de 2018 e revelou a presença de 60 espécies no estrato arbóreo, pertencentes a 31 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram: *Lacistema pubescens* (cafezinho) (19,4% do total), *Lecythis pisonis* (sapucaia) (11,4%), *Tapirira guianensis* (tatapiririca) (8,9%), *Vismia guianensis* (lacre) (7,4%) e *Annona exsucca* (biribá-brava) (7,1%). O DAP médio das árvores foi de 9,5 cm e a altura média estimada foi de 8,0 m, sendo encontrados indivíduos com até 49,4 cm de DAP e 25,0 m de altura estimada. No estrato médio foram identificadas 34 espécies pertencentes a 18 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram: *Myrcia sylvatica* (murta) (14,9%), *Lacistema pubescens* (cafezinho) (12,8%), *Cupania diphylla* (camboatá) (9,9%) e *Tapirira guianensis* (tatapiririca) (7,8%). Já no estrato herbáceo, foram identificadas 51 espécies pertencentes a 24 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram: *Myrciaria tenella* (cambuí) (19,5%), *Myrcia sylvatica* (murta) (15,1%), *Myrcia bracteata* (murta-cabeluda) (11,9%) e *Tabernaemontana angulata* (pocoró) (8,4%).

As remedições têm sido realizadas em intervalos de 2 anos. A cada novo inventário, os indivíduos ingressantes são contados, medidos e identificados, e recebem um número sequencial da subparcela a que pertencem. Até o momento, estão sendo monitorados indicadores estruturais da vegetação, tais como, crescimento das árvores, evolução da área basal, mortalidade e ingresso de indivíduos; indicadores de composição de espécies e indicadores funcionais, como diversidade da vegetação do sub-bosque.

Floresta secundária manejada (PPM)

Na PPM foi realizado, no total da parcela permanente, apenas o levantamento do estrato arbóreo. O estrato da regeneração foi avaliado nos experimentos específicos de manejo instalados. Para análise do estrato arbóreo, os indivíduos foram medidos e identificados da mesma forma que na PPFs.

O primeiro inventário florístico foi realizado em dezembro de 2017 e revelou a presença de 69 espécies, pertencentes a 31 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram: *Lacistema pubescens* (cafezinho) (26,9%), *Eschweilera ovata* (matamatá-preto) (9,9%) e *Lecythis pisonis* (sapucaia) (6,2%). O DAP médio das árvores foi de 7,92 cm e a altura média estimada foi de 6,0 m, sendo encontrados indivíduos arbóreos com até 43,6 cm de DAP e 18,0 m de altura estimada (Figura 5).



Fotos: Sônia Maria Schaefer

Figura 5. Aspectos da floresta secundária manejada: corte de cipós (A), abertura de clareiras (B), plantio de muda de jatobá (C) e mudas de paricá com 14 meses (D).

No interior da PPM foram instalados dois experimentos de manejo:

a) Manejo de supressão de lianas para reduzir competição por dominância e favorecer o crescimento de espécies arbóreas nativas.

Após análise da vegetação, constatou-se populações abundantes de lianas competindo fortemente com as árvores. Decidiu-se aplicar a técnica do corte das lianas para reduzir essa competição e estimular o crescimento e a regeneração das espécies arbustivo-arbóreas nativas, para acelerar o processo de recuperação da floresta. Para realização do estudo, foram selecionadas na PPM 20 subparcelas com alta densidade de lianas. Após a seleção, todos os indivíduos arbóreos que possuíam diâmetro a 1,30 m do solo foram contados, identificados e medidos em DAP e altura. A altura das árvores foi medida com régua retrátil de 12 m, medindo-se a distância entre a base da árvore e a ponta do ramo mais alto. A identificação dos indivíduos foi feita por meio de etiquetas plásticas contendo as seguintes informações: número da subparcela, tratamento aplicado e número sequencial da planta na subparcela. O trabalho de identificação taxonômica das espécies foi realizado por parataxônomos do Herbário IAN, da Embrapa Amazônia Oriental. Após as medições iniciais dos indivíduos arbustivo-arbóreos, foram sorteadas dez subparcelas para aplicação do tratamento corte de lianas (CL) e as outras dez foram mantidas como controle (C). Para estimativa da densidade de lianas, foi demarcada no centro de cada subparcela controle uma área de 3 m x 10 m, na qual foram contados e medidos em DAP todos os caules de lianas a 1,30 m do solo. O levantamento inicial da vegetação na área desse experimento revelou a presença de 94 espécies arbustivo-arbóreas e 23 espécies de lianas. As espécies arbustivo-arbóreas mais abundantes foram *Lacistema pubescens* (cafezinho) e *Myrciaria tenella* (cambuí).

b) Plantio de espécies arbóreas comerciais em clareiras para enriquecimento de florestas secundárias.

A abertura de uma clareira artificial na floresta permite a entrada de luz e cria o microclima necessário para o desenvolvimento de mudas plantadas (Santos et al., 2020) ou da regeneração natural de espécies comerciais que possam também vir a ser manejadas. Após análise da vegetação, foram abertas sete clareiras de aproximadamente 200 m² no interior da PPM. As clareiras foram abertas de acordo com critérios específicos (Schwartz et al., 2015), para evitar

danos desnecessários à floresta, como a derrubada de árvores grandes. Para isso, foram aproveitadas clareiras naturais, que foram ampliadas com o corte de poucas árvores. As árvores derrubadas foram medidas em altura e DAP no inventário inicial da PPM e seus números e dados foram anotados para registro. No interior das clareiras, foram plantadas 204 mudas da espécie pioneira *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) e da espécie parcialmente tolerante à sombra *Hymenaea courbaril* (jatobá). Em função da baixa fertilidade e da existência de uma camada coesa entre 20 cm e 45 cm de profundidade do solo, foi instalado um experimento de adubação, com estruturação das covas de plantio. Cinquenta por cento das mudas de cada espécie foram plantadas em covas de 40 cm x 40 cm x 50 cm, com adubação orgânica e química distribuída em camadas, de modo a formar um miniperfil de solo. Essa adubação consistiu na deposição ordenada de calcário, esterco curtido, terra preta peneirada, superfosfato simples e fertilizante 18-18-18 (N-P₂O₅-K₂O). Nos outros 50% das mudas, foram utilizadas covas de 40 cm x 40 cm x 40 cm e adubação química com superfosfato simples e cloreto de potássio. A medição dos indivíduos plantados tem sido realizada a cada 6 meses, sendo a variável altura para todos os indivíduos com altura até 300 cm e a variável DAP para os indivíduos com altura ≥ 300 cm. Também são anotadas informações sobre a incidência de luz sobre as plantas (indireta, direta lateral e/ou direta vertical) e ocorrência de cipós (caule e/ou copa).

Projeto de restauração florestal (PPR)

O projeto de restauração florestal foi instalado em 2001, em uma área degradada de 3 ha, que vinha sendo utilizada para cultivos agrícolas. O solo já apresentava acentuado desgaste nas características morfológicas, físicas e químicas, com consequente declínio de produtividade das culturas. A ausência de liteira e do horizonte superficial A1 era evidente e o A3 fortemente comprometido.

O sistema florestal, integrado com pecuária de ovinos, foi composto inicialmente por oito espécies florestais, entre nativas e exóticas, plantadas em diferentes proporções, em linhas e em espaçamento de 4 m x 4 m: *Jacaranda copaia* (parapará), *Swietenia macrophylla* (mogno), *Carapa guianensis* (andiroba), *Tachigali glauca* (taxi-preto), *Cedrela odorata* (cedro), *Platymiscium pinnatum* var. *ulei* (macacaúba), *Swartzia polyphylla* (pitaica) e *Acacia mangium* (acácia-

-australiana). Devido à alta mortalidade inicial da pitaica, a espécie foi substituída por *Azadirachta indica* (nim indiano) (Figura 6).

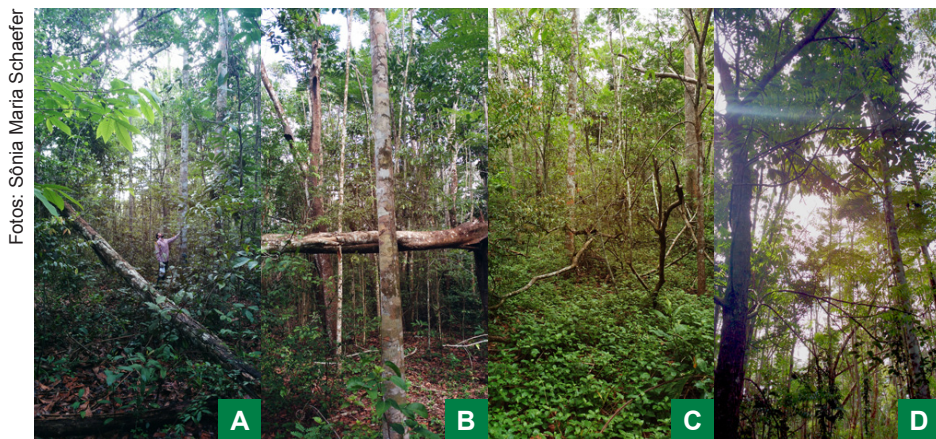


Figura 6. Aspectos da área em processo de restauração florestal no ano de 2017: estrato arbustivo-arbóreo (A), tronco de acácia-australiana tombado (B), estrato da regeneração (C), dossel da floresta (D). Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

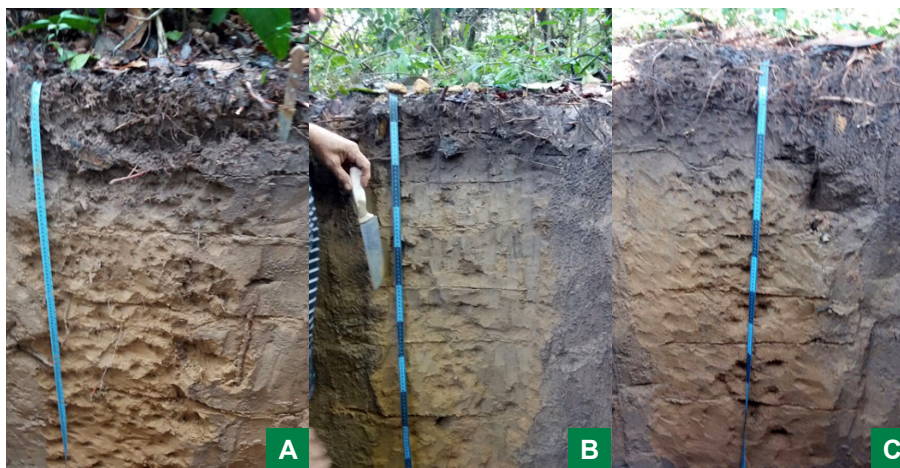
Com exceção da acácia, as demais espécies florestais foram adubadas com fertilizante 10-28-20 (N-P₂O₅-K₂O), nos três primeiros anos de plantio. Após esse período, o sistema deixou de ser manejado, mas continuou integrado à pecuária de ovinos. Dados existentes sobre o desenvolvimento das espécies plantadas foram resgatados e, a partir de 2018, a área passou a ser acompanhada como parcela permanente para estudo do sistema de restauração florestal e possível manejo adaptativo, com aproveitamento econômico das espécies plantadas.

Para monitoramento da vegetação, foram realizados levantamentos dos estratos arbóreos e da regeneração, seguindo a mesma metodologia descrita para a PPFs. O primeiro inventário florístico do estrato arbóreo da PPR, realizado em abril de 2018, revelou a presença de 32 espécies, pertencentes a 20 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram: *Jacaranda copaia* (parapará) (65,2%) e *Acacia mangium* (acácia-australiana) (15,8%). O DAP médio das árvores foi de 12,8 cm e altura média estimada foi de 9,0 m, podendo ser encontrados indivíduos arbóreos com até 57,6 cm de DAP e 23,0 m de altura estimada. No estrato médio foram identificadas 21 espécies

pertencentes a 14 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram *Jacaranda copaia* (parapará) (27,7%), *Myrcia sylvatica* (murta) (12%), *Lacistema pubescens* (cafezinho) (9,8%), *Inga heterophylla* (ingá) (8,2%) e *Vismia guianensis* (lacre) (8,2%). No estrato da regeneração, foram identificadas 28 espécies pertencentes a 19 famílias. As espécies que apresentaram maior porcentagem de indivíduos foram *Lacistema pubescens* (cafezinho) (19,9%), *Myrcia sylvatica* (murta) (11,9%) e *Jacaranda copaia* (parapará) (7,9%). Durante o inventário, observou-se o início da mortalidade dos indivíduos de *Acacia mangium* (acácia-australiana) plantados.

Caracterização dos solos

Para caracterização dos solos das parcelas permanentes, foram abertas trincheiras para estudo do perfil do solo (Figura 7). Em cada perfil analisado, foram coletadas três amostras indeformadas por horizonte caracterizado, com volume aproximado de 100 cm³, para determinação dos atributos físico-químicos do solo, de acordo com Donagema et al. (2011) e Teixeira et al. (2017) e, para descrição morfológica do solo, de acordo com metodologia proposta por Santos et al. (2013) e Santos et al. (2015). O trabalho realizado foi publicado por Miranda et al. (2020).



Fotos: Anystides Resende Silva

Figura 7. Perfil do solo de três parcelas permanentes para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias: floresta secundária sem intervenção (A), floresta secundária manejada (B) e projeto de restauração florestal (C). Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

Aspectos morfológicos

Nos perfis estudados, a estrutura predominante foi do tipo blocos subangulares, com exceção dos horizontes superficiais da PPFs e da PPM, que apresentaram estrutura do tipo granular e blocos angulares. Houve predominância do Matiz 10YR, cor bruno-amarelado, onde o croma variou de baixo a alto com o acréscimo da profundidade. Os valores baixos nos horizontes superficiais ocorreram devido à predominância de matéria orgânica. A consistência úmida apresentou-se de muito friável a firme, sendo na maioria dos horizontes friável. Quando molhada, a consistência em cada horizonte foi de não plástica e não pegajosa em camadas superficiais e de plástica a ligeiramente pegajosa nas subsuperficiais (Apêndice 2).

Atributos físicos

A fração granulométrica mostrou predomínio da fração areia em todos os perfis estudados, sendo seus maiores teores nos horizontes superficiais. Com o aumento da profundidade, verificou-se decréscimo nos teores de areia e acréscimo nos teores de argila. Os maiores teores de argila foram encontrados nos horizontes subsuperficiais, com maiores valores na PPM, chegando a 333 g kg^{-1} nas camadas mais profundas. As classes texturais foram classificadas como areia, areia franca, franco-arenoso e franco-argilo-arenoso.

A densidade do solo nos horizontes variou de $1,02 \text{ kg m}^{-3}$ a $1,43 \text{ kg m}^{-3}$, sendo observados os maiores valores nas profundidades de 25 cm a 44 cm e de 44 cm a 60 cm da PPR. Nas três PPs a densidade do solo (D_s) foi inferior ao que é considerado impeditivo ao crescimento de raízes ($D_s > 1,80 \text{ kg m}^{-3}$) (United States, 1999) (Apêndice 3).

Atributos químicos

Os valores de pH em água dos solos variaram de 4,26 a 4,96 e não houve variação dos valores de acidez ativa dentro ou entre as PPs. Dessa forma, os solos das PPs podem ser considerados com elevado grau de acidez ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} < 5,0$) (Ribeiro et al., 1999). O Al^{+3} variou de $0,38 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ a $0,96 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sendo os maiores valores observados na PPR.

A distribuição das bases potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no perfil refletiu a sua associação com os teores de matéria orgânica, os quais decrescem à medida que aumenta a profundidade. Os teores de Ca^{2+} foram considerados baixos ($< 1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) nas três PPs, em todos os horizontes. O mesmo foi verificado para os teores de Mg^{2+} , que também foram considerados baixos ($< 0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).

Os valores de capacidade de troca de cátions (CTC) foram considerados médios para a PPR na profundidade de 0 cm a 15 cm e 15 cm a 25 cm e baixos nas outras profundidades. Na PPFs, a CTC foi baixa em todas as profundidades e na PPM foi considerada como média na profundidade de 0 cm a 13 cm e baixa nas demais profundidades. A saturação por base (V%) não apresentou médias superiores a 50%, caracterizando solos distróficos (Donagema et al., 2011), com baixos teores de cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) e conseqüentemente baixa soma de bases (SB).

O carbono orgânico foi caracterizado como médio nas profundidades de 0 cm a 15 cm da PPR, de 0 cm a 8 cm e de 8 cm a 20 cm na PPFs e de 0 cm a 13 cm da PPM. Em outras profundidades, foi caracterizado como baixo. Em relação ao fósforo (P), os solos das PPs apresentaram baixos valores, que também decresceram no perfil do solo (Apêndice 4).

Além das amostras coletadas para estudo do perfil do solo, foram coletadas amostras para monitoramento do solo em 25 subparcelas de cada parcela permanente, nas profundidades de 0 cm a 10 cm e 0 cm a 20 cm.

Mesofauna edáfica

Cupins (Isoptera) e formigas (Hymenoptera: Formicidae) foram os dois grupos funcionais selecionados como bioindicadores na mesofauna edáfica, dada a facilidade de coleta, abundância notável nas áreas inventariadas da Fattoria Piave e farta literatura disponível sobre o papel de ambos na sustentabilidade de agroecossistemas.

Cupins

Os cupins foram coletados nas áreas da PPM (abril de 2019) e PPR (julho de 2019) por meio do estabelecimento de transectos de 100 m x 2 m, de acordo com metodologia proposta por Jones e Eggleton (2000), tendo como referências as sinalizações feitas anteriormente quando da demarcação das PPs. Tal medida visou evitar a abertura de novas áreas na vegetação, aproveitando as trilhas abertas no início do projeto.

Foram avaliados dez transectos equidistantes em cada área, totalizando 20 faixas. Considerando que se trata de uma metodologia destrutiva, não foram realizadas repetições nas áreas amostradas para não causar alterações nas PPs. As coletas foram manuais, conforme Constantino (2016), e feitas sobre material lenhoso (cipós, troncos, galhos e ramos) de qualquer idade, desde plantas vivas àquelas em avançado estágio de decomposição, encontrado no interior da faixa demarcada onde fossem detectados ninhos e trilhas (Figura 8).

Foto: Alexandre Mehl Lunz



Figura 8. Casca de árvore com cupins em transectos demarcados em área de floresta secundária sem intervenção (PPFS). Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

Quando possível, as castas de operárias e soldados foram coletadas em quantidade mínima de 20 indivíduos cada, de modo a permitir a posterior identificação. Os insetos foram coletados, separados de eventuais impurezas, como restos de trilhas e ninhos, no local e acondicionados em tubos de vidro

de tampa rosqueada com capacidade de 10 mL, contendo álcool 80% e devidamente etiquetados. Todos os locais de coleta foram georreferenciados com auxílio de GPS. As amostras foram fracionadas, sendo 70% do material enviado para identificação na Universidade de Brasília e o restante compondo o acervo da Coleção Entomológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA.

Formigas

As formigas foram coletadas nas áreas da PPFS e da PPM e em um plantio solteiro de *Khaya ivorensis* adjacente, através de armadilhas do tipo *pitfall* (Figura 8). Cada amostra isolada foi composta por um recipiente plástico de 250 mL contendo 150 mL de álcool 70% e três gotas de detergente comercial, para quebra da tensão superficial do líquido. Após 48 horas de exposição, os recipientes enterrados ao nível do solo foram retirados, tampados e conduzidos ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental para triagem, etiquetagem e armazenamento para posterior identificação das formigas coletadas.



Foto: Alexandre Mehl Lunz

Figura 9. Armadilha *pitfall* em área de floresta secundária sem intervenção (PPFS). Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA.

Foram realizadas coletas a cada 3 meses, sendo quatro por ano, totalizando oito coletas, de modo a contemplar duas vezes cada estação (seca e chuvosa). Para manter a integridade dos locais de instalação dos recipientes ao nível do solo, foram instalados anéis de PVC de 10 cm de altura e diâmetro. Os locais das armadilhas foram marcados com fitas vermelhas amarradas em hastes metálicas de 50 cm de altura para que não se perdessem em meio à vegetação nativa. Foram instalados dois ensaios:

a) Ensaio 1: PPFS x plantio de *K. ivorensis*.

Visando à comparação da mesofauna edáfica nas duas áreas, em *K. ivorensis* as armadilhas foram instaladas nas entrelinhas do plantio equidistantes 5 m entre si, enquanto na PPFS os locais de instalação foram nas demarcações das subparcelas da PP, de modo a aproveitar o esforço de abertura das trilhas empregado anteriormente e evitar mais supressão vegetal. Foram instaladas 40 armadilhas em cada área, totalizando 80 locais de coleta.

b) Ensaio 2: PPFM: clareiras x área nativa.

Foram selecionadas as quatro maiores clareiras abertas na área da PPFM (nº 3, 4, 6 e 7), onde foram instaladas quatro armadilhas equidistantes 3 m entre si em cada uma, em forma de quadrado, totalizando 16 pontos de coleta nas quatro clareiras. Para efeito comparativo com a vegetação natural, a mesma quantidade de armadilhas foi instalada, dispostas da mesma forma, em áreas adjacentes às clareiras, totalizando 32 armadilhas, visando à análise da variação da mesofauna edáfica entre as duas áreas. As 112 armadilhas foram georreferenciadas com GPS e a numeração adotada para cada uma foi a mesma até a última coleta, para evitar a mistura do material biológico.

Considerações finais

Critérios e indicadores ecológicos, acompanhados em longo prazo, fornecem informações-chave sobre a estrutura, função e composição de sistemas florestais. Dessa forma, o acompanhamento desses critérios e indicadores nas parcelas permanentes possibilitará a avaliação dos efeitos das técnicas de restauração ou de manejo florestal aplicadas, bem como a tomada de decisões quanto à correção dessas técnicas, se necessário. Estudos em parcelas

permanentes precisam ser valorizados e incentivados, pois as florestas são sistemas dinâmicos, que sofrem alterações espaciais e temporais de forma aleatória, podendo desenvolver diferentes trajetórias de sucessão, positivas ou negativas, dependendo das intervenções aplicadas. A divulgação dos levantamentos e pesquisas realizados nas parcelas permanentes da Fattoria Piave abre a oportunidade para o desenvolvimento de novas parcerias para complementação dos estudos ecológicos realizados, otimizando os recursos financeiros e humanos investidos em sua implantação.

Referências

- ALVINO, F. O.; SILVA, M. F. F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 4, p. 413-420, 2005.
- ANDREASEN, J. K.; O'NEILL, R. V.; NOSS, R.; SLOSSER, N. C. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. **Ecological indicators**, v. 1, n. 1, p. 21-35, 2001.
- BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; SILVA FILHO, D. F. **Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 384 p.
- BLUNDO, C.; CARILLA, J.; GRAU, R.; MALIZIA, A.; MALIZIA, L.; OSINAGA-ACOSTA, O.; BIRD, M.; BRADFORD, M.; CATCHPOLE, D.; FORD, A.; GRAHAM, A.; HILBERT, D.; KEMP, J.; LAURANCE, S.; LAURANCE, W.; ISHIDA, F. Y.; MARSHALL, A.; WAITE, C.; WOELL, H.; BASTIN, J.; BAUTERS, M.; BEECKMAN, H.; BOECKX, P.; BOGAERT, J.; DE CANNIERE, C.; DE HAULLEVILLE, T.; DOUCET, J.; HARDY, O.; HUBAU, W.; KEARSLEY, E.; VERBEECK, H.; VLEMINCKX, J.; BREWER, S. W.; ALARCÓN, A.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARETS, E.; ARROYO, L.; CHAVEZ, E.; FREDERICKSEN, T.; GUILLÉN VILLAROEEL, R.; GUTIERREZ SIBAUTY, G.; KILLEEN, T.; CARLOS LICONA, J.; LLEIGUE, J.; MENDOZA, C.; MURAKAMI, S.; PARADA GUTIERREZ, A.; PARDO, G.; PEÑA-CLAROS, M.; POORTER, L.; TOLEDO, M.; VILLALOBOS CAYO, J.; VISCARRA, L. J.; VOS, V.; AHUMADA, J.; ALMEIDA, E.; ALMEIDA, J.; OLIVEIRA, E. A. de; CRUZ, W. A. da; OLIVEIRA, A. A. de; CARVALHO, F. A.; OBERMULLER, F. A.; ANDRADE, A.; CARVALHO, F. A.; VIEIRA, S. A.; AQUINO, A. C.; ARAGÃO, L.; ARAÚJO, A. C.; ASSIS, M. A.; GOMES, J. A. M. A.; BACCARO, F.; CAMARGO, P. B. de; BARNI, P.; BARROSO, J.; BERNACCI, L. C.; BORDIN, K.; MEDEIROS, M. B. de; BROGGIO, I.; CAMARGO, J. L.; CARDOSO, D.; CARNIELLO, M. A.; ROCHELLE, A. L. C.; CASTILHO, C. V. de; CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, W.; RIBEIRO, S. C.; COSTA, F.; OLIVEIRA, R. C. de; COUTINHO, I.; CUNHA, J.; COSTA, L. da; FERREIRA, L. da C.; SILVA, R. da C.; SIMBINE, M. da G. Z.; KAMIMURA, V. de A.; LIMA, H. C. de; MELO, L. de O.; QUEIROZ, L. de; LIMA, J. R. de S.; ESPÍRITO SANTO, M. do; DOMINGUES, T.; PRESTES, N. C. dos S.; CARNEIRO, S. E. S.; ELIAS, F.; ELISEU, G.; EMILIO, T.; FARRAPO, C. L.; FERNANDES, L.; FERREIRA, G.; FERREIRA, J. N.; FERREIRA, L.; FERREIRA, M. do S. G.; SIMON, M. F.; FREITAS, M. A.; GARCÍA, Q. S.; MANZATTO, A. G.; GRAÇA, P.; GUILHERME, F.; HASE, E.; HIGUCHI, N.; IGUATEMY, M.; BARBOSA, R. I.; JARAMILLO, M.; JOLY, C.; KLIPEL, J.; AMARAL, I. L. do; LEVIS, C.; LIMA, A. S.; DAN, M. L.; LOPES, A.; MADEIROS, H.; MAGNUSSON, W. E.; SANTOS, R. M. dos; MARIMON, B.; MARIMON JUNIOR, B. H.; GRILLO, R. M. M.; MARTINELLI, L.; REIS, S. M.; MEDEIROS, S.; MEIRA-JUNIOR, M.; METZKER, T.; MORANDI,

P.; NASCIMENTO, N. M. do; MOURA, M. S. B. de; MÜLLER, S. C.; NAGY, L.; NASCIMENTO, H.; NASCIMENTO, M.; LIMA, A. N.; ARAÚJO, R. O. de; SILVA, J. O.; PANSONATO, M.; SABINO, G. P.; ABREU, K. M. P. de; RODRIGUES, P. J. F. P.; PIEDADE, M.; RODRIGUES, D.; PINTO, J. R. R.; QUESADA, C.; RAMOS, E.; RAMOS, R.; RODRIGUES, P.; SOUSA, T. R. de; SALOMÃO, R.; SANTANA, F.; SCARANELLO, M.; BERGAMIN, R. S.; SCHIETTI, J.; SCHÖNGART, J.; SCHWARTZ, G.; SILVA, N.; SILVEIRA, M.; SEIXAS, C. S.; SIMBINE, M.; SOUZA, A. C.; SOUZA, P.; SOUZA, R.; SPOSITO, T.; STEFANI JUNIOR, E.; VALE, J. D. do; VIEIRA, I. C. G.; VILLELA, D.; VITAL, M.; XAUD, H. A. M.; ZANINI, K.; ZARTMAN, C. E.; IDERIS, N. K. H.; METALI, F. B. H.; SALIM, K. A.; SAPARUDIN, M. S.; SERUNDIN, R. M.; SUKRI, R. S.; BEGNE, S.; CHUYONG, G.; DJUIKOUO, M. N.; GONMADJE, C.; SIMO-DROISSART, M.; SONKÉ, B.; TAEDOUMG, H.; ZEMAGHO, L.; THOMAS, S.; BAYA, F.; SAIZ, G.; ESPEJO, J. S.; CHEN, D.; HAMILTON, A.; LI, Y.; LUO, T.; NIU, S.; XU, H.; ZHOU, Z.; ÁLVAREZ-DÁVILA, E.; ESCOBAR, J. C. A.; ARELLANO-PEÑA, H.; DUARTE, J. C.; CALDERÓN, J.; BRAVO, L. M. C.; CUADRADO, B.; CUADROS, H.; DUQUE, A.; DUQUE, L. F.; ESPINOSA, S. M.; FRANKE-ANTE, R.; GARCÍA, H.; GÓMEZ, A.; GONZÁLEZ-M., R.; IDÁRRAGA-PIEDRAHÍTA, A.; JIMENEZ, E.; JURADO, R.; LÓPEZ OVIEDO, W.; LÓPEZ-CAMACHO, R.; CRUZ, O. A. M.; POLO, I. M.; PAKY, E.; PÉREZ, K.; PIJACHI, A.; PIZANO, C.; PRIETO, A.; RAMOS, L.; CORREA, Z. R.; RICHARDSON, J.; RODRÍGUEZ, E.; RODRIGUEZ M. G. M.; RUDAS, A.; STEVENSON, P.; CHUDOMELOVÁ, M.; DANCÁK, M.; HÉLD, R.; LHOTA, S.; SVATEK, M.; MUKINZI, J.; EWANGO, C.; HART, T.; YAKUSU, E. S.; LISINGO, J.; MAKANA, J.-R.; MBAYU, F.; TOIRAMBE, B.; MUKENDI, J. T.; KVIST, L.; NEBEL, G.; BÁEZ, S.; CÉRON, C.; GRIFFITH, D. M.; GUEVARA ANDINO, J. E.; NEILL, D.; PALACIOS, W.; PEÑUELA-MORA, M. C.; RIVAS-TORRES, G.; VILLA, G.; DEMISSIE, S.; GOLE, T.; GONFA, T.; RUOLOLAINEN, K.; BAISIE, M.; BÉNÉDET, F.; BETIAN, W.; BEZARD, V.; BONAL, D.; CHAVE, J.; DROISSART, V.; GOURLET-FLEURY, S.; HLADIK, A.; LABRIÈRE, N.; NAISSO, P.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; SIST, P.; BLANCO, L.; BURBAN, B.; DERROIRE, G.; DOURDAIN, A.; STAHL, C.; BENGONE, N. N.; CHEZEAUX, E.; ONDO, F. E.; MEDJIBE, V.; MIHINDOU, S.; WHITE, L.; CULMSEE, H.; RANGEL, C. D.; HORNA, V.; WITTMANN, F.; ADU-BREDO, S.; AFFUM-BAFFOE, K.; FOLI, E.; BALINGA, M.; ROOPSIND, A.; SINGH, J.; THOMAS, R.; ZAGT, R.; MURTHY, I. K.; KARTAWINATA, K.; MIRMANTO, E.; PRIYADI, H.; SAMSOEDIN, I.; SUNDERLAND, T.; YASSIR, I.; ROVERO, F.; VINCENTI, B.; HÉRAULT, B.; AIBA, S.-I.; KITAYAMA, K.; DANIELS, A.; TUAGBEN, D.; WOODS, J. T.; FITRIADI, M.; KAROLUS, A.; KHOON, K. L.; MAJALAP, N.; MAYCOCK, C.; NILUS, R.; TAN, S.; SITEO, A.; CORONADO G. I.; OJO, L.; ASSIS, R. de; POULSEN, A. D.; SHEIL, D.; ARÉVALO PEZO, K.; VERDE, H. B.; MOSCOSO, V. C.; CORDOVA OROCHE, J. C.; VALVERDE, F. C.; MEDINA, M. C.; CARDOZO, N. D.; CORZO, J. de R.; PASQUEL, J. del A.; LLAMPAZO, G. F.; FREITAS, L.; CABRERA, D. G.; GARCÍA VILLACORTA, R.; CABRERA, K. G.; SORIA, D. G.; SABOYA, L. G.; GRANDEZ RIOS, J. M.; PIZANGO, G. H.; CORONADO, E. H.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; HUASCO, W. H.; AEDO, Y. T. H.; PEÑA, J. L. M.; MENDOZA, A. M.; RODRIGUEZ, V. M.; NÚÑEZ VARGAS, P.; RAMOS, S. C. P.; CAMACHO, N. P.; CRUZ, A. P.; AREVALO, F. R.; HUAYMACARI, J. R.; RODRIGUEZ, C. R.; RÍOS PAREDES, M. A.; BAYONA, L. R.; ROJAS GONZALES, R. del P.; ROJAS PEÑA, M. E.; RVILLA, N. S.; REVILLA, N. S.; SHAREVA, Y. C. S.; TRUJILLO, R. T.; GAMARRA, L. V.; NAZQUEZ MARTINEZ, R.; ARENAS, J. V.; AMANI, C.; IFO, S. A.; BOCKO, Y.; BOUNDJA, P.; EKOUNGOULOU, R.; HOCKEMBA, M.; NZALA, D.; FOFANAH, A.; TAYLOS, D.; BAÑARES-DE DIOS, G.; CAYUELA, L.; GRANZOW-DE LA CERDA, I.; MACÍA, M.; STROPP, J.; PLAYFAIR, M.; WORTEL, V.; GARDNER, T.; MUSCARIELLA, R.; PRIYADI, H.; RUTISHAUSER, E.; CHAO, K.-J.; MUNISHI, P.; BÁNKI, O.; BONGERS, F.; BOOT, R.; FREDRIKSSON, G.; REITSMA, J.; STEEGE, H. ter; ANDEL, T. van; MEER, P. van de; HOUT, P. van der; NIEUWSTADT, M. van; ULFT, B. van; VEENENDAAL, E.; VERNIMMEN, R.; ZUIDEMA, P.; ZWERTS, J.; AKITE, P.; BITARIHO, R.; CHAPMAN, C.; GERALD, E.; LEAL, M.; MUCUNGUZI, P.; ABERNETHY, K.; ALEXIADES, M.; BAKER, T. R.; BANDA, K.; BANIN, L.; BARLOW, J.; BENNETT, A.; BERENGUER, E.; BERRY, N.; BIRD, N. M.; BLACKBURN, G. A.; BREARLEY, F.; BRIENEN, R.; BURSLEM, D.; CARVALHO, L.; CHO,

P.; COELHO, F.; COLLINS, M.; COOMES, D.; CUNI-SANCHEZ, A.; DARGIE, G.; DEXTER, K.; DISNEY, M.; DRAPER, F.; DUAN, M.; ESQUIVEL-MUELBERT, A.; EWERS, R.; FADRIQUE, B.; FAUSET, S.; FELDPAUSCH, T. R.; FRANÇA, F.; GALBRAITH, D.; GILPIN, M.; GLOOR, E.; GRACE, J.; HAMER, K.; HARRIS, D.; JEFFERY, K.; JUCKER, T.; KALAMANDEEN, M.; KLITGAAD, B.; LEVESLEY, A.; LEWIS, S. L.; LINDSELL, J.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; LOVETT, J.; MALHI, Y.; MARTHEWS, T.; MCINTOSH, E.; MELGAÇO, K.; MILLIKEN, W.; MITCHARD, E.; MOONLIGHT, P.; MOORE, S.; MOREL, A.; PEACOCK, J.; PEH, K. S.-H.; PENDRY, C.; PENNINGTON, R. T.; PEREIRA, L. de O.; PERES, C.; PHILLIPS, O. L.; PICKAVANCE, G.; PUGH, T.; QIE, L.; RIUTTA, T.; ROUCOUX, K.; RYAN, C.; SARKINEN, T.; VALERIA, C. S.; SPRACKLEN, D.; STAS, S.; SULLIVAN, M.; SWAINE, M.; TALBOT, J.; TAPLIN, J.; HEIJDEN, G. van der; VEDOVATO, L.; WILLCOCK, S.; WILLIAMS, M.; ALVES, L.; LOAYZA, P. A.; ARELLANO, G.; ASA, C.; ASHTON, P.; ASNER, G.; BRNCIC, T.; BROWN, F.; BURNHAM, R.; CLARK, C.; COMISKEY, J.; DAMASCO, G.; DAVIES, S.; DI FIORE, T.; ERWIN, T.; FARFANRRIOS, W.; HALL, J.; KENFACK, D.; LOVEJOY, T.; MARTIN, R.; MONTIEL, O. M.; PIPOLY, J.; PITMAN, N.; POULSEN, J.; PRIMACK, R.; SILMAN, M.; STEININGER, M.; SWAMY, V.; TERBORGH, J.; THOMAS, D.; UMUNAY, P.; URIARTE, M.; TORRE, E. V.; WANG, O.; YOUNG, K.; AYMARD C. G. A.; HERNÁNDEZ, L.; HERRERA FERNÁNDEZ, R.; RAMÍREZ-ANGULO, H.; SALEDO, P.; SANOJA, E.; SERRANO, J.; TORRES-LEZAMA, A.; LE, T. C.; LE, T. T.; TRAN, H. D. Taking the pulse of Earth's tropical forests using networks of highly distributed plots. **Biological Conservation**, v. 260, 108849, Aug. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 20 jan. 2022.

CONSTANTINO, R. **Manual de coleta e identificação de cupins**. Brasília, DF: UnB, 2016. 9 p.

CORDEIRO, I. M. C. C.; ARBAGE, M. J. C.; SCHWARTZ, G. Nordeste do Pará: configuração atual e aspectos identitários. In: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. (org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém, PA: EDUFRA, 2017. Cap. 1, p. 19-58.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

FALESI, I. C.; BITTENCOURT, I. C. F. P. de M.; BITTENCOURT, R. H. F. P. de M.; LAU, H. D.; BAENA, A. R. C. **Sistema Silvopastoril Sustentável com ovinos em pastejo rotacionado intensivo**. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2012. 84 p.

FLORA e funga do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 21 fev. 2022.

GATICA-SAAVEDRA, P.; ECHEVERRÍA, C.; NELSON, C. R. Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: a world review. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 6, p. 850-857, 2017.

GERWING, J.; VIDAL, E. **Degradação de florestas pela exploração madeireira e fogo na Amazônia**. Belém, PA: Imazon, 2002. 26 p. (Série Amazônia, n. 20).

JOLY, C. A.; ASSIS, M. A.; BERNACCI, L. C.; TAMASHIRO, J. Y.; CAMPOS, M. C. R. D.; GOMES, J. A. M. A.; BELINELLO, R. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, p. 125-145, 2012.

JONES, D. T.; EGGLETON, P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology**, v. 37, n. 1, p. 191-203, 2000.

KOTWAL, P. C.; OMPRAKASH, M. D.; GAIROLA, S.; DUGAYA, D. Ecological indicators: Imperative to sustainable forest management. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 1, p. 104-107, 2008.

LIMA, A. T.; MITCHELL, K.; O'CONNELL, D. W.; VERHOEVEN, J.; VAN CAPPELLEN, P. The legacy of surface mining: remediation, restoration, reclamation and rehabilitation. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 227-233, 2016.

METZGER, J. P.; BUSTAMANTE, M. M.; FERREIRA, J.; FERNANDES, G. W.; LIBRÁN-EMBED, F.; PILLAR, V. D.; OVERBECK, G. E. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 104-116, 2019.

MIRANDA, B. M.; SILVA, A. R.; FALESI, I. C.; SCHWARTZ, G. Classificação e caracterização de solos em três diferentes tipos de manejo no Nordeste Paraense. In: RIBEIRO, J. C.; SANTOS, C. A. (org.). **Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 2**. Ponta Grossa: Atena, 2020. Cap. 1, p. 1-10.

MORAES, L. F. D. de; JORDÃO, S. M. S.; KANASHIRO, M. Restauração ambiental é bom negócio para o produtor e para o planeta. **Globo Rural**, 6 dez. 2021. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Opiniao/Vozes-do-Agro/noticia/2021/12/restauracao-ambiental-e-bom-negocio-para-o-produtor-e-para-o-planeta.html>. Acesso em: 12 jul. 2022.

MOONLIGHT, P.; BANDA-R, K.; PHILLIPS, O. L.; DEXTER, K. G.; PENNINGTON, R. T.; BAKER, T. R.; LIMA, H. C. de; FAJARDO, L.; GONZÁLEZ-M., R.; LINARES-PALOMINO, R.; LLOYD, J.; NASCIMENTO, M.; PRADO, D.; QUINTANA, C.; RIINA, R.; RODRÍGUEZ M., G. M.; VILLELA, D. M.; AQUINO, A. C. M. M.; ARROYO, L.; BEZERRA, C.; BRUNELLO, A. T.; BRIENEN, R.; CARDOSO, D.; CHAO, K.-J.; COUTINHO, I. A. C.; CUNHA, J.; DOMINGUES, T.; ESPIRITO SANTO, M. M. do; FELDPAUSCH, T. R.; FERNANDES, M. F.; GOODWIN, Z. A.; JIMÉNEZ, E. M.; LEVESLEY, A.; LOPEZ-TOLEDO, L.; MARIMON, B.; MIATTO, R. C.; MIZUSHIMA, M.; MONTEAGUDO, A.; MOURA, M. S. B. de; MURAKAMI, A.; NEVES, D.; CHEQUÍN, R. N.; OLIVEIRA, T. C. de S.; OLIVEIRA, E. A. de; QUEIROZ, L. P. de; PILON, A.; RAMOS, D. M.; REYNEL, C.; RODRIGUES, P. M. S.; SANTOS, R.; SÄRKINEN, T.; SILVA, V. F. da; SOUZA, R. M. S.; VASQUEZ, R.; VEENENDAAL, E. **DryFlor**: manual de campo para estabelecimento e remediação de parcelas. Edição 1.2. [São Paulo]: Fapesp; [S.l.]: Nerc: Newton Fund: Rainfor; [Rio de Janeiro]: Faperj; [Madri]: Cyted, 2022. Disponível em: https://forestplots.net/upload/publication-store/itm_148/Protocol_v1.2_Portuguese.pdf. Acesso em: 12 jul. 2022.

NUNES, S.; GARDNER, T.; BARLOW, J.; MARTINS, H.; SALOMÃO, R.; MONTEIRO, D.; SOUZA JUNIOR, C. Compensating for past deforestation: Assessing the legal forest surplus and deficit of the state of Pará, eastern Amazonia. **Land Use Policy**, v. 57, p. 749-758, 2016.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROSOT, M. A. D.; LUZ, N. B. da; MATTOS, P. P. de; GUIMARÃES, D. P.; OLIVEIRA, E. B. de; GOMIDE, G. L. A.; SÁ, I. B. de; FREITAS, J. V. de; SILVA, J. N. M.; GARRASTAZU, M. C.; HIGUCHI, N.; COSTA, T. C. e C. da. **Sistema Nacional de Parcelas**

Permanentes: proposta de modelo metodológico. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 106).

PACHÊCO, N. A.; BASTOS, T. X. **Boletim agrometeorológico de 2008 para Igarapé-Açu, PA.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 33 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 372).



PRATA, S. S.; MIRANDA, I. S.; ALVES, S. A. O.; FARIAS, F. C.; JARDINS, F. C. da S. Floristic gradient of the northeast Paraense secondary forests. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 523-534, 2010.

PHILLIPS, O.; BAKER, T.; FELDPAUSCH, T.; BRIENEN, R. **Manual de Campo para o estabelecimento e remediação de parcelas da RAINFOR.** [Londres]: The Royal Society, 2016. 29 p.

QUINTÃO, J. M. B.; CANTINHO, R. Z.; ALBUQUERQUE, E. R. G. M. D.; MARACAHIPES, L.; BUSTAMANTE, M. Mudanças do uso e cobertura da terra no Brasil, emissões de GEE e políticas em curso. **Ciência e Cultura**, v. 73, n. 1, p. 18-24, 2021.

RAINFOR. **Rainfor - Rede Amazônica de Inventários Florestais.** Disponível em: <https://rainfor.org/pt>. Acesso em: 12 jul. 2022.

RAYOL, B. P.; ALVINO-RAYOL, F. de O.; SILVA, M. F. F. D. Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural de uma floresta secundária, no município de Bragança, nordeste do estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 107-114, 2011.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SAMPAIO, S. M. N.; VENTURIERI, A.; CAMPOS, A. G. S.; ELLERES, F. A. P. Dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra na mesorregião Nordeste paraense. In: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. (org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias.** Belém, PA: EDUFRA, 2017. Cap. 4, p. 131-159.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 7. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 102 p.

SANTOS, V. A. H. F. dos; MODOLO, G. S.; FERREIRA, M. J. How do silvicultural treatments alter the microclimate in a Central Amazon secondary forest? A focus on light changes. **Journal of Environmental Management**, v. 254, artigo 109816, 2020.

SCHWARTZ, G.; FERREIRA, M. do S.; LOPES, J. do C. Silvicultural intensification and agroforestry systems in secondary tropical forests: a review. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 319-326, jul./set. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1830>

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

UNITED STATES. Department of Agriculture **Soil quality test kit guide**. Washington, 1999. 82 p.

Apêndices

Apêndice 1. Lista das espécies florestais registradas nas parcelas permanentes para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense. Propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA

Família	Espécie
Achariaceae	<i>Lindackeria paraensis</i> Kuhlms.
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl. <i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.
Annonaceae	<i>Annona exsucca</i> DC. <i>Annona montana</i> Macfad. <i>Annona paludosa</i> Aubl. <i>Guatteria punctata</i> (Aubl.) R.A.Howard <i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana angulata</i> Mart. ex Müll. Arg. <i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob. <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don
Boraginaceae	<i>Cordia exaltata</i> Lam. <i>Cordia nodosa</i> Lam.
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam. <i>Licania canescens</i> Benoist <i>Licania kunthiana</i> Hook.f. <i>Licania</i> sp. 1 <i>Licania</i> sp. 2
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell
Connaraceae	<i>Connarus perrottetii</i> (DC.) Planch.
Costaceae	<i>Costus arabicus</i> L.
Dichapetalaceae	<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl.
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.
Erythrolalaceae	<i>Heisteria densifrons</i> Engl.
Euphorbiaceae	<i>Croton matourensis</i> Aubl. <i>Acacia mangium</i> Willd.
Fabaceae	<i>Batesia floribunda</i> Spruce ex Benth. <i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth. <i>Cassia fastuosa</i> Willd. ex Benth.

Continua...

Familia	Espécie
Fabaceae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.
	<i>Inga flagelliformis</i> (Vell.) Mart.
	<i>Inga heterophylla</i> Willd.
	<i>Inga stipularis</i> DC.
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.
	<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.
	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.
	<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.
	<i>Swartzia laurifolia</i> Benth.
Humiriaceae	<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms
	<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.
Hypericaceae	<i>Humiria</i> sp.
	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy
Lacistemataceae	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.
Lamiaceae	<i>Vitex triflora</i> Vahl
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees
	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.
	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth
Lecythidaceae	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & Kunth
	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.
	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori
	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers
	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.
Malpighiaceae	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.
	<i>Byrsonima aerugo</i> Sagot
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
	<i>Byrsonima densa</i> (Poir.) DC.
Malvaceae	<i>Byrsonima</i> sp.
	<i>Eriotheca longipedicellata</i> (Ducke) A.Robyns
	<i>Luehea speciosa</i> Willd.
Melastomataceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K. Schum.
	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.
	<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.
	<i>Cedrela odorata</i> L.
	<i>Khaya grandifoliola</i> A. Juss.
Metteniusaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King
	<i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby
Moraceae	<i>Helicostylis pedunculata</i> Benoist

Continua...

Família	Espécie
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.
	<i>Campomanesia grandiflora</i> (Aubl.) Sagot
	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.
	<i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC.
	<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.
	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.
Myrtaceae	<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg
	Myrtaceae 1
	Myrtaceae 2
	Myrtaceae 3
	Myrtaceae 4
	Myrtaceae 5
Nyctaginaceae	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.
	<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.
Ochnaceae	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.
Peraceae	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.
	<i>Cordia myrciifolia</i> (K.Schum.) C.H.Perss. & Delprete
Rubiaceae	<i>Palicourea colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete & J.H.Kirkbr.
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.
	<i>Psychotria</i> sp.
Rutaceae	<i>Metrodorea flavida</i> K. Krause
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.
	<i>Banara guianensis</i> Aubl.
	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> Kunth
	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.
	<i>Cupania diphylla</i> Vahl
	<i>Cupania scrobiculata</i> Rich.
Sapindaceae	<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.
	Sapindaceae 1
	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl
Sapotaceae	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma
	<i>Pouteria</i> sp.
Simaroubaceae	<i>Homalolepis cedron</i> (Planch.) Devecchi & Pirani
	<i>Simarouba amara</i> Aubl.
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.
	<i>Cecropia distachya</i> Huber
Urticaceae	<i>Cecropia palmata</i> Willd.

Apêndice 2. Descrição morfológica dos horizontes dos perfis dos solos das parcelas permanentes para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense, propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor Munsell	Consistência		Estrutura ⁽³⁾
		Matiz	Úmida ⁽¹⁾	Molhada ⁽²⁾	
Perfil P1 – Projeto de restauração florestal (PPR)					
A1	0–15	10YR 4/3	F	NPL e NPE	F, MP, BS
A3	15–25	10YR 3/3	F	LPL e NPE	F, P/M, BS/G.
ABx	25–44	10YR 5/6	F	LPL e NPE	FM, P/M, BS
Bx	44–60	10YR 6/6	Fr	LPL/PL e LPe	M, P/M, BS
B21	60–78	10YR 6/6	F	PL e PE	M, P/M, BS
B22	78–100	10YR 6/4	F	PL e PE	M, P/M, BS
B23	100–150	10YR 7/8	MF	PL e LPE	M, P/M, BS
Perfil P2 – Floresta secundária sem intervenção (PPFS)					
A1	0–8	10YR 3/3	F	NPL e NPE	F, P, G
A3	8–20	10YR 4/3	F	NPL e NPE	F, P, BA
ABx	20–34	10YR 5/4	F	LPL e NPE	F, P/M, BS/G
B21x	34–56	10YR 5/6	Fr	LPL e NPE	F, P/M, BS
B22	56–88	10YR 6/6	F	LPL e NPE	F, P/M, BS
B23	88–150+	10YR 7/8	MF	LPL e NPE	F, P/M, BS
Perfil P3 – Floresta secundária manejada (PPM)					
A1	0–13	10YR 4/2	MF	NPL e NPE	F, P, G
A3	13–24	10YR 4/3	F	NPL e NPE	F, P/M, BS/G
Bax	24–34	10YR 5/4	F	LPL e NPE	F, P/M, BS/G
B21x	34–50	10YR 6/8	F/Fr	PL e LPE	F, P, BS/G
B22	50–87	10YR 5/4	F	PL e LPE	F, P/M, BS/G
B23	67–90	10YR 5/6	F	PL e LPE	FM, P/M, BS
B24	90–150+	10YR 6/6	F	PL e LPE	FM, P/M, BS

⁽¹⁾Consistência no estado úmido (MF: muito friável, F: friável, Fr: firme). ⁽²⁾Consistência no estado molhado (NPL: não plástico, PL: plástico, LPL: ligeiramente plástica, NPE: não pegajosa, LPE: ligeiramente pegajosa, PE: pegajosa). ⁽³⁾Estrutura (F: fraco, M: moderado, MP: muito pequeno, P: pequeno, M: médio, G: granular, BS: blocos subangulares, BA: blocos angulares).

Fonte: Miranda et al. (2020).

Apêndice 3. Características físicas dos horizontes dos perfis dos solos estudados nas parcelas permanentes para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense, propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA

Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria			Classe textural	Densidade do solo (kg dm ⁻³)
		Areia	Silte	Argila		
Perfil P1 – Projeto de restauração florestal (PPR)						
A1	0–15	891	49	60	Areia	1,07
A3	15–25	813	87	100	Areia franca	1,30
ABx	25–44	683	144	173	Franco-arenoso	1,43
Bax	44–60	734	26	240	Franco-argilo-arenoso	1,40
B21	60–78	647	92	260	Franco-argilo-arenoso	1,30
B22	78–100	645	81	273	Franco-argilo-arenoso	1,31
B23	100–150	651	89	260	Franco-argilo-arenoso	1,35
Perfil P2 – Floresta secundária sem intervenção (PPFS)						
A1	0–8	912	35	53	Areia	1,02
A3	8–20	877	42	80	Areia franca	1,20
ABx	20–34	824	76	100	Areia franca	1,33
B21x	34–56	757	77	167	Franco-arenoso	1,29
B22	56–88	717	69	213	Franco-argilo-arenoso	1,21
B23	88–150+	703	84	213	Franco-argilo-arenoso	1,25
Perfil P3 – Floresta secundária manejada (PPM)						
A1	0–13	852	68	80	Areia	1,05
A3	13–24	823	83	93	Areia	1,32
Bax	24–34	724	123	153	Areia franca	1,38
B21x	34–50	695	92	213	Franco-argilo-arenoso	1,34
B22	50–87	651	116	233	Franco-argilo-arenoso	1,34
B23	67–90	610	97	293	Franco-argilo-arenoso	1,35
B24	90–150+	587	80	333	Franco-argilo-arenoso	1,38

⁽¹⁾TFSA: terra fina seca ao ar.

Fonte: Miranda et al. (2020).

Apêndice 4. Atributos químicos, teor de carbono orgânico e fósforo dos horizontes dos perfis dos solos das parcelas permanentes para estudo de estratégias de restauração florestal e de uso sustentável de florestas secundárias no Nordeste Paraense, propriedade rural Fattoria Piave, Igarapé-Açu, PA

Horizonte	Profundidade (cm)	pH H ₂ O	Complexo sortivo									CO (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	V (%)
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	H ⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC			
			(cmol _c kg ⁻¹)											
Perfil P1 – Projeto de restauração florestal (PPR)														
A1	0–15	4,58	0,27	0,16	0,10	0,16	0,69	3,06	0,65	3,71	4,40	6,37	3	15,74
A3	15–25	4,80	0,07	0,15	0,07	0,10	0,40	3,63	0,92	4,54	4,95	3,96	3	8,17
ABx	25–44	4,44	0,04	0,10	0,03	0,08	0,24	2,39	0,86	3,25	3,50	1,53	1	6,99
BAX	44–60	4,86	0,03	0,08	0,03	0,07	0,22	2,33	0,80	3,13	3,35	1,28	1	6,61
B21	60–78	4,69	0,03	0,08	0,03	0,06	0,20	1,92	0,95	2,87	3,07	0,80	1	6,40
B22	78–100	4,26	0,05	0,07	0,03	0,06	0,22	2,08	0,96	3,05	3,26	0,29	1	6,61
B23	100–150	4,96	0,14	0,04	0,03	0,06	0,27	1,49	0,73	2,22	2,40	0,26	1	7,26
Perfil P2 – Floresta secundária sem intervenção (PPFS)														
A1	0–8	4,48	0,56	0,33	0,11	0,13	1,13	2,58	0,38	2,96	4,09	6,98	4	28,03
A3	8–20	4,86	0,09	0,20	0,06	0,11	0,46	2,38	0,58	2,96	3,42	6,56	2	13,67
ABx	20–34	4,72	0,03	0,26	0,02	0,05	0,36	2,69	0,68	3,37	3,73	3,93	2	9,61
B21x	34–56	4,70	0,04	0,21	0,01	0,02	0,27	2,50	0,79	3,30	3,57	1,76	1	7,68
B22	56–88	4,68	0,03	0,19	0,01	0,02	0,24	1,89	0,74	2,63	2,88	1,53	1	8,47
B23	88–150+	4,56	0,04	0,13	0,01	0,02	0,20	1,46	0,65	2,11	2,31	1,07	1	8,49
Perfil P3 – Floresta secundária manejada (PPM)														
A1	0–13	4,48	0,38	0,34	0,06	0,02	0,81	3,66	0,53	4,19	5,01	6,97	6	16,24
A3	13–24	4,65	0,02	0,15	0,03	0,02	0,22	2,56	0,73	3,28	3,50	3,29	2	6,24
Bax	24–34	4,66	0,01	0,16	0,03	0,02	0,22	1,63	0,58	2,21	2,42	3,18	1	8,87
B21x	34–50	4,59	0,07	0,16	0,02	0,02	0,26	2,55	0,79	3,34	3,60	3,28	1	7,35
B22	50–87	4,54	0,03	0,19	0,01	0,02	0,25	2,50	0,78	3,28	3,53	3,20	1	7,08
B23	67–90	4,54	0,03	0,19	0,01	0,02	0,24	1,91	0,75	2,65	2,89	2,48	1	8,32
B24	90–150+	4,48	0,04	0,14	0,01	0,02	0,20	1,50	0,65	2,15	2,35	2,40	1	8,61

SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; CO: carbono orgânico, V: saturação por base.

Fonte: Miranda et al. (2020).



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 017763