

DOCUMENTOS

481

ISSN 1983-0513
Março / 2023

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Restauração florestal na Amazônia

manual para instalação e monitoramento de unidades de aprendizagem



Embrapa

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

DOCUMENTOS 481

Restauração florestal na Amazônia manual para instalação e monitoramento de unidades de aprendizagem

*Silvio Brienza Junior
Everaldo Nascimento de Almeida
Ademir Roberto Ruschel
Noemi Martins Leão
Rafael de Paiva Salomão
Jorge Alberto Gazel Yared
Alexandre Mehl Lunz
Lucieta Guerreiro Martorano
Ivan Silva Crespo
Marcelo Francia Arco Verde
Raquel Rodrigues da Poça*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2023

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:
Silvio Brienza Junior

1ª edição
Publicação digital (PDF): 2023

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

Restauração florestal na Amazônia: manual para instalação e monitoramento de unidades de aprendizagem / Silvio Brienza Junior... [et al.]. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2023.
40 p. ; il. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 481).

1. Floresta tropical. 2. Preservação da natureza. 3. Reflorestamento. 4. Restauração florestal. 5. Monitoramento florestal. 6. Transferência de tecnologia. I. Brienza Junior, Silvio. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 634.956

Autores

Silvio Brienza Junior

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

Everaldo Nascimento de Almeida

Engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Ademir Roberto Ruschel

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Noemi Viana Martins Leão

Engenheira florestal, doutora em Sementes Florestais, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Rafael de Paiva Salomão

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Agrárias, professor da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA

Jorge Alberto Gazel Yared

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador associado do Instituto Iniciativa Amazônia, Belém, PA

Alexandre Mehl Lunz

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

Lucieta Guerreiro Martorano

Meteorologista e engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Ivan Silva Crespo

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

Marcelo Francia Arco Verde

Engenheiro florestal, doutor em Sistemas Agroflorestais, pesquisador da Embrapa Florestas, Curitiba, PR

Raquel Rodrigues da Poça

Engenheira-agrônoma, mestre em Agricultura Familiar e Desenvolvimento Sustentável, pesquisadora associada do Instituto Iniciativa Amazônia, Belém, PA

Apresentação

A agenda florestal nacional nunca esteve tão em alta quanto na última década. Impulsionada por modificações no Código Florestal brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e por acordos multilaterais firmados pelo Brasil, colocou na pauta nacional a restauração florestal. Esse cenário ganhou ainda mais reforço institucional com a declaração da Assembleia Geral das Nações Unidas, em 1º de março de 2019, ao anunciar o período de 2021 a 2030 como a Década da Restauração de Ecossistemas. Tal medida visa promover o plantio de árvores de maneira a mitigar as mudanças climáticas e ampliar os esforços de proteção da biodiversidade. Essa conjuntura cria ambiente oportuno para as discussões em torno da restauração florestal mobilizando pesquisadores, técnicos, produtores rurais, poder público e sociedade civil.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em sua larga trajetória em pesquisa florestal na Amazônia tem um importante papel na geração e difusão de tecnologia para o campo. Pesquisa e extensão se articulam como atividades interdependentes, que se completam em todos os níveis de decisão e são componentes do mesmo processo, que se inicia com o produtor, com a identificação de problemas de pesquisa, e passa pela experimentação, que conduz a resultados que serão validados (nível do produtor) antes de serem difundidos. É nesse percurso entre a identificação do problema e a transferência da tecnologia que o uso de unidades demonstrativas, em propriedades agrícolas, desempenha um papel fundamental no monitoramento, validação e ajustes da tecnologia para o produtor.

No bojo da discussão em torno da restauração florestal, a publicação deste manual, aqui denominado *MonitorRestaura*, sintetiza o acúmulo

de experiências no que tange ao monitoramento de áreas em processo de recuperação, instalação de áreas demonstrativas e validação de experiências exitosas em propriedades agrícolas. Apresenta informações para orientar a implantação e/ou monitoramento de áreas de aprendizado de transferência de tecnologia e intercâmbio de conhecimento, como unidades de referência tecnológica (URTs) e unidades demonstrativas (UDs). Também traz definições para ajudar o entendimento do universo da restauração em consonância com os pressupostos da Lei Ambiental.

Este manual é fruto de uma larga experiência de intercâmbio entre pesquisadores, educadores, técnicos e agricultores no bioma Amazônia. O seu desenvolvimento foi feito por meio da análise de experiências exitosas de restauração florestal no meio rural. Traz consigo metodologias de monitoramento aplicadas em propriedades rurais, sua definição e técnicas e tem como público-alvo extensionistas, técnicos e instituições de ensino que desenvolvam projetos voltados à restauração florestal produtiva.

Finalmente, destacamos que o presente documento também contribui para o alcance de dois Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), quais sejam: ODS 12 (assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis), meta 12a (apoiar países em desenvolvimento para que fortaleçam suas capacidades científicas e tecnológicas em rumo à padrões mais sustentáveis de produção e consumo), e ODS 13 (tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos), meta 13.3 (melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança do clima).

Walkymário de Paulo Lemos

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	09
O cenário da restauração florestal no Brasil	10
Enfoque sistêmico na restauração florestal: os papéis dos protagonistas ..	11
Definições de áreas de aprendizado para transferência de tecnologia	12
Unidade de referência tecnológica	13
Unidade demonstrativa	13
Definição de áreas passíveis de restauração	13
Área de Reserva Legal	13
Área de Preservação Permanente	14
Área de uso restrito	15
Considerações sobre degradação e restauração	16
Degradação	16
Restauração	17
Procedimentos para implantação de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia em restauração florestal produtiva	19
Reuniões de socialização para tomadas de decisão	19

Identificação do produtor rural e escolha da área da propriedade	20
Implantação de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia	22
Planejamento, execução e monitoramento	23
Recursos para implantação de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia	24
Instalação e monitoramento de áreas de aprendizado e/ou de transferência de tecnologia	26
Instalação de parcelas permanentes	26
Monitoramento de parcelas permanentes	26
Socialização do conhecimento a partir da implantação de unidades de aprendizado e de transferência de tecnologia	35
Palestras	35
Dias de Campo ou de vivência	36
Reuniões de trabalho	36
Curso de capacitação	36
Outras formas	37
Referências	37

Introdução

Os avanços no conhecimento técnico-científico e as constantes reuniões e debates entre pesquisadores, extensionistas, produtores rurais, ambientalistas, gestores dos setores público e privado, acadêmicos e atores ligados ao setor produtivo culminaram com a aprovação, em 25 de maio de 2012, da Lei nº 12.651 (Novo Código Florestal). Essa lei estabeleceu regras para a proteção da vegetação nativa, uso de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARL), exploração florestal, suprimento de matéria-prima florestal, controle da origem de produtos florestais, controle e prevenção de incêndios florestais e previu instrumentos econômicos e financeiros para o seu alcance.

Na Amazônia brasileira, a aplicação dessa lei requer cuidados adicionais, uma vez que cabe ao produtor rural planejar o uso de sua propriedade considerando, além da APP, a ARL que pode chegar a 50% para regiões consolidadas ou com o zoneamento ecológico-econômico e 80% para as demais que não sofreram processo antrópico no ano base (2008) de avaliação. De acordo com Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2021), entre 1988 e 2020, cerca de 457 mil quilômetros quadrados foram desflorestados na Amazônia para usos predominantes de agricultura e pecuária.

Para garantir a execução e o alcance dessa normativa ambiental, o governo federal instituiu a Política Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg), por meio do Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017 (Brasil, 2017a), a qual tem como suporte operacional o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). Esse plano foi criado para ampliar e fortalecer políticas públicas, incentivos financeiros, mercados, tecnologias de recuperação, boas práticas agropecuárias e outras medidas necessárias para a recuperação da vegetação nativa, não somente em APP e ARL, mas também em áreas degradadas com baixa produtividade agropecuária.

Em 2015, na Conferência do Clima de Paris (COP21), o governo brasileiro assumiu o compromisso de restaurar, até 2030, cerca de 12 milhões de hectares. Para efetivar esse compromisso quanto à adequação de

propriedades rurais à legislação ambiental é preciso que os produtores com passivo ambiental tenham a possibilidade de realizar a restauração florestal com base em sistemas produtivos viáveis e sustentáveis em termos socioeconômico e ecológico.

Nesse contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) dispõe de conhecimentos, tecnologias e experiências de recuperação de APP e ARL que podem ser intercambiadas e repassadas aos produtores rurais. Por sua vez, levando-se em conta a importância e o potencial da interação com os agricultores, muito conhecimento pode ser agregado e potencializado via compartilhamento de saberes entre pesquisadores, técnicos e produtores. Nesse particular reside o grande desafio, que é ajustar o conhecimento e sua perspectiva de aplicação à realidade do campo.

O cenário da restauração florestal no Brasil

Os desafios postos para a conservação de ecossistemas requerem esforços conjuntos entre o poder público e os diversos ramos da sociedade. O cenário atual da restauração florestal está conectado diretamente à agenda da sociobioeconomia, das mitigações dos efeitos das mudanças climáticas e conservação da biodiversidade, e passa a ter maior destaque nas próximas décadas. O momento é oportuno e o presente manual *MonitorRestaura* objetiva contribuir para o atendimento de metas nacionais e internacionais com as quais o Brasil se comprometeu na COP21. A construção desse ambiente de oportunidades e o pacto de metas de restauração foram elaborados na última década e se projetam para as próximas, ratificados por fóruns internacionais que garantem reforço institucional para essas ações conforme exemplificado pela seguinte linha do tempo da restauração:

- 2012: a Lei Ambiental nº 12.651 (Novo Código Florestal) estabeleceu regras para a proteção da vegetação nativa; uso de APP e ARL (Brasil, 2012).
- 2015: na COP21, realizada em Paris, o Brasil assumiu o compromisso de restaurar, até 2030, cerca de 12 milhões de hectares de áreas degradadas (Brasil, 2017b).

- 2017: a Política Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg) foi instituída por meio do Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017 (Brasil, 2017a).
- 2018: o lançamento do Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas foi lançado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), com meta de ampliar a área de produção florestal em 2 milhões de hectares até 2030, o que representa aumento de 20% sobre a área atual (Brasil, 2018).
- 2019: a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu que o período entre 2021 e 2030 será considerado a Década da Restauração de Ecossistemas em escala global (ONU, 2019).

A publicação dessas infraconstitucionais estabelece diretrizes para que estados criem seus planos e desenvolvam o setor não só economicamente, mas também socioambientalmente. Nessa perspectiva de que a restauração florestal está fortemente ligada à manutenção da biodiversidade e dos recursos hídricos é que a Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica (CDB), realizada em 2021, lançou novas metas para a construção de um novo marco global da biodiversidade. Nesse contexto, o Brasil se destaca como país com a maior biodiversidade do planeta e, como sua economia depende fortemente da riqueza natural, esses eventos são propulsores para a criação de redes de conhecimento voltadas ao desenvolvimento e validação de tecnologias direcionadas ao setor florestal.

Enfoque sistêmico na restauração florestal: os papéis dos protagonistas

O enfoque sistêmico em projetos de restauração florestal requer intenso exercício de integração entre os protagonistas do processo: pesquisadores, extensionistas e produtores. Entender o papel de cada um é fundamental para orientar a atuação dos participantes no bom desenvolvimento do projeto. Essa construção coletiva de conhecimentos entre os atores envolvidos conduz para que a validação da tecnologia seja adequada à realidade local.

A geração da tecnologia é uma etapa que cabe à pesquisa, a qual é fruto de um processo que parte de uma demanda do campo e se retroalimenta com a difusão de tecnologia e socialização do conhecimento. Nessa etapa, a pesquisa é desenvolvida em ambiente controlado e, portanto, não adequada às realidades ecológicas locais. Embora pareça uma fase solitária do pesquisador, é indispensável, sendo necessário também que haja oportunidade para a participação externa, principalmente de extensionistas e produtores.

Já na fase de difusão de tecnologia e socialização do conhecimento, o uso de unidades demonstrativas é um recurso relevante na transferência de tecnologia ao configurar-se como importante espaço de discussões e ajuste de tecnologia para o produtor. Da mesma forma que a fase anterior, porém com mais atuação, a participação de produtores e extensionistas é condição irrestrita, pois sem isso a propriedade poderá ser utilizada basicamente como estação experimental, desvirtuando a finalidade dessa fase.

Assim, cabe aos protagonistas diferentes níveis de atuação, ou seja, as propriedades como unidades demonstrativas, os produtores como “legitimadores” das informações e os extensionistas como executores e promotores da divulgação da informação. Os extensionistas estarão credenciados, pela experiência adquirida na fase anterior, para colaborar como instrutores na capacitação de outros extensionistas e para assessoramento na implantação de outras unidades demonstrativas por parte de outros técnicos (Silva, 1984).

Definições de áreas de aprendizado para transferência de tecnologia

A promoção e a realização do intercâmbio do conhecimento entre técnicos, pesquisadores e agricultores podem ser impulsionadas a partir do uso de áreas de aprendizado, as quais permitem discussões de temas de natureza técnica, econômica, social e ambiental relacionados à produção agropecuária e florestal dentro do contexto de gestão da propriedade.

Unidade de referência tecnológica

O termo unidade de referência tecnológica (URT) é usado para designar um sistema de produção implantado em uma determinada área, de produtor ou não, com o propósito de validar, demonstrar e/ou transferir tecnologias, levando em conta particularidades regionais (Oliveira et al., 2013).

Unidade demonstrativa

Unidade demonstrativa (UD) é uma expressão empregada para representar um local utilizado para a prática de pesquisa-ação de algum sistema produtivo com propósito educacional (rodas de conversas, exposições, aulas e demonstrações). O uso de UD's permite desenvolver uma ou mais práticas agrícolas sobre uma determinada cultura ou sistema produtivo, com o propósito de acompanhamento e adoção por produtores. A UD visa exercitar técnicas que se quer implementar, e distingue-se da demonstração de resultados por não exigir comparações entre o estágio atual e um anterior (Pereira et al., 2009; Lopes, 2016).

Definição de áreas passíveis de restauração

Para atender à Lei nº 12.651/2012, as propriedades rurais devem ter caracterizados seus diferentes tipos de uso do solo, principalmente quanto às ARLs, APPs e áreas de uso restrito (AUR).

Área de Reserva Legal

Na Lei Ambiental de 2012, a Área de Reserva legal (ARL) está definida no artigo 3º, inciso III, como:

área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. (Brasil, 2012).

As ARLs são áreas que têm como finalidade implícita compatibilizar a preservação da biodiversidade e a função social da propriedade em bases sustentáveis. O princípio legal dessas áreas contempla, a depender da condição ambiental identificada, a imposição da manutenção ou mesmo a recomposição da cobertura vegetal original. A porcentagem de área de uma propriedade rural destinada à conservação da reserva legal varia conforme a região do território nacional.

Área de Preservação Permanente

As áreas de preservação permanente (APPs) são definidas no artigo 3º, inciso II, do Código Florestal de 2012, como:

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (Brasil, 2012).

Estão também no contexto das APPs as áreas com as seguintes características:

- Faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, considerando bordas de largura igual para cada lado, configurando a soma das bordas de ambos os lados em largura mínima de:
 - a) 30 m para os cursos d'água de menos de 10 m de largura.
 - b) 50 m para os cursos d'água com 10 m a 50 m de largura.
 - c) 100 m para os cursos d'água com 50 m a 200 m de largura.
 - d) 200 m para os cursos d'água com 200 m a 600 m de largura.
 - e) 500 m para os cursos d'água com largura superior a 600 m.
- Áreas no entorno de lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
 - a) 100 m, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 ha de superfície, cuja faixa marginal seja de 50 m.

b) 30 m em zonas urbanas.

- Áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 m.
- Encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.
- Restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.
- Manguezais, em toda a sua extensão.
- Bordas de tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m em projeções horizontais.
- Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima de elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.
- Áreas em altitude superior a 1,8 mil metros, qualquer que seja a vegetação.
- Veredas com faixa marginal em projeção horizontal, com largura mínima de 50 m, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Embora as APPs sejam consideradas áreas de preservação, a lei permite, em propriedades de agricultura familiar, o uso de sistemas agroflorestais (SAFs) sem propósitos comerciais.

Área de uso restrito

As áreas de uso restrito (AUR) são aquelas cuja utilização possui restrições, mas não são consideradas Áreas de Preservação Permanente. A Lei nº 12.651/2012 reconhece duas categorias de AURs, que são: i) pantanais e planícies pantaneiras; ii) áreas com inclinação entre 25° e 45°. Essas áreas são consideradas sensíveis e o ato de explorá-las necessita da adoção de boas práticas agropecuárias e florestais.

São consideradas como AURs as seguintes fitofisionomias: i) áreas de várzeas; ii) áreas episódica ou periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos, pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freático; iii) áreas de baixios ao longo de igarapés de terra firme; iv) campos, campinas e campinaranas alagáveis, campos úmidos, veredas, campos de murunduns, brejos, florestas paludosas; v) ilhas fluviais.

Considerações sobre degradação e restauração

Degradação

O conceito de área degradada varia conforme a atividade produtiva na qual os efeitos são gerados e do campo de conhecimento em que são tratados (Dias Filho, 2015). Uma determinada área é considerada degradada quando sofre um impacto que resulta em modificações (físicas, químicas e microbiológicas) que afetam a sua resiliência ou capacidade de autorregeneração (Carpanezi, 2005), havendo assim necessidade de intervenção antrópica para sua recuperação. Em resumo, degradação é a simplificação ou modificação do ecossistema, causada por um distúrbio natural ou antrópico, cuja escala (temporal/espacial), severidade ou frequência ultrapassa o limiar a partir do qual a recuperação natural do ecossistema não é mais possível (Aronson et al., 2011).

A degradação de um ecossistema, em seu sentido amplo, não aponta apenas para a deterioração do solo, esse é apenas um dos indicadores possíveis. Nesse sentido, o termo degradação pode ser aplicado em três tipificações (Vieira et al., 1993; Brienza Junior et al., 1995). A primeira refere-se à **degradação da biodiversidade**, que ocorre quando há danos ou perdas de diversidade genética ou abundância de uma população vegetal ou animal em função de ações antrópicas.

O segundo tipo diz respeito à **degradação do ecossistema**, que acontece em função de perdas das integridades estrutural e funcional de um ecossistema, as quais modificam a habilidade de regular o armazenamento e ciclagem dos fluxos de água, energia, carbono e elementos minerais (Nepstad et al., 1992; Carpanezi; Carpanezi, 2003). A degradação do ecossistema é muito mais

severa do que a degradação da biodiversidade, pois modifica as interações entre comunidade biológica e fatores ambientais, alterando os ecossistemas (aquáticos e/ou terrestres) existentes nas proximidades. Usos da terra que resultam nas remoções substanciais do solo e do dossel de uma floresta, como, por exemplo, as atividades de mineração, favorecem a degradação do ecossistema, reduzindo a superfície fotossintética (com implicações diretas na assimilação de carbono e na ciclagem de nutrientes), a biodiversidade, o fluxo de água, a taxa evapotranspiratória, a capacidade de dissipação de calor, além de influenciar o ciclo hídrico e o microclima local.

O terceiro tipo de degradação refere-se à **degradação da capacidade produtiva**, ou seja, à perda da produtividade econômica agrícola, pecuária ou florestal de uma determinada área em decorrência de manejo antrópico inadequado. Por exemplo, uma pastagem quando infestada por ervas daninhas pode ser considerada degradada por ter reduzida a taxa de ganho de peso animal. De uma maneira geral, a perda da capacidade produtiva de um determinado uso da terra é o principal tipo de degradação enfrentado pelo agricultor, em especial na Amazônia, onde as características biofísicas e climáticas da região potencializam e agravam o problema. Nesse cenário, o desafio ressaltado é conciliar a adequação ambiental da propriedade, em função do Código Florestal, com a produção e a geração de renda.

Restauração

O termo “restaurar” diz respeito ao uso de um conjunto de procedimentos planejados com o objetivo de recuperar a integridade ecológica e melhorar o bem-estar humano em paisagens desmatadas ou degradadas (Society for Ecological Restoration International, 2004) ou ainda minimizar impactos negativos aos ambientes biótico e abiótico causados por atividades antrópicas (Dias Filho, 2015). A capacidade de recuperação de um ecossistema depende de sua estabilidade, entendida como a variação de uma comunidade no tempo ou capacidade de permanecer num determinado estágio (Louzada; Schlindwein, 1997), e de sua resiliência, ou seja, da capacidade de uma comunidade voltar à sua forma original ou a um equilíbrio dinâmico após perturbação (Vieira et al., 2009).

O processo de restauração de uma determinada área alterada pode ser caracterizado como autorrenovação, reabilitação e restauração (Maini, 1992). A autorrenovação acontece quando o ecossistema é capaz de renovar-se após um baixo nível de perturbação, voltando ao estágio original sem a interferência humana, ou seja, existe uma boa resiliência. A reabilitação sucede quando um recurso natural, após certo nível de degradação, necessita, de forma espontânea, de um tempo para sua recuperação, podendo ainda ser acelerado pela ação humana. Em outras palavras, é a melhoria das funções do ecossistema sem necessariamente se chegar às condições existentes antes do distúrbio. Já a restauração ocorre após um nível irreversível de degradação, em que é necessária a interferência humana para formar um novo ecossistema florestal o mais próximo possível da sua condição original (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2014).

A expressão “recuperação de áreas degradadas (RAD)” tem sido usada para abrigar termos como recomposição, restauração florestal, reabilitação, revegetação e florestamento. Maiores informações sobre essas expressões podem ser obtidas em Vieira et al. (2009). Além disso, o uso indiscriminado dos termos “restauração” e “reabilitação” pode causar dúvidas quanto à definição de objetivos, técnicas a serem adotadas e até mesmo como avaliar e monitorar um determinado projeto, assim como pode não deixar clara a definição de políticas públicas (Aronson et al., 2011).

Portanto, é preciso cuidado quanto a disseminar esses conceitos corretamente. Embora na literatura sejam usadas diferentes denominações para processos de recuperação de uma área alterada/degradada, no presente documento é adotado o termo “restauração florestal” para abranger ações antrópicas para reincorporação ao processo produtivo de áreas degradadas e/ou abandonadas e, ao ser aplicado em APPs, pode ser denominado de “restauração florestal ambiental”. Por sua vez, considerando que na Amazônia a ARL pode variar de 50% a 80%, as técnicas de restauração devem considerar a integração da função ambiental com a função social, como previsto no Código Florestal, além de favorecer a produção, a geração de renda e a soberania alimentar do produtor. Nesse sentido, no presente documento, o termo “restauração florestal” pode ser denominado de “restauração florestal produtiva”.

A paisagem produtiva na Amazônia é composta por diferentes tipos de uso da terra distribuídos em APPs, ARLs e AURs. O desafio colocado frente à Lei

nº 12.651 passa por subsidiar as Secretarias Estaduais de Meio Ambiente com modelos de adequação ambiental das propriedades rurais. Para isso, é preciso disponibilizar para a sociedade exemplos de modelos produtivos que possam servir de referência em trabalhos de restauração florestal produtiva, a partir da construção de uma rede de áreas de aprendizado baseada em iniciativas inovadoras praticadas por agricultores experimentadores em parceria com equipes de pesquisa.

Procedimentos para implantação de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia em restauração florestal produtiva

Antes de se implantar unidades de aprendizado em propriedades rurais com o objetivo de socializar conhecimentos para multiplicadores de tecnologias (validadas ou em vias de validação), é preciso levar em conta alguns passos importantes, os quais poderão determinar o sucesso não só da implantação, como também da avaliação e monitoramento das URTs e UD.

No presente documento, as unidades de aprendizado e transferência de tecnologia foram planejadas para trabalhos com sistemas produtivos, principalmente para ARLs e APPs, onde a lei ambiental permite o uso de sistemas agroflorestais em propriedades de agricultura familiar. Assim, os sistemas produtivos passíveis de implementação são: sistemas agroflorestais; reflorestamento misto, com ou sem manejo da regeneração natural; e enriquecimento de florestas antropizadas.

O passo-a-passo proposto abrange duas etapas, que serão descritas a seguir.

Reuniões de socialização para tomadas de decisão

O processo de internalizar uma proposta para implantar e monitorar áreas de aprendizado para socialização de tecnologias (URT e UD), referentes à restauração florestal produtiva, deve ser realizado em conjunto com a sociedade local. A primeira conversa com os parceiros tem por objetivo discutir a proposta, apresentar os objetivos, os métodos e os resultados esperados com a implantação das atividades, além de mostrar o papel dos

atores que desejam participar e quais os benefícios esperados em termos institucionais e físicos, considerando todo o processo a ser desenvolvido. Resumindo, recomenda-se que todos os passos a serem realizados no processo de implantação e monitoramento das URTs e UD's sejam discutidos e decididos em reuniões de socialização.

A transparência obtida pelo processo de construção coletiva (clareza dos objetivos, possíveis benefícios, compromissos das partes envolvidas) reduz a desconfiança que sempre existiu de agricultores e instituições junto a organismos implementadores. Experiências realizadas por institutos de ensino, pesquisa e extensão em que as tomadas de decisões participativas norteavam as ações tiveram um grande impacto positivo, ocasionando uma maior adoção das atividades pelos participantes (Chokkalingam et al., 2005).

Identificação do produtor rural e escolha da área da propriedade

O proprietário da terra (pessoa física ou jurídica) a ser selecionado deve estar ciente da responsabilidade e concordar com a implantação de URTs ou UD's em sua propriedade, bem como em receber visitas periódicas e/ou esporádicas de pesquisadores, agentes de extensão, multiplicadores, estudantes, além de ações com treinamentos e cursos de capacitação, aulas práticas e teóricas, dias de campo, entre outras ações de troca de experiências e socialização de conhecimentos.

É igualmente importante deixar claro que a área destinada à pesquisa/demonstração não tem obrigação de gerar receitas adicionais ao produtor, o que pode até acontecer, mas não deve ser considerado algo imprescindível, uma vez que há possibilidades de insucessos por diversas razões, as quais envolvem fatores não controláveis, como o clima, por exemplo.

Preferencialmente, a propriedade a ser selecionada deve ter um mosaico de situações passíveis de uso de tecnologias de restauração, ou seja, possuir fonte de água (rio, igarapé) e diferentes tipos de áreas degradadas ou em vias de degradação, onde seja possível implantar UD's e/ou URTs. A seleção do proprietário é tão importante quanto a escolha dos locais para instalação das áreas demonstrativas de aprendizado.

Deve-se buscar um perfil de produtor que tenha liderança e seja formador de opinião na região. Além disso, é preciso deixá-lo ciente da responsabilidade de permitir a realização de vários eventos ao longo do período de duração do projeto em sua propriedade. Embora não seja regra, é importante levar em consideração que o selecionado possua em seu histórico de produtor rural atividades produtivas diferenciadas, as quais possam credenciá-lo como “agricultor inovador”, “agricultor vitrine” ou “agricultor experimentador”.

Alguns fatores que merecem ser observados e levados em consideração para o estabelecimento de modelos de restauração florestal produtiva em propriedades rurais são:

- **Propriedade rural e as áreas para instalação das URTs e UD:** selecionar propriedades rurais e áreas o mais acessíveis possível. Considerar o traslado de pessoas e materiais constante na área, o que pode ser dificultado quando existem grandes distâncias a serem percorridas ou, mesmo curtas, com obstáculos como pontes em mau estado de conservação, estradas em péssimas condições. Esse aspecto é de extrema importância quando se considera o bioma amazônico, uma vez que a sazonalidade climática na região é determinante para o acesso a determinadas áreas (por exemplo, chuvas intensas limitam o acesso por estradas de terra).
- **Realidade produtiva das propriedades:** buscar o máximo de diversificação e representatividade para o seu entorno, tais como tipo de solo, pluviosidade, relevo, entre outros. Esses fatores são importantes uma vez que as áreas escolhidas servirão de referências para multiplicadores que pretendem adotar/difundir as tecnologias demonstradas.
- **Mapa de uso da propriedade:** o planejamento da propriedade pode ser considerado um momento importante para o agricultor, principalmente para aquele de unidade familiar, visualizar o mosaico produtivo de sua propriedade apresentado na forma de mapa, no qual devem ser identificadas as APPs, ARLs e AURs, bem como as diferentes formas de uso do solo (agricultura, pasto, manejo florestal, entre outros).
- **Histórico de uso da área:** de posse do mapa de uso da propriedade, busca-se identificar os usos anteriores da terra dos diferentes sistemas

produtivos, apontando registros como perturbações diversas (incêndios acidentais, inundações), uso de mecanização, entre outros.

- **Tamanho da área demonstrativa/referência:** as dimensões das unidades de aprendizado e transferência de tecnologia devem ser adequadas ao tipo de área a ser trabalhada (APPs, ARLs ou AURs), uma vez que seu tamanho deve permitir o monitoramento de variáveis representativas do modelo de restauração implantado. Sistemas integrados com animais – sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) – sempre demandam áreas consideráveis, dada a necessidade de pastejo. Deve-se levar em conta também que culturas anuais podem necessitar de mecanização, o que demanda adequação para esse fim.

Implantação de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia

Para se obter sucesso com a adoção de uma tecnologia, o planejamento do trabalho deve começar a partir do momento que se decide pela implantação da unidade de aprendizado e transferência de tecnologia (Balbino et al., 2011). Com base nessa orientação, propõe-se levar em conta antes da implantação das UD's e URT's os seguintes passos básicos:

- **Fórum de decisões:** o propósito é criar um espaço de integração permanente de discussões, contemplando todas as ações planejadas para serem executadas na propriedade, abrangendo a concepção teórica do modelo tecnológico a ser trabalhado, bem como a implantação da UD e/ou URT e o monitoramento ao longo do tempo. Esse procedimento serve para pactuar os objetivos e metas das UD's ou URT's, o papel de cada ator e a definição de responsabilidades. Nesse sentido, é importante ampliar a participação de outros atores, incluindo representantes de movimentos sociais, universidades, institutos tecnológicos, grupo de mulheres, federações de agricultura, secretarias municipais de agricultura, representantes do setor rural local, entre outros. As trocas de experiências proporcionarão sinergias em busca de objetivos comuns.

- **Parcerias:** é importante ter clareza sobre quem são os parceiros e qual o papel de cada um na implantação e condução da UD/URT. Por exemplo, para os casos de parcerias entre Embrapa e empresa ou Embrapa e proprietário rural, é preciso a formalização de contratos de cooperação técnica com a explicitação das contribuições de cada uma das partes.
- **Socialização das ações:** dentro do espaço de decisões será possível elaborar um calendário anual que esteja de acordo com os interesses dos parceiros locais, abrangendo todas as ações planejadas desde a implantação até o monitoramento das URTs e UD.

Planejamento, execução e monitoramento

Descreve-se a seguir alguns dos passos importantes a serem pautados no momento de elaborar o plano de trabalho para a implantação de uma URT ou UD. As informações seguem as orientações de Balbino et al. (2011), que são:

- **Mapas de acessibilidade e referenciamento tecnológico:** a equipe de trabalho deve auxiliar na confecção de mapas de acesso às áreas escolhidas para trabalho. Esses mapas devem ser distribuídos para a equipe de trabalho e o proprietário da área trabalhada.
- **Experiências locais e tecnologias existentes:** ao planejar a instalação de unidades de aprendizado e transferência de tecnologia, deve-se ter em mãos, para discussão, as tecnologias ou modelos disponíveis, considerando também as experiências locais. Todas as possibilidades tecnológicas podem ser aproveitadas para ações de aprendizado e transferência de tecnologia. As experiências locais podem também ser avaliadas e ajustadas a conceitos técnicos já consolidados.
- **Escolha de espécies:** a identificação das espécies para compor os sistemas produtivos deve acontecer, sempre que possível, baseada em avaliações do potencial topoclimático das mais indicadas, conforme os pressupostos de Martorano et al. (2011), Tourne et al. (2016) e Martorano et al. (2017).

- **Identificação das unidades de aprendizado:** as UD's e URT's implantadas devem ser bem sinalizadas por meio de placas que atendam as normas das instituições parceiras. No caso da Embrapa, deve-se observar a padronização estabelecida pela Secretaria de Comunicação da Embrapa (Secom), considerando ainda as logomarcas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e do governo federal.
- **Monitoramento:** as áreas instaladas devem ser monitoradas quanto ao desempenho de algumas variáveis do sistema, as quais devem ajudar a consolidar os conceitos da tecnologia trabalhada. Nesse sentido, um texto orientador sobre o assunto é apresentado, no presente documento, no tópico "Instalação e monitoramento de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia".

Recursos para implantação de áreas de aprendizado e transferência de tecnologia

A instalação de uma UD ou URT deve seguir um planejamento amplo, abrangendo as atividades previstas do início ao fim. No processo de implantação de uma UD ou URT deve haver um levantamento prévio dos custos de implantação, bem como uma projeção da viabilidade do sistema implantado para análise e posterior comparação e divulgação (Balbino et al., 2011). Para implantar uma UD ou URT, a equipe deve ter ainda uma estimativa dos recursos necessários para a compra de todos os materiais necessários (Tabela 1).

Tabela 1. Elementos que devem ser considerados no orçamento para implantação de UD ou URT.

Produto	Especificação
Insumos	Adubo, semente, muda, saco plástico, herbicida, inseticida, combustível, água, arame, piquete, enxada, terçado, entre outros
Material para coleta de dados	Caderno para coleta de informações, borracha, lápis, trado, fita e/ou suta diamétrica, saco para coleta de solo, etiquetas, paquímetro, vara de medição de altura ou equipamentos análogos
Máquinas e equipamentos	Trator, implementos (calagem, adubação, plantio, semeadura, aração, gradagem), equipamentos de proteção individual (EPIs), plantadeira "tico-tico", roçadeira, motosserra, motocoveador, entre outros

Além dos insumos, materiais para coleta de dados e equipamentos agrícolas, é preciso assegurar recursos financeiros para estruturas de eventos de transferência de tecnologias bem como materiais promocionais (placas, banners, pôsteres, vídeos, mapas, entre outros) de divulgação e de identificação das tecnologias trabalhadas para a recuperação de APP, ARL ou AUR.

Serviços como instalação, limpeza, manutenção, decoração, sonorização e iluminação de eventos de transferência de tecnologia também devem ser considerados. Para tanto, é relevante sondar empresas do ramo sediadas no município do projeto ou em outros locais próximos para evitar dispêndios elevados com logística.

Equipamentos permanentes como tratores e implementos agrícolas necessários para a implantação e manutenção das UD's ou URT's representam investimentos de altos valores para aquisição, podendo o aluguel ser uma alternativa (Balbino et al., 2011). Há, entretanto, outras opções para amortização de recursos, tal como a formalização, no âmbito dos compromissos institucionais, de ações junto aos parceiros locais em termos de socialização de materiais e mão de obra para implantação e manutenção das UD's ou URT's.

As secretarias municipais de agricultura e as cooperativas de produtores mais estruturadas são exemplos de agentes com possibilidades para obtenção de recursos materiais e humanos para colaborar no desenvolvimento das atividades. O próprio produtor parceiro, com disponibilidade de recursos, também pode ser uma alternativa. No caso de uso de materiais do produtor, a cessão deve ser devidamente contemplada e detalhada nos instrumentos jurídicos de parceria. Adicionalmente é preciso considerar demandas do material cedido em relação a manutenção e combustível, entre outros aspectos.

Instalação e monitoramento de áreas de aprendizado e/ou de transferência de tecnologia

Instalação de parcelas permanentes

A escolha de alternativas tecnológicas para geração de renda e adequação da propriedade à Lei Ambiental pode ser baseada em experiências já consolidadas por agricultores ou em modelos demonstrativos tecnificados direcionados para os principais ambientes antropizados numa propriedade (ARL e APP).

As áreas demonstrativas já existentes ou a serem implantadas podem ter formas variadas, uma vez que dependerão da localização e dos acordos com os parceiros. Nesse sentido, podem ser utilizadas parcelas permanentes para avaliações dos diferentes componentes do sistema (árvores, fruteiras, culturas agrícolas, regeneração natural e solo) objeto da UD. As parcelas podem ser circulares, quadradas ou retangulares e localizadas aleatoriamente, alinhadas preferencialmente à linha de plantio das árvores. O tamanho mínimo das áreas demonstrativas será definido em função do tamanho da área a ser restaurada na propriedade rural.

É importante ter em conta que a delimitação da área demonstrativa deve possibilitar validade estatística para as informações coletadas e seu monitoramento sistemático. Algumas particularidades devem ser levadas em consideração, tais como: i) buscar área na propriedade que seja representativa do universo de propriedades e do seu entorno (tipos de solo e degradação, formação geológica, clima, uso da terra, declividade, outros); ii) isolar agentes de degradação (animais, pessoas, outros); iii) fazer aceiros para prevenção de fogo acidental; iv) tomar medidas necessárias para controle de erosão do solo; v) escolher áreas homogêneas para o caso de necessidade de aplicação de tratamentos (adubação, por exemplo).

Monitoramento de parcelas permanentes

Após sua implantação, a unidade de aprendizado deverá ser monitorada por pessoas treinadas, que podem ser técnicos (de instituições de pesquisa, de ensino ou de prestadoras de assistência técnica), acompanhados, sempre

que possível, por familiares das propriedades escolhidas. A condução e o monitoramento devem ser realizados em função do tipo de modelo de restauração implantado.

A fertilidade e a estrutura do solo, bem como a diversidade e a composição da vegetação são algumas características comumente avaliadas em monitoramento de restauração, sendo capazes de predizer o sucesso desta.

Algumas variáveis podem ser de simples avaliação, como a fertilidade e a cobertura do solo, a densidade de plantas presentes e a riqueza de espécies, entre outras. No caso de vegetação natural, por exemplo, o Sistema Capoeira Classe (CapClas) proposto por Salomão et al. (2012) permitiu classificar três estágios sucessionais da Vegetação Secundária (inicial, intermediário e avançado) a partir de quatro indicadores (Tabela 2).

Tabela 2. Indicadores de classificação de estágios sucessionais de Vegetação Secundária ou capoeira.

N	Indicador
1	Número de indivíduos por hectare (árvores com DAP ⁽¹⁾ ≥ 10 cm)
2	Área basal ⁽²⁾ por hectare (árvores com DAP ≥ 5 cm)
3	Biomassa total da vegetação (peso seco por hectare; árvores com DAP ≥ 5 cm)
4	Distribuição diamétrica (DAP)
	- número de classes diamétricas ocupadas (intervalos de 4,9 m; DAP a partir de 5 cm)
	- porcentagem de indivíduos com DAP entre 5 cm e 9,9 cm
	- porcentagem de indivíduos com DAP < 20 cm

⁽¹⁾DAP: diâmetro à altura do peito (1,3 m do solo)

⁽²⁾Área basal (AB): variável na engenharia florestal representada pela seção de um plano ao cortar o tronco de uma árvore à altura do DAP, sendo definida como seção transversal, ou área seccional. Sua fórmula de cálculo é $AB = (3,1416 \times DAP^2)/4$ e é expressa em metros quadrados por hectare (Soares et al., 2017).

A escolha de variáveis a serem monitoradas nas áreas demonstrativas vai depender do interesse do conhecimento a ser gerado, o qual deve ter sido debatido dentro do Fórum de Decisões. A participação do agricultor na construção desse conhecimento deve fazer parte do processo de monitoramento para avaliar a sua capacidade de adoção do sistema proposto. De forma geral, os elementos comumente avaliados são apresentados a seguir.

Diversidade de espécies da regeneração natural

A biodiversidade da regeneração natural, quando associada a sistemas produtivos, pode ser um agente contribuinte de adequação ambiental. Essa variável pode ser avaliada tanto em áreas que receberam o plantio de espécies, como naquelas com florestas naturais ou onde houve isolamento físico do fator de degradação. Embora uma das fortes limitações existentes para seu uso, no contexto amazônico, seja a carência de profissionais dessa área, recomenda-se, sempre que possível, a sua avaliação com parobotânicos (profissional com experiência de anos de trabalho na identificação botânica de espécies vegetais) de confiança, para garantir uma boa identificação das espécies existentes nas áreas trabalhadas. A avaliação da diversidade de espécies é um importante indicador tanto da biodiversidade da flora como da fauna.

Sempre se questiona, no caso das espécies vegetais, qual a altura dos indivíduos a serem avaliados. A avaliação da altura está associada à capacidade operacional de execução do monitoramento. De modo geral, procura-se medir os indivíduos cuja identificação botânica seja possível via folhas e ramos, estratégia que abrange a grande maioria das espécies.

Devido à alta abundância de indivíduos da regeneração natural de tamanho pequeno, estrategicamente, a área deve ser estratificada para subamostragens. Por exemplo, em áreas amostrais de vegetação natural ou de sistemas produtivos, pode-se utilizar retângulo ou transecto subdividido em áreas de tamanhos pequeno, médio e grande para subamostragens de altura de plântulas, arbustos e árvores e DAP, quando for o caso ($DAP \leq 2,5$ cm; 5 cm $< DAP \leq 2,5$ cm; e $DAP \geq 5$ cm) (Figura 1) (Silva et al., 2005).

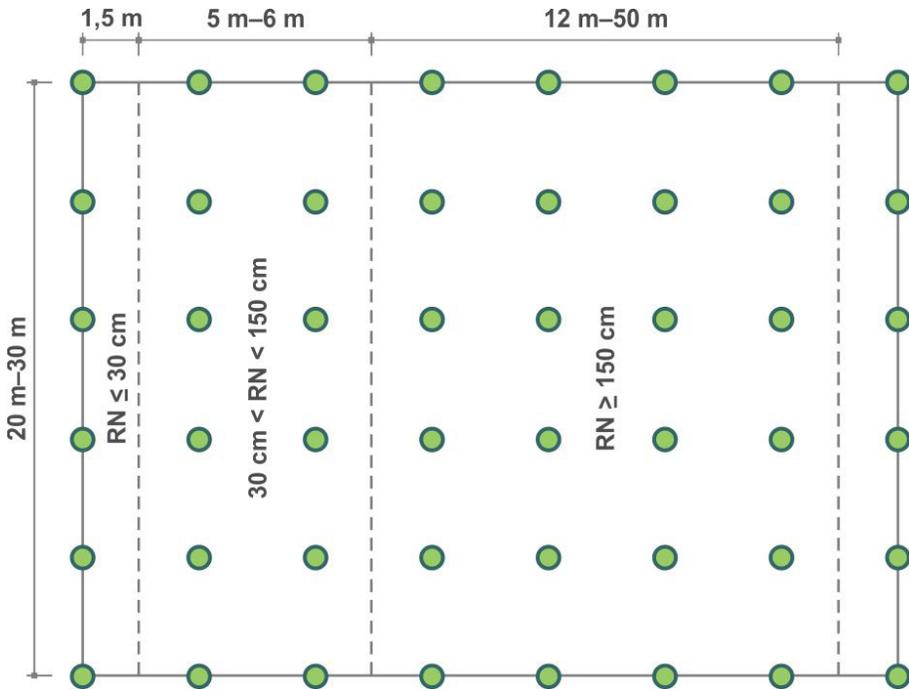


Figura 1. Exemplo de unidade amostral para avaliação da regeneração natural com suas frações para avaliações da regeneração natural. A fração de 1,5 m de largura destina-se à avaliação de plântulas da regeneração natural (RN) de até 30 cm de altura. As frações de tamanho maior são para avaliar as espécies de maiores alturas.

Crescimento de árvores

No caso de implantação de UD's ou URT's, deve-se oportunizar o uso de espécies florestais conforme citado no item "Planejamento, execução e monitoramento". A avaliação temporal do crescimento (altura e diâmetro) dos indivíduos das espécies presentes (plantadas ou de regeneração natural) nas APP's, ARL e AUR's permite avaliar o desempenho (incremento médio da variável analisada) e a dinâmica ecológica da comunidade e o dinamismo de cada espécie e, se considerada numa escala temporal, pode-se projetar cenários de produção e de evolução da restauração.

- **Altura:** essa variável pode ser considerada de duas maneiras. A primeira, chamada de total, refere-se àquela que vai do solo ao topo da copa. A segunda é conhecida como altura comercial do tronco, ou seja, é a altura do tronco a partir do solo até a primeira bifurcação comercial que determina o limite para o uso da madeira. Se necessário, pode ser distribuída em classes de altura visando facilitar a visualização da distribuição da estrutura horizontal das árvores. Essa variável é expressa em metros.
- **Diâmetro à altura do peito (DAP):** o diâmetro das plantas arbóreas obtido a 1,3 m de altura do solo é conhecido na silvicultura pela sigla DAP. A sua obtenção de árvores plantadas e/ou de regeneração natural existentes na unidade de aprendizado (UDs, URTs) é indispensável para o cálculo do volume de madeira e da biomassa (estoque de carbono). Em geral, o DAP é apresentado em classes de distribuição diamétrica de uma população (ou comunidade) e sua unidade de medida é em centímetros.

Área basal

A área basal é uma variável em silvicultura que se refere ao somatório da projeção no solo da área seccional do tronco a 1,30 m de altura do nível do solo de todos os indivíduos amostrados por unidade de área (plantados ou de regeneração natural). Em outras palavras, ela representa uma superfície formada pelas áreas dos troncos de todas as plantas medidas a 1,30 m do solo. Seu valor geralmente é expresso em metros quadrados por hectare.

Biomassa aérea

A biomassa aérea de uma vegetação refere-se ao seu peso verde transformado em peso seco. Em geral, essa variável é fracionada em folhas, galhos e troncos, e expressa em quilogramas ou toneladas. Sua importância reside na possibilidade ou no interesse de comercialização de crédito de carbono, ou ainda na imobilização de carbono na vegetação, que implica em mitigação de mudanças climáticas. A obtenção dessa variável pode se dar dentro da parcela usada para as avaliações da regeneração natural (Figura 1). Na impossibilidade de sua obtenção devido a aspectos operacionais, pode-se

lançar mão de uma equação alométrica na literatura, gerada por autores em situação semelhante à do local trabalhado, a partir da coleta de medições de DAP e altura.

Ingresso/egresso de espécies

O monitoramento dos indivíduos das espécies arbóreas irá demonstrar se a riqueza de espécies da regeneração é positiva (ingresso maior) ao longo do tempo ou se as condições ambientais/edafológicas para o desenvolvimento das árvores são inadequadas (egresso maior).

Recrutamento

O recrutamento se refere à entrada de novos indivíduos na área, no processo de regeneração natural, independente da espécie. O seu monitoramento deverá adotar limite de inclusão de determinada variável na amostragem. Por exemplo, considerando-se que seja adotado o limite mínimo de 1,50 m de altura para arvoretas e um intervalo de monitoramento de 2 anos, a avaliação do recrutamento de novos indivíduos e, possivelmente, ingresso de novas espécies, numa escala temporal, poderá se tornar um bom indicador da trajetória da restauração.

Mortalidade

A mortalidade é o parâmetro que registra a saída de indivíduos da comunidade, ou seja, a morte de indivíduos. Em qualquer ecossistema natural ocorre a entrada pelo recrutamento e saída de indivíduos pela mortalidade. Espera-se que haja um balanço equilibrado entre essas duas categorias. Do contrário, se o registro da mortalidade for superior em períodos consecutivos de avaliação, há indicação de que a restauração está perdendo e a degradação está avançando.

Portanto, é necessário monitorar sistematicamente a área para avaliar sua evolução e, conseqüentemente, a taxa de mortalidade dos indivíduos do ecossistema estudado. Onde houver a necessidade de plantio, deve-se monitorar, quando pertinente, a regeneração natural das espécies arbóreas como parte do processo evolutivo do conjunto da restauração.

Banco de sementes do solo

O banco de sementes presente na serapilheira e no solo das áreas em restauração pode contribuir substancialmente com a regeneração natural. Essa variável é um indicador do potencial de recuperação, pois a biodiversidade de espécies presentes no estoque de sementes armazenadas no solo contribui para a expressão da regeneração natural e, conseqüentemente, a adequação ambiental.

A observação dessa variável pode se dar dentro da parcela usada para as avaliações da regeneração natural e crescimento de árvores plantadas (Figura 1). Nesse caso, recomenda-se a distribuição ao acaso e coleta de seis amostras simples de solo com auxílio de um gabarito de madeira medindo 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), a uma profundidade de 5 cm para padronização das amostradas. Em seguida, essas amostras simples devem ser misturadas, formando uma amostra composta, a qual será distribuída em pelo menos quatro bandejas de polietileno (40 cm x 25 cm x 5 cm) para o acompanhamento da germinação das sementes.

Solo

O solo é a variável de maior percepção para os agricultores no processo de recuperação florestal. O manejo de suas áreas agrícolas garante aos agricultores vasto conhecimento sobre os solos da propriedade. Eles são capazes de identificar diferentes tipos de solos e avaliar a recuperação deles por inúmeras variáveis combinadas de campo.

Em monitoramento realizado em propriedades agrícolas no Nordeste Paraense, verificou-se que os arranjos florestais com fins de recuperação, cujas espécies eram de crescimento rápido e de alta produção de biomassa, foram os mais percebidos pelos agricultores como ambientes recuperados ou em processo de recuperação. Embora os ganhos químicos (fósforo, potássio, nitrogênio, melhoria do pH do solo) não tenham acompanhado essa percepção, observou-se que a mudança morfológica do solo, cor e textura eram atribuídas ao sucesso do sistema e foram fundamentais para adoção e expansão de novas áreas de recuperação (Poca, 2012).

O nível de degradação do ambiente e o uso anterior do solo a ser monitorado irá influenciar diretamente a expressão dos resultados. As áreas agrícolas de roça tendem a expressar melhores ganhos de fertilidade em razão das frequentes adubações utilizadas, já os demais usos podem não serem expressos somente com a análise de fertilidade. Desse modo, é importante compor um conjunto de indicadores sensíveis à mudança do solo. Para isso, os indicadores químicos devem ser acompanhados de indicadores físicos, biológicos e morfológicos. Maiores detalhes sobre os indicadores para a coleta de amostras de solo podem ser encontrados em Arruda et al. (2014).

Produtividade de culturas agrícolas

Culturas agrícolas anuais e perenes podem fazer parte de sistemas produtivos de restauração florestal. Com isso, potencializa-se a otimização do uso da área e a redução dos custos de manutenção. A quantificação da produção será a usual, conferindo-se os produtos obtidos por espécie e área, podendo ser conjugada com as parcelas estabelecidas para avaliar a regeneração natural (Figura 1).

Monitoramento de agentes bióticos

Na avaliação ecológica de florestas nativas ou plantadas, considera-se cada vez mais o uso de componentes da fauna como indicadores de sustentabilidade, caracterizando os povoamentos em sua composição e estrutura, por meio do conhecimento da riqueza de espécies e dos índices ecológicos da biodiversidade local. Tais variáveis permitem avaliar os sistemas implantados quanto à sua capacidade de recuperar a biodiversidade em relação ao estado de degradação anterior.

Normalmente se considera a fauna do solo como indicadora ambiental de sustentabilidade de sistemas florestais implantados em comparação à vegetação nativa, com ênfase na avaliação de invertebrados (por exemplo, formigas e cupins) que atuam como “engenheiros de ecossistemas” na formação da estrutura da serapilheira. Como exemplo, pode-se avaliar a composição da população desses grupos de animais de forma sistemática e periódica em dois ambientes: no sistema implantado e na área de vegetação

nativa mais próxima, podendo esta ser estratificada em função dos seus diferentes níveis de antropização.

Os resultados obtidos nessa avaliação podem fornecer subsídios para o conhecimento da dinâmica e diversidade desses invertebrados conforme as espécies florestais e sistemas de plantio utilizados para recomposição do ecossistema degradado. As observações dessas variáveis podem ser conciliadas nas parcelas estabelecidas para as demais avaliações.

Percepção dos agricultores sobre o sistema

Todo produtor rural dispõe de conhecimento sobre o seu entorno para realizar a apropriação de seus ambientes. Esses conhecimentos têm um valor substancial para clarificar as formas como os produtores percebem, concebem e conceituam os recursos, paisagens ou ecossistemas dos quais dependem para subsistir. Esse conhecimento é decisivo na implantação de estratégias de sobrevivência (Toledo; Barrera-Bassols, 2009).

O êxito na adoção e difusão de tecnologias voltadas para a restauração florestal está atrelado à participação do agricultor, não só como cedente da área para implantação do sistema, mas também com detentor de conhecimento. É através da avaliação da dimensão perceptual que o desenvolvimento de uma tecnologia participativa em nível local poderá ser consolidado. Cada agroecossistema apresenta características distintas, que exigem soluções específicas, adequadas às suas condições socioambientais. Entender as estratégias de apropriação da natureza praticada pelos agricultores é buscar soluções para o manejo mais sustentável das paisagens, em que ajustes poderão ser negociados, resgate de espécies ora presentes nas paisagens poderão compor os arranjos pretendidos e o custo de implantação poderá ser reduzido com a introdução de plântulas e sementes de espécies trazidas de maciços florestais do entorno.

As motivações que levam os agricultores a adotarem estratégias de recuperação, sejam elas com enriquecimento de capoeira sejam com regeneração natural, assim como a intenção de uso futuro das terras em

regeneração/recuperação são indicadores importantes de sustentabilidade na escala temporal.

Produção de sementes e mudas

Quando for o caso de se estabelecer UD's a partir do plantio de sistemas produtivos de restauração florestal, é preciso que haja um planejamento desde a semente até a muda que vai para o campo. Nesse caso, algumas orientações sobre sementes (fenologia; deiscência; colheita, extração, beneficiamento, secagem e armazenamento; germinação; dormência; entre outros) e mudas (tipos de viveiro; semeadura; repicagem; irrigação; e sombreamento) podem ser encontradas em Leão et al. (2011).

Socialização do conhecimento a partir da implantação de unidades de aprendizado e de transferência de tecnologia

A participação da sociedade local é essencial em todo o processo de implantação da unidade de aprendizado (UD, URT) para que seja potencializada a troca de experiências e/ou a adoção de uma determinada tecnologia. Para que isso ocorra, é preciso utilizar ferramentas pedagógicas de transferência de tecnologia/conhecimento que deverão ser apresentadas aos interessados, bem como ao público externo de analistas, técnicos, pesquisadores, educadores, alunos, entre outros envolvidos no trabalho.

Um dos objetivos a serem alcançados com a implantação de uma UD ou de uma URT sobre restauração de APP, ARL e AUR é a utilização da área visando demonstrar um modelo de sistema de uso da terra, novas tecnologias ao público disseminador de conhecimento rural. Nesse sentido, sugere-se o estabelecimento de um cronograma para demonstração dos sistemas implantados, considerando seus diversos estágios de desenvolvimento. A Embrapa, por exemplo, trabalha com um conjunto de ferramentas para transferência de tecnologias e socialização do conhecimento, descrito a seguir.

Palestras

Como palestra entende-se apresentações orais sobre um determinado tema. Sua estrutura deve atender alguns tópicos, como: utilizar tempo curto de duração; empregar linguagem de fácil compreensão; usar ilustrações adequadas e conteúdo apropriado a diferentes públicos, e sobretudo, permitir a interação amigável com o público.

Dias de campo ou de vivência

O dia de campo ou de vivência tem o papel de promover a comunicação entre produtores rurais, técnicos agrícolas, representantes comerciais de insumos agropecuários, extensionistas e pesquisadores por meio da demonstração das experiências in loco e com auxílio de outras ferramentas de visualização, como o FlipChart ou cavalete de madeira para fixação de papel, imagens, entre outros. Os dias de campo ou de vivência podem durar todo o dia.

Reuniões de trabalho

Ao optar por realizar uma reunião de trabalho ou workshop, deve-se ter como objetivo exercitar a difusão e o intercâmbio de conhecimentos entre parceiros sobre diferentes temas e, em especial, a restauração florestal de áreas de APP, ARL e AUR. Ao mesmo tempo, um workshop reúne pessoas com objetivos semelhantes, mas provenientes de diferentes realidades produtivas, sociais e ambientais, favorecendo, assim, a troca de experiências e conhecimentos. Cada workshop pode durar de 1 a 3 dias e deve ser realizado em um local que ofereça condições para favorecer o aprofundamento teórico e prático de diferentes temas e a interação entre os participantes.

Curso de capacitação

Os cursos de capacitação, de forma geral, vão de poucas horas até aqueles prolongados, também chamados de capacitação continuada, os quais abrangem atividades práticas e teóricas. A intenção de proporcionar atividades de capacitação em recuperação de APP, ARL e AUR é potencializar os conhecimentos de profissionais ligados à área, difundindo as informações e ampliando-as para que possam ser aplicadas (e replicadas) com eficácia.

Outras formas

Há outras ferramentas para difusão de tecnologias elaboradas a partir da obtenção de resultados das unidades de aprendizado e transferência de tecnologia (UDs e URTs), entre elas, destaca-se o uso de folhetos, fôlderes, cartilhas, circulares técnicas, além de publicações técnico-científicas em revistas da Embrapa ou de outras origens, vídeos e entrevistas em rádios, com alcance regional, nacional ou internacional. Tais meios de difusão podem ser associados aos diferentes eventos já mencionados anteriormente.

Referências

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

ARRUDA, M. R. de; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. **Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 18 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 115).

BALBINO, C. L.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; ARMINDO, N. K.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. **Manual orientador para implantação de unidades de referência tecnológica de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta URT iLPF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).

BRASIL. Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. **Diário Oficial da União**, 24 jan. 2017a. Seção 1, p. 7-8. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20356481/do1-2017-01-24-decreto-n-8-972-de-23-de-janeiro-de-2017-20356364. Acesso em: 20 set. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-publicacaooriginal-136199-pl.html>. Acesso em: 20 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Florestas Plantadas**. Brasília, DF, 2018. 49 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/outras-publicacoes/plano-nacional-de-desenvolvimento-de-florestas-plantadas.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao acordo de Paris**. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80051/NDC/documento_base_ndc_2_2017.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

BRIENZA JUNIOR, S.; VIEIRA, I. C. G.; YARED, J. A. G. **Considerações sobre recuperação de áreas alteradas por atividades agropecuária e florestal na Amazônia brasileira**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1995. 27 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 83).



CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Reabilitação ambiental de ecossistemas florestais: uma introdução. In: SEMANA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO, 1., 2003, Colombo.

Florestas e Meio Ambiente: palestras. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 7 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 88).

CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (ed.). **Restauração florestal:** fundamentos e estudos de caso. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 27-45.

CHOKKALINGAM, U.; SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; CARANDANG, A. P.; GUMARTINI, T.; JONG, W. de; BRIENZA JÚNIOR, S.; LOPEZ, A. M.; MURNIATI, A. A. N.; WIBOWO, L. R.; TOMA, T.; WOLLENBERG, E.; ZAIZHI, Z. Local participation, livelihood needs, and institutional arrangements: three keys to sustainable rehabilitation of degraded tropical forest lands. In: MANSOURIAN, S.; VALLAURI, D.; DUDLEY, N. (ed.). **Forest restoration in landscapes:** beyond planting trees. New York: Springer, 2005. p. 405-414.

DIAS FILHO, M. B. A necessidade do profissional em projetos de recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 29., 2015, Foz do Iguaçu. **Desafios e oportunidades profissionais:** anais. Curitiba: CONFEA-PR, 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Instrução Normativa ICMBIO nº 11, de 11 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, 12 dez. 2014. Seção 1, p. 126-130. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Observação da Terra**. 2021. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias-obt-inpe/a-taxa-consolidada-de-desmatamento-por-corte-raso-para-os-nove-estados-da-amazonia-legal-em-2020-foi-de-10-851-km2>. Acesso em: 20 set. 2021.

LEÃO, N. V. M.; OHASHI, S. T.; FREITAS, A. D. D. de; NASCIMENTO, M. R. S. M. do; SHIMIZU, E. S. C.; REIS, A. R. S.; GALVÃO FILHO, A. F.; SOUZA, D. **Colheita de sementes e produção de mudas de espécies florestais nativas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 47 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 374).



LOPES, E. B. **Manual de metodologia**. Curitiba: Emater, 2016. 61 p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/extensao/livros/MANUAL%20DE%20METODOLOGIA%20EMATER.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

LOUZADA, J. N. C.; SCHLINDWEIN, M. N. **Ecologia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 148 p.

MAINI, J. S. Sustainable development of forests. **Unasyiva**, v. 169, n. 43, p. 3-8, 1992.

MARTORANO, L. G.; MONTEIRO, D. C. A.; BRIENZA JUNIOR, S.; LISBOA, L. S. S.; ESPIRITO SANTO, J. M. do; ALMEIDA, R. F. Top-bioclimatic conditions associated with the natural occurrence of two Amazonian tree species for sustainable reforestation in the State of Para, Brazil. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 144, p. 111-122, 2011.

MARTORANO, L. G.; VITORINO, M. I.; SILVA, B. P. P. C. da; MORAES, J. R. S. C. de; LISBOA, L. S.; SOTTA, E. D.; REICHARDT, K. Climate conditions in the eastern amazon: Rainfall variability in Belem and indicative of soil water deficit. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 21, p. 1801-1810, 2017.

NEPSTAD, D. C.; BROWN, I. F.; LUZ, L.; ALEXANDRE, A.; VIANA, V. Biotics impoverishment of Amazon forest by rubber tappers, loggers and cattle ranchers. **Advances in Economic Botany**, v. 9, p. 1-14, 1992.

OLIVEIRA, P. de; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. de C. e; VILELA, L.; BALBINO, L. C. **Evolução de sistemas de integração lavoura pecuária floresta (ILPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 318).**

ONU. **Resolution adopted by the General Assembly.** 2019. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/73/284>. Acesso em: 20 set. 2021.

PEREIRA, M. N.; CAUDURO, A. V.; FREITAS, C. A.; NICOLA, M. P.; MEDRONHA, M. A.; SBROGLIO, M. L.; SPANEMBERG, M.; KRAHENHOFER, P. H. **Métodos e meios de comunicação em extensão rural:** Glossário (versão preliminar). Porto Alegre: Emater–RS, 2009. 40 p.

POÇA, R. R. **Indicadores químico, físico e etnopedológico de qualidade do solo em áreas em recuperação na Amazônia Oriental.** 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

SALOMÃO, R. de P.; VIEIRA, I. C. G.; BRIENZA JUNIOR, S.; AMARAL, D. D. do; SANTANA, A. C. Sistema Capoeira Classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de florestas secundárias para o estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 297-317, set.-dez. 2012.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal.** 2017. Disponível em: <http://www.mensuracaoflorestal.com.br/capitulo-2-diametro-circunferencia-e-area-basal>. Acesso em: 20 set. 2021.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.** Tucson, 2004. 15 p.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 69 p.

SILVA, J. de S. A fase de difusão controlada e o sistema de oferta e demanda de informação no processo de geração e difusão de tecnologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 22., 1984, Salvador, BA. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 1984. v. 1, p. 67-88.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 20, p. 31-45, jul./dez. 2009.

TOURNE, D. C. M.; MARTORANO, L. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; DIAS, C. T. S.; LISBOA, L. S.; SARTORIO, S. D.; VETTORAZZI, C. A. Potential topoclimatic zones as support for forest plantation in the Amazon: Advances and challenges to growing Paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Environmental Development**, v. 18, p. 26-35, 2016.

VIEIRA, I. C. G.; NEPSTAD, D. C.; BRIENZA JUNIOR, S.; PEREIRA, C. A. A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. In: FERREIRA, E. J.; SANTOS, G. M.; LEÃO, E. L.; OLIVEIRA, L. A. (ed.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: INPA, 1993. v. 2, p. 43-53.

VIEIRA, I. C. G.; VEIGA, J. B. da; YARED, J. A. G.; SALOMÃO, R. de P.; OHASHI, S. T.; BRIENZA JÚNIOR, S. **Bases técnicas e referenciais para o programa de restauração florestal do Pará: um bilhão de árvores para a Amazônia**. Belém, PA: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2009. 103 p. (Pará desenvolvimento, 2).



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 018031