



MODELOS DE RESTAURAÇÃO DE RESERVA LEGAL COM ARAUCÁRIA

Sérgio Ricardo Silva
Editor técnico



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

MODELOS DE RESTAURAÇÃO DE RESERVA LEGAL COM ARAUCÁRIA

*Sérgio Ricardo Silva
Editor técnico*

*Embrapa
Brasília, DF
2023*

Exemplares desta publicação não podem ser comercializados, podendo ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-executiva

Elisabete Marques Oaida

Membros

Annette Bonnet

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Elenice Fritzscons

Guilherme Schnell e Schühli

Marilice Cordeiro Garrastazú

Sandra Bos Mikich

Susete do Rocio Chiarello Penteado

Valderêis Aparecida de Sousa

Supervisão editorial e revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche

Projeto gráfico e editoração eletrônica

Celso Alexandre de Oliveira Eduardo

Capa

Celso Alexandre de Oliveira Eduardo

Foto da capa

André Kasczeszen

1^a edição

1^a impressão (2023): 500 exemplares

Publicação digital (2023) : PDF

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 Florestas

Silva, Sérgio Ricardo.

Modelos de restauração de Reserva Legal com araucária / Sérgio
Ricardo Silva, editor técnico. – Brasília, DF : Embrapa, 2023.
PDF (140 p.) : il. color.

ISBN 978-65-5467-004-3

1. Reserva Legal. 2. Manejo florestal. 3. Sustentabilidade. 4.
Araucária angustifolia. 5. *Tetragonisca fiebregi*. 6. *Ilex paraguariensis*. 7.
Mimosa scabrella. I. Embrapa Florestas.

CDD (21. ed.) 634.9751

Francisca Rasche (CRB-9/1204)

© Embrapa 2023

A U T O R E S

Amauri Ferreira Pinto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, gerente de Políticas Públicas do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, Curitiba, PR

Antonio Aparecido Carpanezzi

Engenheiro florestal, doutor em Biologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Guilherme Schnell e Schühli

Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Ivar Wendling

Engenheiro florestal, doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Luis Fernando Wolff

Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Naturais e Gestão Sustentável, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Marlon Tiago Hladczuk

Técnico agrícola, supervisor do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, Prudentópolis, PR

Sérgio Ricardo Silva

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

AGRADECIMENTOS

À Gralha Azul Transmissão de Energia S.A. (subsidiária da Engie Brasil Energia), cuja parceria com a Embrapa Florestas possibilitou o desenvolvimento de um projeto de pesquisa e extensão rural, contendo como um dos objetivos a “instalação de unidades de referência tecnológica para demonstração de técnicas de plantio de *Araucaria angustifolia* em propriedades de agricultores paranaenses, como estratégia de transferência de tecnologia”. Este livro é resultado deste projeto. Portanto, nossa gratidão pelo incentivo, financiamento e cooperação técnica.

Ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PR), que coordenou os trabalhos de campo, como a escolha de 12 famílias de agricultores com perfil inovador que se tornaram parceiras do projeto, possibilitando a implantação dos modelos de restauração de Reserva Legal nas respectivas propriedades rurais. Além disso, o IDR-PR colaborou tecnicamente no delineamento experimental, prestou toda a assistência técnica aos agricultores e disponibilizou duas fazendas experimentais para a implantação destes modelos.

Ao Instituto Água e Terra do Paraná (IAT-PR), que proporcionou o suporte técnico em termos de conceitos ambientais, além do fornecimento gratuito das mudas de todas as espécies florestais e medicinais plantadas nas unidades de referência tecnológica.

A Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento (Faped), que viabilizou o desenvolvimento das atividades do projeto em termos contratuais, administrativos e financeiros.

Foram mais de 60 profissionais diretamente envolvidos nas atividades do projeto. Assim, agradecemos aos pesquisadores, analistas, extensionistas, engenheiros agrônomos, florestais e ambientais, técnicos agrícolas, administradores, secretárias, advogados, jornalistas etc., e, de modo especial, aos agricultores parceiros envolvidos na implementação deste projeto.

Finalmente, agradecemos aos 15 revisores ad hoc anônimos, à equipe editorial do Comitê de Publicações da Embrapa Florestas e aos oito autores dos seis capítulos deste livro, que se dedicaram à elaboração deste trabalho técnico, que certamente será uma contribuição importante para os empreendedores rurais e florestais que buscam conciliar a geração de renda com a preservação da natureza.

O editor

APRESENTAÇÃO

A restauração de Reserva Legal (RL) é fundamental para a sustentabilidade de um empreendimento agrícola e/ou florestal. As florestas, quando bem preservadas, promovem uma série de serviços ambientais ou ecossistêmicos, como a conservação do solo e da água, a preservação da flora e da fauna silvestres, o habitat de inimigos naturais de pragas agrícolas, além de serem locais adequados para realização de educação ambiental e pesquisas científicas. Adicionalmente, é possível praticar o manejo sustentável destas áreas de RL, em termos econômicos, sociais e ambientais, preservando os recursos naturais e melhorando a qualidade de vida dos proprietários e das comunidades rurais, com impactos positivos sobre o bem-estar da população urbana, beneficiada pelo fornecimento de água potável, alimentos saudáveis e matérias-primas legalizadas, como a madeira proveniente de florestas plantadas.

A ciência florestal avançou muito nas últimas décadas, particularmente por meio da investigação científica desenvolvida por institutos de pesquisa, universidades e empresas florestais. O adequado encadeamento e a interpretação das informações geradas possibilitam a tomada de decisões com bom nível de acurácia, por meio da construção de modelos teóricos bem fundamentados. Assim, este livro apresenta três modelos de restauração de RL com potencial de serem bem-sucedidos em relação ao plantio de espécies nativas florestais de valor ambiental e econômico, representando uma alternativa ao proprietário rural que precisa adequar seu imóvel à legislação ambiental, conciliando a preservação do meio ambiente com a geração de renda. Sem dúvidas, esta possibilidade de obtenção de renda adicional com a RL é um grande estímulo à sua restauração e preservação.

Os modelos de restauração de RL apresentados neste livro foram implantados entre 2021 e 2022 em 12 propriedades rurais, e também em duas fazendas experimentais do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. Desse modo, ao longo das próximas décadas, será possível validar os resultados em termos de ganhos ambientais e econômicos. Não obstante, a fundamentação teórica destes modelos está sendo disponibilizada com antecedência, permitindo às pessoas interessadas realizarem ajustes e melhorias que os adequem ao contexto de cada propriedade rural. Assim, esperamos que esta obra seja uma importante contribuição para a sociedade, de modo especial aos agricultores e produtores florestais.

Erich Gomes Schaitza

Chefe-Geral da Embrapa Florestas

PREFÁCIO

Quando iniciamos a implantação de um empreendimento linear de transmissão de energia elétrica de grande relevância para o estado do Paraná, levamos em consideração as riquezas socioambientais dos 27 municípios por onde o mesmo passaria. No Brasil, o robusto processo de licenciamento ambiental aponta as condicionantes e os programas ambientais para mitigação e compensação de possíveis impactos inerentes a qualquer empreendimento. Nesse processo, seguindo todas as prerrogativas legais, foram contratadas empresas especializadas em fauna, flora, arqueologia, comunidades tradicionais, dentre outros aspectos. Para além das exigências legais, tivemos a oportunidade de investir voluntariamente em projetos que acreditávamos que trariam um ganho socioambiental para a área de influência do empreendimento. Em especial, identificamos certo anseio de produtores rurais em recuperar áreas degradadas e, do outro lado, a Embrapa, instituição de grande prestígio com linhas de pesquisa para conservação de espécies como a araucária, o que gerou condições ideais para equacionar, juntamente com outros parceiros institucionais, as dificuldades técnicas e operacionais para a restauração de áreas de Reserva Legal. Deste contexto, nasceu o projeto ConservAção, com um conjunto de objetivos para a conservação da araucária.

Soluções baseadas na natureza são excelentes alternativas para superar desafios socioambientais. A Embrapa, nesta publicação, consolidou possibilidades factíveis de recuperação ambiental a partir de mosaicos de espécies da flora que, em sinergia, permitem a remuneração do produtor rural a partir da venda de pinhão, mel e outros produtos, tornando a preservação ambiental ainda mais interessante para o proprietário da terra e sustentável para o planeta. No decorrer deste livro são ilustradas técnicas agronômicas e silviculturais para a implantação, manutenção e manejo de modelos de restauração de Reserva Legal, orientando sobre o uso de práticas adequadas de plantio, adubação e demais tratos culturais, cujas atividades requerem mão de obra, proporcionando a geração de postos de trabalho para os cidadãos que vivem no meio rural. Além disso, é apresentado um manual com o passo a passo para criação de abelhas silvestres sem ferrão, nativas da Mata Atlântica, cujas colmeias fazem parte do projeto de restauração de Reserva Legal, de modo a contribuir para a preservação destes importantes polinizadores, inclusive de culturas agrícolas comerciais, além da geração de renda.

O resultado alcançado com a iniciativa de elaboração destes “Modelos de Restauração de Reserva Legal com Araucária” está intimamente ligado com a Agenda 2030 das Nações Unidas, contribuindo com, pelo menos, sete dos seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Fome zero e agricultura sustentável (ODS 2); Água potável e saneamento (ODS 6); Trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8); Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11); Consumo e produção responsáveis (ODS 12); Vida terrestre (ODS 15); Parcerias e meios de implementação (ODS 17). Isto reforça a relevância de parcerias público-privadas como esta, visando ganhos ambientais e sociais, em linha com as necessidades globais.

Em suma, este livro consolida boas práticas ambientais e agrega conhecimento aos agricultores, silvicultores, extensionistas rurais, iniciativa privada, ambientalistas, estudantes e a todos aqueles engajados na prosperidade e no bem-estar de nossa sociedade, especialmente das comunidades rurais. Desejo ao leitor uma boa leitura e que ele seja inspirado a colocar em prática ações de sustentabilidade como esta.

Marcus Phoebe Farias Hinnig

Analista de Meio Ambiente da Engie Brasil

S U M Á R I O

Capítulo 1

Modelo simples de Reserva Legal para terras de baixa vocação agrícola da Floresta Ombrófila Mista 15

Capítulo 2

Reserva Legal: geração de renda com araucária enxertada, erva-mate e bracatinga 29

Capítulo 3

Modelo de Reserva Legal florestal a partir de um erval arborizado..... 47

Capítulo 4

Técnicas silviculturais para implantação e manutenção de modelos de Reserva Legal com araucária 71

Capítulo 5

Pequeno manual de criação de jataí nos modelos de restauração de Reserva Legal..... 93

Capítulo 6

Modelos de restauração de Reserva Legal com araucária no contexto da legislação ambiental..... 115



1

Modelo simples de Reserva Legal para terrás de baixa vocação agrícola da Floresta Ombrófila Mista

Antonio Aparecido Carpanezzi

Introdução

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), ou Floresta com Araucária, é a região onde ocorre naturalmente a araucária ou pinheiro-do-paraná [*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze]. O clima da FOM é marcado por inverno frio e prolongado, com geadas rotineiras. No estado do Paraná, a FOM concentra-se em terras subtropicais acima de 800 m de altitude nas partes leste, sul e sudoeste, e penetra de modo irregular no oeste e na região central, encontrando limite norte na latitude de Tamarana, PR. Entremeados à FOM existem outros tipos de vegetação natural primitiva, principalmente campos naturais (Estepe) e contatos da FOM com outros tipos vegetacionais (por exemplo, contato EM referente à Estepe/FOM, em municípios logo ao norte de Curitiba, PR). A tipificação vegetacional em cada ponto do território pode ser aferida visualmente no terreno, ou em mapas de fontes especializadas como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Em relação ao aspecto silvicultural, o modelo para restauração de Reserva Legal (RL) florestal examinado neste capítulo é aplicável à FOM e a outras vegetações primitivas contíguas (campos, contatos) onde o solo permita o bom desenvolvimento das espécies.

Reserva Legal é definida pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, como:

Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do artigo 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, art. 3º).

Quanto às finalidades, a RL florestal de uma propriedade rural deve cumprir obrigatoriamente um papel ecológico, ao qual pode estar associado um papel produtivo que pode requerer cultivo moderadamente intenso (exemplo: cafezal em sistema agroflorestal multiestrata) até pouco intenso (produção madeireira via manejo sustentável), ou mesmo nulo (encostas íngremes; florestas protegidas por decisão do proprietário). Em cada unidade federativa do Brasil, um órgão estatal irá decidir sobre os perfis aceitáveis dos modelos para restauração da RL. É de se esperar que a RL florestal ocorra nas partes menos produtivas de cada propriedade, deixando aquelas mais férteis e com menos problemas de conservação de solos para atividades intensivas, como culturas anuais de grãos. As espécies vegetais participantes e a expectativa de rendimentos são condicionadas à natureza dos terrenos que abrigarão a RL.

Os talhões de restauração de uma RL florestal nunca são monoculturas, portanto geralmente afastam-se do domínio técnico dos produtores e da extensão rural. A cadeia necessária para bem planejar, implantar e conduzir um talhão misto – conhecimentos técnicos precisos, materiais (como sementes e mudas de espécies florestais nativas), orientação técnica eficaz – quase inexistente no mundo real. Por isso, e centrado na ocupação de terras pouco produtivas para a RL florestal, este modelo baseia-se em poucas espécies. Elas foram escolhidas por seus atributos (ecológicos, produtivos e silviculturais) e por cumprirem os critérios técnicos clássicos de seleção de espécies para compor plantações florestais mistas: complementaridade e facilitação (Kelty; Cameron, 1995). Trata-se de um conjunto cujos componentes, as espécies, têm sido praticados e observados por muitos anos. Como se trata de um talhão de RL, o lado ambiental foi levado em conta no planejamento. Ressalte-se que este modelo proposto de RL não deve ser posto como único ou obscurecer outros. Quando a RL envolver plantação florestal em área aberta, cada caso leva a inumeráveis desenhos de campo capazes de cumprir, em teoria, as finalidades esperadas.

Informações gerais sobre o modelo de Reserva Legal e as espécies participantes

Este modelo de RL é destinado para plantações em áreas abertas, geralmente pastos degradados ou recém-abandonados. Ele consiste, inicialmente, na combinação de três espécies lenhosas nativas, bem conhecidas tecnicamente quanto ao cultivo, produtos e interações ecológicas: a) araucária; b) bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* var. *scabrella* Benth.); c) bracatinga-de-arapoti [*Mimosa pilulifera* var. *pseudincana* (Burkart) Barneby] (Figura 1).



Figura 1. Árvores de araucária (A), bracatinga-comum aos 22 meses de idade, plantada e manejada com boas práticas de cultivo (B), e bracatinga-de-arapoti aos 5 anos de idade após plantio (C).

A implantação deste modelo de RL com o consórcio de três espécies florestais é cabível em qualquer propriedade rural. O modelo é adequado, particularmente, para médias propriedades com agricultura familiar, que tenham certa limitação de mão de obra, mas com possibilidade de manejear sistemas mais simples de produção, objetivando a geração de renda adicional por meio da produção de mel no médio prazo, e de madeira no longo prazo (Figura 2).

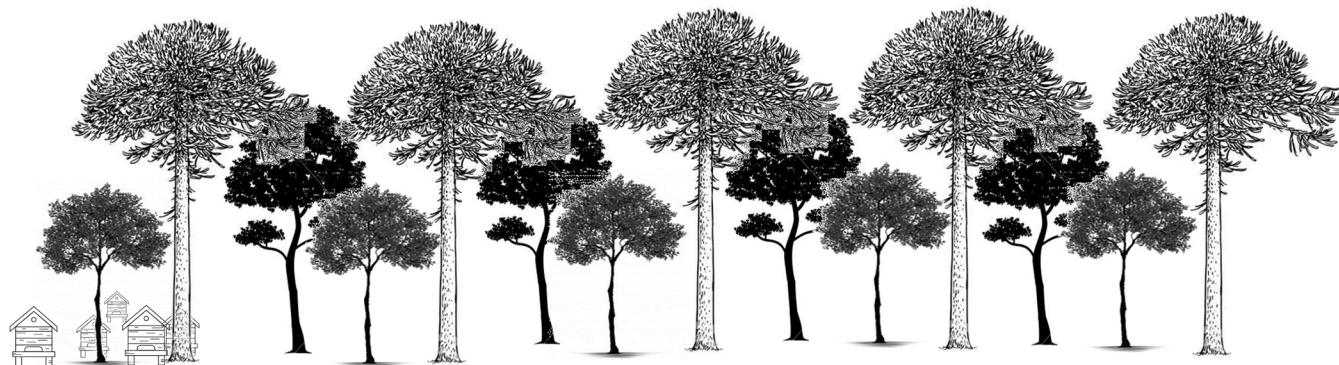


Figura 2. Representação do modelo de restauração de Reserva Legal com ênfase em produtos florestais e mel a partir do plantio consorciado de araucária, bracatinga-comum e bracatinga-de-arapoti.

Ilustração: Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

O modelo de RL pode ser empregado em solos bem drenados e talvez em solos acentuadamente drenados, sempre com profundidade efetiva a partir de 70 cm. As três espécies são implantadas simultaneamente no campo, por mudas oriundas de sementes, em espaçamento único de $3\text{ m} \times 2,3\text{ m}$, ou $6,9\text{ m}^2$ por planta, o que corresponde a uma densidade de 1.450 plantas por hectare (Tabela 1 e Figura 3). O arranjo espacial no campo decorre da repetição, ao longo da linha de plantio, de um módulo de cinco plantas (Figura 3).

Tabela 1. Densidades e espaçamento de plantas no modelo de restauração de Reserva Legal.

Espécie de planta	Densidade de plantas (plantas por hectare)	Espaçamento (m × m)
Araucária (40%) ⁽¹⁾	580	
Bracatinga-comum (40%)	580	
Bracatinga-de-arapoti (20%)	290	$3 \times 2,3$
Total	1.450	

⁽¹⁾Percentagens entre parênteses indicam a proporção de cada espécie em consórcio.

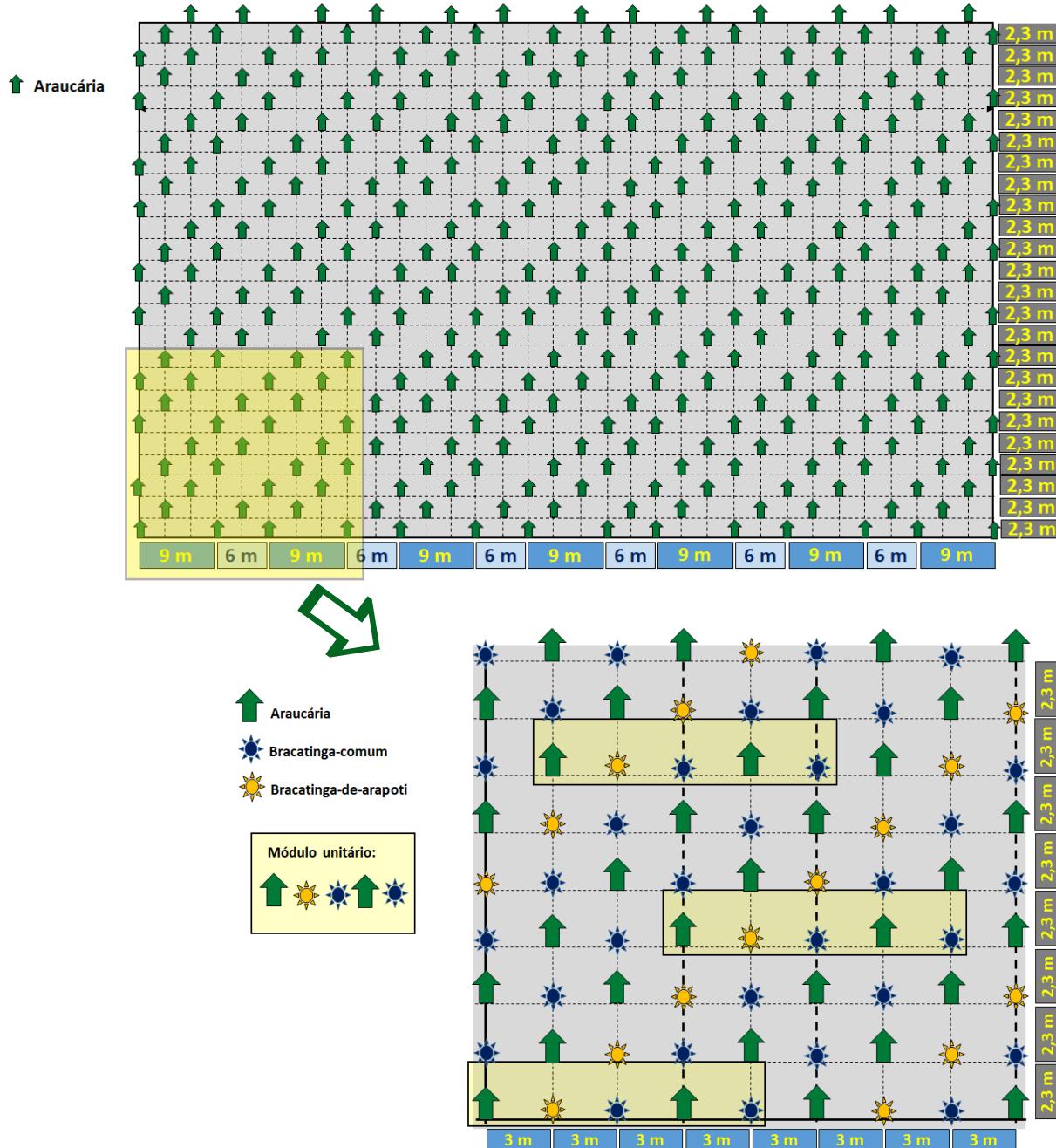


Figura 3. Distribuição das espécies de plantas no modelo de restauração de Reserva Legal florestal.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Caracterização das espécies

Um princípio orientador de talhões mistos de espécies lenhosas é que elas possuam comportamentos diferentes, de modo que interajam positivamente e amenizem a competição interna. As espécies deste modelo de RL florestal têm características distintas em vários aspectos, que se harmonizam para compor um sistema funcional de longa duração, e apresentam comportamento silvicultural satisfatório quando cultivadas, tornando o plantio florestal viável no campo. As informações a seguir são de caráter geral (não se prendem a detalhes ou situações particulares) e ressaltam apenas os pontos mais importantes para a compreensão do modelo de RL florestal no campo.

Como pé-franco (originada de semente), a araucária é uma árvore comumente de 20 m–35 m de altura quando adulta, de tronco monopodial sempre reto, de vida longa (centenas de anos). A araucária é uma espécie de sol (helófila), mas suporta sombreamento leve ou moderado nos primeiros anos de vida. Por segurança, tal período deve ser no máximo até 6 anos de idade; em um plantio florestal isso deve ser monitorado, adotando-se medidas corretivas se necessário, como desgalhamento de árvores próximas. A produção de pinhão ocorre apenas nas árvores-fêmea e firma-se a partir de 15–20 anos de idade. Os ramos são grossos e persistentes, pelo que um regime de podas deverá ser adotado para obter madeira valorizada. A produtividade madeireira em plantações é afetada pela profundidade efetiva do solo, sendo 100 cm o mínimo ideal para incrementos elevados. O cultivo do pinheiro conta com décadas de experiência (exemplo: Gerhardt; Sá, 2017), mas ainda não é bem dominado, pois é muito influenciado por aspectos locais, particularmente solo e tratos culturais; contudo, existem guias orientadores (Carvalho, 2002b; Aquino, 2005; Sousa et al., 2021).

A bracatinga-comum é uma árvore pequena ou mediana, comumente de 10 m–20 m de altura, de crescimento muito rápido quando jovem, principalmente nos primeiros 4 anos. Sua vida é curta, até 30 anos de idade. Num plantio florestal há mortalidade gradativa, escalonada, ocorrendo mesmo em árvores jovens aparentemente sadias. A espécie é fortemente helófila e o formato da copa varia com a luminosidade disponível: copa larga e volumosa para espaçamentos largos, e copa pequena para espaçamentos menores. Como regra, a copa inicia longe do solo, pois os ramos sombreados logo morrem.

Os principais usos econômicos da bracatinga-comum são: apicultura (pela floração no outono e inverno), lenha e madeira serrada; as folhas são palatáveis aos animais de criação, mas a rebrotação da copa é fraca, insuficiente para sistemas de fornecimento contínuo de forragem do tipo *fodder-tree* (Carpanezzi et al., 1988; Mukangango, 2019). A árvore não rebrota da cepa (toco) após o corte do tronco. Não há material melhorado geneticamente, pelo que as plantações são desuniformes. A floração maciça inicia no decorrer do quarto ano de vida no campo ou mesmo antes (Picado, 1985; Carpanezzi, 1997), sendo inconstante entre anos. O mel floral de bracatinga é escuro, de sabor um pouco amargo, e costuma aparecer no mercado bem no final do inverno, em setembro. O pseudomel ou melato ou mel-de-tronco de bracatinga é obtido, normalmente, de árvores muito velhas ou senescentes, e sua produção não está prevista neste modelo de RL. Informações adicionais sobre a espécie e seu cultivo estão disponíveis em Carpanezzi et al. (1988), Carvalho (2002a) e Carpanezzi (2006).

A bracatinga-de-arapoti, de flores amarelas, apresenta porte arbustivo ou de arvoreta. Muito conhecida como bracatinga-do-banhado, ela também aparece naturalmente em solos bem drenados. Trata-se de uma espécie exigente em sol durante todas as fases da vida. Em plantações, o crescimento inicial é rápido, principalmente da copa; em espaçamento largo atinge, normalmente, 4 m–7 m de altura, com copa volumosa e persistente ao longo dos anos, iniciando próximo ao solo. A duração máxima de vida é estimada em 15 anos. Seu papel no modelo de RL florestal prende-se, fundamentalmente, à formação de um ambiente florestal, pelo sombreamento rápido do piso e controle de gramíneas, e à apicultura. A floração acontece no outono-inverno. Ela ocorre já no primeiro ano de vida no campo, em plantações bem conduzidas, mas sua eficácia às abelhas (considerando também o volume da copa) deve ser esperada do segundo ano em diante. Seguramente, a bracatinga-de-arapoti é uma fonte de pólen (Basilio, 2000). Os caules não têm valor, exceto para lenha doméstica ou de uso na propriedade rural. Não ocorre brotação da cepa após o corte do tronco. Algumas publicações abordam assuntos de cunho prático dessa planta: Fowler e Carpanezzi (1998), Carvalho (2014), Carpanezzi e Zanona (2017).

Dinâmica geral do sistema

A Figura 4 ilustra a dinâmica do modelo de RL florestal em função da idade do talhão aos 4, 9 e 14 anos.

Como grupo, as duas bracatingas irão cobrir logo o terreno, controlando as gramíneas de pastagem, que são uma das principais causas de insucesso de plantações florestais devido à intensa competição por água, luz e nutrientes. Desde cedo, as bracatingas fornecem quantidades significativas de material orgânico e nitrogênio (N) ao solo

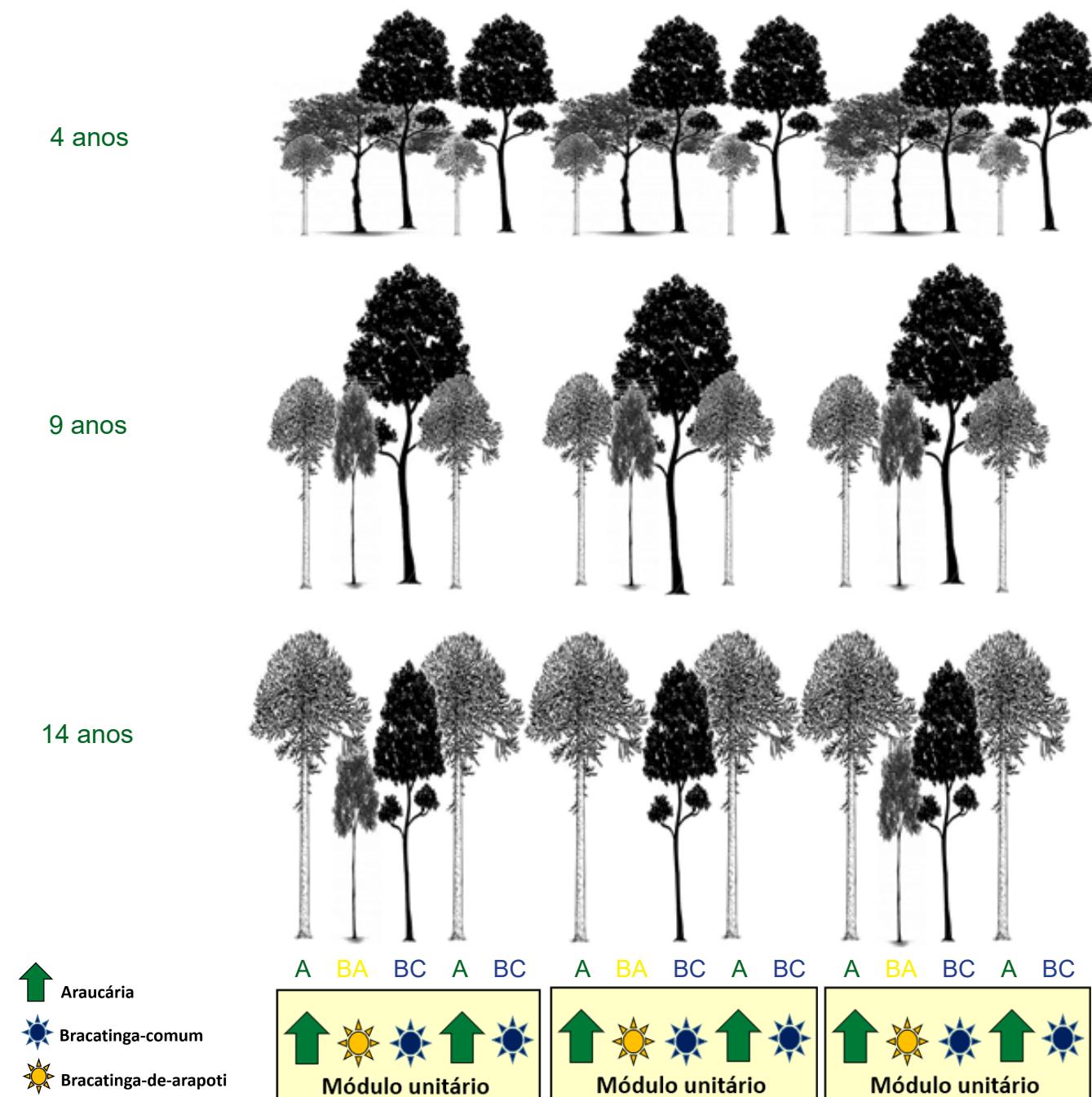


Figura 4. Estimativa do perfil das copas das espécies do modelo de Reserva Legal florestal conforme a idade do talhão, aos 4, 9 e 14 anos. Espécies: A – araucária, BA – bracatinga-de-arapoti, BC – bracatinga-comum.

Ilustração: Antonio Aparecido Carpanezzi e Sérgio Ricardo Silva

(Carpanezzi, 1997) e trazem algum retorno econômico nos primeiros 20 anos (mel, lenha, madeira fina). A araucária pode crescer à sombra parcial das bracatingas nos primeiros anos e, quando elas saem totalmente do sistema por exploração ou morte (o que deve ocorrer por volta de 20 anos de idade), um pinheiral estará formado, podendo ser manejado para fins econômicos (madeira e pinhão) ou destinado apenas à conservação da natureza, segundo decisão do proprietário rural (Figura 2). A garantia de luz suficiente às araucárias é prevista por mecanismos embutidos no planejamento do talhão: espaçamento inicial largo e características das bracatingas (formatos da copa, vida curta, desbastes previstos). Ao lado da finalidade produtiva, o conjunto de recursos oferecidos pelo talhão (como biomassa diversificada, pinhão, flores das bracatingas, e regeneração natural no sub-bosque) serve à vida silvestre.

Particularidades de cultivo das espécies

O modelo de RL florestal consiste, no campo, de um talhão misto de espécies nativas. Em boa porção do meio rural brasileiro existe o mito de que plantações de espécies nativas não precisam de conhecimentos técnicos e cuidados, que “suas plantas se cuidam sozinhas porque são do mato”. No entanto, toda plantação requer cultivo, seja de soja, seja de seringueira (uma árvore nativa), seja de eucalipto, seja de outras árvores, nativas ou não. Os casos de fracasso de plantações de árvores nativas são muito frequentes no Brasil e acontecem, fundamentalmente, nos primeiros 2–3 anos de vida, compreendendo as fases de implantação e estabelecimento. Os motivos de insucesso dos talhões mistos de nativas podem ser anteriores ao plantio no campo, como o uso de mudas ruins ou a necessidade de empregar espécies substitutas por falta de planejamento na busca de fornecedores (viveiristas).

A implantação do modelo de RL florestal dura poucos meses: começa no preparo de área e controle prévio de pragas (como formigas cortadeiras) e estende-se até o fim dos replantios. O estabelecimento dura até 2–3 anos, consistindo de tratos culturais (principalmente limpezas e controle de pragas) que são necessários até que as copas fechem, o que evidencia a importância do controle de plantas competidores, principalmente de gramíneas. Plantações mal planejadas, mesmo se bem realizadas, implicam estabelecimento demorado por fraco fechamento das copas, levando ao abandono das limpezas pelo produtor devido aos custos e escassez de mão de obra.

Para que um plantio florestal tenha sucesso, as particularidades das espécies precisam ser conhecidas e satisfeitas, o que influencia os custos. Na silvicultura comercial em climas frios brasileiros, por exemplo, o pírus pode ser plantado no inverno e exige, comparativamente, poucas limpezas na fase de estabelecimento, sendo tais situações letais aos eucaliptos. Para que o modelo de RL florestal tenha sucesso no campo, é necessário conhecer e satisfazer as particularidades das espécies. As informações aqui prestadas, próprias da silvicultura básica, procuram contornar os principais problemas constatados na vida prática.

Época de plantio, sementes e mudas

Considerando temperatura e precipitação pluvial, na região da Floresta Ombrófila Mista paranaense a melhor época anual para começar a plantar árvores inicia no começo de setembro, quando terminam as geadas. Todavia, os viveiros de espécies nativas são pouco preparados para a rustificação (etapa final da produção de mudas, totalmente ou parcialmente ao ar livre, durando 30–60 dias). Por isso, na melhor das hipóteses, a rustificação é iniciada em fins de agosto, de modo que mudas de qualidade só estarão disponíveis para ir ao campo no início de outubro. O período aceitável para plantar as mudas no campo estende-se até 15 de dezembro, sendo que quanto mais cedo melhor.

No momento do plantio do modelo de RL florestal, é necessário contar com mudas rustificadas, não “passadas” nem muito jovens, de porte adequado, das três espécies: araucária, bracatinga-comum e bracatinga-de-arapoti. Isso não acontece com simplicidade, bastando ir comprá-las num viveiro. Portanto, é conveniente começar a planejar-se alguns meses antes do plantio em campo. No modelo de RL florestal, a araucária é a espécie mais disponível, pois suas mudas são produzidas por muitos viveiros, com material genético (sementes) não selecionado. O tamanho e a idade das mudas de araucária são características de risco: mudas velhas e grandes, “passadas”, têm alta mortalidade

no campo alguns meses ou anos após plantadas. Muitos viveiros mantêm mudas “passadas” de araucária à venda. O técnico responsável deve estar familiarizado com critérios de qualidade de mudas de araucária, onde o tamanho é um quesito importante e varia com diversos fatores, como o volume do recipiente.

Sementes de bracatinga-comum não são encontradas facilmente no mercado, e precisam ser encomendadas com antecedência a certos produtores, geralmente pouco tecnificados. A coleta comercial de sementes é feita em matrizes derrubadas em dezembro-janeiro unicamente para esta finalidade, pois as árvores são altas, de ramos finos, e as sementes pequenas se desprendem facilmente dos frutos. A produção de mudas iniciada no outono dura de 4–5 meses, sendo recomendado tubete com volume de 110 mL. A bracatinga-comum não pode ser armazenada em viveiro: finda a rustificação, as mudas devem ser imediatamente plantadas, pois a seguir crescem com muita rapidez nos recipientes; tais mudas grandes, levadas ao campo, são suscetíveis de mortalidade alta. Em suma, deve haver um sincronismo temporal rigoroso, bem planejado, entre produção de mudas e implantação no campo, para evitar perdas. Este é um dos motivos por que muitos viveiros não produzem mudas desta espécie.

Na Região Metropolitana de Curitiba, PR, sementes de bracatinga-argentina (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*) são produzidas com mais facilidade, podendo ser distribuídas ou vendidas para outras localidades. Árvores desta variedade portam frutos maduros em abril, início da época de exploração dos talhões comerciais para lenha, o que permite realizar, conjuntamente, a coleta de sementes nas árvores abatidas. A bracatinga-comum floresce no outono-inverno; comparativamente, a bracatinga-argentina possui bem menor valor apícola, pois floresce na primavera. Deve-se ter cuidado para evitar o uso de bracatinga-argentina no modelo de RL florestal, pois a comercialização de sementes pode ser feita apenas pelo nome vulgar “bracatinga” ou sem esclarecimento da variedade botânica. Somente uma pessoa experiente pode diferenciar as variedades botânicas por caracteres morfológicos de folíolos, frutos ou sementes.

A bracatinga-de-arapoti corresponde a uma pioneira nativa de vida curta, como a crinéuva (*Trema micrantha*), própria de outras tipologias florestais. Espécies desse perfil costumam ser largamente empregadas na restauração ecológica ou em plantações mistas, onde desempenham vários papéis silviculturais, como controle de gramíneas, melhoria da forma de árvores madeireiras e autodesbastes programados. Todavia, a bracatinga-de-arapoti é muito pouco conhecida entre técnicos do meio florestal, e não costuma ser produzida por nenhum viveiro. Não há sementes disponíveis no mercado. Em áreas plantadas para produção de sementes, os indivíduos crescem depressa e frutificam cedo, a partir do primeiro ou segundo ano de vida; a copa baixa e densa permite coleta manual ou com podão curto, sem escadas. Recomenda-se a produção de mudas em tubetes com volume de 110 mL ou 180 mL; elas podem ser melhor armazenadas em viveiro do que a bracatinga-comum, suportando serem levadas ao campo um pouco além do porte ideal. O tempo total da produção de mudas varia entre 4–6 meses.

Mudas bem rustificadas apresentam comportamento melhor no campo. Entretanto, em muitos viveiros de espécies nativas da região Sul, a rustificação é um processo menosprezado e malconduzido, para todas as espécies. As ações para seu aperfeiçoamento são poucas e simples. A partir do fim do inverno (meados de agosto, no Paraná), a irrigação deve ser diminuída e as plantas expostas ao sol por períodos crescentes do dia, conforme a previsão do tempo permita. Paralelamente, em cada bandeja deve ser realizado um maior espaçamento dos tubetes (“raleamento”), isto é, deixar espaços vazios entre os tubetes, comumente 1:1 entre células cheias e vazias, para aumentar a insolação de cada muda e reduzir o estiolamento, tão comumente constatado.

Formigas cortadeiras e limpezas

Todas as espécies componentes do modelo de RL florestal rebrotam fracamente da copa após ataques de pragas e são muito procuradas por formigas cortadeiras, cujos danos são devastadores. Assim, não se pode negligenciar seu controle, que está bem definido tecnicamente e precisa ser feito desde antes do plantio das mudas até o final do estabelecimento. Um ou poucos dias de descuido causam problemas que podem ser irreversíveis.

Na natureza, no começo da vida, as duas espécies de bracatingas são, tipicamente, plantas de adaptação a terrenos nus, como florestas pós-incêndio. Quando cultivadas, elas mostram-se mais sensíveis à competição com plantas invasoras de cultivo e, principalmente, com gramíneas, o que se traduz no campo em vigor baixo e morta-

lidade. Portanto, o preparo da área, por mínimo que seja, deve conduzir à ausência de plantas competidoras na região da coroa das mudas (50 cm–60 cm de raio) nos meses iniciais. Na fase de estabelecimento, a coroa das bracatingas deve continuar sem competição, principalmente com gramíneas. O método de controle de plantas invasoras será um desafio em cada caso: aplicação de resíduos vegetais (“mulching”) e monda ou limpeza manual ou com ferramentas pequenas são preferíveis; capina com enxada é a última opção a ser considerada. A araucária é um pouco mais tolerante à competição, mas também é beneficiada por uma coroa limpa. O impulso inicial ao crescimento por meio de medidas corriqueiras (época certa de plantio, mudas de boa qualidade, adubação na cova etc.) ajuda a transpor a fase de estabelecimento.

Implantação e estabelecimento: informações adicionais

As práticas de implantação e estabelecimento dependem das variáveis de cada caso, referentes às condições do terreno, recursos financeiros e orientação técnica. As principais recomendações sobre a implantação deste modelo de RL estão descritas no Capítulo 4. As informações adicionais a seguir expressam um padrão mínimo, mas satisfatório, que pode ser seguido ou servir de referência para outras medidas.

O modelo de RL florestal é destinado para áreas abertas. Pelas características das espécies, o preparo de solo pode ser de baixa intensidade, sendo reduzido à roçada geral da gleba a ser plantada, escarificação da linha de plantio e abertura de covas. A escarificação do solo, muitas vezes, não é feita devido à ausência de maquinário e a impedimentos físicos, como relevo ou pedregosidade. As covas podem ser abertas manualmente (pás, enxadão, picareta), com perfuradores do solo associados à máquina manual ou tratorizada, ou com ambos os métodos. Como regra, uma cova de 40 cm de lado e 25 cm de profundidade é suficiente (Figura 5).

Foto: Antonio Aparecido Carpanezzi

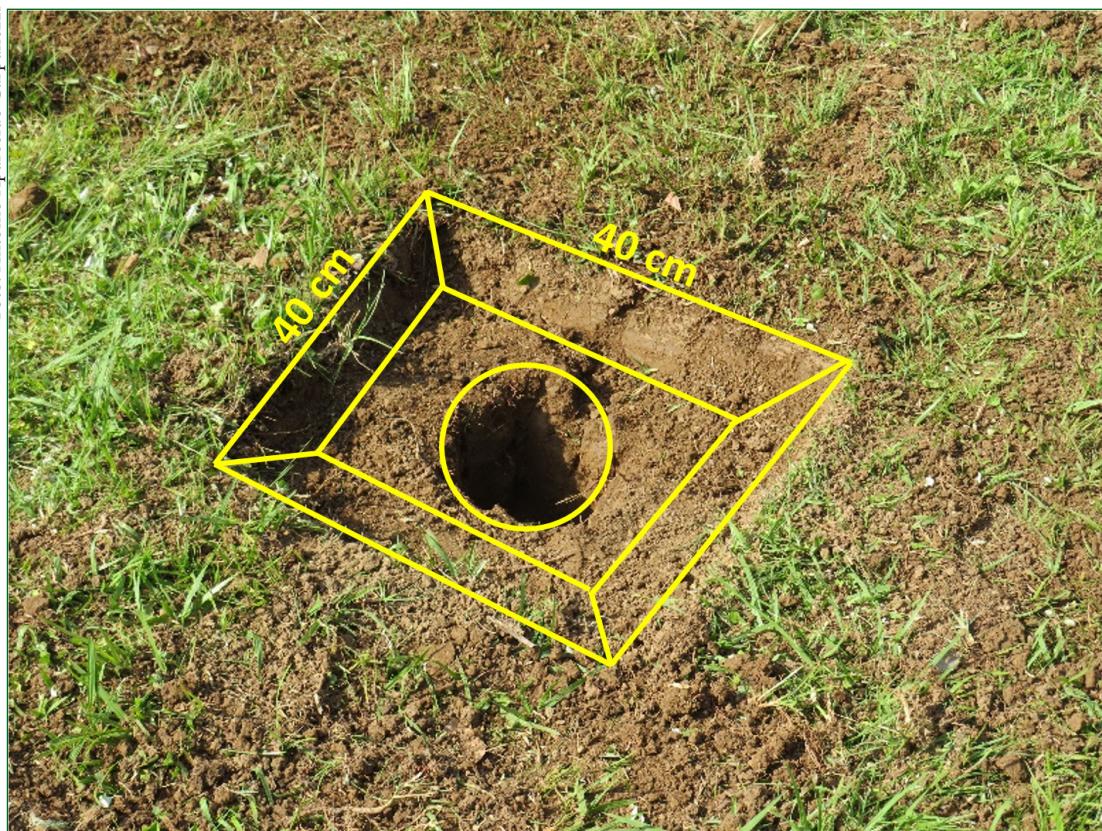


Figura 5. Preparo de solo simplificado em terreno gramado compactado: cova perfurada por broca, sendo posteriormente alargada superficialmente com pá.

Recomenda-se realizar a adubação apenas na cova, no momento de plantio, utilizando adubo formulado do tipo NPK (N-P₂O₅-K₂O) rico em fósforo (P), por exemplo 80 g de 10:30:10 ou 150 g de 4:14:8. Fórmulas ricas em N devem ser evitadas, pois tendem a inibir a simbiose das duas bracatingas com bactérias fixadoras de N do gênero *Rhizobium*. O fracionamento da aplicação de N, com doses aplicadas no verão, é desaconselhado, devido à interação com *Rhizobium* e por aumentar os danos às plantas causados por eventuais geadas. Recomenda-se, também, a aplicação de gel hidrorretentor na cova, em volta do torrão da muda, no momento do plantio, para contornar possíveis prejuízos devido a eventuais períodos de estiagens. Os replantios, como é praxe, devem ser feitos periodicamente, a cada 15–20 dias, até meados de janeiro ou antes disso, se as mudas estiverem fora do ponto adequado para serem utilizadas.

Após o plantio das mudas nas covas, limpezas serão necessárias até que haja sombreamento da superfície do solo, condição crucial para o controle de plantas invasoras. Por isso, a elaboração do modelo de RL florestal valorizou o fechamento das copas. No talhão, prevê-se que as ruas devem permanecer limpas, via roçadas, por cerca de 15 meses após o plantio das mudas. Na linha, a coroa deve permanecer continuamente limpa, estimando-se a necessidade de tratos culturais durante 12–15 meses para as bracatingas e 18 meses para a araucária. No primeiro ano, para proteger as raízes, deve-se evitar capina raspando a terra com enxada na região da coroa. A colocação de resíduos orgânicos na coroa das mudas é muito benéfica; o material pode ser oriundo de roçadas realizadas no local ou trazido de fora. O cultivo de plantas agrícolas de ciclo curto (como abóbora e milho) nas ruas, no primeiro semestre pós-plantio, é muito recomendado, pois traz adequada limpeza ao talhão e permite rendimentos financeiros adicionais.

Animais de criação, como cavalos e vacas, alimentam-se da copa de plantas jovens das duas bracatingas, causando morte ou muito dano. Por este motivo, eles precisam ser mantidos fora da área de plantio da RL nos primeiros 2 anos.

Manejo do talhão em longo prazo

Plantações mistas comerciais de árvores nativas são previstas como ação reparatória há décadas no Brasil, pela figura da RL e similares anteriores, mas ainda são raras, quase inexistentes, pelo que não contam com indicadores técnicos ou de produção seguros. Mesmo dentro de uma região ambientalmente homogênea, tais plantações podem assumir inúmeras composições e formas de condução. Algumas estimativas dão uma visão do que é esperado neste modelo de RL florestal (Tabela 2), sendo sujeitas a mudanças vindas do gerenciamento técnico local, baseado em dados do empreendimento.

As floradas das duas espécies de bracatingas constituem um pasto local para abelhas, valorizado pela época do ano em que ocorre. Todavia, a apicultura/meliponicultura depende muito da paisagem – fragmentos, capoeiras, Áreas de Preservação Permanente, agropecuária – e de como o talhão será conduzido quanto às suas plantas de regeneração natural e à inserção futura de novos componentes no sub-bosque.

Hoje, adota-se que plantações com este perfil, para RL, não admitem corte raso. Assim, a vocação econômica no longo prazo do modelo de RL florestal tende a ser um pinheiral reconstituído, com maior ou menor sub-bosque, manejado para produção madeireira e/ou de outros produtos ou finalidades (como turismo rural) que lhe forem acrescidos.

Tabela 2. Manejo silvicultural e colheita de madeira em áreas de restauração utilizando o modelo de Reserva Legal florestal: primeira aproximação.

Atividade	Idade (anos)	Comentário
Corte de liberação	3 a 5	Corte parcial da copa de bracatinga-de-arapoti sobre araucária
Desrama		
Bracatinga	3	Até 5 m de altura do tronco
Araucária	4, 7 e 10	Até 5 m-6 m de altura do tronco
Colheita de madeira		
Bracatinga	7 e 13	a) 50% no primeiro corte; 70% no segundo corte (ênfase: produção) ⁽¹⁾ b) 50% no primeiro corte; 0%-30% no segundo corte (ênfase: conservação) ⁽¹⁾
Araucária	20	40%-50% dos indivíduos existentes ⁽²⁾

⁽¹⁾Percentagem (%) referente à densidade de bracatinga (plantas por hectare) na época do corte. ⁽²⁾A colheita de madeira da araucária deve ser praticada de acordo com a legislação ambiental, conforme detalhado no Capítulo 6.

Variação do modelo de Reserva Legal florestal

Nos primeiros anos de cultivo, o modelo de RL florestal não abriga árvores que fornecem frutos para a fauna. Se isso for considerado indesejável, como em projetos que valorizam a biodiversidade, recomenda-se a participação da guaçatunga (*Casearia decandra* Jacq.) e/ou da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). Ambas são árvores confiáveis quanto ao comportamento silvicultural como espécies inicialmente à sombra, apresentando alta sobrevivência, desenvolvimento satisfatório e frutos consumidos por aves. Para inclusão no sistema, sugere-se que ambas somem 10% da densidade inicial, ocupando covas inicialmente destinadas à araucária. A frutificação das duas espécies começa por volta dos 6 anos de idade, em plantações com mudas originadas de sementes (Carvalho, 2003; Muniz, 2008).

Do lado utilitário, a guaçatunga é uma espécie melífera; a madeira da erva-mate é boa para lamination e as árvores produzem fustes longos. A erva-mate, neste sistema de RL, deve ser conduzida sem poda para obtenção de folhas: esta finalidade leva à necessidade de abertura intensa do dossel e à eliminação de plantas nativas de regeneração natural, alterando profundamente a evolução do talhão plantado.

Como alternativas à erva-mate e à guaçatunga, existem outras árvores nativas de perfil equivalente que podem ser empregadas, por exemplo o jerivá [*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman] e o capororocão (*Myrsine umbellata* Mart.).

Referências

AQUINO, F. M. *Cultivo da Araucaria angustifolia*: viabilidade econômico-financeira e alternativas de incentivo. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2005. 53 p.

BASILIO, A. M. Cosecha polínica por *Apis mellifera* (Hymenoptera) en el bajo Delta del Paraná: comportamiento de las abejas y diversidad del polen. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, v. 2, n. 2, p. 111-121, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, n. 102, s. 1, p. 1-8, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A. Aspectos técnicos da produção de bracatinga. In: OFICINA SOBRE BRACATINGA NO VALE DO RIBEIRA, 2004, Curitiba. *Memórias* [...]. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. p. 41-46 (Embrapa Florestas. Documentos, 134). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/316071/1/AspectosTecnicos.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folhedo e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba-PR.** 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CARPANEZZI, A. A.; LAURENTI, J. M. E.; CARVALHO, P. E. R.; PEGORARO, A.; BAGGIO, A. J.; ZANON, A.; OLIVEIRA, E. B. de; IEDE, E. T.; ROTTA, E.; STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; GRAÇA, L. R.; RAUEN, M. J.; CARPANEZZI, O. T. B.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth).** Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1988. 69 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 20). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17023/1/doc20.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A.; ZANON, K. **Notas sobre a vassoura-branca *Mimosa incana* (Spreng.) Benth.** Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 29 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 309). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1080178>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Bracatinga.** Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 12 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 59). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42011/1/CT0059.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Erva-mate: *Ilex paraguariensis*.** In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 455-466. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. ***Mimosa pilulifera*: Bracatinga-do-Banhado.** In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa Florestas; Brasília, DF: Embrapa-SPI, 2014. v. 5, p. 149-155. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/publicacoes/especies-arboreas-brasileiras>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Pinheiro-do-paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 17 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 60). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42019/1/CT0060.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

FOWLER, J. A. P.; CARPANEZZI, A. A. **Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Mimosa pilulifera* Bentham.** Colombo: Embrapa Florestas, 1998. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 30). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/16609/1/com_tec30.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

GERHARDT, M.; SÁ, D. N. de. O monocultivo da *Araucaria angustifolia* na Floresta Nacional de Passo Fundo, Brasil (1947-1960). **Halac**, v. 7, n. 1, p. 42-57, 2017. DOI: <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2017v7i1.p42-57>.

IBGE. **Banco de informações ambientais:** vegetação. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 8 fev. 2023.

KELTY, M. J.; CAMERON, I. R. Plot designs for the analysis of species interactions in mixed stands. **Commonwealth Forestry Review**, v. 74, n. 4, p. 322-332, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/42608326>. Acesso em: 7 jun. 2023.

MUKANGANGO, M. **Potential of *Acacia angustissima*, *Leucaena pallida* and *Mimosa scabrella* in agroforestry systems on a Rwandan Ferralsol.** 2019. 79 f. Tese (Doutorado em Soil and Environment) – Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Disponível em: http://www.dr.ur.ac.rw/bitstream/handle/123456789/1245/Marguerite%20Mukangango_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 8 fev. 2023.

MUNIZ, H. J. T. Guaçatunga: *Casearia decandra*. In: **Colecionando frutas:** 100 espécies de frutas nativas e exóticas. São Paulo: Arte e Ciência, 2008. p. 313-315.

PICADO, W. *Mimosa scabrella* espécie com potencial para sombra y producción de lena em cafetales de Costa Rica. In: **SIMPÓSIO SOBRE TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE LENA EM FINCAS PEQUEINAS Y RECUPERACIÓN DE SITIOS DEGRADADOS POR MEDIO DE SILVICULTURA INTENSIVA**, 1985, Turrialba. **Actas**[...] Turrialba: CATIE, 1985. p. 227-239.

SOUSA, V. A. de; FRITSONS, E.; PINTO JÚNIOR, J. E.; AGUIAR, A. V. de. (ed.). **Araucária:** pesquisa e desenvolvimento no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1137523>. Acesso em: 8 fev. 2023.

2

Reserva Legal: geração de renda com araucária enxertada, erva-mate e bracatinga

Ivar Wendling

Sérgio Ricardo Silva

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Antonio Aparecido Carpanezzi

Introdução

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, popularmente conhecida como araucária, pinheiro-brasileiro ou pinheiro-do-paraná, é uma das espécies nativas mais importantes da região Sul do Brasil. Sua presença estende-se até São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo na forma de pequenos fragmentos florestais isolados, principalmente nas regiões mais frias e altas destes estados. O alto valor de sua madeira quase condenou a araucária à extinção no final do século XX e, atualmente, ela se encontra na lista oficial de espécies ameaçadas no grau “em perigo” (Martinelli; Moraes, 2013; Brasil, 2014, 2022).

No mesmo período da intensa exploração da araucária, ocorria no Brasil a introdução de espécies florestais exóticas para fins madeireiros e de celulose, principalmente pírus e eucaliptos. Auxiliados pelo melhoramento genético, essas espécies se tornaram mais atrativas economicamente e foram tomando o lugar da araucária. Esta espécie não tem sido plantada para produção de madeira, tendo em vista a preferência pelas espécies exóticas dado ao seu maior crescimento e às facilidades legais para exploração, quando comparadas com a araucária (Wendling; Zanette, 2017).

Cada vez mais a produção de pinhões da araucária tem chamado a atenção como atividade econômica importante, principalmente para pequenos e médios produtores rurais. No entanto, não se tem realizado plantios com araucária que visem à produção de pinhões, provavelmente pelo longo tempo requerido para o início da frutificação da espécie (12-15 anos), aliado à indefinição do sexo das plantas até a sua maturidade (Wendling, 2015). Resultados recentes de pesquisa trouxeram à tona tecnologias para a produção antecipada de pinhão, em escala comercial, por meio da técnica de enxertia (Wendling, 2015; Wendling et al., 2017), o que tem sido visto como uma das melhores formas de conservação da espécie, ou seja, mediante o seu uso. Com esta tecnologia, as araucárias têm potencial para iniciar a produção de pinhões dos seis aos dez anos após o plantio (Wendling et al., 2017). Produtores rurais e empresas estão investindo na tecnologia para a formação de pomares para alta produção precoce de pinhão, aliado às vantagens de se saber o sexo das plantas, o potencial de produção e a qualidade do pinhão previamente ao seu plantio, por meio de cultivares selecionadas para tal finalidade. Aliado a isto, novas tecnologias têm sido desenvolvidas para incentivar o uso culinário e a transformação do pinhão (Godoy et al., 2013) e, consequentemente, agregar renda à sua produção. Atualmente, pode-se afirmar que o potencial de rentabilidade da araucária por meio da produção de pinhões é superior ao da produção madeireira.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) é uma espécie arbórea nativa da região Sul do Brasil e também de regiões vizinhas em territórios do leste do Paraguai, nordeste da Argentina e norte do Uruguai (Carvalho, 2003b). No Brasil, sua ocorrência está associada à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucárias), compreendendo as regiões do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e em pontos isolados de São Paulo e Minas Gerais (Carvalho, 2003b; Penteado Junior; Goulart, 2019). A espécie tem sido, historicamente, um dos principais produtos florestais da região Sul do Brasil, com grande potencial econômico, social, ecológico e cultural (Gorenstein et al., 2007). Derivada da Floresta Ombrófila Mista ou de ervais cultivados, a produção econômica de erva-mate provém principalmente de pequenas e médias propriedades rurais e empresas ervateiras, tendo participação significativa na geração direta e indireta de empregos.

Conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* - FAO), em 2021 a produção mundial de erva-mate foi 1.515.231 t, sendo os principais produtores a Argentina, o Brasil e o Paraguai, com produção de 841.025 t, 557.987 t e 116.219 t, em áreas de colheita de 179.714 ha, 68.616 ha e 26.280 ha, respectivamente (FAO, 2023). Informação baseada em levantamento mais detalhado revelou que a produção de erva-mate no Brasil, em 2021, foi 953.516 t (425.970 t oriundas do extrativismo e de cultivos em remanescentes florestais, e 527.546 t em cultivos arborizados e sob pleno sol), sendo que a produtividade dos ervais cultivados foi 7.500 kg/ha em uma área de cerca de 70.000 ha (IBGE, 2022a; 2022b).

A erva-mate tem sido empregada principalmente na forma de infusões quentes ou frias, como o chimarrão, tereré e chá-mate, apresentando uma vasta aplicação comercial. Pode ser utilizada para a produção de corantes,

sorvetes, caramelos, medicamentos (para tratamento de hipertensão, bronquite e pneumonia), produtos de uso pessoal (como perfumes e desodorantes), dentre outros (Dartora et al., 2013; Pagliosa et al., 2010).

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é uma árvore nativa apenas de regiões com climas mais frios do Brasil [temperado úmido, Cfb; subtropical úmido, Cfa; e subtropical de altitude, Cwb (Carvalho, 2003a)], de porte pequeno ou médio, de crescimento inicial muito rápido: indivíduos de 4 m de altura no primeiro ano e de 7 m no final do segundo ano não são incomuns. Ela é uma espécie pioneira de vida curta, sendo que o seu crescimento diminui bastante após alguns anos. Existem duas variedades botânicas de *Mimosa scabrella*. No entanto, no modelo de Reserva Legal (RL) com geração de renda, proposto neste capítulo, deve-se usar apenas a bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* var. *scabrella* Benth.) e evitar a bracatinga-argentina [*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa* (Hoehne) Burkart.], a qual difere na época de floração, sendo menos favorável para apicultura.

A bracatinga participa de sistemas de produção pouco tecnificados há mais de 100 anos, principalmente para produção de lenha e, de modo ocasional, para escoras de construção e como pasto apícola. A versão mais elaborada destes sistemas originou-se de produtores na Região Metropolitana de Curitiba, PR, chamado de sistema agroflorestal tradicional (SAFT). Este sistema chegou a ocupar 60 mil hectares, porém, nas últimas décadas entrou em decadência, embora continue contribuindo para a produção regional de lenha. A bracatinga também tem sido utilizada como espécie pioneira em programas de restauração florestal, inclusive de Áreas de Preservação Permanente (Renner et al., 2010). Existem alguns textos abrangentes que permitem conhecer esta espécie florestal e o SAFT (Carpanezzi et al., 1988, 1997; Mazuchowski; Angelo, 2012). A madeira da bracatinga reúne qualidades que a torna adequada para serrados, exigindo cuidados na secagem; ela é conhecida no mercado de luxo como “amêndola”. De modo geral, a presença de madeira serrada de bracatinga no mercado é ínfima, pela ausência de cultivos direcionados a essa finalidade. Finalmente, as folhas da bracatinga podem ser utilizadas como alimento para animais de criação, como bovinos e cavalos. No entanto, como o pastejo danifica muito as plantas jovens desta espécie, os animais devem ser evitados na área de plantio da RL nos primeiros dois anos de idade, ou seja, até que as copas estejam suficientemente longe do chão.

Considerando a importância destas três espécies (araucária, erva-mate e bracatinga), este capítulo descreve o manejo pós-plantio deste modelo de RL com geração de renda, o qual preconiza a integração, em sistema de consórcio, destas espécies na mesma área (Figura 1). Este modelo de RL é destinado a pequenas propriedades com agricultura familiar, que tenham como finalidade a produção de pinhão, erva-mate, lenha e mel.



Figura 1. Representação do modelo de restauração de Reserva Legal com geração de renda com araucária, erva-mate, bracatinga e mel.

Ilustração: Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Plantio, densidade e espaçamento de plantas

Os plantios de araucária, erva-mate e bracatinga são geralmente realizados em covas seguindo a densidade e a distribuição de plantas no interior da área conforme a Tabela 1 e a Figura 2. Os detalhes sobre a abertura de covas, adubação de base e outros tratos culturais estão descritos no Capítulo 4.

Tabela 1. Densidade e espaçamento de plantas no modelo de restauração de Reserva Legal.

Espécie de planta	Densidade de plantas (plantas por hectare)	Espaçamento (m × m)
Araucária (5,7%) ⁽¹⁾	111	9 × 10
Erva-mate (84,9%)	1.666	3 × 2
Bracatinga-comum (9,4%)	185	6 × 9
Total	1.962	

⁽¹⁾Percentagens entre parênteses indicam a proporção de cada espécie em consórcio.

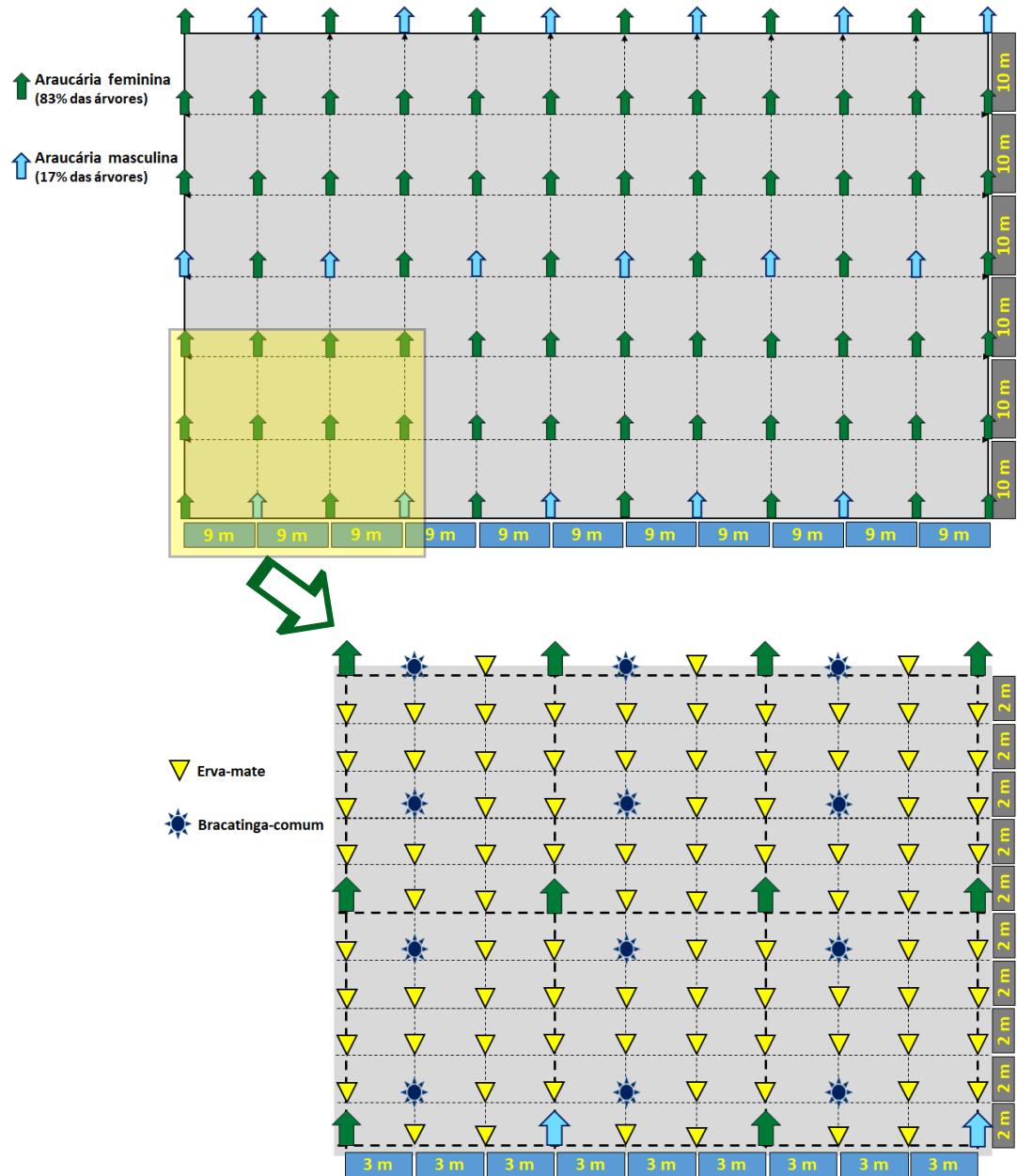


Figura 2. Distribuição das espécies de plantas no modelo de restauração de Reserva Legal com geração de renda com araucária enxertada, erva-mate e bracatinga.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Neste modelo de restauração de RL são utilizadas mudas enxertadas de araucária, o que permite a utilização de plantas femininas e masculinas nas proporções de 83% e 17%, respectivamente. Isto é importante para a polinização entre as árvores, permitindo a produção de pinhas com sementes (Wendling et al., 2017). Outra opção é realizar o plantio de mudas seminais de araucária, e realizar a enxertia no campo quando as plantas atingirem aproximadamente 12 meses de idade. Neste caso, recomenda-se o plantio de duas mudas por cova, de tal modo que a enxertia realizada no campo proporcione o “pegamento” de, pelo menos, um enxerto. Caso as duas mudas enxertadas por cova de plantio alcancem sucesso de “pegamento” do enxerto, deve-se realizar o desbaste, deixando apenas uma planta por cova, ou seja, aquela mais vigorosa. Dependendo da situação, é possível realizar o transplante de uma muda enxertada excedente para outra cova de plantio (com falha), mas é preciso muito cuidado nesta atividade, para que a muda transplantada tenha bom desenvolvimento, inclusive do sistema radicular.

Replantio para reposição de mudas mortas

O replantio para reposição de mudas mortas ou com problemas sérios de adaptação inicial é uma etapa importante para promover a formação de um plantio florestal sem falhas, refletindo na qualidade final deste modelo de restauração de RL. Esta atividade de replantio pode ser realizada em etapas, após levantamentos prévios no campo contabilizando o número de mudas de cada espécie a ser replantada. No caso da bracatinga, de crescimento inicial muito rápido, a recomendação é realizar o replantio até 2 meses após a implantação, evitando, assim, grande heterogeneidade no povoamento, bem como futura competição entre indivíduos “dominantes” (mais vigorosos) e “dominados” (de menor porte). Já para a araucária, plantada com mudas enxertadas ou de pé-franco, e a erva-mate, o replantio pode ser feito em até um ano após o plantio inicial.

O replantio pode ser feito de modo análogo ao plantio, como descrito no Capítulo 4 deste livro. Recomenda-se que os replantios sejam realizados após a ocorrência de chuvas expressivas, diminuindo ou evitando a necessidade de irrigações futuras. As principais causas de morte de mudas no campo são o ataque de formigas cortadeiras, falta de água, competição com plantas indesejáveis, mudas com baixa qualidade e com sistema radicular malformado (“pião torto”), ou plantio mal feito. Portanto, a adequada realização das atividades de plantio e de manutenção das espécies é um ponto-chave para reduzir a necessidade de replantios.

Controle de formigas cortadeiras

Para locais de clima frio da região Sul do Brasil, onde ocorrem naturalmente a araucária, a bracatinga e a erva-mate, o gênero de formiga cortadeira mais comum é quenquéns (*Acromyrmex*), sendo saúvas (*Atta*) muito raro. Estas formigas são responsáveis por significativas perdas de mudas e/ou de produção das culturas, caso não sejam bem manejadas. Portanto, é importante que seu controle faça parte da rotina da propriedade rural, a partir de um monitoramento semanal. Durante este monitoramento deve-se observar a presença de formigueiros ativos com terra solta ou montículos (nínhos de cisco), carreiros de formigas e desfolha de plantas. Normalmente, o ataque das formigas é mais pronunciado no início dos plantios. Por outro lado, quando as plantas atingem mais de dois anos de idade, elas dificilmente são severamente prejudicadas por esses insetos, mesmo que o ataque ocorra em algumas situações.

Para as espécies florestais que compõem este modelo de restauração de RL, a bracatinga e a araucária podem ser consideradas sensíveis ao ataque das formigas cortadeiras. Além disso, são espécies pouco tolerantes ao corte de seu ápice ou remoção total de folhas e brotações pelas formigas, o que facilmente resulta em mortalidade de plantas jovens. Em ataques mais intensos, as formigas fazem a completa remoção das acículas no caule e galhos das mudas de araucária, levando-as à morte rapidamente (Figura 3). A araucária enxertada é menos atacada por formigas cortadeiras quando comparada com mudas de pé-franco. Já o ataque de formigas cortadeiras em erva-mate é raro acontecer, sendo desnecessário seu controle na maioria das vezes. Portanto, é recomendado que o produtor dispense maior atenção às plantas de bracatinga e araucária, que são as mais sensíveis ao ataque de formigas.



Fotos: Ivar Wendling

Figura 3. Ataques de formigas cortadeiras em araucária: remoção inicial de acículas nos galhos (A), e planta morta após ataque intenso em caule e galhos (B).

Também é fundamental manter “plantas de cobertura” na área do plantio, pois elas podem reduzir o ataque das formigas às espécies florestais plantadas, em vista da presença de alimentos alternativos na área. Para o controle preventivo e/ou corretivo, recomenda-se o uso de isca formicida granulada [a granel ou com microporta-iscas (MIP)] à base de sulfuramida, na dose 8 g – 10 g por ninho de cisco para quenquéns ou de 8 g/m² de terra solta para saúvas, conforme detalhado no Capítulo 4.

Controle de plantas indesejáveis

Após a implantação deste modelo de RL, as condições ambientais favoráveis para o crescimento das espécies plantadas também beneficiarão o desenvolvimento de plantas indesejáveis, geralmente muito competitivas pela absorção de água e nutrientes, além da disputa por luminosidade (Figura 4). Por isso, estas espécies indesejáveis devem ser controladas para permitir a sobrevivência e o crescimento das espécies-alvo recém-plantadas.

O principal manejo de plantas indesejáveis consiste em seu controle no entorno das mudas e também nas entrelinhas de plantio. Para tanto, utilizam-se duas atividades distintas e complementares: a) o coroamento ou a deposição de cobertura morta (“mulching”) ao redor das mudas (Figura 5); b) a roçada do restante da área (entrelinhas e entre plantas). Para o objetivo deste modelo de restauração de RL optou-se pelo manejo sem utilização de herbicidas durante todas as fases de crescimento e de produção das espécies consorciadas, de modo especial para evitar a contaminação da erva-mate com resíduos químicos, o que pode comprometer a comercialização das folhas do produto beneficiado, além de estar fora das normas técnicas para esta cultura. Maiores detalhes sobre o manejo e controle de plantas indesejáveis serão apresentados no Capítulo 4.



Figura 4. Plantas de erva-mate sendo prejudicadas pela competição com plantas indesejáveis (A) ou estando livres de competição (B).



Figura 5. Muda com coroamento (A) ou uso de cobertura morta (“mulching”) (B) para controle de plantas invasoras.

Adubação de cobertura ou manutenção

A adubação de cobertura ou manutenção tem por objetivo suplementar a adubação de base com macronutrientes. Esta adubação é variável em função da espécie florestal. No entanto, aqui será recomendada adubação somente para erva-mate e araucária, tendo em vista serem espécies mais exigentes que a bracatinga, que pode se beneficiar dos adubos aplicados na área de RL para as outras espécies.

Adubação para erva-mate

Após a adubação de base realizada no plantio da erva-mate, são recomendados mais três tipos de adubação: de pós-plantio, de formação de copa e de produção. A adubação de pós-plantio é dividida em quatro etapas: a) adubação de cobertura pós-plantio, que contempla o período desde o plantio até a primeira colheita; b) formação de copa 1, da primeira até a segunda colheitas; c) formação de copa 2, da segunda até a terceira colheitas; d) adubação de colheita, que é realizada posteriormente à terceira colheita (Wendling; Santin, 2015).

É recomendado que a aplicação da primeira parcela da adubação de cobertura pós-plantio ocorra aproximadamente seis meses após a implantação deste modelo de RL. O indicado é aplicar a dose recomendada parcelada em duas aplicações, preferencialmente uma em janeiro e outra em setembro. Os fertilizantes podem ser aplicados na forma de filete contínuo ou de coroa circundando a muda, aproximadamente 25 cm distantes do caule da planta, em uma faixa de 15 cm-35 cm de largura (Santin et al., 2015; Figura 6).

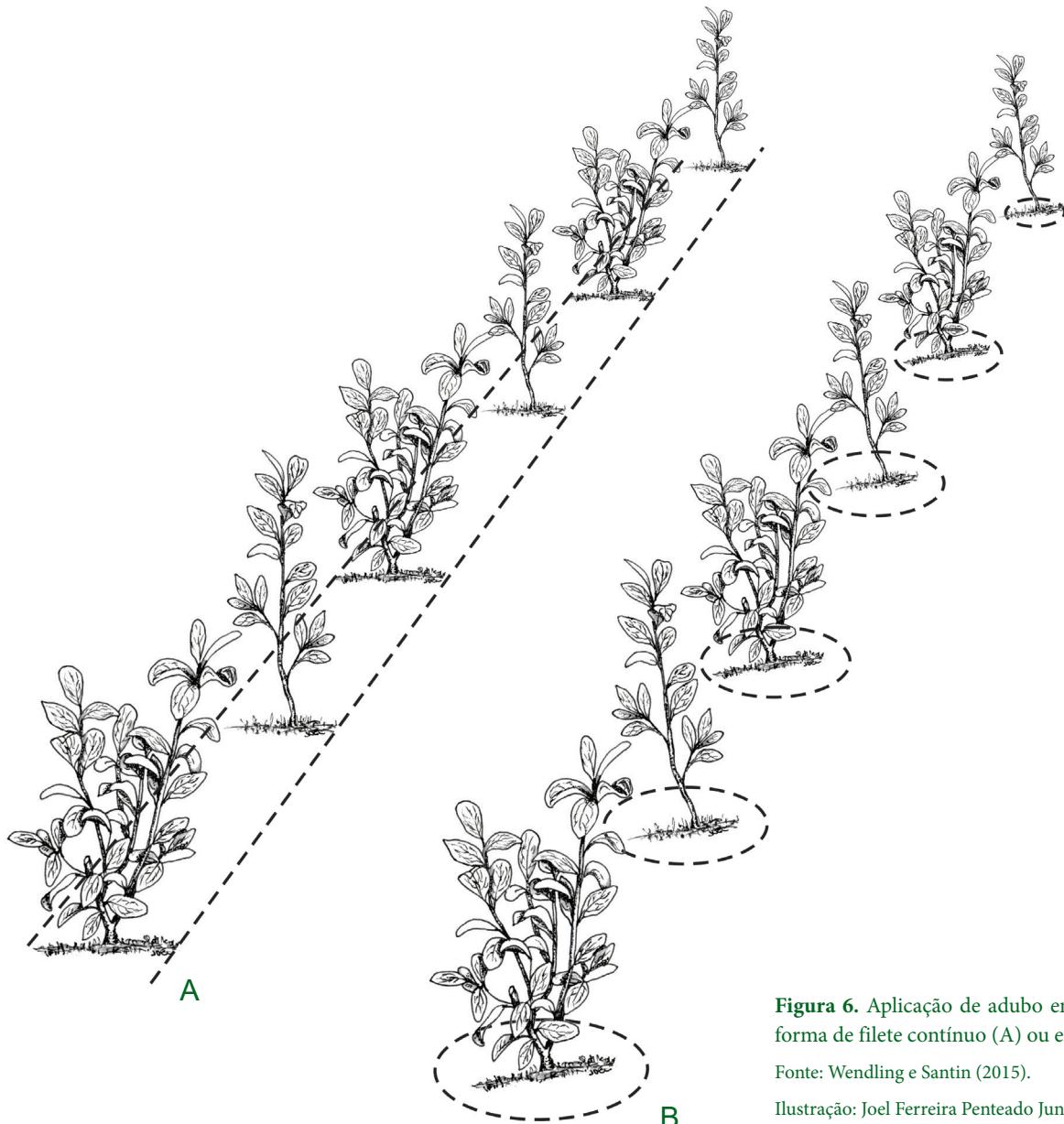


Figura 6. Aplicação de adubo em cobertura, na forma de filete contínuo (A) ou em coroa (B).

Fonte: Wendling e Santin (2015).

Ilustração: Joel Ferreira Penteado Junior

Recomenda-se que as doses e os tipos de adubo utilizados na cultura da erva-mate sejam recomendados por profissional habilitado. Para auxílio nesta recomendação, com base nos resultados de análise de solos, foi desenvolvido o aplicativo Ferti-Matte (Goulart et al., 2022), o qual indica opções de adubos a serem adotados e respectivas quantidades. O aplicativo fornece a recomendação de adubação para cada tipo (fase) de adubação, conforme mencionado anteriormente.

Para a adubação da erva-mate podem ser usados tanto adubos químicos quanto orgânicos. A escolha depende dos custos de aquisição e de aplicação, além de outros detalhes em função da especificidade de cada plantio.

Quanto à aplicação dos adubos, recomenda-se parcelar a dose total dos nitrogenados e potássicos. Isso é necessário, pois esses nutrientes podem ser perdidos no ambiente antes que as plantas de erva-mate consigam absorvê-los. O nitrogênio, por exemplo, pode ser perdido por lixiviação, quando há excesso de chuvas, ou por volatilização, em períodos de estiagem. No caso do potássio, por ser altamente solúvel em água, ele pode ser perdido por lixiviação. Para adubação com estes dois nutrientes, a aplicação de adubos minerais deve ser parcelada em duas ou mais vezes. Já os adubos orgânicos e fosfatados podem ser aplicados em uma única vez, pois possuem liberação de nutrientes mais lenta. Quanto às épocas de aplicação, preferencialmente uma em janeiro e outra em setembro, deve-se respeitá-las quando possível, pois são as épocas de início das novas brotações das plantas.

Para maiores detalhes sobre a adubação da erva-mate, recomenda-se consultar o *Manual do Sistema Erva 20* (Penteado Junior; Goulart, 2019) e o livro *Propagação e Nutrição de Erva-mate* (Wendling; Santin, 2015).

Adubação para araucária

A araucária possui elevada exigência em fertilidade do solo, principalmente na fase inicial de crescimento, sendo também necessário solo profundo e aerado (sem excesso de água). Mesmo com essas condições adequadas de solo ou em casos de uso de solos menos férteis, recomenda-se realizar adubações anuais até 4 ou 5 anos após o plantio. Não existem recomendações de adubação específicas para araucária, por isso indica-se o uso dos mesmos adubos e doses recomendados para erva-mate, com base em resultados de análise de solo.

Caso o produtor não disponha de análise de solo, ele pode utilizar as indicações da Tabela 2, que fornece opções de adubação química e orgânica para solos de média fertilidade. Ressalta-se que estas adubações são excluientes, ou seja, caso se opte pela adubação química, a recomendação de adubação orgânica não deve ser adotada, e vice-versa, visando evitar o excesso de nutrientes e danos às plantas, além de aumento desnecessário de custos.

Tabela 2. Recomendação de adubação anual para araucária no período de 2 a 5 anos após o plantio.

Opção ⁽¹⁾	Recomendação	Comentário
Adubação química	100 g por planta do NPK 4-14-8	Se utilizar outra formulação de NPK ⁽²⁾ , será necessário fazer os ajustes com base na concentração de nutrientes
Adubação orgânica	5 L por planta de esterco animal	O esterco deve estar bem curtido (decomposto)

⁽¹⁾Escolher apenas uma das opções.

⁽²⁾Adubo mineral contendo nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

O adubo deve ser aplicado em volta das plantas, na forma circular (coroa), a uma distância de pelo menos 10 cm do caule da planta, na área de projeção da copa (Figura 7).



Foto: Ivar Wendling

Figura 7. Adubação de manutenção, em cobertura, na projeção da copa da araucária.

Adubação para bracatinga

Recomenda-se para a bracatinga somente a adubação de base na cova, por ocasião do plantio das mudas, de forma similar àquela realizada para araucária. Adubações de cobertura ou manutenção são desnecessárias para bracatinga, em razão de seu crescimento inicial muito rápido, o que permitirá às suas raízes aproveitarem, residualmente, as adubações realizadas para erva-mate e araucária. Além disso, ocorre simbiose da bracatinga com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*, sendo que a adição deste nutriente, via adubo, inibe a eficiência desta associação.

Manejo de colheitas de produtos de valor comercial

Colheita de erva-mate

No caso da erva-mate, são colhidas folhas e galhos finos (diâmetro menor que 7 mm), os quais são destinados para indústria de chimarrão, chá e outras bebidas, além de outros produtos alimentícios. As colheitas são realizadas por meio de diferentes tipos de podas de formação e de produção, apresentadas a seguir.

Poda de formação: é considerada a primeira colheita da erva-mate, sendo imprescindível para uma adequada formação da arquitetura desejada das erva-ervas, para eliminar ramos malformados e estimular o desenvolvimento de brotações laterais. Esta poda se inicia aos dois ou três anos de idade, de acordo com o desenvolvimento das plantas. As erva-ervas deverão estar bem desenvolvidas, com tecido suberizado (amarronzado) a aproximadamente 20 cm de altura do solo, onde é realizado o desponte (Figura 8). A época indicada para a realização desta poda compreende os meses de agosto e setembro, com um repasse opcional em janeiro ou fevereiro.



Figura 8. Poda de formação: planta em estágio ótimo para o desponte, com tronco suberizado (A); detalhe do desponte realizado em bisel (B); e planta após realização da poda, com permanência de algumas brotações laterais (C).

Poda de produção: é efetivamente a colheita da erva-mate. Esta prática é importante, pois dela depende a sustentabilidade e produtividade do erval. Ervais cujas podas seguem o sistema recomendado estão aptos a intervalos de colheita de 18 meses (considerando ervais com menos de 35% de sombreamento) a 24 meses (para ervais com mais 35% de sombreamento). Por outro lado, ervais com colheitas realizadas sem procedimentos técnicos adequados voltam a produzir apenas após cerca de 3 anos.

Na poda da erva-mate, além de colher biomassa, é importante compreender que o objetivo é retirar partes escolhidas das erveiras, visando conduzi-las a uma arquitetura de galhos ampla e bem distribuída.

Recomenda-se que 20% a 40% dos ramos permaneçam na planta após uma poda de produção. Dessa forma, as erveiras iniciam as brotações mais rapidamente e com maior vigor.

Para a cultura da erva-mate, define-se que os tipos de galhos e ramos são basicamente três: bandeiras, bandei-ri- nhas e ramos finos (Tabela 3 e Figura 9).

A poda de produção conhecida como “corte produtivo racional” é realizada em duas etapas ou “entradas” por safra (Tabela 4 e Figura 10).

Tabela 3. Tipos de galhos e ramos da erva-mate cultivada.

Tipo	Definição
Bandeiras	Galhos maiores, de diâmetro maior que 2 cm e com maior comprimento. Apresentam crescimento vertical, dominância apical e casca madura de cor cinza
Bandeirinhas	Galhos de tamanho intermediário com diâmetro menor que 2 cm. Podem ter crescimento vertical ou angulado. Podem ter casca cinza ou ainda uma transição de verde para cinza. Podem estar dominados ou não por galhos maiores
Ramos finos	Ramos pequenos com diâmetro menor que 1 cm com casca verde. Podem ser colhidos manualmente sem lascas. Podem crescer para dentro ou para fora da copa

Fonte: Penteado Junior e Goulart (2017).



Figura 9. Identificação de galhos e ramos dos tipos “bandeiras” (triângulo pontilhado branco) e “bandeirinhas” (formas ovaladas amarelas) (A); e “ramos finos” (formas ovaladas brancas) (B) em plantas de erva-mate.

Fotos e ilustração: Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart (A); Rodolfo Buher (B)

Tabela 4. Etapas da poda de produção de erva-mate.

Etapa	Recomendação e comentário
1. Poda de limpeza ou do baixeiro	<ul style="list-style-type: none"> - Os ramos finos da base das erveiras são retirados manualmente, com tesoura ou serrote. Ramos dominados ou orientados para dentro da copa devem ser retirados - Estes ramos têm origem na copa remanescente após a poda de colheita da safra anterior. As folhas apresentam boa maturação e são desejadas pelas indústrias - Esta prática é importante, pois auxilia na formação de uma copa mais aberta, produtiva e menos suscetível a pragas e doenças - Devem ser colhidas com tesoura de poda ou serrote todas as bandeiras e bandeirinhas com corte em bisel, liso e sem lascas
2. Poda de colheita	<ul style="list-style-type: none"> - As bandeiras são cortadas de 10 cm–15 cm de distância da base - É fundamental manter entre 20% e 30% de copa em cada erveira. Este remanescente será composto por bandeirinhas e ramos finos que facilitarão a recomposição da copa para a próxima safra - Bandeirinhas malformadas e/ou com crescimento para dentro da copa devem ser retiradas

Fonte: Penteado Junior e Goulart (2017).



Figura 10. Erveiras antes (A) e depois (B, C) da poda de produção, com remanescente de 30% de copa com bandeirinhas e ramos finos.

Para maiores detalhes sobre o sistema de podas da erva-mate, recomenda-se consultar o *Manual do Sistema Erva 20* (Penteado Junior; Goulart, 2019) e o documento *Poda em Erva-mate* (Penteado Junior; Goulart, 2017).

Colheita de madeira e pinhões de araucária

Neste modelo de RL com geração de renda, a araucária tem dois objetivos de produção: madeira e pinhão. No caso da madeira, as árvores plantadas via mudas de pé-franco podem ser cortadas aos 20–25 anos de idade. No entanto, demanda um acompanhamento mais pormenorizado, tendo em vista que, em função da qualidade do solo (fertilidade, profundidade e umidade), este tempo pode ser reduzido ou aumentado. O corte da araucária deve ser praticado de acordo com a legislação ambiental, conforme detalhado no Capítulo 6.

No caso da produção de pinhões com o uso de plantas enxertadas, é recomendado que a colheita seja feita no chão ou a partir de pinhas maduras nas árvores (com auxílio de bambus ou mesmo pela escalada). Para plantas enxertadas, a produção de pinhões inicia-se de 6–10 anos após o plantio (Wendling et al., 2017).

Colheita de produtos da bracatinga

Esperam-se três produtos provenientes das plantas da bracatinga-comum:

1. Mel comercial ou de subsistência, produzido pela colmeia de meliponíneos no período crítico do ano, em resposta à floração da bracatinga no outono e inverno. Esta produção de mel deve começar, de maneira ampla, no decorrer do quarto ano pós-plantio da bracatinga.
2. Lenha obtida em qualquer momento a partir de 3–4 anos após o plantio. É importante destacar que as árvores de bracatinga não rebrotam após o corte.
3. Madeira com diâmetro adequado para serraria, ainda na primeira década de vida da bracatinga. Todavia, a qualidade da madeira deverá ser avaliada, por causa da elevada taxa de incremento individual previsto para as árvores de bracatinga neste modelo de RL, o que pode influenciar as propriedades da madeira.

Além disso, como benefício econômico indireto, a bracatinga propicia, reconhecidamente, adição ao solo, em quantidades elevadas, de material orgânico e de nitrogênio. Isto contribui para a produtividade do sistema como um todo.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 108, s. 1, p. 74-103, 8 jun. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 245, s. 1, p. 110, 18 dez. 2014. Disponível em: http://cnclfjra.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B.; BAGGIO, A. J. Manejo de bracatingais. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTAVEL, 1997, Curitiba. **Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo: Embrapa Florestas, 1997. p. 157-163. (Embrapa Florestas. Documentos, 34). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45811/1/carpenezzi-pg157-163.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B.; BAGGIO, A. J. Manejo de bracatingais. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTAVEL, 1997, Curitiba. **Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo: Embrapa Florestas, 1997. p. 157-163. (Embrapa Florestas. Documentos, 34). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45811/1/carpenezzi-pg157-163.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A.; LAURENTI, J. M. E.; CARVALHO, P. E. R.; PEGORARO, A.; BAGGIO, A. J.; ZANON, A.; OLIVEIRA, E. B. de; IEDE, E. T.; ROTTA, E.; STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; GRAÇA, L; R.; RAUEN, M. J.; CARPANEZZI, O. T. B.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. **Manual técnico da bracatinga (Mimosa scabrella Benth)**. Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1988. 69 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 20). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17023/1/doc20.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Bracatinga: *Mimosa scabrella*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003a. v. 1, p. 221-230. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Erva-mate: *Illex paraguariensis*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003b. v. 1, p. 455-466. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2023.

DARTORA, N.; SOUZA, L. M. de; PAIVA, S. M. M.; SCOPARO, C. T.; IACOMINI, M.; GORIN, P. A. J.; RATTMANN, Y. D.; SASSAKI, G. L. Rhamnogalacturonan from *Ilex paraguariensis*: a potential adjuvant in sepsis treatment. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 2, p. 1776-1782, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.11.013>.

FAO. **Food and agriculture organization corporate statistical database (FAOSTAT)**: Cultivos y productos de ganadería. Rome, 2023. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>. Acesso em: 8 fev. 2023.

GODOY, R. C. B. de; NEGRE, M. de F. de O.; MENDES, I. M.; SIQUEIRA, G. L. de A. de; HELM, C. V. **O pinhão na culinária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 137 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214212/1/2020-Livro-Pinhao-na-Culinaria-2impres.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

GORENSTEIN, M. R.; BARBOSA, R. Z.; RIBEIRO, E. R.; BUENO, J. L.; FERNANDES, J. M. O.; PEREIRA, L. H. P. Evolução da cultura de erva-mate no Brasil durante o período de 1995 a 2005. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 11, p. 1-11, 2007. Disponível em: http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/dX9jToE1GfL4Cy_2013-5-3-11-35-42.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

GOULART, I. C. G. dos R.; WENDLING, I.; SANTIN, D. **Aplicativo Ferti-Matte**: manual básico de utilização. Brasília, DF: Embrapa, 2022. 27 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232840/1/EmbrapaFlorestas-2022-FL-Ferti-Matte.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/documentos>. Acesso em: 8 fev. 2023.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2021>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (org.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p. Disponível em: <https://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/26>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; ANGELO, A. C. Caracterização e entraves do sistema de produção com bracatinga na região metropolitana de Curitiba. **Floresta**, v. 42, n. 4, p. 711-724, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i4.17698>.

PAGLIOSA, C. M.; VIEIRA, M. A.; PODESTÁ, R.; MARASCHIN, M.; ZENI, A. L. B.; AMANTE, E. R.; AMBONI, R. D. M. C. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry**, v. 122, n. 1, p. 173-178, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.040>.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Poda em erva-mate plantada**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 28 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 313). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167005/1/Livro-Doc-313-1495.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Erva 20**: sistema de produção para erva-mate. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 152 p.

Capítulo 2 - Reserva Legal: geração de renda com araucária enxertada, erva-mate e bracatinga

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193651/1/2019-Manual-Erva20-web.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

RENNER, R. M.; BITTENCOURT, S. M. de; OLIVEIRA, E. B. de; RADOMSKI, M. I. **Programa Mata Ciliar no Estado do Paraná:** comportamento de espécies florestais plantadas. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 38 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 196). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151933/1/Doc.-196-Programa-Mata-Ciliar.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F.; FONTES, L. L.; ALMEIDA, I. C. de; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I. Manejo de colheita e adubação fosfatada na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em fase de produção. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 783-797, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828629>.

WENDLING, I.; SANTIN, D. (ed.). **Propagação e nutrição de erva-mate.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. 195 p.

WENDLING, I. **Tecnologia de enxertia de Araucaria angustifolia para produção precoce de pinhões, com plantas de porte reduzido.** Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 351). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125311/1/CT-351-Ivar.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

WENDLING, I.; ZANETTE, F. (ed.). **Araucária:** particularidades, propagação e manejo de plantios. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 159 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160811/1/Araucaria.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

WENDLING, I.; ZANETTE, F.; RICKLI-HORSTI, H. C.; CONSTANTINO, V. Produção de mudas de araucária por enxertia. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. (ed.). **Araucária:** particularidades, propagação e manejo de plantios. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 107-144. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160900/1/Araucaria-Capitulo-4.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

A high-angle aerial photograph of a forested hillside. The trees, likely Araucaria, have distinct, rounded, umbrella-like canopies. The forest is dense, with patches of green grass and open land visible through the canopy. The lighting suggests a bright day with some shadows from the trees.

3

Modelo de Reserva Legal florestal a partir de um erval arborizado

Antonio Aparecido Carpanezzi

Introdução

A figura da Reserva Legal (RL) florestal permite unir finalidades produtiva e ecológica em um mesmo talhão. Para cumprir isto, a restauração da RL em áreas abertas é normalmente pensada como iniciando-se por uma plantação mista, isto é, com várias espécies associadas, com papéis tecnicamente previstos, possibilitando uma modalidade de produção razoavelmente dominada, porém, demasiado simples em termos de interações ecológicas. Não está claramente definido, hoje, se um sistema assim é uma etapa da restauração da RL, ou se equivale ao cumprimento pleno da RL, podendo ser mantido indefinidamente. Assim, após os primeiros 20-40 anos, dependendo do caso, a evolução desta plantação ao longo das décadas seguintes abrange certo grau de indefinição. A razão é que a fixação da figura da RL, no Código Florestal de 1965, não foi seguida de discussão técnica ou experimentação ou ações de campo que levassem a procedimentos silviculturais comprovados, factíveis e seguros, por exemplo quanto a sistemas, espécies, práticas, objetivos e prazos de cada fase. Tal construção não era, e não é, uma tarefa fácil ou rápida. A geração de prescrições técnicas para restaurar a RL (sobre sistemas, espécies etc.) requer pesquisa demorada no campo, estratificada segundo aspectos regionais (como clima e vegetação primitiva) e locais (solos).

Como regra, os modelos hoje pensados para iniciar a restauração da RL partem de conhecimentos separados entre si (espécies comerciais, atributos ecológicos e silviculturais de árvores nativas, generalidades sobre regeneração natural). Cada planejador combina estes conhecimentos segundo sua experiência e visão. Daí nascem modelos que podem, no máximo, abordar razoavelmente as primeiras décadas, permitindo-se produção convencional temporária (como eucaliptos, mogno-australiano, noz-peçã), aceita para viabilizar financeiramente, em paralelo, a reconstrução inicial da estrutura florestal. Pela necessidade de fixar componentes razoáveis no sistema, o planejador adota como realidade, muitas vezes, premissas não comprovadas, como o cultivo bem-sucedido de uma dada espécie nativa, seja madeireira, medicinal ou outra.

Para as décadas longínquas, onde cessa/diminui a produção convencional e tomam corpo a biodiversidade e algumas modalidades econômicas (como manejo de florestas naturais), hoje não há conhecimento técnico suficiente para bem antever a situação. Também, há pouca clareza dos órgãos ambientais reguladores sobre a transição entre essas duas grandes fases temporais da RL, assim como sobre o que será exigido quanto ao seu perfil no futuro distante.

Fique claro, pois, que os modelos para restauração da RL, no Sul do Brasil, embutem doses de fragilidade técnica e, no longo prazo, de incerteza vocacional. Modelos de RL estritamente baseados da dinâmica da floresta natural, sem a fase inicial de produção convencional temporária, constituem exceções. Neles, o objetivo econômico concentra-se em árvores nativas de colheita tardia (como as madeireiras) ou em exploração que causa pouco distúrbio (como cascas), e o talhão segue fluxos sucessional e produtivo contínuos, porém com possíveis dificuldades de cultivo para as espécies.

Arranjo e composição do modelo

Resumidamente, esta proposta de restauração da RL consiste, nas primeiras décadas, em um erva-próximo aos convencionais, associado a faixas arborizadas com espécies nativas selecionadas, principalmente madeireiras e medicinais. Por suas características e pela forma como serão conduzidas, as árvores trazem, também, valor ecológico ao conjunto. Os rendimentos econômicos iniciam aos 4 anos (erva-mate e espinheira-santa) seguidos, bem mais tarde, pelas demais espécies, por meio de cascas medicinais, madeira e pinhão. Combinando biodiversidade com geração de renda, este modelo parece adequado a muitas situações de propriedades rurais, desde que bem estruturadas.

Este modelo de restauração de RL nasceu da observação direta no campo, repetidamente, de ervais arborizados em pequenas propriedades na Floresta Ombrófila Mista, em Machadinho, RS, descritos por Baggio et al. (2008), considerando talhões comerciais bem ensolarados, sem vínculo com a figura de RL. Sua prioridade é a produção de erva-mate, de modo que os desbastes da arborização são executados livremente quando se julga haver prejuízos ao

erval. Como iniciativa pioneira, a arborização em Machadinho resultou em erros e acertos, todos valiosos para o planejamento do modelo. Iniciativas similares são relatadas para Misiones, na Argentina (Montagnini et al., 2011; Eibl et al., 2015), e servem sobretudo para auxiliar na escolha final das espécies nativas participantes. Comparativamente à presente proposta de modelo para restauração de RL, os ervais de Machadinho apresentam densidade arbórea bem menor, com árvores isoladas, emergentes na vegetação matricial formada por erveiras que atingem cerca de 3 m de altura, pois são podadas a cada 18 meses, aproximadamente.

Em sua raiz, este modelo de restauração de RL é composto por dois tipos de módulos, cada um repetido quantas vezes for necessário ao longo de uma linha de plantio (Figura 1). O módulo tipo I, com seis plantas, é composto apenas por erva-mate e espinheira-santa, que é uma arvoreta medicinal de copa estreita que, quando adulta, apresenta certa semelhança de porte com as erveiras podadas (Figura 1A). O módulo tipo II, com três plantas, é formado por duas erveiras e um indivíduo do grupo “árvore”, que abrange várias espécies selecionadas, todas de porte maior que as erveiras (Figura 1B). Elas vão se sucedendo ao acaso na linha: por exemplo, no caso de seis “árvore”, são plantados seis módulos com seis espécies diferentes tomadas ao acaso, repetindo-se o procedimento de forma sucessiva. O grupo “árvore” é formado por dois subgrupos, “espécies de suporte” e “espécies medicinais”, que serão detalhados adiante, e cujas espécies constam da Tabela 1. Em cada talhão de RL, recomenda-se que no módulo II seja empregada apenas uma espécie medicinal, para possibilitar escala econômica de produção.

Tabela 1. Espécies recomendadas para plantio em áreas de restauração de Reserva Legal.

Componente do sistema	Nome científico atual	Outros nomes ⁽¹⁾
Erval		
Erva-mate - com poda, para obter folhas	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	
Espécies de suporte		
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	
Araucária (pinheiro-do-paraná)	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i> var. <i>scabrella</i> Benth.	
Canela-branca ou canela-amarela	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	
Canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	
Erva-mate – sem poda, com crescimento livre	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	
Louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	
Mandiocão	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	<i>Schefflera morototoni</i>
Pessegueiro-bravo ou varoveira	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	<i>Prunus brasiliensis</i> , <i>P. sellowii</i> ⁽²⁾
Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	
Espécies medicinais		
Espinheira-santa ou cancorosa	<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. ex Reissek) Biral	<i>Maytenus ilicifolia</i>
Cataia ou casca-de-anta	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	
Pau-de-andrade	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	<i>Persea pyrifolia</i> , <i>P. major</i> , <i>P. cordata</i> ⁽³⁾

⁽¹⁾Nomes úteis para recuperar informações na literatura técnica; nem sempre são sinônimos botânicos. ⁽²⁾Identidades botânicas equivalentes, segundo Kiyama e Bianchini (2003). ⁽³⁾Nem sempre esses três nomes referem-se ao que hoje é chamado *Persea willdenovii*. A discriminação segura exige conhecimentos técnicos especializados e exame caso a caso.

No campo, as linhas formadas por cada módulo podem ser alternadas uma a uma ou de modo agrupado, formando faixas homogêneas (Figuras 2, 3 e 4). Na alternância simples ou “linha a linha” (Figura 2), há competição máxima por luz sobre as erva-veiras, reduzindo a duração produtiva do erval, que é a atividade econômica sustentadora nas duas ou três primeiras décadas.

A situação vai mudando à medida que aumenta a largura das faixas (Figuras 3 e 4): ela influencia diretamente no tempo de duração e produtividade do erval e, inversamente, no tempo de recuperação da feição florestal. É necessário estabelecer um equilíbrio entre as finalidades econômica e ambiental. Para isso, e adotando-se distância de 2,5 m entre linhas, recomenda-se que a largura de cada faixa seja de até oito linhas, correspondendo a 20 m de largura; como extremo aceitável, 10 linhas ou 25 m. Desse modo, o talhão fica formado por dois compartimentos que se sucedem na forma de faixas: um erval quase que convencional e uma plantação florestal mista em evolução, com papéis econômico e ecológico. Tal separação, associada a uma largura adequada das faixas, facilita os trabalhos de rotina, próprios de cada compartimento. Esta divisão é puramente visual e operacional: há interações entre as faixas, como sombreamento gradativo da plantação florestal sobre o erval, e “chuva de sementes” de espécies nativas no erval, vindas das árvores vizinhas ou trazidas por animais visitantes.

A Módulo básico I: 5 ervas-mates + 1 espinheira-santa:



B Módulo básico II: 2 ervas-mates + 1 “árvore”:



Figura 1. Composição dos módulos básicos I (A) e II (B) do modelo de restauração de Reserva Legal e sua repetição ao longo de uma linha de plantio. Nota: ervas-mate ao sol ou sombreadas, cultivadas para podas periódicas da copa. “Árvore”: espécies de suporte e medicinais.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

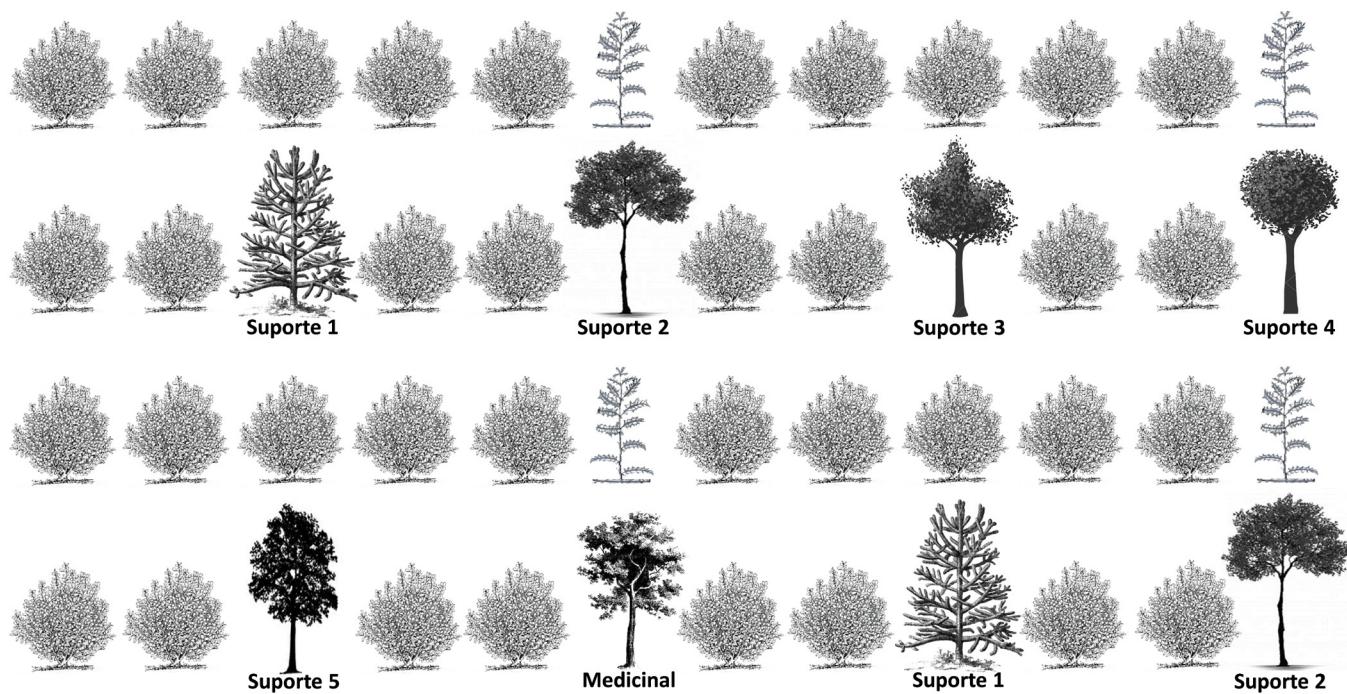


Figura 2. Representação da área de plantio no campo com alternância simples “linha a linha” dos módulos básicos, com cinco espécies nativas do subgrupo “espécies de suporte” e uma espécie do subgrupo “medicinal” (exceto espinheira-santa).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

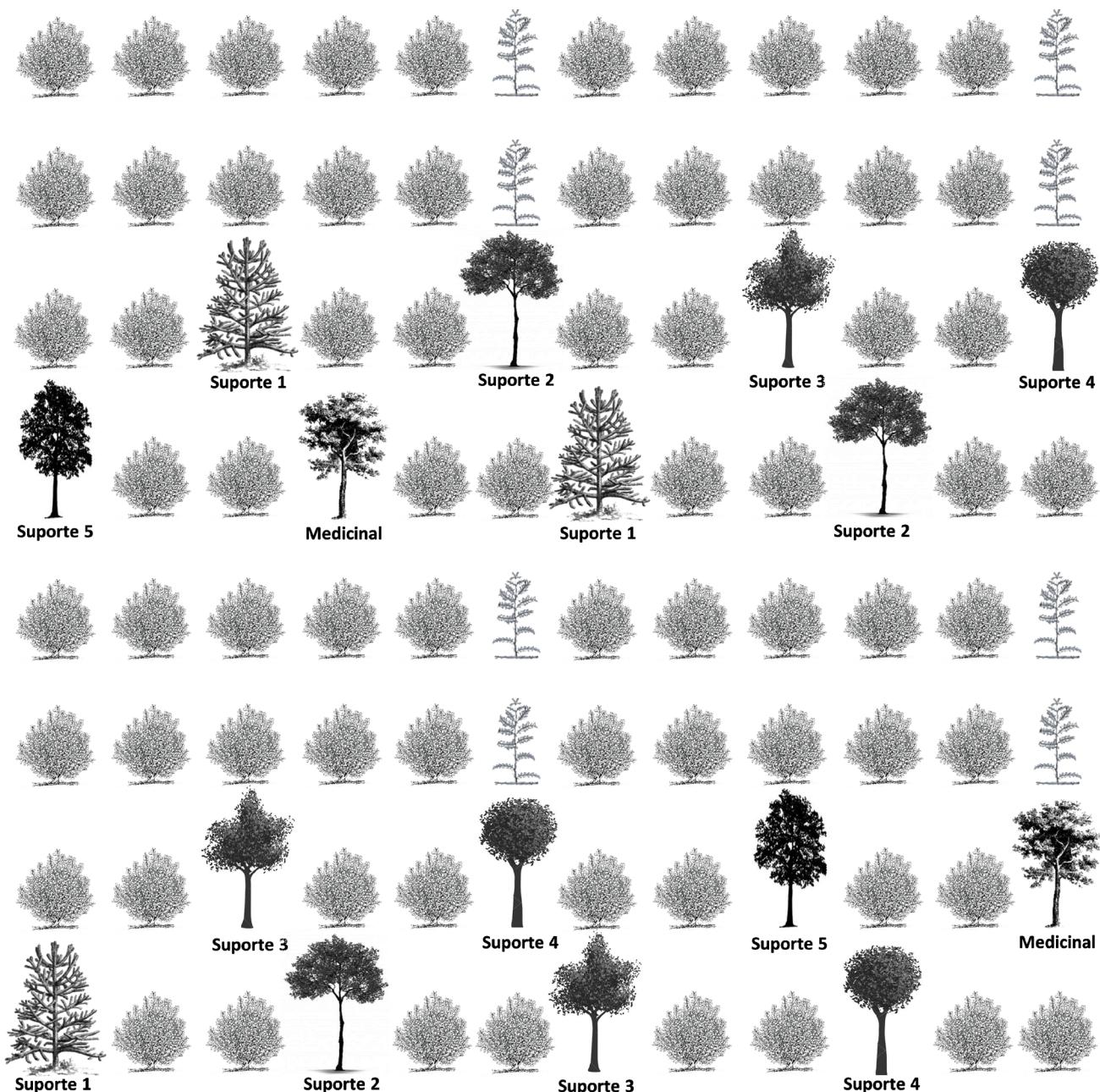


Figura 3. Representação da área de plantio no campo com alternância em faixas, cada uma composta por duas linhas conforme os módulos básicos, com cinco espécies nativas do subgrupo “espécies de suporte” e uma espécie do subgrupo “medicinal” (exceto espinheira-santa).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

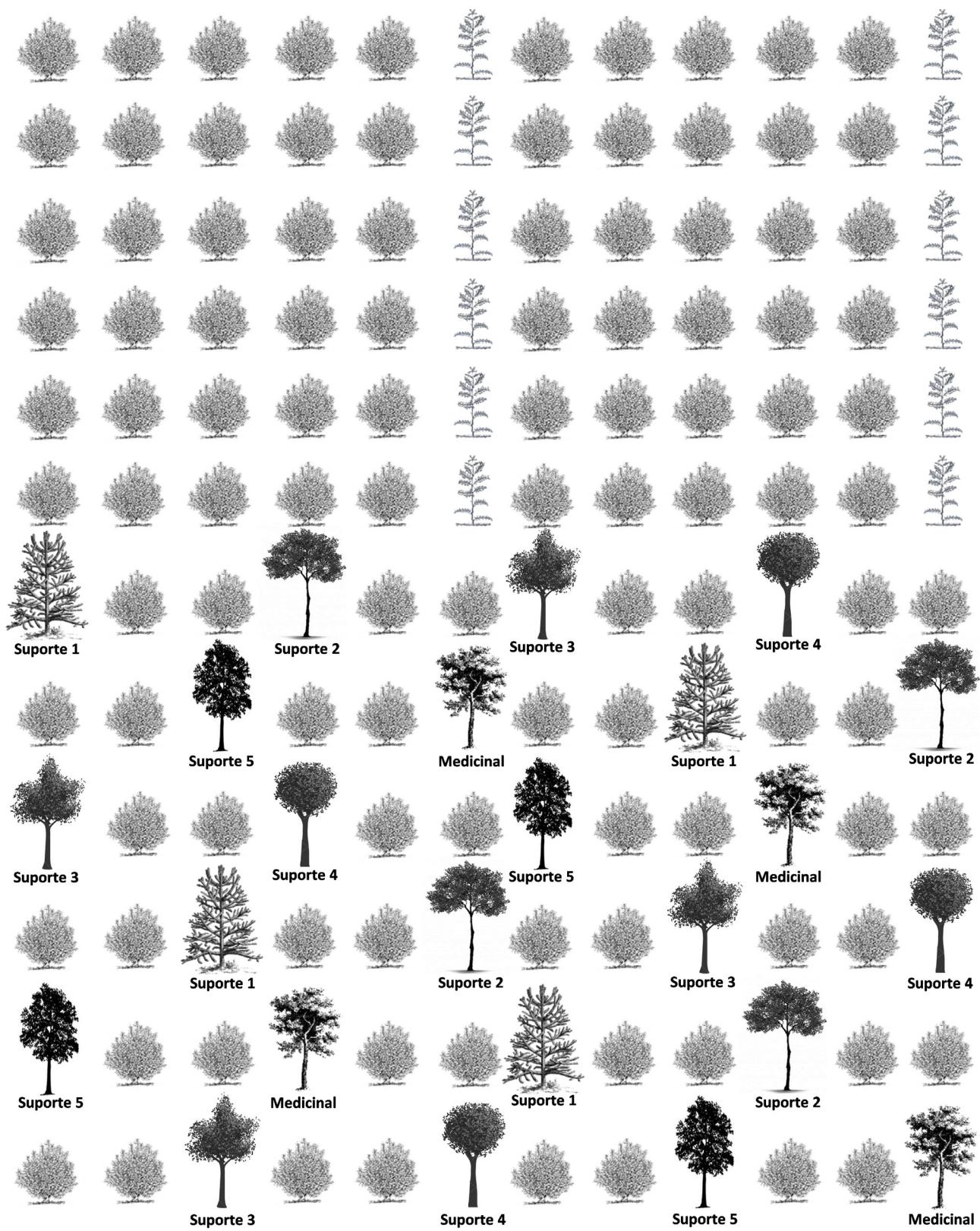


Figura 4. Representação da área de plantio no campo com alternância em faixas, cada uma composta por seis linhas conforme os módulos básicos, com cinco espécies nativas do subgrupo “espécies de suporte” e uma espécie do subgrupo “medicinal” (exceto espinheira-santa).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Plantio, densidade e espaçamento de plantas

O plantio de todas as espécies é feito simultaneamente, no espaçamento único de 2,5 m entre linhas × 2 m na linha, originando uma lotação de 2.000 árvores por hectare. As densidades de plantas das espécies estão apresentadas na Tabela 2. A expectativa econômica do talhão está, inicialmente, baseada em três componentes do sistema: erva, espécies de suporte e espécies medicinais. Esses componentes estão associados no terreno conforme as Figuras 2, 3 e 4, e as espécies participantes estão apresentadas na Tabela 1. Para facilidade operacional no campo, recomenda-se plantar primeiro em todas as covas de erva-mate que serão podadas (75% do total). Em seguida, plantar nas covas vazias, referentes às espécies de suporte e medicinais.

Tabela 2. Densidades de plantas e respectivas participações, por componente do sistema, nas áreas de implantação do modelo de restauração de Reserva Legal.

Espécie inicial do sistema	Densidade de plantas (plantas por hectare)	Participação (%)
Erva-mate - com poda, para obter folhas	1.500	75
Espécies de suporte ⁽¹⁾	Cinco espécies ⁽³⁾	277 (c. 56 plantas por hectare de cada espécie)
Espécies medicinais ⁽²⁾	Espinheira-santa Cataia ou pau-de-andrade	167 c. 56
Total	2.000	100

⁽¹⁾A erva-mate sem poda, com crescimento livre, está incluída nas espécies de suporte. ⁽²⁾A espinheira-santa pertence ao módulo básico I. A outra espécie medicinal (cataia ou pau-de-andrade) faz parte do módulo II. ⁽³⁾Se optar por seis ou mais espécies de suporte, será necessário recalcular as densidades e percentagens de participação das espécies do módulo II.

Informações sobre as espécies

A seguir são apresentadas as principais informações sobre os subgrupos e as espécies a serem consorciadas no modelo de RL.

Erval

O erva, ou plantio comercial de erva-mate para extração de folhas e ramos finos, encontra-se em parte sob pleno sol e em parte intercalado com árvores (Figuras 2, 3 e 4). Na vida cotidiana, esses dois tipos de cultivo são comuns, sendo praticados normalmente. Como planta nativa de florestas, a erva-mate é bem adaptada ao sombreamento na fase inicial da vida. No entanto, sua plasticidade fisiológica é suficiente para ser cultivada sob pleno sol, o que já vem ocorrendo há centenas de anos; em alguns mercados, a matéria-prima de plantas à sombra recebe preço maior, por conferir qualidade organoléptica superior ao produto final. Em qualquer situação de luminosidade, a dominância apical das erveiras é vigorosa.

Os ervais sob cultivos densos e intensivos no Brasil – e como se espera na RL – são mantidos com tratos culturais e regime de adubação próximos aos de culturas agrícolas, e sofrem poda comercial a cada 18 meses, aproximadamente (Penteado Junior; Goulart, 2019). A altura das erveiras é próxima de 3 m no momento da poda comercial, quando são rebaixadas para aproximadamente 1 m e ficam com poucas folhas (Figura 5). Assim, na maior parte do tempo, as erveiras não estabelecem forte competição por luz sobre as plantas vizinhas. Nas linhas de erva sob pleno sol (Figura 1A) há intercalação de espinheira-santa, uma arvoreta medicinal. Como ela é de crescimento lento e copa estreita e ereta, e também devido ao espaçamento de 2,5 m × 2 m na RL e por sofrer podas da copa em seu cultivo (Scheffer, 2004), estima-se baixa capacidade de competição entre as duas espécies.



Figura 5. Erveiras antes (A) e depois (B) da poda comercial.

Espécies de suporte

As “espécies de suporte” (Tabela 1) referem-se às melhores opções de árvores nativas para, em conjunto, cumprirem as finalidades deste modelo de RL. Elas foram escolhidas por análise comparativa baseada na literatura e na experiência pessoal, e restringem-se ao âmbito da Floresta Ombrófila Mista paranaense. As espécies escolhidas são árvores com interações ecológicas favoráveis à sucessão. Além disso, como se trata de um cultivo para RL, essas espécies fornecem produtos comerciais (principalmente madeira) e apresentam comportamento silvicultural satisfatório. Com exceção da bracatinga, que deve durar no sistema por uns 10-20 anos, as demais espécies têm vida longa. A RL permite que, na idade adulta dos indivíduos arbóreos, haja exploração para madeira ou outros fins, de modo sustentável e de acordo com a legislação ambiental.

Em função do arcabouço formado por suas raízes, troncos, ramos e copas, as espécies de suporte começam a construir a estrutura física da futura floresta. Elas também promovem a “estrutura do ecossistema”, ou seja, aumentam a biodiversidade por meio de suas interações (Moraes et al., 2010). Neste modelo de RL, todas as espécies de suporte têm polinização e/ou dispersão de sementes feitas por animais. As árvores medicinais cataia e pau-de-andrade também têm atividade estrutural nítida, pois portam frutos que atraem aves e permanecerão no ambiente por longo período, sob uma exploração que não leva à morte dos indivíduos.

Recomenda-se que cinco (Figuras 1-4; Tabela 2) ou seis espécies de suporte componham a RL. Com raras exceções, as árvores nativas, mesmo as mais estudadas, não contam com conhecimentos de cultivo que assegurem seu sucesso no campo. Do lado produtivo, portanto, é conveniente estabelecer graduação de uso preferencial dessas espécies. Araucária, louro-pardo, bracatinga, mandiocão (com baixa disponibilidade de mudas nos viveiros) e erva-mate (como árvore sem poda) oferecem maior garantia de produção de peças para serraria ou laminação, havendo

diferença considerável de usos e preço da madeira entre elas. Um grupo de segunda escolha reúne madeiras apreciadas, mas com comportamento no campo razoavelmente imprevisível quanto ao crescimento e sobrevivência (canela-guaicá), e principalmente quanto à forma das árvores (açoita-cavalo, canela-branca, pessegueiro-bravo e pinheiro-bravo).

Algumas espécies recomendadas por outros autores (Baggio et al., 2008; Montagnini et al., 2011; Eibl et al., 2015; Penteado Junior; Goulart, 2019) para arborização de ervais não foram adotadas no presente modelo de RL. A exclusão provem de vários motivos, como: interações ecológicas não ideais e possível inadaptação silvicultural, por não serem nativas da Floresta Ombrófila Mista paranaense (exemplos: *Balfourodendron riedelianum*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Bastardiopsis densiflora*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Peltophorum dubium*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebif*), problemas de forma das árvores (*Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium*), crescimento lento (*Handroanthus albus*), retorno econômico insuficiente (*Casearia decandra*) e problemas sanitários (*Cedrela fissilis*, *Cabralea cangerana*). Deste conjunto, caso espécies introduzidas sejam aceitas, o ipê *Handroanthus heptaphyllus* é prioritário para inclusão, dependendo de melhor exame quanto à sua adaptação climática. Sem dúvida, conhecimentos locais, avanços na pesquisa silvicultural e outras visões da RL poderão incorporar novas espécies no sistema.

Boas práticas de silvicultura, vinculadas a aspectos corriqueiros obrigatórios em qualquer cultivo (escolha de área, época de implantação, qualidade de mudas, controle de formigas, limpezas, adubações etc.) melhoram muito o desempenho das plantas. O conjunto de medidas recomendadas para este modelo de restauração de RL é superior, em qualidade ou intensidade, ao usualmente verificado na experimentação florestal, de onde vem a maioria das informações e dados de crescimento das espécies nativas. Portanto, caso as recomendações técnicas sejam seguidas, é lícito esperar resultados positivos. Isto parece garantido em parte, pois comumente os produtores não descuidam dos tratos culturais das erveiras, o que beneficia o entorno imediato das suas coroas. No entanto, deve-se trabalhar para que os cuidados se estendam a todas as plantas das espécies cultivadas no talhão.

Alguns aspectos relevantes das espécies de suporte (Figura 6) são descritas a seguir:

1. **Açoita-cavalo:** árvore de porte médio a grande, de fácil cultivo, alta sobrevivência no campo e crescimento moderado (Figura 6A). Sua principal desvantagem em plantações é o fuste curto quando cultivada sob pleno sol, sendo mais longo sob alguma competição por luz. A madeira tem muitas utilidades, inclusive como peças pequenas.
2. **Araucária:** árvore grande, de importância bem conhecida (Figura 6B). Há décadas ela tem sido plantada comercialmente para produção de madeira, com resultados variáveis em função dos erros e acertos envolvidos. Há documentos orientadores de seu cultivo, por exemplo Carvalho (2002), Aquino (2005) e Sousa et al. (2021). Como fatores que merecem atenção, pois influenciam muito as plantações de araucária, pode-se citar o solo, qualidade das mudas (não podem estar “passadas” do ponto de plantio), formigas cortadeiras e limpezas (controles de plantas invasoras) na fase de estabelecimento.
3. **Bracatinga:** a espécie caracteriza-se por árvores pequenas, pioneiras, sendo mais conhecida como produtora de lenha (Carpanezzi et al., 1988; Mazuchowski; Angelo, 2012) (Figura 6C). A madeira serve também para outros fins, inclusive serraria (Porfírio-da-Silva et al., 2006). Em cultivo, o desempenho da bracatinga melhora muito em sistemas tecnificados, com tratos culturais básicos (Carpanezzi; Carpanezzi, 2006), como se prevê para a RL. Por seu rápido crescimento, neste modelo ela terá, ainda, o papel importante de trazer algum sombreamento inicial na faixa arborizada, condição benéfica a outras espécies de suporte. A variedade botânica *aspericarpa*, conhecida como bracatinga-argentina, deve ser evitada, devido ao instável desempenho de campo e à época de floração menos favorável à apicultura. A obtenção de mudas deve ser programada com antecedência junto aos viveiristas; recomenda-se, fortemente, não usar mudas “passadas”.
4. **Canela-branca:** árvore de porte médio e de madeira útil para serrados, muito pouco estudada em plantações experimentais, embora seja de ocorrência comum na Floresta Ombrófila Mista (Figura 6D). Destaca-se

pela boa forma do fuste (Carvalho, 2003b) e aspectos favoráveis de incremento de madeira em plantações (Montagnini et al., 1997; Eibl et al., 2015). De preferência, a espécie deve ser evitada em plantios sob pleno sol, sendo mais adequada para talhões mistos e no enriquecimento de capoeiras (Carvalho, 2003b).

5. **Canela-guaicá:** árvore de porte médio, boa forma, crescimento fraco a moderado em plantios experimentais no estado do Paraná, onde tem sobrevivência também variável (Carvalho, 2003c), sendo mais adaptada a situações sob sombreamento (Montagnini et al., 1997) (Figura 6E). De qualquer modo, tem sido considerada uma das espécies madeireiras mais promissoras para plantações na Floresta Ombrófila Mista paranaense (Inoue et al., 1984). Madeira útil para vários usos, serrada ou laminada, porém pouco valiosa.
6. **Erva-mate:** como “erveira em ser”, sem ter sofrido podas, a árvore atinge 15-30 m de altura, com boa forma do fuste em situações sombreadas, produzindo madeira pouco usada, mas considerada útil para lamination (López et al., 2002; Backes; Irgang, 2002; Carvalho, 2003d). Como espécie madeireira, ela é indicada para plantios com algum sombreamento, havendo poucos dados, antigos, quanto ao desempenho em campo (Carvalho, 2003d), os quais apontam boa sobrevivência e crescimento lento a moderado. A redução da competição do dossel favorece o crescimento de plantas sombreadas de erva-mate de regeneração natural (Ritter et al., 2019; Martegani, 2021), sendo referência para procedimentos silviculturais em plantações comerciais. A dominância apical é acentuada, mesmo quando plantada sob pleno sol. Não há estudos formais sobre a aptidão da madeira para processamento mecânico. Para fins da RL, considera-se que é uma espécie segura quanto ao crescimento e forma das árvores, com madeira que poderá ser valorizada quando melhor conhecida. Do lado ecológico, o consumo dos frutos por aves é bem conhecido.
7. **Louro-pardo:** árvore de madeira valiosa, com características favoráveis de crescimento e forma das árvores; caule reto, monopodial, necessitando desrama, pois os ramos crescem em verticilos e são vigorosos (Carvalho, 2003e; Radomski et al., 2012) (Figura 6F). Normalmente, ocorre uma praga pouco percebida por produtores e técnicos, o pequeno inseto sugador de folhas *Dictyla monotropidia*, que é um percevejo comum em plantas do gênero *Cordia* (Carvalho, 2003e; Rosa et al., 2008; Thomazini; Ribeiro, 2009; Martinez et al., 2012). Em plantios na Floresta Ombrófila Mista, o sugador não leva à morte das árvores, mas afeta de modo variável o seu crescimento. A praga não impede a recomendação do louro-pardo para a RL, a exemplo de situações similares (Sánchez; Dubón, 2006). O manejo da praga, a ser desenvolvido, deve resultar em melhor desempenho das árvores plantadas.
8. **Mandiocão:** árvore de crescimento rápido, porte grande, fustes longos, madeira útil, e com frutos muito atrativos à fauna (Yared, 1992; Backes; Irgang, 2002; Carvalho, 2003f; Bohren et al., 2013) (Figura 6G). Ocorrência natural pouco frequente na Floresta Ombrófila Mista. A rigor, trata-se de uma aposta, pois a espécie nunca foi experimentada em plantações fora da Amazônia. Atualmente, não há disponibilidade de mudas nos viveiros do Paraná.
9. **Pessegueiro-bravo:** árvore secundária tardia, de madeira pesada (densa) ou medianamente pesada, valiosa para serraria (Figura 6H). Em parcelas plantadas, observa-se desempenho instável quanto ao crescimento dos indivíduos e, principalmente, forma das árvores, a qual melhora sob sombreamento leve a moderado. Quando possível, as mudas devem ser provenientes de sementes de árvores selecionadas, pois os exemplares na natureza são muito variáveis quanto ao porte e forma. Há indefinição taxonômica envolvendo *Prunus myrtifolia*, *Prunus brasiliensis* e seus sinônimos botânicos (Kiyama; Bianchini, 2003; Carvalho, 2003f, 2008b). Em um estudo estritamente botânico, *P. brasiliensis* é tratado como mero sinônimo de *P. myrtifolia*, pela impossibilidade de diferenciação (Kiyama; Bianchini, 2003). Isso tem sido seguido em outros estudos, mas igualmente constata-se rejeição por parte de alguns botânicos, o que exige aprofundamento das investigações. Quanto ao perfil das plantas desejadas para a RL, há mais afinidade com o que alguns silvicultores chamaram *Prunus sellowii* (Backes; Irgang, 2002) ou *P. brasiliensis* (Carvalho, 2003f).
10. **Pinheiro-bravo:** árvore comumente de porte médio na floresta natural, de crescimento lento a moderado em plantações, tendo boa forma de fuste sob sombreamento adequado (Inoue et al., 1984; Carvalho, 2004) (Figura 6I). Madeira útil, com usos similares aos da araucária.

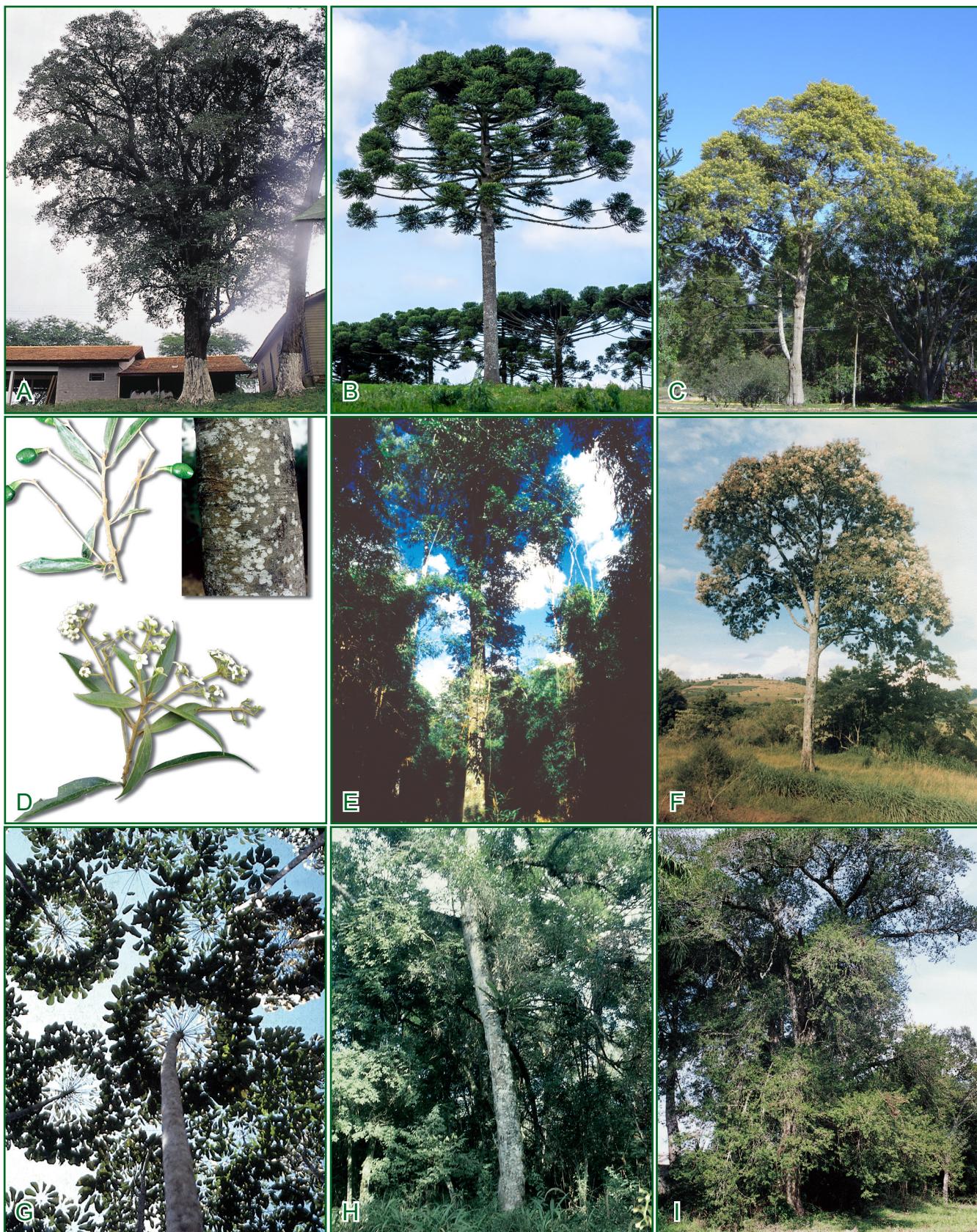


Figura 6. Árvores de suporte sugeridas para plantio em áreas de Reserva Legal: açoita-cavalo (A), araucária (B), bracatinga (C), canela-branca (D), canela-guaicá (E), louro-pardo (F), mandiocão (G), pessegueiro-bravo (H) e pinheiro-bravo (I).

Fonte: Carvalho (2003a, 2003c, 2003e, 2003f, 2003g, 2004); Radomski et al. (2012).

Fotos: Paulo Ermanni Ramalho Carvalho (A, D, E, G, I); André Kacszeszen (B); Edelberto Gebauer (C); Vera Lúcia Eifler (D, H); Maria Izabel Radomski (F)

Espécies medicinais

Como regra, o presente modelo de restauração de RL prevê o cultivo, em cada talhão, de duas espécies medicinais, entre as três espécies selecionadas: espinheira-santa, cataia e pau-de-andrade. O cultivo da espinheira-santa é fixo, isto é, presente em todos os talhões, por sua boa comercialização e pouca concorrência com as erva-ervas sob pleno sol. A segunda espécie, cataia ou pau-de-andrade, é de escolha do produtor, sendo plantada na faixa arborizada, como se fosse uma espécie de suporte (Figuras 2, 3 e 4).

A inclusão de plantas medicinais, no caso árvores medicinais, no modelo de restauração de RL justifica-se pela busca de alternativas econômicas ao produtor, regularização da produção na propriedade e conservação da biodiversidade. Largamente utilizados, os produtos das espécies selecionadas são obtidos quase sempre por extrativismo (Mariot et al., 2011; Steenbock; Reis, 2011), o que causa riscos às populações nativas, como comprovado para o pau-de-andrade (Fior et al., 2007; Meneguzzi, 2017).

A seguir são apresentadas as características de cada espécie de árvore medicinal (Figura 7):

Fotos: Paulo Ernani Ramalho Carvalho



Figura 7. Árvores medicinais sugeridas para plantio em áreas de Reserva Legal: Espinheira-santa (A), cataia (B) e pau-de-andrade (C).

Fonte: Carvalho (2006a, 2006b, 2008a).

- Espinheira-santa:** arvoreta com até 10 m de altura, comumente de 3 m-5 m, com copa estreita (Figura 7A). As folhas são utilizadas para fins medicinais. Hoje, a espécie pode ser cultivada sob pleno sol ou à sombra leve; também pode ser manejada à sombra no sub-bosque de florestas, pois ocorre naturalmente nesse ambiente (Carvalho, 2006a; Souza et al., 2008). Há informações amplas sobre a espécie e que orientam seu cultivo, comumente feito sob insolação alta (Castro; Ramos, 2003; Scheffer, 2004; Carvalho, 2006a; Mariot; Barbieri, 2006; Silva Junior; Osaida, 2006; Souza et al., 2008; Scheffer et al., 2009; Steenbock; Reis, 2011; Garcia; Oliveira Junior, 2021). A colheita de folhas começa por volta dos 4 anos, e pode ser repetida a cada ano ou a cada dois anos.
- Cataia:** árvore normalmente de porte pequeno ou mediano, de sombra (Backes; Irgang, 2002) (Figura 7B). A parte medicinal de uso consagrado é a casca; folhas e flores também têm utilidade. Não obstante o uso da casca ser antigo e intenso, as informações técnicas disponíveis para a produção racional de cataia em plantações são incipientes. Há poucos resultados experimentais em parcelas plantadas, não permitindo generalizações (Carvalho, 2008a; Radomski et al., 2013); não há plantações comerciais; alguns estudos em

florestas naturais oferecem subsídios importantes para seu cultivo (Mariot, 2008; Oliveira; Matos, 2010; Mariot et al., 2011). Combinando essas informações com outras pessoais, e por segurança fixando o diâmetro mínimo de 10 cm dos troncos, pode-se supor que, em plantações bem conduzidas em RL e com alguma sombra, será necessário esperar 12-15 anos para iniciar a exploração racional da casca, a ser repetida a cada 5 anos. Para fins práticos, será necessário estruturar toda a silvicultura da espécie para plantações, organizando as informações existentes e gerando outras para preencher as lacunas. Alguns viveiros oferecem mudas, de modo que a espécie pode, desde já, ser plantada. No Paraná, deve-se ter atenção, pois uma outra espécie (*Pimenta pseudocaryophyllus*, Myrtaceae), afamada para aromatizar cachaça, é também chamada cataia na região do litoral.

3. **Pau-de-andrade:** árvore grande, de crescimento variável, mas em geral satisfatório em plantios bem cuidados, em solos não compactados nem rasos, com o “pé” da árvore na sombra e a copa ao sol, apresentando madeira útil, com usos indicados por Carvalho (2006a) (Figura 7C). O uso medicinal tradicional da casca do tronco é bem estabelecido para humanos e animais de criação (Mazza et al., 2000; Schiempel et al., 2016; Somensi et al., 2017; Zeni, 2017; Gaudêncio et al., 2021). O uso veterinário pela população rural foi mais acentuado que o percebido na literatura. Não há informações técnicas suficientes que levem a sistemas de produção racional ou a procedimentos seguros para a retirada da casca. Por observações pessoais, fixando-se como critério o diâmetro à altura do peito ≥ 10 cm, pode-se adotar que, num talhão bem conduzido, a partir de 10 anos uma boa parte das árvores pode ser explorada. A intensidade de extração, estação adequada, intervalo de anos entre extrações, ferramentas apropriadas etc., precisam ser investigadas.

Época de plantio e mudas

O plantio da erva-mate é recomendado para abril–setembro (Penteado Junior; Goulart, 2019). A melhor época de plantio das demais espécies na região da Floresta Ombrófila Mista paranaense é setembro até 15 de outubro; a partir daí, o período aceitável estende-se até 15 de dezembro, e quanto mais cedo será melhor. Para concatenar as ações de campo, recomenda-se plantar a erva-mate em agosto ou começo de setembro e, tão logo seja possível, as outras espécies.

Ao serem plantadas, as mudas de todas as espécies devem estar rustificadas e ter bom padrão de qualidade. O processo de obtenção de mudas deve começar por consultas aos viveiristas meses antes, e muitas vezes requer encomendas ou compras de vários fornecedores, pois a maioria das espécies recomendadas não consta da lista usual dos viveiros. As mudas não devem estar “passadas”, para não trazer problemas no futuro: isso é uma regra geral para todas as espécies, e acentua-se em alguns casos, como erva-mate, bracatinga e araucária. Os tubetes devem ter volume adequado: no caso das espécies medicinais e de suporte, idealmente 280 mL, sendo aceitável 180 mL, com exceção para bracatinga, 120 mL. Todas as sementes para a produção das mudas devem ser colhidas na Floresta Ombrófila Mista, para evitar problemas de inadaptação climática: algumas espécies, como açoita-cavalo, canela-branca, louro-pardo, mandioca e pessegueiro-bravo, ocorrem também em regiões mais quentes. Outro ponto a ser perseguido, para valorização ecológica da RL, é que as sementes venham de pontos próximos ao local de plantio, e com base genética ampla, já havendo critérios de coleta estabelecidos (Sebben, 2002; Carpanezzi; Carpanezzi, 2006). Esses cuidados ficam mais fáceis de serem cumpridos se houver participação de profissionais técnicos e de instituições de pesquisa e de extensão rural.

Mesmo espécies com oferta abundante de mudas, como a erva-mate, necessitam ajustes que somente virão com o tempo. Para as erva-iras que serão podadas, as mudas precisam ser buscadas no mercado convencional, sendo de padrão comercial, de origem clonal ou de semente. Todavia, as mudas de erva-mate disponíveis nesse segmento, muitas vezes, são de qualidade inferior, por exemplo aquelas formadas em recipientes pequenos e sem rustificação. As mudas de erva-mate a serem utilizadas como espécie de suporte devem ser originadas de sementes e, de preferência, produzidas em tubete de 280 mL ou 180 mL, o que não é comum.

Implantação do modelo de Reserva Legal

No âmbito da silvicultura, a implantação florestal reúne assuntos aplicáveis igualmente a muitas situações, com adaptações a cada caso. Por isso, abordam-se aqui apenas assuntos que são particulares a este modelo de RL. O conjunto geral de procedimentos para a implantação de talhões para restauração de RL, com seus detalhes, pode ser consultado no Capítulo 4 deste livro.

Neste modelo, a RL destina-se a um terreno aberto, de solo bem drenado. A plantação, inicialmente, assemelha-se ao erval entremeado de plantas lenhosas. Devido à relevância econômica, a escolha de solos para um erval e os cuidados para sua implantação e manutenção são semelhantes àqueles de uma cultura agrícola, ou em nível próximo; isto é aceito pelos produtores, não constituindo empecilho à tomada de decisões. Como aspectos principais, é conveniente que o solo não seja compactado e não apresente plantas competidoras indesejáveis no momento do plantio das mudas. A recente ocupação anterior com culturas agrícolas simplifica ou dispensa o preparo de solo; todavia, situações de solo com pH acima de 5,0 devem ser evitadas, pois prejudicam o desenvolvimento inicial da erva-mate.

Este modelo de RL é composto por até nove espécies. As operações de campo são feitas, normalmente, por pessoal pouco familiarizado com mudas de árvores nativas, tendo dificuldade em distinguir as espécies. É conveniente organizar ao máximo as atividades, para reduzir enganos de identificação de espécies no campo e para obter vantagens operacionais. Como diretriz, recomenda-se o seguinte fluxo:

- 1. Separação das mudas a serem plantadas.** São três grupos de mudas: erva-iras destinadas ao erval comercial; um lote homogêneo de espinheiras-santas; uma grande quantidade de pequenos fardos com 6 ou 7 mudas de árvores, cada fardo contendo mistura de 5 ou 6 mudas de diferentes espécies de suporte e uma muda da árvore medicinal escolhida. Todos os três grupos são feitos no viveiro ou em um depósito de mudas, por pessoa capacitada. Esta etapa acontece antes de as mudas, bem regadas, serem levadas ao campo.
- 2. Plantio das mudas nas covas.** Adotar a sequência de operação: abrir todas as covas; adubar todas as covas; plantar todas as erva-iras do erval, isto é, todas aquelas destinadas à coleta de folhas; plantar todas as espinheiras-santas, com isso completando a faixa aberta; plantar cada fardo com 6 ou 7 mudas de árvores nativas nas covas vazias da faixa florestada, tomando-se as espécies ao acaso.

As covas de todas as mudas são de um mesmo tamanho, podendo-se adotar 25 cm de lado e de profundidade, o que corresponde a uma pá cortadeira. As covas podem também ser feitas com brocas perfuratrizes, de operação manual ou tratorizada; há muitos modelos, originando diferentes dimensões. Para homogeneizar a adubação de base, pode-se adotar para todas as espécies o que for feito nas covas do erval comercial. De outro modo, para as espécies de suporte e medicinais, uma aplicação entre 120–150 g do NPK ($N-P_2O_5-K_2O$) 4–14–8 por cova, no plantio, é suficiente.

A implantação florestal associada a cultivos agrícolas de ciclo curto nas ruas de 2,5 m (espaço entre duas linhas) constitui ótima opção, atrativa ao produtor, aliando renda às limpezas de plantas indesejáveis nos primeiros meses. As plantas agrícolas são de livre escolha do produtor e devem ter o mesmo tratamento aplicado quando estão em plantio solteiro.

Estabelecimento do plantio: formigas cortadeiras e limpezas de plantas indesejáveis

A falta de controle de formigas cortadeiras e as limpezas insuficientes de plantas indesejáveis são causas importantes de insucesso das plantações florestais, sejam de espécies nativas ou exóticas, como eucalipto. O período crítico concentra-se nos primeiros 2-3 anos de idade da plantação. As espécies participantes deste modelo de RL podem apresentar certa variabilidade quanto a essas ameaças; por exemplo, a erva-mate é pouco afetada por formigas, e a bracatinga é muito sensível tanto a formigas quanto a plantas competidoras. Os tratos culturais, entretanto, devem ser feitos de maneira homogênea no terreno, ignorando essas diferenças, a fim de que todas as espécies plantadas sejam beneficiadas.

O erval é uma cultura valiosa em termos financeiros, de modo que os produtores são zelosos, aplicando tratos culturais sempre que necessário. O erval está distribuído por todo o talhão da RL, onde constitui 75% das mudas plantadas (Figuras 1-4; Tabela 2). Recomenda-se adotar, para todas as espécies, o padrão de limpezas de um erval convencional, combinando roçadas, capinas e, eventualmente, aplicação de resíduos vegetais na região da “coroa”. As espécies de suporte e medicinais precisam ser valorizadas, não se descuidando de sua limpeza: o entorno das plantas (região da “coroa”) precisa estar sempre livre de competição nos primeiros 2-3 anos, principalmente para as espécies mais suscetíveis, como a bracatinga. O controle de formigas cortadeiras é uma atividade que não pode ser descuidada; os procedimentos, feitos com iscas formicidas, são apresentados no Capítulo 4. O controle de formigas cortadeiras é importante, principalmente para as espécies medicinais e de suporte; deve ser iniciado semanas antes do plantio das mudas, e prossegue por alguns anos.

Animais de criação, como cavalos e vacas, alimentam-se de folhas e raminhos de plantas jovens da bracatinga e do açoita-cavalo, causando morte ou muito dano. Eles precisam ser mantidos fora da área de plantio da RL até que as copas estejam fora de alcance, o que requer 2 anos para a bracatinga e prazo maior para o açoita-cavalo.

Manejo silvicultural e colheitas

O manejo silvicultural de plantações madeireiras consiste, basicamente, em desramas e desbastes, atividades típicas realizadas em idades medianas e avançadas. Informações de referência para estas atividades silviculturais devem vir de talhões bem conduzidos, acompanhados tecnicamente, e interpretados para casos particulares, como este modelo de RL. Por terem sido pouco estudadas de maneira consistente, não é possível fazer estimativas, mesmo que grosseiras, para a maioria das espécies madeireiras participantes deste modelo de RL (Tabela 3). As árvores medicinais cataia e pau-de-andrade não precisam sofrer desbastes, e a desrama deve ser direcionada à extração de cascas.

Tabela 3. Cronograma de manejo silvicultural e colheitas em áreas de restauração do modelo de Reserva Legal, a partir de erval arborizado: primeira aproximação.

Atividade	Idade (anos)	Comentário
Desrama		
Bracatinga	2 e 3	Até 5 m de altura do tronco
Araucária	4, 7 e 10	Até 5 m-6 m de altura do tronco
Louro-pardo	4 e 7	Até 6 m de altura do tronco
Colheita de madeira		
Bracatinga	7 e 13	50% no primeiro corte; 100% no segundo corte ⁽¹⁾
Araucária	20	Desbaste
Louro-pardo	15	Desbaste
Colheita de plantas medicinais		
Espinheira-santa: folhas	≥ 4	Colheitas a cada 1 ou 2 anos
Cataia: cascas	≥ 12	Colheitas a cada 5 anos ⁽²⁾
Pau-de-andrade: cascas	≥ 10	O prazo entre colheitas é desconhecido
Colheita de erva-mate: folhas	≥ 4	Colheitas a cada 18 meses

⁽¹⁾Percentagens (%) referentes à densidade de árvores (plantas por hectare) na época do corte. ⁽²⁾Intervalo entre colheitas, conforme Mariot (2008).

A desrama da bracatinga somente é justificável caso a madeira seja destinada para serraria. Os ramos são finos e secam rapidamente após sombreados; a remoção é fácil, sendo importante para evitar nós mortos. Os ramos de araucária e louro-pardo guardam certa semelhança, sendo grossos e dispostos em ângulos relativamente abertos, com maior variação de inclinação no louro-pardo. Para a desrama de outras espécies madeireiras, pode-se antecipar situações desde favoráveis (erva-mate, com dominância apical forte) até imprevisível (açoita-cavalo, com forte tendência de copa aberta se a luminosidade for excessiva).

A erva-mate para colheita de folhas, e secundariamente a espinheira-santa, constituem os pilares econômicos do sistema nas décadas iniciais: elas têm maior participação no sistema, começam a ser exploradas cedo e as colheitas são mais frequentes.

Uma possibilidade adicional de renda, neste modelo de RL, é a produção de sementes para estabelecer futuras plantações. Isso parece mais promissor para espécies que atualmente reúnem baixa oferta de sementes e/ou boa expectativa de valorização futura de seus produtos, como as medicinais cataia e pau-de-andrade, o mandiocão e fenótipos superiores de pessegueiro-bravo. O valor de mercado das sementes produzidas é ressaltado se o plantio for feito com mudas de base genética adequada e formalmente documentada. Há legislação dirigida para a produção de sementes de espécies nativas (Brasil, 2017).

Situação do talhão em longo prazo

A faixa de plantas sob pleno sol, formada apenas por erva-mate e espinheira-santa (Figura 1A), deve ser conduzida como um erval moderno convencional, cuja vida útil é estimada em 30–40 anos (Baggio et al., 2008).

Na faixa arborizada, o erval corresponde inicialmente a 67% das covas (Figuras 1B, 2, 3 e 4). A produção dessas erveiras deve ser valorizada, pois motiva o produtor a não deixar de aplicar tratos culturais como adubações e controle de plantas invasoras, beneficiando todas as plantas do talhão. Dentro de critérios técnicos que assegurem sua sanidade e vigor, as espécies medicinais e de suporte devem sofrer desramas com dois objetivos sequenciais no tempo, mas interligados. O primeiro é reduzir a competição por luz incidente sobre as erveiras, cujo processo estará finalizado quando a copa da árvore estiver ao menos 4 m acima do solo. O segundo objetivo da desrama é a formação ou melhoria de fustes das espécies madeireiras. Estima-se que as desramas estejam finalizadas até os 12 anos de idade; recomenda-se que, num mesmo indivíduo, sejam aplicadas com intervalo de ao menos 3 anos.

Portanto, com o tempo haverá dois estratos verticais das árvores plantadas: a) um com árvores de copa alta, espaçadas pela densidade e arranjo das árvores, e heterogêneo devido às seis a sete espécies presentes; b) outro mais baixo, formado pela espinheira-santa e erveiras destinadas à produção de folhas. As árvores madeireiras podem ser exploradas começando por desbastes, a partir de 15–20 anos, e a bracatinga ainda mais cedo. A diversidade de árvores da faixa florestada, eventualmente com um sub-bosque de regeneração natural, traz valor ecológico ao sistema, ao lado de aspectos utilitários, como ajudar no controle de pragas do erval, por abrigar inimigos naturais.

Um terceiro estrato pode estar presente, em qualquer das faixas, e evoluindo: o da regeneração natural, formando no começo um sub-bosque e, progressivamente, uma vegetação mais diversificada e mais alta. O tratamento a ser dado à regeneração natural em sistemas de RL como este constitui, hoje, uma incógnita. A resposta cabe ao órgão ambiental supervisor, e terá influência fortíssima quanto ao futuro do talhão, fixando seu balanço de produção/conservação e direcionando as atividades a serem realizadas.

Com o passar dos anos, as copas da faixa arborizada tendem a cobrir a faixa do erval que estava inicialmente sob pleno sol, resultando finalmente na fusão dos dois ambientes. Isto representa mudança no perfil produtivo da faixa do erval original e um marco de avanço no processo da restauração: trata-se de uma questão sensível, que precisará ser trabalhada de antemão junto ao produtor. Este processo de fusão terá velocidade maior ou menor, dependendo de fatores como a largura da faixa, o manejo silvicultural do compartimento florestal e a condução da regeneração natural. Os procedimentos de campo a serem realizados, no sentido de acelerar ou retardar ou anular o processo de união dos compartimentos, não dependerão apenas de decisão técnica sobre como fazer: eles precisam estar de acordo com orientações emanadas do órgão ambiental competente.

Uma variação do modelo de restauração de Reserva Legal

A diversificação da produção ajuda a superar os períodos de crise de preço da erva-mate. Para isso, dentro do modelo atual, pode-se substituir uma erveira do módulo básico I (Figura 1A) por uma segunda planta de espinheira-santa (Figura 8). A densidade da erva-mate passa a ser de 1.333 plantas por hectare ou 66,7% do talhão; da espinheira-santa 333 plantas por hectare ou 16,7% do talhão; as demais espécies não mudam a densidade de plantas (Tabela 2). Com esta alteração não há prejuízos operacionais, o erva não fica descaracterizado e a espinheira-santa passa a ser uma atividade econômica mais robusta dentro do sistema, o que colabora para o aperfeiçoamento local de seu cultivo.

Módulo básico I - modificado: 4 ervas-mates + 2 espinheiras-santas:



Figura 8. Composição do “módulo básico I – modificado” (quatro erveiras + duas espinheiras-santas) do modelo de restauração de Reserva Legal e sua repetição ao longo de uma linha de plantio. Nota: erveiras sob sol, cultivadas para podas periódicas da copa.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Referências

AQUINO, F. M. **Cultivo da Araucaria angustifolia:** viabilidade econômico-financeira e alternativas de incentivo. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2005. 53 p. Disponível em: http://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_pub/IS%202005-01Cultivo%20da%20araucaria%20SC.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul:** guia de identificação e interesse ecológico. [Rio de Janeiro]: Instituto Souza Cruz, 2002. 325 p.

BAGGIO, A. J.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; CORREA, G. **Arborização da cultura da erva-mate:** aspectos gerais, resultados experimentais e perspectivas. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 24 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 161). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162206/1/Doc-161.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BOHREN, A. V.; GRANCE, L. A.; AGUILERA, M. A.; GARTLAND, H. M.; KÜPPERS, G.; WEBER, O. Árboles de Misiones: *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin. **Revista Forestal Yvyrareta**, n. 20, Diciembre 2013, p. 48-51. Disponível em: http://www.yvyrareta.com.ar/images/descargas/N20/Ficha-tecnica_Bohren_2013.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 26 de abril de 2017. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 81, s. 1, p. 6-14, 28 abr. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN17de28042017comANEXOS.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Especies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados.** Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 57 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 136). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/41588/1/doc136.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARPANEZZI, A. A.; LAURENTI, J. M. E.; CARVALHO, P. E. R.; PEGORARO, A.; BAGGIO, A. J.; ZANON, A.; OLIVEIRA, E. B. de; IEDE, E. T.; ROTTA, E.; STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; GRAÇA, L. R.; RAUEN, M. J.; CARPANEZZI, O. T. B.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth).** Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1988. 69 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 20). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17023/1/doc20.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Açoita-Cavallo: *Luehea divaricata*. In: CARVALHO, P. E. R. **Especies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003a v. 1, p. 57-65. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 2). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Canela-branca: *Nectandra lanceolata*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003b v. 1, p. 291-297. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Canela-guaicá: *Ocotea puberula*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003c v. 1, p. 298-306. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Cataia: *Drimys brasiliensis*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008a. v. 3. p.145-153. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 3). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229490/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-3red.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Erva-mate: *Ilex paraguariensis*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003d v. 1, p. 455-466. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Espinheira-Santa: *Maytenus ilicifolia*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006a v. 2. p. 227-235. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 2). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229489/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-2red.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Louro-Pardo: *Cordia trichotoma*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003f v. 1, p. 645-655. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Mandiocão: *Schefflera morototoni*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003e. v. 1, p. 657-667. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Pau-de-Andrade: *Persea pyrifolia*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006b. v. 2. p. 417-423. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 2). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229489/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-2red.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Pessegueiro-Bravo: *Prunus myrtifolia*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008b. v. 3. p. 439-446. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 3). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229490/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-3red.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Pinheiro-bravo**: *Podocarpus lambertii*. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 9 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 95). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-1/41451/09-2009/circ-tec95.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Pinheiro-do-paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 17 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 60). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42019/1/CT0060.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, P. E. R. Varoveira: *Prunus brasiliensis*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003f. v. 1, p. 901-909. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229483/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Livro.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CASTRO, L. O. de; RAMOS, R. L. D. **Descrição botânica, cultivo e uso de Maytenus ilicifolia Mart. ex. Reiss. cancorosa ou espinheira-santa (Celastraceae)**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 12 p. (FEPAGRO. Circular técnica, 20). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/11145647-circular-20.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

EIBL, B. I.; MONTAGNINI, F.; LÓPEZ, M. A.; MONTECHIESI, R.; BARTH, S. R.; ESTERCHE, E. *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., yerba mate orgánica bajo dosel de especies nativas maderables, una propuesta de producción sustentable. In: MONTAGNINI, F.; SOMARRIBA, E.; MURGUETITIO, E.; EIBL, B. (ed.). **Sistemas agroforestales**: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2015. p. 153-177. (CATIE. Serie técnica. Informe técnico, 402). Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/189933518.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

FIOR, C. S.; RODRIGUES, L. R.; NILSON, A. D.; LEONHARDT, C. Aspectos da propagação de *Persea willdenovii* Kosterm. (Lauraceae). **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 27-44, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200758104>.

Capítulo 3 - Modelo de Reserva Legal florestal a partir de um erva arborizado

GARCIA, J. S.; OLIVEIRA-JÚNIOR, C. J. F. Espinheira-santa: do extrativismo à produção sustentável. *Nativa*, v. 9, n. 4, p. 401-412, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.12222>.

GAUDÊNCIO, J.; RODRIGUES, S. P. J.; MARTINS, D. R.; SILVEIRA, R. M. C. F. Conhecimento tradicional Kaingang: o uso de ervas medicinais. *Odeere*, v. 6, n. 2, p. 35-53, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22481/odeere.v6i2.9793>.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260 p.

KIYAMA, C. Y.; BIANCHINI, R. S. Rosaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; MELHEM, T. S.; GIULIETTI, A. M.; KIRIZAWA, M. (ed.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. v. 3, p. 285-294. Disponível em: <https://www.infraestruturaeambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2016/06/Rosaceae.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

LOPEZ, J. A.; LITTLE JUNIOR, E. L.; RITZ, G. F.; ROMBOLD, J. S.; HAHN, W. J. **Arboles comunes del Paraguay**: ñande yvyra mata kuera. 2. ed. Asunción, Paraguay: Cuerpo de Paz, 2002. 458 p. Disponível em: <https://dpsdelatormenta.files.wordpress.com/2020/07/c3b1ande-yvyra-mata-kuera-compressed.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARIOT, A. **Fundamentos para o manejo de populações naturais de *Drimys brasiliensis* Miers – Winteraceae**. 2008. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências – Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91567>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARIOT, A.; BITTENCOURT, R.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. dos. *Drimys brasiliensis*: Casca-de-anta. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro – Região Sul. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. p. 601-607. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARIOT, M. P.; BARBIERI, R. L. **Espinheira-santa**: uma alternativa de produção para a pequena propriedade. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 30 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 177). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33617/1/documento-177.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARTEGANI, I. **Competencia y crecimiento de árboles nativos establecidos espontáneamente en plantaciones de Araucaria angustifolia en el NE de Misiones**. 2021. 33 f. Trabajo Final de Carrera (Grado de Ingeniería Forestal) – Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/128212>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARTÍNEZ C., H. E.; OSPINA, C. M.; MONTOYA, E. C.; CONSTANTINO, L. M.; MACHADO, P. B. Aspectos biológicos de *Dictyla monotropidida* (Hemiptera: Tingidae), en nogal cafetero *Cordia alliodora* (Boraginaceae). *Revista Colombiana de Entomología*, v. 38, n. 2, p. 306-313, 2012. DOI: <https://doi.org/10.25100/socolen.v38i2.9011>.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; ANGELO, A. C. Caracterização e entraves do sistema de produção com bracatinga na região metropolitana de Curitiba. *Floresta*, v. 42, n. 4, p. 711-724, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i4.17698>.

MAZZA, M. C. M.; RODIGHERI, H. R.; NAKASHIMA, T.; ZILLER, S. R.; MAZZA, C. A. da S.; CONTO, A. J. de; SOARES, A. de O.; BAGGIO, A. J. **Potencial de aproveitamento medicinal de espécies do sub-bosque dos bracatingais da região de Curitiba, PR**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 43). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17053/1/doc43.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MENEGUZZI, A. **Resgate vegetativo e propagação in vitro de *Persea willdenovii* Kosterm**. 2017. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1484/Disserta_o_Aline_Meneguzzi_15682106571775_1484.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; BARTH, S. R. Organic yerba mate: an environmentally, socially and financially suitable agroforestry system. *Bois et Forêts des Tropiques*, v. 308, n. 2, p. 59-74, 2011. Disponível em: <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/20475/20234>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management*, v. 99, n. 1-2, p. 237-246, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00209-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00209-0).

MORAES, L. F. D de; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4257/eco.2010.1402.07>.

OLIVEIRA, M. F.; MATTOS, P. P. Crescimento de *Drimys brasiliensis* na Floresta Ombrófila Mista, Colombo, PR. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 30, n. 61, p. 79-83, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24911/1/111-319-2-PB.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Erva 20**: sistema de produção para erva-mate. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 152 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193651/1/2019-Manual-Erva20-web.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MAZUCHOWSKI, J. Z.; PINTO, A. F.; MINIOLI NETTO, J.; BECKER, J. C. (org.). **Memórias da oficina sobre bracatinga no Vale do Ribeira (2004: Curitiba, PR)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 109 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 134). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/41243/1/doc134.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

RADOMSKI, M. I.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARDOSO, D. J. **Louro-pardo (Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.) em sistemas agroflorestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 34 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 242). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83350/1/Doc-242.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

RADOMSKI, M. I.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; FONSECA, K. R.; CARPANEZZI, A. A. **Cataia (Drimys brasiliensis Miers)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. 40 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 246). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97442/1/Doc.-246-Izabel-Cataia.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

RITTER, L. J.; GOYA, J. F.; PINAZO, M. A.; MEDINA, M.; ARTURI, M. F. Crecimiento de árboles nativos en plantaciones de *Pinus taeda* L. con distinta área basal en Misiones. In: XVIII JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES, Eldorado, Misiones, 2019. **Anaís** [...]. Eldorado: Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2019. p. 114-116. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/125350>. Acesso em: 8 fev. 2023.

ROSA, D. D.; BASSETO, M. A.; FELICIANO, F.; NEVES, M. B.; BALDIN, E. L. L. Ocorrência de *Dictyla monotropidia* Stål (Hemiptera: Tingidae) em *Cordia verbenacea* Al. DC no Brasil. *Neotropical Entomology*, v. 37, n. 2, p. 236-238, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000200021>.

SÁNCHEZ, J.; DUBÓN, A. Sustitución de sombra tradicional por una especie maderable en una plantación adulta de cacao de la zona atlántica de Honduras. In: FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. **Programa de Cacao y Agroforestería**. La Lima, Cortés, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2006. p. 19-22. (Informe técnico, 2005). Disponível em: http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Cacao_y_Agroforesteria-2005.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

SCHEFFER, M. C.; CORRÊA JÚNIOR, C.; RADOMSKI, M. I. **Cultivo e beneficiamento da espinheira-santa (Maytenus ilicifolia Mart. ex Reiss - Celastraceae)**. Curitiba: Instituto Emater/MDA, 2009. 40 p. (Emater. Informação técnica, 079)

SCHEFFER, M. C. Produção de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss) na região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. In: ALEXIADES, M. N.; SHANLEY, P. (ed.). **Productos forestales, medios de subsistencia y conservación**: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Jakarta, Indonésia: Centro para la Investigación Forestal Internacional, 2004. v. 3, p. 329-347. Disponível em: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BAlexiades0701S.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

SCHLEMPER, V.; SCHLEMPER, S. R. de M; MELLO, D. M. S. de. Inhibitory effect of *Persea cordata* Mez. (pau-andrade) bark extracts against *Clostridium perfringens* causing gangrenous mastites. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 21, n. 4, p. 1-14, 2016. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962016000400011. Acesso em: 8 fev. 2023.

SEBBENN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. *Revista do Instituto Florestal*, v. 14, n. 2, p. 115-132, 2002. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/iforestal/ifref/RIF14-2-RIF14-2_115-132.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

SILVA JÚNIOR, A. A.; OSAIDA, C. C. Espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) – da flora ao medicamento. *Agropecuária Catarinense*, v. 19, n. 3, p. 36-40, 2006. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/issue/download/127/259>. Acesso em: 8 fev. 2023.

Capítulo 3 - Modelo de Reserva Legal florestal a partir de um erva arborizado

SOMENSI, L. B.; BOEING, T.; CURY, B. J.; STEIMBACH, V. M. B.; NIERO, R.; SOUZA, L. M. de; SILVA, L. M. da; ANDRADE, S. F. de. Hydroalcoholic extract from bark of *Persea major* (Meisn.) L. E. Kopp (Lauraceae) exerts antiulcer effects in rodents by the strengthening of the gastric protective factors. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 209, p. 294-304, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2017.08.007>.

SOUZA, V. A. de; FRITSONS, E.; PINTO JÚNIOR, J. E.; AGUIAR, A. V. de. (ed.). *Araucária: pesquisa e desenvolvimento no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1137523>. Acesso em: 8 fev. 2023.

SOUZA, J. R. P. de; ROCHA, J. N.; MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; JOHANSSON, L. A. P. S.; MIRANDA, L. V. Desenvolvimento da espinheira-santa sob diferentes intensidades luminosas e níveis de poda. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 1, p. 40-44, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000100008>.

STEENBOCK, W.; REIS, M. S. dos. *Maytenus ilicifolia*: Espinheira-santa. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. p. 636-648. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

THOMAZINI, M. J.; RIBEIRO, A. de M. B. *Ocorrência de Dictyla monotropidia (Hemiptera: Tingidae) em louro-pardo, Cordia trichotoma*. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 232). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/578669>. Acesso em: 8 fev. 2023.

YARED, J. A. G. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. *Anais* [...]. São Paulo: Silvicultura, 1992. v. 12, n. 42, t. 1, p. 119-121. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172353/1/silvicultura-de-algunas-especies-nativas-da-amazoniz0001.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

ZENI, L. C.; LARA, P.; SOUSA, E. L. de; MICHELOTTO JUNIOR, P. V.; CABRAL, L. D. R. Utilização do *Persea major* (pau-de-andrade) em ferida de equino. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 15, supl. 1, p. 417-418, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v15i0.16295>.

4

Técnicas silviculturais para implantação e manutenção de modelos de Reserva Legal com araucária

Sérgio Ricardo Silva

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Amauri Ferreira Pinto

Introdução

A araucária [*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze], mais conhecida como pinheiro-do-paraná ou pinheiro-brasileiro, é a árvore símbolo da região Sul do Brasil, estando presente no extrato superior da Floresta Ombrófila Mista (ou “Floresta com Araucária”), formação incluída no bioma Mata Atlântica (Brasil, 2010). Atualmente, a Floresta Ombrófila Mista está reduzida a menos de 3% da área original (em relação à época do descobrimento do Brasil), sobrevivendo principalmente nos planaltos do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de fragmentos descontínuos nas partes mais elevadas de São Paulo, Rio de Janeiro e sul de Minas Gerais (Prochnow, 2008). A araucária proporciona significativa contribuição social, econômica e ambiental nas áreas onde está presente naturalmente ou foi cultivada. A espécie produz madeira apropriada para uso industrial e o pinhão, que possui alto valor nutritivo, sendo utilizado na alimentação humana e animal (fauna silvestre). Além disso, no contexto da Floresta com Araucária, esta espécie tem sido amplamente contemplada em pesquisas científicas (Eisfeld, 2020; Silva; Silva, 2021) e colabora com vários serviços ecossistêmicos promovidos pela floresta, que considera aspectos sociais (educação ambiental, paisagismo, beleza cênica, lazer etc.), ecológicos (proteção ambiental, preservação de espécies, conservação de solos e água, benefícios para fauna etc.) e econômicos (produção de pinhões, turismo, sombra/ambiência para o gado, madeira etc.), que contribuem para reduzir o desmatamento e a degradação das florestas e incentivar sua restauração, preservação e conservação (Garcia; Parron, 2021).

Devido à ampla exploração madeireira da araucária, particularmente no século XX, esta foi adicionada na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, recebendo a classificação “em perigo” (Brasil, 2014). Isto resultou em uma intensa redução do uso econômico da espécie, especialmente pelo setor industrial. No entanto, a araucária tem despertado novo interesse da sociedade na região Sul do Brasil, tanto com ênfase ambiental como econômica. Isto está associado à necessidade de preservação da espécie, que pode ser combinada com geração de renda no meio rural.

Dados do Departamento de Economia Rural (Deral) da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná demonstram que houve redução da quantidade produzida de pinhão nos últimos anos (Paraná, 2020b). No período entre 2012 e 2016, houve decréscimo de 50% da quantidade produzida e comercializada de pinhões, passando de 6,1 mil toneladas em 2012 para pouco mais de 3 mil toneladas em 2016. O número de produtores e a área de plantio de araucária também reduziram significativamente entre 2012 e 2016. Nesse período, o número de produtores decresceu de 4.800 para 1.200, enquanto a área explorada para coleta do pinhão reduziu de 41 mil hectares para pouco mais de 8 mil hectares. Essas reduções se devem, principalmente, a três fatores: a) menor disponibilidade de mão de obra no meio rural; b) diminuição da produção de pinhão pelas árvores com idades cada vez mais avançadas, tendo em vista o pouco replantio; c) insegurança dos produtores rurais quanto à legislação que incide sobre a conservação, manejo florestal e exploração econômica da araucária. Essa insegurança jurídica foi solucionada no Paraná por meio da aprovação da Lei nº 20.223, de 26 de maio de 2020, que “estabelece regras de estímulo, plantio e exploração da espécie *Araucaria angustifolia*” (Paraná, 2020a).

Este capítulo tem por objetivo descrever técnicas silviculturais básicas para a implantação e a manutenção de modelos de restauração de Reserva Legal (RL) com araucária em consórcio com outras espécies, de modo a subsidiar os três modelos de RL apresentados nos capítulos anteriores. Além disso, estas técnicas podem contribuir como referencial para outros modelos de restauração de RL, de acordo com as especificidades de projetos elaborados por agricultores, empresas florestais, ambientalistas e extensionistas atuantes na Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater).

Técnicas silviculturais

Adiante serão apresentadas sugestões das principais técnicas silviculturais que podem ser utilizadas para a implantação e manutenção de modelos de RL com araucária, contemplando, de forma cronológica, os seguintes tópicos: amostragem de solo; controle preventivo de formigas cortadeiras; limpeza da área e controle de plantas indesejáveis em

pré-plantio; calagem; alinhamento de plantio; preparo do solo; adubação de base; qualidade de mudas; plantio, irrigação e replantios; proteção de mudas de erva-mate; controle sistemático de formigas cortadeiras em pós-plantio; controle de plantas indesejáveis em pós-plantio; e adubação de manutenção em pós-plantio. É importante destacar que estas atividades são realizadas principalmente durante os dois primeiros anos de implementação dos modelos de RL.

Amostragem de solo

Após a definição do local destinado à restauração de RL, é preciso proceder à amostragem de solo no interior da área para posterior realização de análises químicas e físicas, cujos resultados serão utilizados nos cálculos de adubação e calagem. Assim, recomenda-se que sejam coletadas três amostras de solo, ou seja, nas camadas de 0 cm–10 cm, 10 cm–20 cm e 20 cm–40 cm. Cada amostra de solo deve ser composta por aproximadamente 20 subamostras, coletadas aleatoriamente ao longo da área da RL, por meio de caminhamento em zigue-zague (Figura 1).

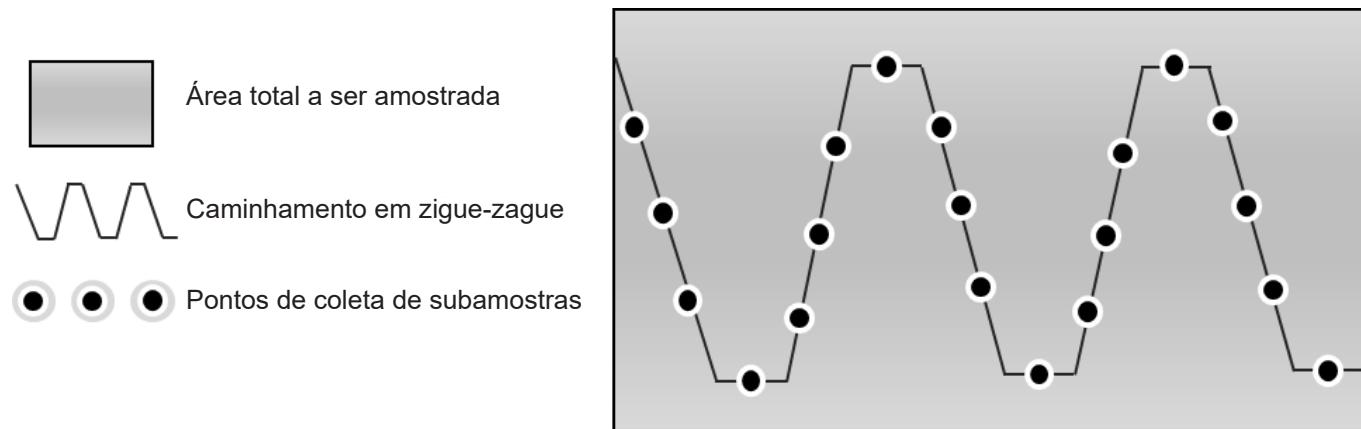


Figura 1. Caminhamento em zigue-zague dentro da área da Reserva Legal, para coleta de subamostras de solo que comporão a amostra principal a ser enviada para o laboratório. Nota: serão três amostras “principais”: camadas de 0 cm–10 cm, 10 cm–20 cm e 20 cm–40 cm de profundidade.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

É importante que as 20 subamostras tenham o mesmo volume de solo, o que pode ser alcançado por meio de ferramentas apropriadas para esta amostragem (Figura 2).

No exato local de coleta de cada subamostra de solo, a superfície do terreno deverá ser previamente limpa, removendo-se restos vegetais sem, contudo, remover o próprio solo. Os locais de amostragem devem estar distantes de cupinzeiros, formigueiros, currais, local de queimada de restos culturais (“coivaras”) ou com presença de carvão, local com fezes de animais, cochos ou saleiros, áreas onde houve a deposição de calcário ou adubos, próximo de erosão, cercas, casas e caminhos de trânsito de pessoas e veículos.

As 20 subamostras (individualmente para cada camada de solo) devem ser acondicionadas em um recipiente plástico limpo (exemplo: balde de 5 L). Se o solo amostrado estiver muito úmido, é necessário secá-lo à sombra. A próxima etapa é realizar o destorramento, mistura e homogeneização das subamostras, sendo retirada uma amostra de aproximadamente 500 g de solo para envio ao laboratório. Esta amostra deve ser acondicionada em um saco plástico limpo, devidamente identificado, contendo a data de coleta, o nome do produtor e a camada de solo (0 cm–10 cm ou 10 cm–20 cm ou 20 cm–40 cm).

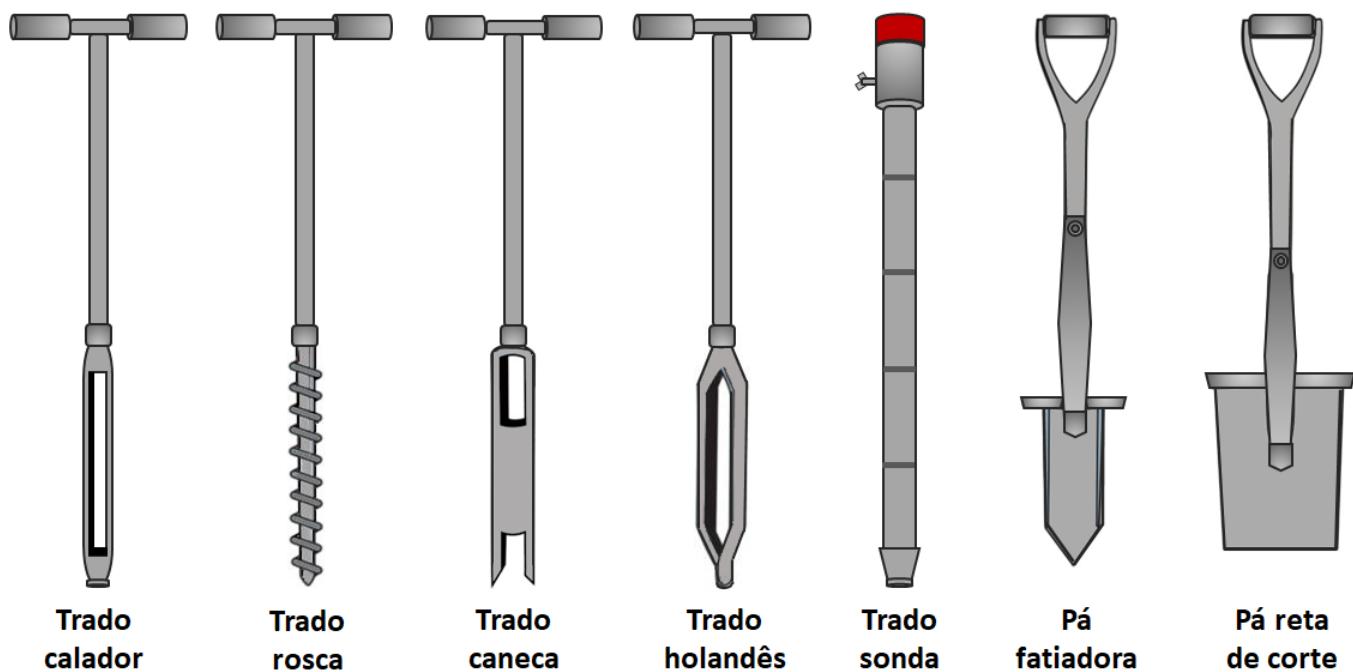


Figura 2. Ferramentas utilizadas para amostragem de solo para fins de análises químicas e físicas.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Controle preventivo de formigas cortadeiras

Há dois gêneros principais de formigas cortadeiras: *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) (Figuras 3A e 3B, respectivamente), cuja incidência varia com a região. A indicação de presença de saúvas nos arredores é constatada principalmente pela existência de “terra solta” (Figura 3C). Por outro lado, “nínhos de cisco” na forma de montículos são indicativos de quenquéns (Figura 3D).

O controle de formigas cortadeiras é um ponto-chave na implantação de uma área de restauração de RL. Este deve ser realizado preventivamente, antes do preparo do solo e da realização de outras atividades que causem distúrbios no ambiente. Geralmente, utilizam-se iscas formicidas à base de sulfluramida ou fipronil. Porém, como a molécula de fipronil é altamente tóxica para meliponíneos (“abelhas-sem-ferrão”), que farão parte dos modelos de restauração de RL, deve-se optar pelo uso de sulfluramida. O consumo estimado de isca formicida varia de 2 kg/ha-4 kg/ha, podendo ser utilizados produtos granulados, seja a granel ou na forma de microporta-iscas (MIP). O consumo de formicidas depende do nível de infestação de formigueiros e da espécie de formiga, sendo recomendado realizar um levantamento prévio da infestação antes do controle.

A quantidade de isca formicida para o controle de saúvas é calculada com base no volume de terra solta do formigueiro, sendo recomendada a dose de 8 g/m² de terra solta (Figura 4). No caso de quenquéns, aplica-se dose única de 8 g-10 g por ninho de cisco.

A isca formicida deve ser aplicada a uma distância de 10 cm-15 cm do carreiro e nunca dentro dele ou dos olheiros de alimentação. Não utilizar dose insuficiente ou tocar a isca com a mão, pois isto prejudica a eficiência do controle. O monitoramento e o combate da infestação de formigas devem ser realizados também nas áreas que contornam a RL a ser implantada, em uma faixa de aproximadamente 100 m de largura a partir da borda da RL.

Fotos: Wilson Reis Filho (A, D); Francisco Santana (B); Mariane Aparecida Nickle (C)



Figura 3. Principais gêneros de formigas cortadeiras: *Atta* (saúvas) (A) e *Acromyrmex* (quenquéns) (B); e respectivas indicações de seus formigueiros, ou seja, terra solta (C) e ninho de cisco (D).

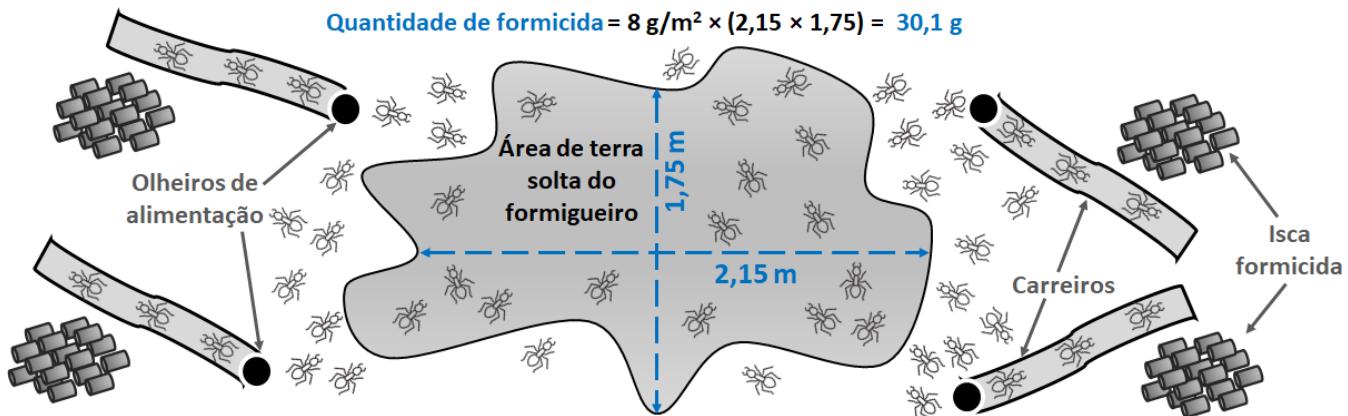


Figura 4. Exemplo de cálculo de quantidade de isca formicida para controle de saúvas.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Limpeza da área e controle de plantas indesejáveis em pré-plantio

A limpeza da área onde será instalada a RL pode ser realizada de forma manual ou mecânica, considerando a topografia do terreno e os recursos disponíveis na propriedade rural. Esta deve sempre priorizar a conservação do

solo e da água. O objetivo final é melhorar as condições do terreno para a realização das atividades de silvicultura, eliminando os obstáculos presentes, tais como: tocos, arbustos, murundus, acúmulo de terra de formigueiros, pedregulhos etc.

Quando o agricultor implantar a RL em área agrícola ou de pastagem, a limpeza do terreno pode ser simplificada ou desnecessária. No entanto, é preciso realizar o controle das plantas invasoras indesejáveis de 10-20 dias antes do plantio, realizando uma roçada e/ou capina manual. Ressalta-se que, os modelos de restauração de RL apresentados neste livro não se adequam a áreas de pousio com regeneração da vegetação nativa, pois, neste caso, a legislação ambiental (art. 8º da Instrução Normativa nº 3, de 8 de julho de 2020) define que "...os indivíduos provenientes de regeneração natural de espécies nativas que forem constatados na área deverão ser conduzidos conforme procedimentos indicados para a manutenção dos indivíduos plantados, visando ao seu estabelecimento e desenvolvimento" (Paraná, 2020c); portanto, não é permitida a roçada ou a capina geral da área nestes locais.

Calagem

A calagem tem como função a correção da acidez e do alumínio tóxico do solo, além de fornecer cálcio e magnésio para a nutrição das plantas a serem cultivadas na área de restauração de RL. Considerando que serão cultivadas diferentes espécies em consórcio na mesma área, e que elas apresentam diferentes demandas nutricionais e tolerâncias à acidez e ao alumínio, a dose de calcário será calculada com base nos resultados de análise de solo, de modo a atender os requerimentos da espécie mais dependente do fornecimento de cálcio e magnésio, ou seja, a erva-mate (Capítulos 2 e 3). Em modelo de RL sem consórcio com erva-mate, calcula-se a dose de calcário com base nas demandas da araucária (Capítulo 1).

O cálculo da dose de calcário pode ser realizado com base na capacidade de troca catiônica (CTC do solo com pH = 7), conforme recomendação de adubação e calagem para erva-mate (Wendling; Santin, 2015). Com o laudo da análise de solo em mãos, deve-se localizar na Tabela 1 em qual faixa de CTC o solo se enquadra e, posteriormente, deve-se realizar o cálculo usando a fórmula correspondente. A dose máxima de calcário não deverá ultrapassar 5 t/ha. O calcário deverá ser aplicado superficialmente em área total e sem incorporação. Para auxiliar o cálculo, a Embrapa desenvolveu o aplicativo Ferti-Matte (disponível no Google Play) para uso em smartphones com sistema operacional Android.

Tabela 1. Recomendação de calcário para implantação dos modelos de Reserva Legal.

CTC do solo (cmol _c /dm ³)	Calcário aplicado em área total (t/ha) ⁽¹⁾	
> 15	5 - (Ca+Mg)	
5-15	4,5 - (Ca+Mg)	
< 5	3 - (Ca+Mg)	

⁽¹⁾Aplicar o calcário calcítico somente quando o teor de magnésio (Mg) no solo estiver alto ($Mg^{2+} > 2 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e o teor de cálcio (Ca) estiver baixo ($Ca^{2+} < 1,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$). Nas demais condições, aplicar calcário dolomítico. Quando o teor de Ca no solo estiver alto e o de Mg baixo, aplicar somente 50% da dose recomendada de calcário dolomítico. O valor de Ca+Mg corresponde à disponibilidade destes nutrientes no solo, expressos em cmol_c/dm³.

A aplicação de calcário deve ser realizada de 20-30 dias após o controle preventivo de formigas, podendo estender-se até a véspera do plantio. O calcário deve ser aplicado superficialmente sobre o solo, de forma homogênea, manual ou mecanizada, conforme a disponibilidade de mão de obra e realidade operacional do agricultor. Recomenda-se que a calagem também seja realizada em uma faixa de 2 m-3 m de largura no entorno da área da RL, para ampliar a correção do solo e melhorar o crescimento de raízes de araucária e de outras espécies com amplo sistema radicular.

Alinhamento de plantio

O alinhamento das covas de plantio é função do espaçamento das plantas de cada espécie na área de restauração de RL. Este alinhamento é fundamental para facilitar as atividades futuras, como os tratos culturais e a colheita de madeira e outros produtos agroflorestais. Em áreas com declividade, é fundamental que o primeiro alinhamento das covas de plantio siga as curvas de nível do terreno, como medida preventiva para conservação do solo e da água. Em áreas com declividade entre 20% e 35% ($11,3^\circ$ e $19,3^\circ$, respectivamente), quando não houver riscos de erosão (ou seja, em solos argilosos fisicamente bem estruturados, com baixos teores de silte e areia), um segundo alinhamento no sentido da declividade pode ser utilizado, resultando em um “duplo alinhamento” (Figura 5). Por outro lado, em áreas planas ou suave onduladas, com declividade menor do que 20%, a direção preferencial das linhas de plantio deve ser perpendicular à estrada, aceiro ou carreador, para facilitar o manejo silvicultural e o transporte de insumos e dos produtos colhidos.

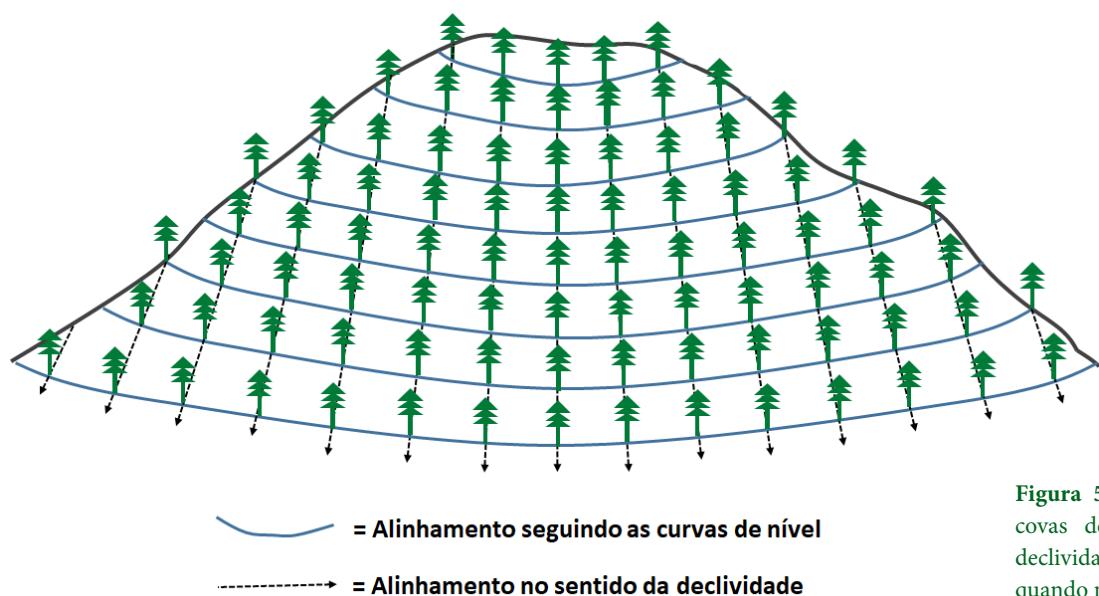


Figura 5. Duplo alinhamento das covas de plantio em áreas com declividade entre 20% e 35%, quando não houver risco de erosão.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Previamente à realização do alinhamento de plantio, a área de restauração de RL deve ser esquadrejada em ângulo reto (90°), ao menos na parte central em caso de áreas irregulares, para direcionar as linhas de plantio (Figura 6A). Se possível, realizar o alinhamento das covas de plantio também no sentido perpendicular às linhas de plantio (“duplo alinhamento”) ou na forma de triângulo (“triplo alinhamento” ou quincôncio) (Figura 6B). Apesar destes alinhamentos “duplo” e “triplo” geralmente não serem viáveis para a prática rotineira dos agricultores, recomenda-se realizá-los sempre que possível, de modo a facilitar o deslocamento das pessoas e algumas atividades silviculturais, à semelhança do que ocorre em pomares (Fronza; Hamann, 2014).

Na prática operacional de campo, o alinhamento das covas de plantio pode ser realizado utilizando o método de alinhamento simples com uma corda ou composto com três cordas, contendo argolas ou fitas ao longo de sua extensão, espaçadas conforme a distância entre as plantas na linha de plantio (Figura 7). Este procedimento deve ser executado individualmente para cada espécie consorciada em cada modelo de restauração de RL.

Para facilitar o desenvolvimento desta atividade, recomenda-se realizar primeiro o alinhamento das covas de plantio da araucária, e depois realizar os demais alinhamentos, espécie por espécie, a partir daquela com maior espaçamento entre plantas. Ressalta-se que, para não haver confusão entre as covas de plantio de espécies diferentes, é importante identificar as covas de cada espécie com marcações distintas (exemplo: hastes de bambu para araucária,

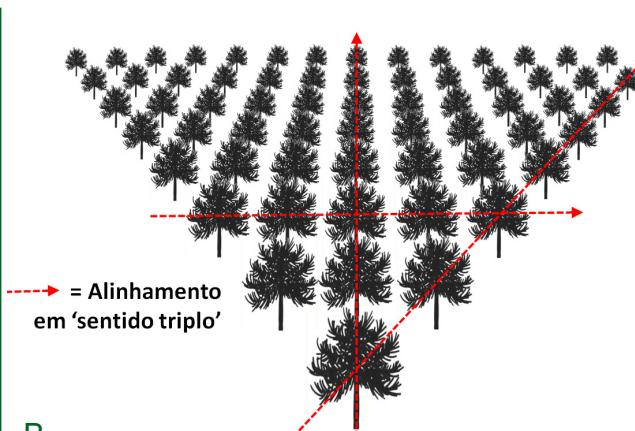
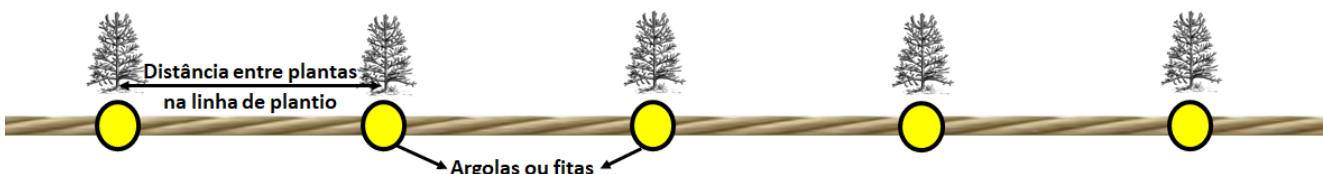


Foto: Ana Christina Simões de Alencar (A)

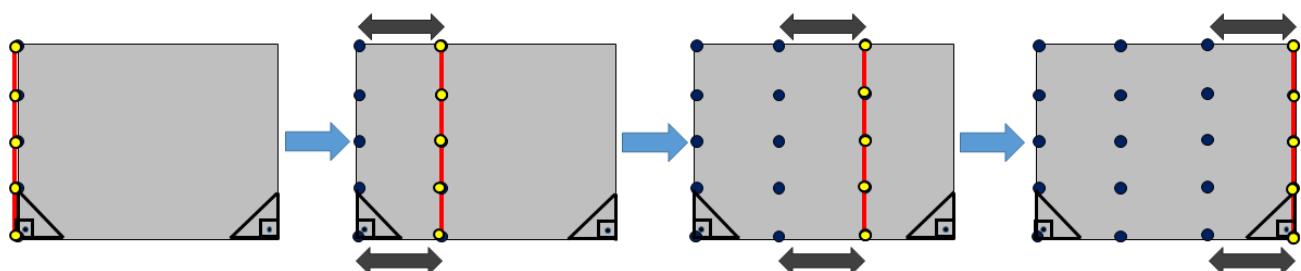
Figura 6. Esquadrejamento da área de restauração de Reserva Legal (A) e “triplo alinhamento” das covas de plantio (B).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva (B)

estacas de madeira para erva-mate, e assim sucessivamente). Nota: o plantio das mudas de todas as espécies deve ser realizado somente após a conclusão das atividades de alinhamento, abertura das covas e adubação, de modo a evitar danos sobre as plantas.



(A) Método de alinhamento simples com uma corda



(B) Método de alinhamento composto com três cordas

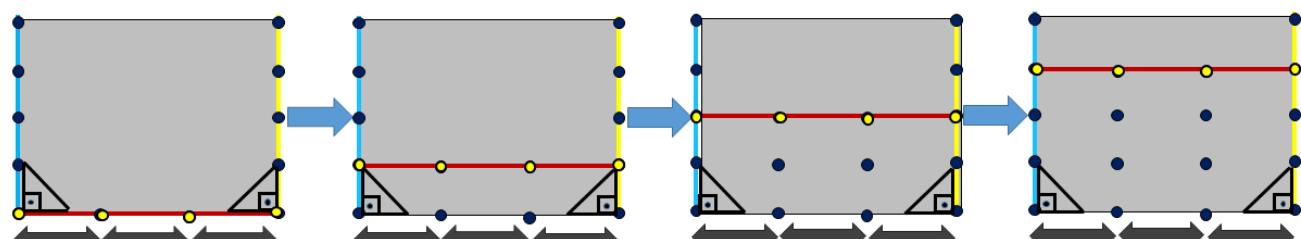


Figura 7. Alinhamento das covas no sentido perpendicular às linhas de plantio, utilizando o método do alinhamento simples com uma corda (A) ou composto com três cordas (B).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Preparo do solo

O preparo do solo, tecnicamente recomendado, é por meio do sistema de cultivo mínimo, com menor distúrbio da estrutura física do solo. Em pequenas áreas de restauração de RL, visando minimizar os custos, sugere-se utilizar o método de coveamento (manual ou motorizado) para preparo das covas de plantio, sem a realização de subsolagem.

No caso do coveamento com perfuratriz motorizada, pode ocorrer “espelhamento” das paredes laterais e do fundo da cova, o que pode dificultar o futuro crescimento de raízes para o volume de solo externo à área perfurada, confinando o sistema radicular no interior da cova de plantio. Portanto, é preciso realizar “ranhuras” longitudinais (preferencialmente de cima para baixo) nestas superfícies espelhadas, com auxílio de uma cavadeira reta ou outro instrumento, de modo a facilitar o crescimento de raízes através das paredes.

O coveamento deve ser realizado após a calagem, permitindo que parte do calcário aplicado na superfície do solo seja incorporado na massa de solo que retornará para a cova. As dimensões de cada cova dependem da espécie a ser cultivada, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Dimensões da cova de plantio de acordo com cada espécie a ser cultivada na área de Reserva Legal.

Espécie de planta	Dimensão da cova (cm) ⁽¹⁾
Araucária [<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze] – muda enxertada	40 × 30 × 30
Araucária – muda de semente	
Erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.)	
Bracatinga-comum (<i>Mimosa scabrella</i> var. <i>scabrella</i> Benth.)	
Bracatinga-de-arapoti [<i>Mimosa pilulifera</i> var. <i>pseudincana</i> (Burkart) Barneby]	
Açoita-cavalo (<i>Luehea divaricata</i> Mart.)	
Canela-branca (<i>Nectandra lanceolata</i> Nees)	
Canela-guaicá [<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees]	
Louro-pardo [<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.]	30 × 30 × 30
Mandiocão [<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.]	
Pessegoiro-bravo [<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.]	
Pinheiro-bravo (<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.)	
Espinheira-santa [<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. ex Reissek) Biral; anteriormente: <i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch]	
Cataia (<i>Drimys brasiliensis</i> Miers)	
Pau-de-andrade (<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.)	

⁽¹⁾Dimensões da cova: profundidade × largura × comprimento.

Durante a abertura da cova de plantio, separar o solo das camadas superficial e subsuperficial em duas partes de igual volume, depositando-as sobre lonas plásticas distintas para posterior realização de adubação.

Adubação de base

A adubação de base tem por objetivo o fornecimento de fontes solúveis de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e alguns micronutrientes, principalmente boro, cobre e zinco, para o estabelecimento inicial (“de arranque”) das mudas de araucária e das outras espécies. As doses dos nutrientes variam de acordo com a disponibilidade no solo e com a espécie a ser cultivada. Geralmente é utilizado um adubo químico formulado, tipo NPK (N-P₂O₅-K₂O), juntamente com algum tipo de adubo orgânico, sempre bem curtido. O melhor momento para realização da adubação de base é imediatamente após a abertura das covas de plantio. A Tabela 3 contém uma indicação de referência de adubação de base.

Tabela 3. Adubação de base de referência para mudas das espécies que serão plantadas nas áreas de restauração de Reserva Legal.

Espécie de planta	Adubação de base (na cova de plantio) ⁽¹⁾
Araucária	
Açoita-cavalo	
Canela-branca	
Canela-guaicá	150 g por cova de NPK 4-14-8
Louro-pardo	+ 5 L de composto orgânico ou esterco de curral curtido
Mandiocão	
Pessegueiro-bravo	
Pinheiro-bravo	
Erva-mate	120 g por cova de NPK 4-14-8 + 5 L de composto orgânico ou esterco de curral curtido
Bracatinga-comum	
Bracatinga-de-arapoti	
Espinheira-santa	100 g por cova de NPK 4-14-8 + 5 L de composto orgânico ou esterco de curral curtido
Cataia	
Pau-de-andrade	

⁽¹⁾Pode ser utilizada outra fonte de adubo formulado NPK com proporções semelhantes de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). O uso de composto orgânico, ou de esterco de curral curtido, depende da disponibilidade local, podendo ser substituídos por adubo NPK adicional.

A adubação deve ser realizada nos dois volumes de solo (retirados da camada superficial e do fundo da cova) que foram previamente separados, em partes iguais, sobre duas lonas plásticas durante o coveamento. Deste modo, metade da dose dos adubos (químico e orgânico) é misturada ao solo superficial, que será posteriormente depositado no fundo da cova de plantio. A outra metade dos adubos é misturada ao solo retirado do fundo, sendo, em seguida, adicionado na cova de plantio para completá-la até o nível do terreno (Figura 8). No caso da abertura da cova com perfuratriz motorizada, se não for viável a separação do solo em duas partes iguais (ou seja, solo da superfície e aquele proveniente do fundo da cova), pode-se optar pela mistura homogênea da dose integral dos adubos em todo o volume de solo extraído, que deve ser, posteriormente, retornado para o interior da cova de plantio.

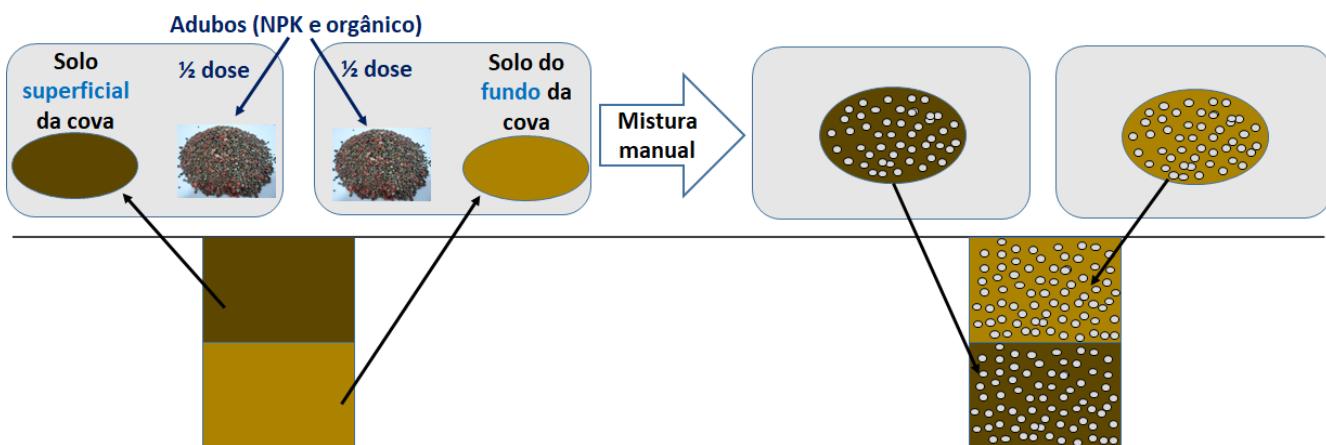


Figura 8. Abertura da cova de plantio; separação, sobre lonas plásticas distintas, dos solos provenientes da superfície e do fundo da cova; e posterior realização da adubação de base, retornando o solo para a cova de forma invertida.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Qualidade de mudas das espécies consorciadas

As mudas das espécies a serem consorciadas podem ser produzidas por meio de sementes (propagação seminal) ou outras partes da planta (propagação vegetativa), no caso de mudas clonais, de acordo com o modelo de restauração de RL a ser adotado. Em geral, as mudas podem ser adquiridas em viveiros públicos ou comerciais, conforme a disponibilidade.

Mudas de boa qualidade são produzidas a partir de sementes com alto vigor ou de propágulos vegetativos colhidos de matrizes com alta produtividade e resistência a doenças e pragas. Para enchimento dos tubetes ou sacos de polietileno ou de tecido não tecido (TNT) há uma formulação específica de substrato (geralmente contendo vermiculita, casca de arroz carbonizada e composto orgânico) e de adubação para cada espécie. É importante que as mudas apresentem parte aérea saudável, diâmetro do coleto espesso (evitando-se mudas estioladas) e sistema radicular bem desenvolvido e com raízes ativas com coloração branca (Figuras 9 e 10).



Figura 9. Mudas de araucária com boa qualidade da parte aérea (A, B) e do sistema radicular (C).

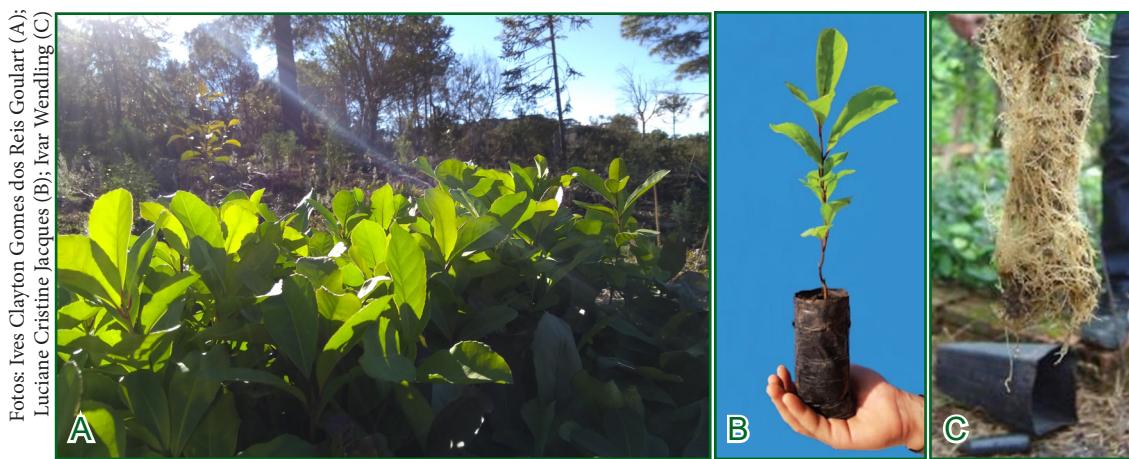


Figura 10. Mudas de erva-mate com boa qualidade da parte aérea (A, B) e do sistema radicular (C).

Cada espécie a ser consorciada na área de restauração de RL apresenta um padrão de idade e tamanho ideal para ser plantada no campo, como apresentado na Tabela 4.

Para produzir mudas de maior tamanho, e com boa qualidade, é preciso utilizar recipientes (tubete ou saco de polietileno ou de TNT) com maior volume de substrato (mínimo de 110 mL), visando evitar a formação de raízes

enoveladas. Caso as mudas necessitem permanecer um pouco mais no viveiro, recomenda-se transferir as mudas para recipientes maiores. Porém, algumas espécies, como a bracatinga-comum, não suportam maior tempo de permanência no viveiro, sendo necessário o plantio imediato, assim que atingirem o “ponto ideal” de plantio. Portanto, a semeadura de cada espécie, que comporá o consórcio em cada modelo de restauração de RL, deve ser feita em época distinta no viveiro, de acordo com o período de crescimento, para sincronizar este “ponto ideal” com a época de plantio no campo.

Tabela 4. Idade e altura ideais das mudas das espécies a serem plantadas nas áreas de restauração de Reserva Legal.

Espécie de planta	Idade (meses)	Altura da parte aérea (cm)
Araucária – muda de semente	4-8	15-20
Araucária – muda exertada	24	20-30
Erva-mate	12	12-15
Bracatinga-comum	4-5	15-20
Bracatinga-de-arapoti	4-6	15-20
Açoita-cavalo	6-8	15-30
Louro-pardo	6-8	15-30
Canela-branca	8-12	15-25
Mandiocão	8-12	15-25
Pessegueiro-bravo	8-12	15-25
Canela-guaicá	8-12	15-25
Espinheira-santa	8-12	15-20
Cataia	8-12	15-20
Pau-de-andrade	8-12	15-20
Pinheiro-bravo	8-12	35-50

É recomendada a produção de um excedente de mudas, entre 5%–10%, para que seja possível realizar uma seleção pré-plantio, em termos de qualidade, uniformidade e sanidade, descartando-se as mudas doentes ou com malformação do sistema radicular e da parte aérea (plantas desnutridas e estioladas). Esta seleção de mudas é feita em duas ocasiões: a) no momento da expedição das mudas no viveiro; b) previamente ao plantio no campo, pois durante o processo de transporte e retirada das mudas dos tubetes e/ou dos sacos de polietileno pode ocorrer danos às mudas. Além disso, deve ser adquirido um excedente de 15%–20% de mudas para realizar os replantios futuros de plantas mortas ou mal desenvolvidas no campo.

Plantio, irrigação e replantios

Após o preparo e a adubação das covas de plantio, a próxima etapa é o plantio das mudas previamente selecionadas em termos de qualidade e uniformidade. Se possível, identificar as mudas de espécies menos conhecidas com plaquetas (escritas com grafite) ou etiquetas de polietileno (escritas com caneta ou marcador permanente), contendo o nome da espécie e a data de plantio. As identificações devem ser amarradas no caule das mudas, de preferência sem contato com o solo, ou posicionadas próximo à região do coletor, dependendo do tipo de plaqueta ou de etiqueta a ser utilizada.

Em áreas com presença de cupins de montículo, é indicado que as mudas sejam tratadas imediatamente antes do plantio, por meio da imersão do sistema radicular, ainda dentro dos tubetes ou sacos de polietileno ou de TNT,

em calda cupinicida à base de imadacloprido, conforme recomendações do receituário agronômico, inclusive com uso de equipamento de proteção individual (EPI). De preferência, este tratamento com cupinicida deve ser realizado no viveiro de mudas, por profissional capacitado. Além disso, os resíduos da calda devem ser descartados de acordo com as recomendações do fabricante, de modo a evitar a contaminação do ambiente.

O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa, associado com temperaturas amenas e menor risco de geadas. Este é iniciado pela abertura de um orifício no centro da cova, com dimensões similares ao volume de substrato do recipiente (tubete ou saco de polietileno ou de TNT), com auxílio de uma plantadeira, transplantador de jardinagem, perfurador (ou “chucho”), ou outra ferramenta adequada (Figuras 11A, 11B, 11C). A seguir é retirado o tubete ou o saco de polietileno que envolve o sistema radicular da muda, realizando esta atividade com cuidado para não arrancar as raízes da muda do torrão de substrato. No caso do recipiente de TNT, ele foi desenvolvido para ser plantado junto com a muda, sendo biodegradável, cuja decomposição ocorre em poucas semanas após o plantio no campo. Caso o recipiente seja um saco de polietileno, cortar \pm 2 cm em sua porção inferior para eliminar as raízes enoveladas (neste caso, o orifício a ser aberto na cova também deve ser reduzido em \pm 2 cm de profundidade).

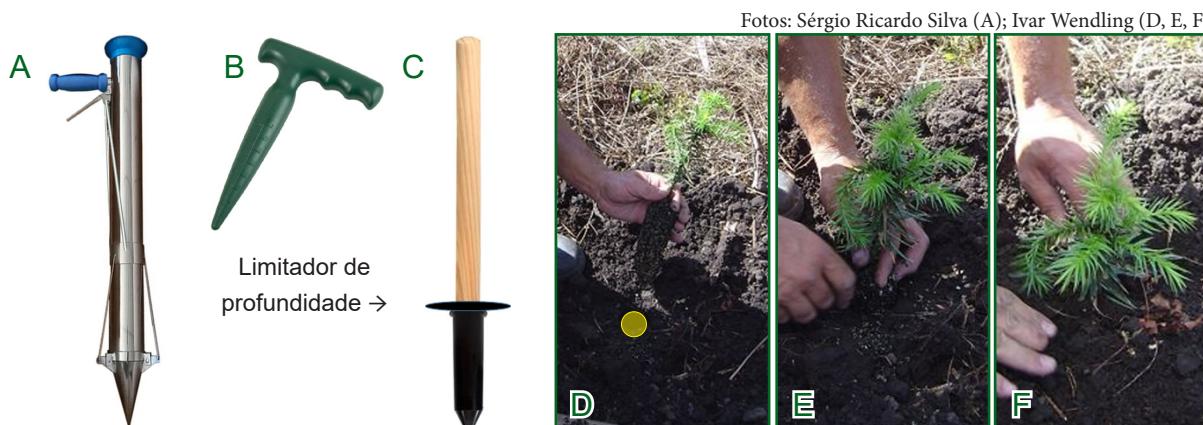


Figura 11. Plantadeira (A), transplantador de jardinagem (B), perfurador do tipo “chucho” com limitador de profundidade (C), abertura de orifício no centro da cova e plantio da muda (D, E, F).

Ilustrações: Sérgio Ricardo Silva (B, C)

Realiza-se o plantio da muda no orifício, pressionando levemente o solo ao redor da base do caule para retirar os “bolsões de ar” (Figuras 11D, 11E, 11F).

A muda deve ser bem posicionada na cova, ou seja, o sistema radicular deve ficar sempre na posição vertical e a região do coletor da planta deve ficar no centro da cova e no nível do terreno (Figura 12). Plantio profundo pode causar o assoreamento de solo em volta da muda, resultando em “afogamento do coletor”; e, quando o plantio é realizado acima do nível da superfície do terreno, pode ocorrer a dessecação do sistema radicular. Ambas situações podem ocasionar morte de mudas e falhas no estande de plantas. Cuidado especial deve ser tomado para evitar a formação de “bolsões de ar” em torno do sistema radicular, pois eles favorecem o apodrecimento e morte das raízes.

A aplicação de gel hidroretentor, juntamente com o plantio das mudas, é uma prática que melhora a eficiência das irrigações posteriores. Recomenda-se utilizar 0,5 L de gel hidratado por cova. A hidratação prévia do produto em pó na água é realizada conforme orientações do fabricante. Há instrumentos que permitem o plantio da muda juntamente com a aplicação do gel. Porém, esta atividade pode ser realizada de forma manual, depositando o gel hidratado no interior do orifício aberto na cova, previamente ao plantio da muda. Caso o agricultor opte pela utilização do gel, o orifício aberto no solo deve ter maior diâmetro, para melhor acomodar o produto hidratado juntamente com o substrato contendo o sistema radicular da muda.

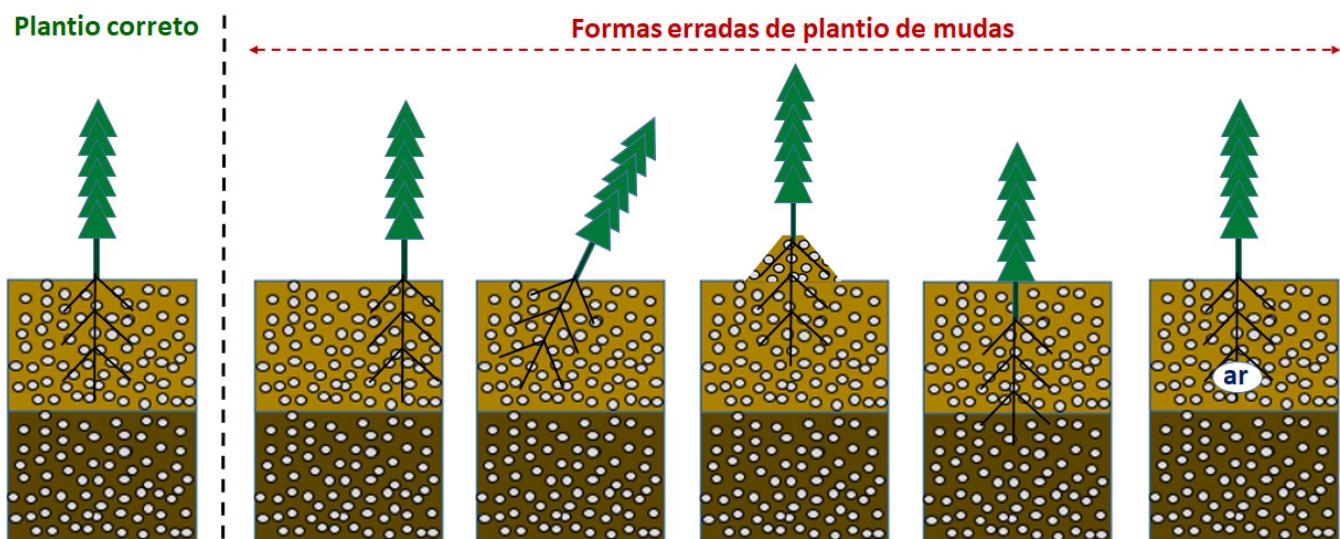


Figura 12. Formas “correta” e “erradas” de plantio de mudas em covas.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Outra opção é aplicar o gel hidrorretentor na superfície do substrato da muda após a retirada do sistema radicular do tubete ou do saco de polietileno (Figura 13). Alguns viveiros vendem mudas com o gel já aplicado no substrato, sendo dispensável nova aplicação de gel nas covas de plantio.



Figura 13. Aplicação de gel na superfície do substrato de mudas, previamente ao plantio no campo.

Após o plantio das mudas no campo, deve ser realizada uma primeira irrigação, na brevidade possível, de preferência no mesmo dia caso o solo esteja com pouca umidade. As demais irrigações de salvamento devem ser realizadas a cada 10–15 dias, conforme necessidade, até a continuidade das chuvas. Sempre que possível, modelar no solo uma “bacia de retenção de água” na área da cova de plantio, antes da irrigação, para evitar o escoamento da água para fora da cova. Recomenda-se a aplicação de aproximadamente 4 L de água por cova, de modo adequado para permitir

a infiltração da água sem escoamento superficial. O método de irrigação a ser empregado depende da disponibilidade de equipamentos em cada propriedade.

O replantio para reposição de mudas mortas ou defeituosas é uma etapa importante para promover a formação de uma floresta sem falhas, refletindo na qualidade final dos modelos de restauração de RL. Esta atividade pode ser realizada em etapas, após levantamentos prévios em campo, contabilizando o número de mudas de cada espécie a ser replantada. O replantio pode ser feito de modo análogo ao plantio, como descrito previamente. Recomenda-se que os replantios sejam realizados a cada 10–15 dias, previamente às irrigações de salvamento. Para o sucesso desta atividade, é fundamental que o agricultor tenha um excedente de 15%–20% de mudas em sua propriedade, mantendo-as em boas condições em “viveiro de espera” provisório, adaptado para esta finalidade.

As principais causas de morte de mudas no campo são o ataque de formigas cortadeiras, estiagem prolongada, competição com plantas invasoras indesejáveis, mudas de baixa qualidade e com sistema radicular malformado (“pião torto”), ou plantio mal feito. Portanto, a adequada realização das atividades de plantio e de manutenção da área de restauração de RL é um ponto-chave para reduzir a intensidade de replantios.

Proteção de mudas de erva-mate

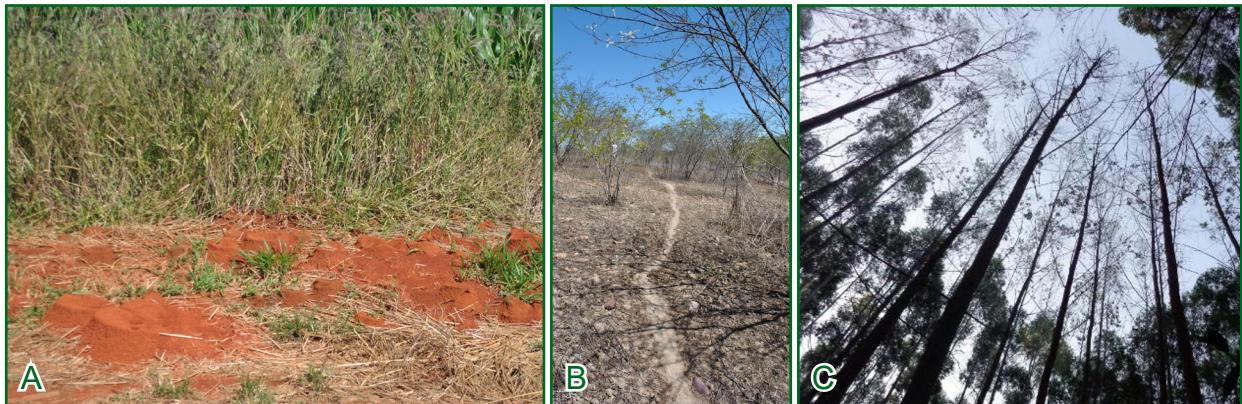
Por ser uma espécie nativa adaptada ao sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista, a erva-mate não tolera alta intensidade luminosa em sua fase inicial de muda. Por essa razão, recomenda-se a proteção da erva-mate com placas de madeira ou outro material. Essa proteção deve ser colocada ao lado da muda, no sentido de protegê-la do sol, no período da tarde, respeitando a distância de 20 cm do coletor (Figura 14). Este recurso reduz a mortalidade das mudas em períodos de alta insolação.



Figura 14. Placas de proteção de mudas de erva-mate instaladas em erval no campo (A), e detalhe da placa protegendo uma muda recém-plantada (B).

Controle sistemático de formigas cortadeiras no pós-plantio

As formigas cortadeiras são responsáveis por significativas perdas de mudas e/ou de produção das culturas, caso não sejam bem manejadas. Portanto, é importante que o controle faça parte da rotina da propriedade rural. O melhor método de controle é o “sistemático” por meio de monitoramento a cada 30 dias, aproximadamente. Durante o monitoramento deve-se observar a presença de formigueiros ativos com terra solta ou montículos (nínhos de cisco), carreiros de formigas e desfolha de plantas (Figura 15). Recomenda-se o uso de isca formicida granulada (a granel ou MIP) à base de sulfluramida, na dose de 8 g/m² de terra solta para controle de saúvas, ou 8 g–10 g por ninho de cisco para quenquéns.



Fotos: Wilson Reis Filho (A, B);
Mariane Aparecida Nicelle (C)

Figura 15. Evidências de ataque de formigas cortadeiras: presença de terra solta (A), carreiro (B) e desfolha de árvores (C).

Controle de plantas indesejáveis no pós-plantio

Após o plantio das mudas na área de restauração de RL, as condições favoráveis para o crescimento das espécies consorciadas também beneficiarão o crescimento de plantas indesejáveis, geralmente bem adaptadas às condições ambientais locais, sendo muito competitivas quanto à aquisição de água e de nutrientes, além da disputa por luminosidade (Figura 16). Por isso, estas espécies indesejáveis devem ser controladas para permitir a sobrevivência e o crescimento das espécies recém-plantadas.

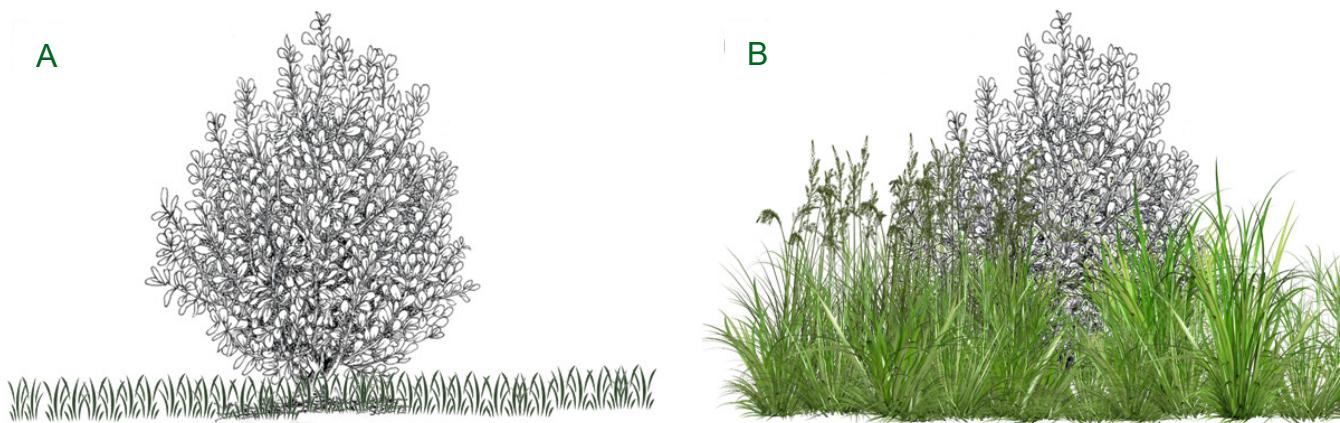


Figura 16. Planta de erva-mate crescendo livre de competição (A) ou sendo prejudicada pelo crescimento simultâneo de plantas indesejáveis (B).

Ilustração: Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

O manejo das plantas indesejáveis ou invasoras consiste no seu controle no entorno das mudas e também nas entrelinhas de plantio. Para tanto, utilizam-se duas atividades distintas e complementares: o “coroamento” ao redor das mudas e a “rocada” do restante da área (entrelinhas e entre plantas). Para o objetivo das áreas de restauração de RL, sugere-se o manejo sem a utilização de herbicidas durante todas as fases de crescimento e de produção das espécies consorciadas, de modo especial para evitar a contaminação da erva-mate com resíduos químicos, o que compromete a comercialização das folhas do produto beneficiado.

O coroamento ao redor da muda é feito manualmente com enxada, eliminando as plantas indesejáveis em uma área circular de aproximadamente 50 cm de raio a partir do centro da cova de plantio (Figura 17).

Deve-se ter cuidado durante a realização do coroamento das mudas, de modo a não cortar ou injuriar as espécies que compõem a área de restauração de RL. Esta capina manual deve ser realizada a cada 30–45 dias, ou quando

necessário para evitar a mato-competição, sendo considerados críticos os períodos de emissão de novas brotações e de pleno crescimento das espécies consorciadas. O último coroamento é realizado quando a planta apresentar um porte mais alto e bom desenvolvimento da copa, de modo que “domine” sobre as espécies invasoras indesejáveis. A partir de então, é utilizada a operação de “roçagem” em toda a área da RL.

Fotos: Carlos Roberto Urió



Figura 17. Coroamento de muda de araucária com enxada (A) em uma área circular de 50 cm de raio a partir do centro da cova de plantio (B).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

No restante da área de restauração de RL, ou seja, na região de entrelinhas e entre plantas, deve-se realizar o controle de plantas indesejáveis por meio de roçadeiras manuais ou mecanizadas, conforme a disponibilidade de equipamentos em cada propriedade rural (Figura 18). No primeiro ano pós-plantio, recomenda-se realizar esta atividade a cada 30–45 dias ou quando for necessário para evitar a mato-competição.

Fotos: Ives Clayton Gomes dos Reis Coulart



Figura 18. Controle de plantas indesejáveis com uso de roçadeira manual (A) e tratorizada (B).

Adubação de manutenção no pós-plantio

A adubação de manutenção tem por objetivo suplementar a adubação de base com nutrientes de alta mobilidade no solo, como N, K e boro, quando o sistema radicular das plantas estiver mais desenvolvido, aproximadamente 4-5 meses após o plantio (Figura 19).

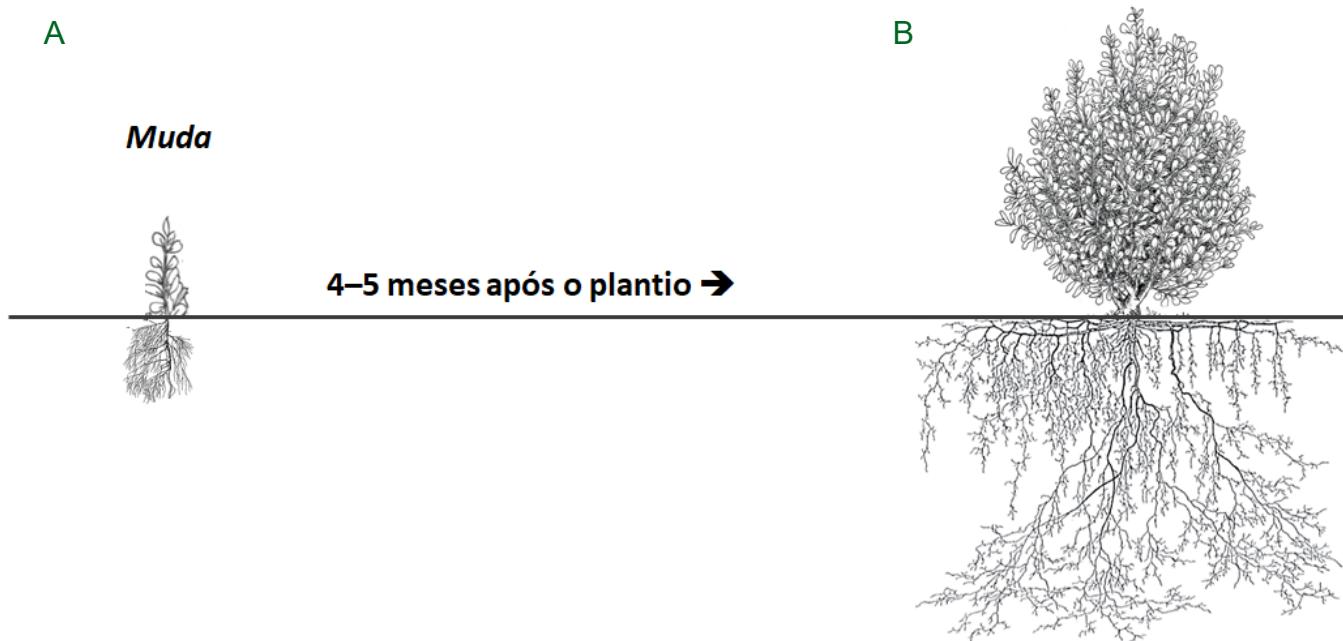


Figura 19. Representação de sistema radicular de erva-mate na fase de muda (A) e 4-5 meses após seu plantio no campo (B).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

Os adubos devem ser aplicados em cobertura, localizados em “filete contínuo” ou em “coroa”, a uma distância de aproximadamente 40 cm do caule da planta, na projeção da copa (Figura 20).

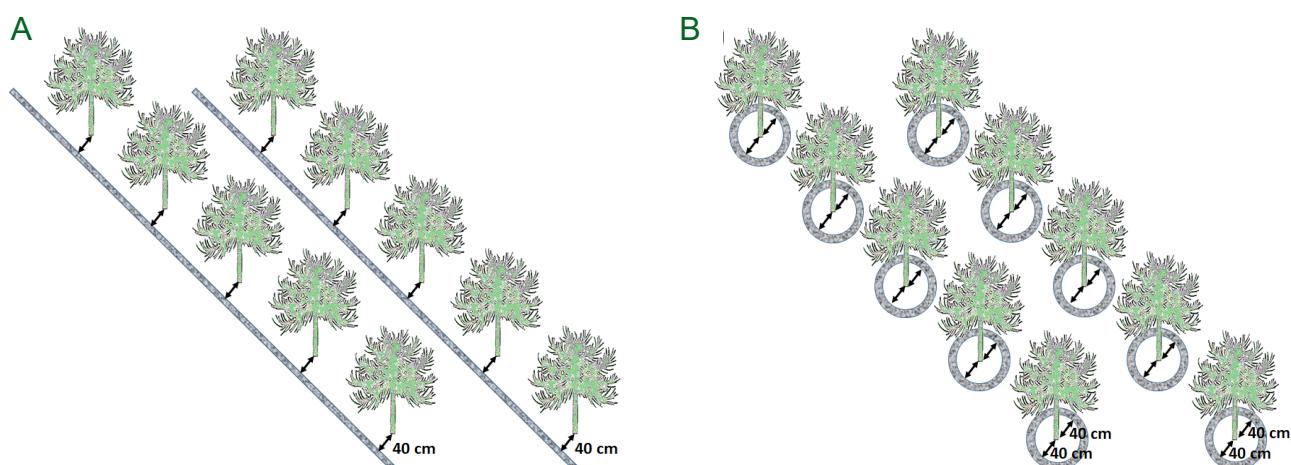


Figura 20. Adubação de manutenção em cobertura na forma de “filete contínuo” (A) ou em “coroa” (B) na projeção da copa da planta, a uma distância de aproximadamente 40 cm do caule.

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva

No caso de adubação aplicada na forma de “coroa”, ela será específica para cada espécie cultivada. Porém, no caso da opção pela forma de adubação em “filete contínuo”, haverá uma dose única de adubo por metro linear, pois há várias espécies cultivadas em uma mesma linha de plantio.

A quantidade de adubo por espécie e por cova de plantio, ou por metro linear, é definida de acordo com os resultados de análise de solo. No entanto, não dispondo destes resultados, pode-se utilizar uma adubação de referência como indicado na Tabela 5.

Tabela 5. Sugestão de adubação de manutenção para mudas das espécies que serão plantadas nas áreas de restauração de Reserva Legal.

Espécie de planta	Adubação de cobertura ⁽¹⁾	
	Opção 1 em “coroa”	Opção 2 em “filete contínuo”
Araucária		
Erva-mate		
Açoita-cavalo		
Canela-branca		
Canela-guaicá	100 g por cova de NPK 14–00–15 + 0,3% B	65 g por metro linear de NPK 14–00–15 + 0,3% B
Louro-pardo		
Mandiocão		
Pessegoiro-bravo		
Pinheiro-bravo		
Espinheira-santa		
Cataia	50 g por cova de NPK 14–00–15 + 0,3% B	65 g por metro linear de NPK 14–00–15 + 0,3% B
Pau-de-andrade		
Bracatinga-comum ⁽²⁾	20 g por cova de cloreto de potássio	25 g por metro linear de cloreto de potássio
Bracatinga-de-arapoti ⁽²⁾		

⁽¹⁾Pode ser utilizada outra fonte de adubo NPK com proporções semelhantes de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e boro (B). Para aplicação de B, o ideal é que este nutriente já esteja contido na formulação do adubo NPK. ⁽²⁾Para as bracatingas, que fixam N, a adição de adubo nitrogenado é desnecessária ou mesmo contraindicada.

Em geral, a adubação de cobertura é realizada em torno de 4–5 meses após o plantio, no final da estação chuvosa, desde que haja previsão de chuvas futuras nos próximos 30–45 dias para permitir a dissolução do adubo e a absorção dos nutrientes pelas plantas. No entanto, ressalta-se que a adição de adubo nitrogenado, próximo ao outono, pode aumentar a susceptibilidade das plantas às geadas. Deste modo, em regiões com ocorrência frequente de geadas, a adubação deve ser postergada para o início da primavera.

Finalmente, é importante destacar que esta adubação de manutenção seja realizada somente após o controle de plantas indesejáveis, especialmente por meio de capina manual pelo método de “coroamento”.

Uso de técnicas silviculturais intensivas para sustentar economicamente as áreas de Reserva Legal

O processo de restauração de áreas de RL envolve atividades silviculturais diversas que, se bem executadas, permitem o sucesso em termos ambientais e ecológicos, além de contribuírem com o manejo e a produtividade das espécies plantadas, resultando em geração de renda aos produtores rurais, particularmente daqueles inseridos no contexto da agricultura familiar. Considerando os altos custos envolvidos nas etapas de implantação e manutenção destes projetos de restauração, a geração de renda futura nestas áreas de RL contribui para viabilizar economicamente o empreendimento rural. Esta alternativa tem sido amplamente discutida pelos órgãos ambientais competentes, cujas diretrizes estão sendo gradativamente elaboradas e divulgadas por meio de atualizações da legislação ambiental.

Técnicas silviculturais específicas para a implantação e manutenção de áreas de RL foram estabelecidas previamente, principalmente em bases ecológicas com finalidades de “preservação” e “conservação”, contemplando a condução da regeneração natural associada com o enriquecimento da biodiversidade com o plantio de espécies nativas; porém, com menor ênfase à retirada de produtos (madeireiros ou não) para atender as demandas da propriedade e do mercado. Neste contexto, este capítulo de livro apresenta técnicas mais intensivas de silvicultura (adubação, calagem, controle de formigas e de espécies vegetais invasoras etc.) de modo a sustentar níveis mais elevados de produtividade dos produtos a serem colhidos, o que é fundamental para a geração de renda significativa para os agricultores. Além disso, a maior extração de nutrientes do solo e sua exportação via produtos colhidos, requer sua reposição por meio de adubos, de modo a manter a fertilidade do solo e a produtividade vegetal.

De modo geral, as técnicas silviculturais apresentadas neste capítulo foram adaptadas de procedimentos operacionais consolidados pelos setores agrícola e florestal, principalmente associados às culturas de árvores frutíferas e madeireiras. A aplicação destas técnicas se concentra nos dois primeiros anos após o início da implementação da restauração da RL, de modo que, a partir do terceiro ano, a área recebe pouca intervenção antrópica, com mínima adição de insumos agrícolas, restritos apenas àqueles autorizados pelos órgãos ambientais.

Espera-se que este trabalho contribua para o avanço da restauração de áreas de RL, particularmente na região da Floresta Ombrófila Mista, permitindo a geração de renda em harmonia com a sustentabilidade ambiental. Ressalta-se, ainda, que é fundamental o aprimoramento contínuo das técnicas silviculturais aqui apresentadas, de modo a otimizar os resultados para cada ambiente edafoclimático, espécie plantada e realidade produtiva da propriedade rural.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica**: patrimônio nacional dos brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010. 408 p. (Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampas. Série Biodiversidade, 34). Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/984>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 245, s. 1, p. 110, 18 dez. 2014. Disponível em: http://cnclflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

EISFELD, R. de L. **Pesquisa, legislação, plantio e manejo de Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze**: perspectivas e soluções. 2020. 276 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Implantação de pomares**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, 2014. 126 p. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/02_implantacao_pomares.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

GARCIA, J. R.; PARRON, L. M. Avaliação de serviços ecossistêmicos em florestas com Araucária. In: SOUSA, V. A. de; FRITSONS, E.; PINTO JÚNIOR, J. E.; AGUIAR, A. V. de (ed.). **Araucária**: pesquisa e desenvolvimento no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 289-306. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1137523>. Acesso em: 27 mar. 2023.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural. Mercado e comercialização do pinhão no Estado do Paraná. **Boletim Informativo**, Curitiba, n. 3, maio 2020b.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo. Instituto Água e Terra do Paraná. Instrução Normativa nº 03, de 08 de julho de 2020. **Diário Oficial [do] Paraná**, Curitiba, n. 10724, p. 32-36, 09 jul. 2020. 2020c. Disponível em: https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/instrucaonormativa032020IAT.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

PROCHNOW, M. **Matas Legais**: planejando propriedades e paisagens. Rio do Sul: APREMAVI, 2008. 62 p.

SILVA, S. R.; SILVA, D. R. de F. **Produção técnico-científica sobre *Araucaria angustifolia* publicada com a participação da Embrapa: síntese quantitativa de 40 anos (1981-2020)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 59 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 365). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143231/1/EmbrapaFlorestas-2021-Documentos365.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

WENDLING, I.; SANTIN, D. (ed.). **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. 195 p.

5

Pequeno manual de criação de jataí nos modelos de restauração de Reserva Legal

Guilherme Schnell e Schühli

Luis Fernando Wolff

Marlon Tiago Hladczuk

Introdução

O manual de criação de abelhas jataí (*Tetragonisca* spp.) (Figura 1) foi desenvolvido para auxiliar a instalação de abelhas-sem-ferrão ou meliponíneos (tribo Meliponini) em áreas de restauração de Reserva Legal (RL), de acordo com os modelos propostos nos Capítulos 1, 2 e 3.



Foto: Guilherme Schnell e Schülli

Figura 1. Abelha-sem-ferrão jataí (*Tetragonisca fiebrigi*).

Para atender aos diferentes interesses e características de cada propriedade, planejou-se este manual sob uma perspectiva generalista atendendo ao uso diverso. O usuário poderá aprimorar as recomendações conforme seus objetivos, pensando em diferentes vocações. A criação de abelhas representa uma dimensão do serviço ambiental, tanto ao produtor quanto ao meio ambiente, considerando os cultivos agrícolas e a manutenção de sementes e do fluxo gênico no ambiente natural do entorno. Ao mesmo tempo, a criação de abelhas constitui um elemento de diversificação de renda, permitindo o aproveitamento de recursos florestais tais quais aqueles disponíveis em áreas de conservação como as listadas na categoria de RL.

Abelhas-sem-ferrão

O Brasil apresenta uma rica biodiversidade. Isso quer dizer que ele possui uma variedade de espécies de animais, plantas e microrganismos superior à maioria dos outros países, de modo que o Brasil é reconhecido como um país megadiverso. Certamente a extensão do território brasileiro – abrangendo uma variedade muito grande de condições climáticas, edáficas e ambientais – é um dos fatores que explica essa riqueza biológica.

A diversidade de espécies que ocorre no Brasil é uma característica especialmente notada nos insetos. O processo de evolução deste grupo é influenciado por suas complexas relações com as plantas e com o ambiente, o que confere um potencial ainda maior de diferenciação entre espécies, resultando em um impressionante mosaico de interações.

No que diz respeito à diversidade do grupo ao qual pertencem as abelhas, os números são também bastante expressivos. Por exemplo, considerando somente o grupo de insetos formados pela linhagem evolutiva das vespas e

abelhas (Apoidea), o Brasil contém um impressionante número de 1.678 espécies (Moure et al., 2007). Dentro deste grupo, considerando somente as espécies de abelhas-sem-ferrão, o Brasil detém cerca de 330 espécies (Pedro, 2014), o que contabiliza próximo de 60% das espécies descritas para todo o mundo (Grüter, 2020).

Existem espécies de abelhas-sem-ferrão em todas as regiões do Brasil. O estado do Paraná conta atualmente com 19 gêneros e 48 espécies registradas em catálogos de coletas de coleções entomológicas, com base na lista da Portaria nº 006, de 17 de janeiro de 2019, do Instituto Ambiental do Paraná (IAP; hoje denominado Instituto Água e Terra do Paraná – IAT-PR) (Paraná, 2019) e no Centro de Referência em Informação Ambiental (Cria, 2022) (Tabela 1).

Tabela 1. Gêneros e espécies de abelhas-sem-ferrão ou meliponíneos (tribo Meliponini) ocorrendo no estado do Paraná⁽¹⁾.

Gênero	Espécie	Cria	CTSM	Gênero	Espécie	Cria	CTSM
<i>Cephalotrigona</i>	<i>capitata</i>	X	X		<i>cupira</i>	X	
<i>Friesella schrottkyi</i>	<i>schrottkyi</i>	X	X	<i>Partamona</i>	<i>helleri</i>	X	X
<i>Frieseomelitta</i>	<i>trichocerata</i>	X			<i>pearsoni</i>	X	
<i>Geotrigona</i>	<i>subterranea</i>	X	X		<i>vicina</i>	X	
	<i>ehrhardti</i>	X	X		<i>droryana</i>	X	X
<i>Lestrimelitta</i>	<i>limao</i>	X			<i>emerina</i>	X	X
	<i>rufipes</i>		X		<i>julianii</i>	X	X
	<i>sulina</i>	X	X	<i>Plebeia</i>	<i>meridionalis</i>		X
<i>Leurotrigona</i>	<i>muelleri</i>	X			<i>nigriceps</i>		X
	<i>bicolor</i>	X	X		<i>pugnax</i>	X	
	<i>obscurior</i>	X	X		<i>remotaW</i>	X	X
	<i>marginata</i>	X			<i>saiqui</i>	X	X
	<i>mondury</i>	X	X		<i>bipunctata</i>	X	X
<i>Melipona</i>	<i>quadrifasciata</i>	X	X	<i>Scaptotrigona</i>	<i>depilis</i>		X
	<i>quinquefasciata</i>		X		<i>postica</i>	X	
	<i>rufiventris</i>	X			<i>xanthotricha</i>	X	X
	<i>seminigra</i>	X		<i>Scaura</i>	<i>aspera</i>	X	
	<i>subnitida</i>	X			<i>latitarsis</i>	X	X
<i>Mourella</i>	<i>caerulea</i>	X	X	<i>Schwarziana</i>	<i>quadripunctata</i>	X	X
<i>Nannotrigona</i>	<i>testaceicornis</i>	X	X	<i>Tetragona</i>	<i>clavipes</i>	X	X
<i>Oxytrigona</i>	<i>tataira</i>	X	X	<i>Tetragonisca</i>	<i>angustula</i>	X	X
	<i>lineata</i>	X	X		<i>fiebrigi</i>	X	X
<i>Paratrigona</i>	<i>subnuda</i>	X	X	<i>Trigona</i>	<i>braueri</i>		X
					<i>spinipes</i>	X	X
					<i>hyalinata</i>	X	

⁽¹⁾Fonte: Paraná (2019), Centro de Referência em Informação Ambiental (2022).

Atualmente existem informações técnicas disponíveis para que várias espécies de abelhas-sem-ferrão possam ser manejadas e preservadas. Também estão disponíveis conjuntos de práticas que podem ser aplicadas a essas espécies durante as diversas fases do seu desenvolvimento, visando as melhores condições de produtividade zootécnica, cuidados agroecológicos e inserção em sistemas produtivos. Esses protocolos favorecem a criação de abelhas-sem-ferrão, com vistas à conservação e à produção de mel, bem como à prestação de serviços ambientais. Sabe-se que outros insetos também desempenham muito bem serviços de polinização; porém, no caso de abelhas-sem-ferrão,

além da disponibilidade de protocolos de manejo, tem-se a vantagem numérica, em função de sua biologia social. Isso porque as abelhas-sem-ferrão organizam-se em colônias com centenas ou milhares de indivíduos, rapidamente deslocáveis entre lavouras, pomares, hortas e estufas, conforme a necessidade dos produtores. Tanto pelos serviços de polinização, como pelos produtos nutracêuticos gerados, as abelhas contribuem com a renda e com a eficiência produtiva do agroecossistema da propriedade rural.

Abelha jataí

O nome jataí está estreitamente associado ao gênero de abelhas *Tetragonisca*, que tem ampla distribuição geográfica e que compreende quatro espécies atuais (Tabela 2) (Francisco et al., 2014). É provável que entre as quatro espécies hajam outras ainda por serem descritas.

Tabela 2. Espécies e distribuição geográfica das abelhas do gênero *Tetragonisca*.

Espécie	Distribuição geográfica
<i>T. angustula</i>	México, Belize, Bolívia, Brasil ⁽¹⁾ , Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, Guiana, Honduras, Nicarágua, Panamá, Peru, Suriname e Venezuela
<i>T. buchwaldi</i>	Costa Rica, Equador e Panamá
<i>T. fiebrigi</i>	Argentina, Bolívia, Brasil ⁽¹⁾ e Paraguai
<i>T. weyrauchi</i>	Bolívia, Brasil e Peru

⁽¹⁾No Brasil o gênero distribui-se nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Paraíba, Pará, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Rondônia, Roraima, Santa Catarina e São Paulo.

Devido à amplitude de sua distribuição e à sua proximidade com a população rural e urbana, este gênero de abelha tem uma extensa lista de nomes populares. Para citar alguns exemplos tem-se: maria-seca, abelhas-ouro, mariola, jataí-verdadeira, ingleses, mosquitinha-verdadeira, moça-branca, jataí-do-sul e alemãzinha.

A jataí-da-terra (*Paratrigona subnuda*), apesar de incluir o nome jataí em sua denominação popular, não pertence ao gênero *Tetragonisca*.

Existem duas espécies de jataís do gênero *Tetragonisca* listadas como presentes no Paraná: *T. angustula* e *T. fiebrigi*. Há muito debate se as diferenças entre estes grupos justificam espécies distintas, como aquelas apresentadas aqui, ou subespécies de uma única espécie, *T. angustula*. Camargo e Pedro (2013) basearam-se em diferenças morfológicas para apresentarem os grupos como espécies diferentes. Outras fontes de dados corroboram a categoria de espécies, como estudos com dados cromossomais (Barth et al., 2011) e bioquímicos-isoenzimáticos (Stuchi et al., 2012). A hibridização entre estes dois grupos foi base de uma pesquisa que contradiz o pressuposto de que sejam espécies distintas, considerando não só a ocorrência de hibridização, mas também dados de distribuição geográfica (Francisco et al., 2014). De forma prática, observa-se no Paraná fenótipos que, por vezes, podem ser distintos pela coloração e, em outras vezes, são difíceis de diferenciar por este critério (podendo se tratar nestes casos de exemplares híbridos). De forma geral, é possível reconhecer os dois grupos com base em diferenças morfológicas como a coloração do mesepisterno, que é uma porção do esqueleto externo da abelha localizada na porção lateral do tórax. Essa característica pode ser enxergada ao olho nu, como uma coloração preta escura em *T. angustula* e ferruginosa em *T. fiebrigi* (Figura 2).

Fotos: Guilherme Schnell e Schühli

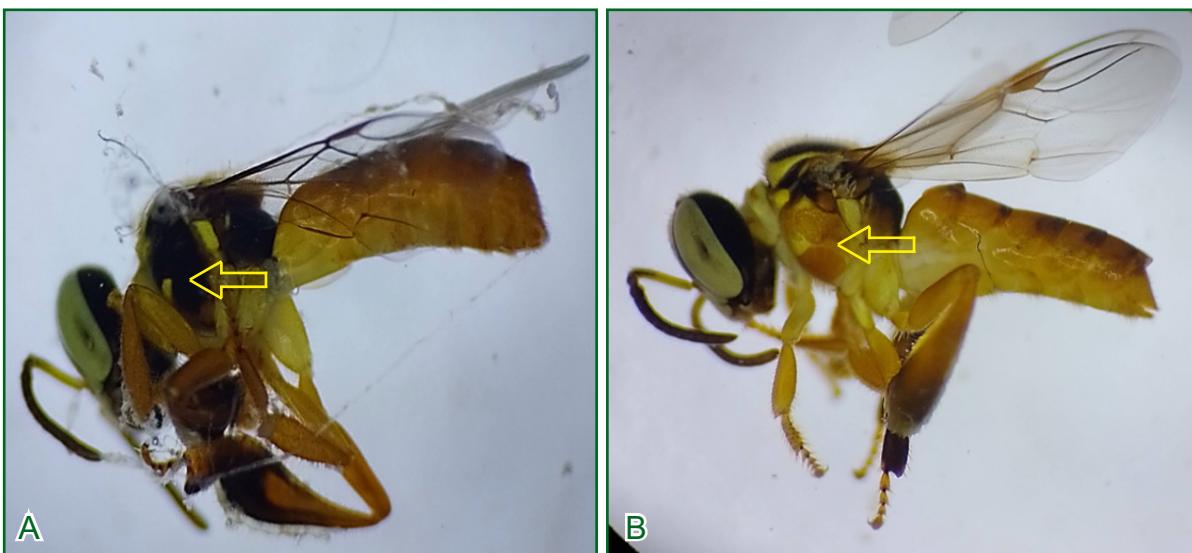


Figura 2. Diferenciação entre os gêneros de *Tetragonisca angustula* (A) e *T. fiebri* (B) pela coloração do mesepisterno (sinalizado por seta amarela).

Ilustração: Guilherme Schnell e Schühli

Meliponicultura

A criação e manejo de espécies de abelhas da tribo Meliponini por meios técnicos foi denominada de meliponicultura pelo pesquisador Paulo Nogueira Neto (Nogueira Neto, 1953). Trata-se de uma atividade sustentável (Venturieri et al., 2012) de baixo investimento inicial (Magalhães; Venturieri, 2010) e que oferece, além de um importante serviço ambiental na polinização e manutenção de espécies, uma boa perspectiva de renda, principalmente no que diz respeito à agricultura familiar.

A criação das abelhas Meliponini no continente americano é uma atividade que remete aos tempos pré-colombianos em toda a América latina (Villanueva-Gutiérrez et al., 2005a, 2005b; Cortopassi-Laurino et al., 2006). Para alguns povos tradicionais as abelhas representavam um recurso substancial. Na dimensão alimentar, a criação de abelhas permite a oferta de carboidratos (mel e pólen) e de proteínas (pólen e larvas) e, para muitas culturas, o cerúmen permitia o transporte de água por meio da calafetagem de cestos e vasos cerâmicos. Em outras instâncias da subsistência, as abelhas ofertam recursos medicinais (como a própolis e o cerúmen) (Camargo; Schühli, 2021).

A meliponicultura tem passado por um processo recente de popularização (Barbiéri; Francoy, 2020). Isto se deve, em parte, pelo trabalho tecnológico desenvolvido em nossas universidades, institutos de pesquisa, associações e criadores amadores. Além disso, a redução do número de polinizadores para as culturas agrícolas, recentemente observada pelos produtores rurais, ocasionou significativo impacto nos veículos de comunicação que, por sua vez, evidenciaram o importante papel dos Meliponini neste processo de polinização. A meliponicultura tradicional tem recebido, aos poucos, a atenção de pesquisadores, técnicos e outros estudiosos que trouxeram um direcionamento voltado à produção de mel e seus derivados. Deste modo, têm sido aprimorados o desenvolvimento de caixas tecnificadas para a criação destes insetos, e manejos específicos por região e por espécie.

Espécie de Meliponini para áreas de restauração de Reserva Legal

Alguns critérios para a escolha da espécie de Meliponini para os modelos de restauração de RL são comuns aos pesquisadores e aos produtores rurais que almejam construir um meliponário em sua propriedade. Por exemplo, para fins de experimentação científica é interessante restringir as implantações de modelos de restauração de RL a uma

única espécie de Meliponini, de modo a otimizar o uso de recursos financeiros e melhorar a interpretação dos resultados experimentais. Para alguns produtores, isto também pode ser muito estratégico: a manutenção de um plantel de Meliponini que disponha de uma única espécie-alvo traz vantagens na uniformidade do manejo, como dimensões de caixas, condições de produto, material de divisão, e disponibilidade genética.

Dentre as principais razões pelas quais pautou-se a escolha da jataí *Tetragonisca angustula* para uso em modelos de restauração de RL, com cunho científico, destacam-se:

- A necessidade de, no futuro, comparar estatisticamente os resultados provenientes da criação de uma espécie de jataí em diferentes propriedades, condições ambientais e modelos de restauração de RL.
- A facilidade em padronizar um manejo de jataí, por exemplo, permitindo o uso de um único modelo de caixa tecnificada e módulos.
- A facilidade de concentrar os diferentes produtos meliponícolas como provenientes de uma espécie única de jataí. O mel, por exemplo, pode ser agrupado em um único recipiente, independente da colônia, sem descharacterizar sua origem específica.
- O benefício de facilmente repor as colônias de jataí por captura, divisão de colmeias ou reforço, tendo em vista o maior número de matrizes na propriedade e no modelo de restauração de RL.
- A grande vocação da jataí como produtora de mel e sua absoluta aceitação e valorização no mercado consumidor.
- A rusticidade da jataí que se adapta tanto em áreas de densa vegetação nativa quanto nos espaços urbanos.
- A ampla distribuição geográfica natural da jataí (*T. angustula*), que representa uma segurança de não estar introduzindo espécies alóctones (ou seja, não nativas da região) nas áreas das propriedades rurais.
- Considerando que as duas espécies de jataí - *T. Angustula* e *T. Fiebrigi* - têm sido escolha comum em meliponários na região Sul, conta-se com boa disponibilidade de matrizes comerciais para a aquisição no mercado, o que não seria possível com outras espécies de Meliponini.

Portanto, para os modelos de restauração de RL apresentados neste livro, foi selecionada a jataí *T. Angustula* para criação combinada às espécies florestais e medicinais a serem cultivadas.

Planejamento do local para a instalação das colônias

Recomenda-se que as caixas tecnificadas, contendo as colônias de jataís, sejam instaladas em áreas de bosques sombreados, mas com incidência de sol até 10 horas da manhã (Figura 3).

O ideal é que estes espaços destinados às colônias estejam protegidos do vento. As caixas devem estar posicionadas de forma bem distribuída com, se possível, no mínimo 5 m de espaçamento entre elas, para evitar que os campos territoriais de colônias distintas se sobreponham, evitando a rivalidade entre as colmeias. Sugere-se em torno de 50 colmeias por meliponário. Além disso, recomenda-se fortemente que se evite a instalação de outras espécies de abelhas-sem-ferrão nas áreas de criação de jataís, para evitar as consequências de seu comportamento territorialista. É interessante alternar a direção das entradas das diferentes caixas, de forma a bem demarcar as diferentes linhas de voo e a minimizar a tendência de as abelhas operárias buscarem a entrada mais próxima em seu retorno com o recurso (néctar, pólen e resina). Se houver muita exposição ao vento é conveniente reduzir a altura da caixa.

Com referência à espécie *T. angustula*, a luz e a temperatura estão entre os principais fatores determinantes dos horários de atividade da colônia (Iwama, 1977). Logo, deve-se observar o bom acesso à luminosidade e a proteção contra ventos e intempéries.

O limite de alcance das operárias de *T. fiebrigi* na busca de recursos é, aproximadamente, 600 m de raio para recursos de maior concentração de açúcares (30%–50%) e de 80 m para recursos de baixa concentração de açúcares

Foto: Guilherme Schnell e Schülli



Figura 3. Meliponário com caixas tecnificadas dispostas em área sombreada por árvores, mas com incidência de sol pela manhã.

(10%–20%) (Kaehler, 2017). Isto sinaliza que, dentro desta faixa de 600 m, é interessante que o produtor analise a disponibilidade de plantas florais ao longo do ano, enriquecendo seu pasto apícola se necessário, de modo a permitir uma sequência contínua de obtenção de néctar, pólen e resina.

A seguir, sugere-se espécies de plantas de interesse apícola e sua fenologia, baseadas em indicações oriundas da experiência de produtores e associações (Tabela 3). Dentre essas espécies, destaca-se a aroeira (ou pimenta-rosa) como uma das plantas mais visitadas e importantes como fonte alimentar para a jataí (Braga et al., 2012).

Tabela 3. Sugestões de plantas de interesse meliponícola comuns ao agricultor e indicações de períodos de floração e maturidade reprodutiva para a Floresta Ombrófila Mista.

Nome comum	Nome científico	Período de floração ⁽¹⁾				Maturidade (anos)
		P	V	O	I	
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	X	X		X	2
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>				X	2
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	X		X	X	5–6
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	X				1–2
Picão-preto	<i>Bidens pilosa</i>	X	X	X	X	< 1
Aroeira, pimenta-rosa	<i>Schinus terebinthifolia</i>	X	X	X		1
Ingá-feijão	<i>Inga marginata</i>	X	X			5–6
Vassourão-branco	<i>Piptocarpha angustifolia</i>				X	4–5

⁽¹⁾P = primavera. V = verão. O = outono. I = inverno.

Caixa para a criação de abelhas jataís

Existem diversos padrões de caixas técnicas para a criação de abelhas jataís. Sugere-se padronizar um modelo de caixa que permita fácil integração com as colmeias já existentes na região. Por exemplo, se um agricultor precisar providenciar mais caixas para ampliar seu meliponário, o modelo “padrão” já será de conhecimento dos marceneiros regionais que produzem caixas de abelhas. Além disso, uma nova colônia comprada poderá ser facilmente integrada à produção já existente, pois manterá as mesmas dimensões de caixa. Neste contexto, o modelo de caixa sugerido pela Associação Prudentopolitana de Apicultores e Meliponicultores (Apam) é adequado para as áreas de restauração de RL na região da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, pois já está em operação por longa data, ratificando sua eficiência para as condições locais.

O modelo de caixa utilizado pela Apam (Figuras 4A a 4E) em meliponários dos cooperados apresenta uma arquitetura baseada na caixa Inpa, idealizada pelo pesquisador Fernando Oliveira quando trabalhou no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) (Figura 4F), mas com algumas modificações, como por exemplo o uso de uma área de ninho não modular e melgueiras de altura mais limitada.



Fotos: Guilherme Schnell e Schühl

Figura 4. Modelo de caixa tecnicificada sugerido pela Associação Prudentopolitana de Apicultores e Meliponicultores – Apam: (A) vista frontal da caixa completa (A); vista lateral da caixa completa (B); módulo de cria sobre tampa inferior (C); módulo de cria (D); melgueira (E). Modelo de caixa padrão Inpa (F).

O modelo de caixa Apam utiliza as medidas apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Medidas da caixa técnica para a criação de abelhas jataí, utilizada pelos membros da Associação Prudentopolitana de Apicultura e Meliponicultura (Apam).

Módulo	Espaço interno (cm)	Altura interna (cm)	Espessura (cm)
Tampa superior			3,2
Melgueira	13 x 13	10	3,2
Ninho	13 x 13	12	3,2
Tampa inferior			1

Como o modelo de caixa sugerido pela Apam não pretende incluir o manejo para a multiplicação de enxames, a primeira diferença em relação à caixa padrão Inpa é a ausência de módulos ou alças de ninho, ou seja, o ninho é um módulo único. A tampa inferior é reduzida em espessura, pois no fundo há pouca perda de calor, ou seja, a convecção de ar não favorece o resfriamento do fundo da caixa e sim da tampa superior; além disso, a caixa já conta com a proteção do suporte onde repousará, favorecendo o isolamento térmico da tampa inferior.

O projeto da caixa da Apam considera a valorização de recursos naturais, aproveitando a disponibilidade e dimensões de madeira comercializada no varejo regional. A Apam considera que nos momentos de inverno mais severo a caixa mantém, de forma satisfatória, o calor interno. Como a caixa estrutura-se em um módulo único de cria, este modelo dispensa o uso da fita crepe ou grampos para vedação e fixação das alças do ninho. Assim, esse modelo de caixa facilita o processo de transferência de colônias, além de poder ser construída rapidamente, diminuindo o custo de mão de obra do marceneiro.

Obtenção das colônias matrizes

As colônias matrizes são obtidas por três meios principais: a) por captura direta; b) por divisões de caixas matrizes; c) por compra.

Obtenção de colônias por captura direta

A formação de plantel de jataí pela captura direta é uma experiência bem-sucedida no modelo de produção da Apam. A experiência da associação é muito relevante, desde que tem muito aprendizado e grande número de meliponicultores comprometidos com a adoção das práticas recomendadas. Este meio de captura direta é utilizado unicamente para a formação do plantel de jataís. As divisões das caixas com colônias capturadas são evitadas devido ao comprometimento produtivo tanto da caixa-mãe quanto da caixa-filha. Evidentemente, o direcionamento da colônia para recuperação das colmeias, depois de um processo de divisão, repercute na produção de mel. Com base em avaliações anteriores, a Apam relata que no modelo de divisão das caixas era comum que houvesse, a partir de uma caixa matriz dividida, uma caixa-filha estabelecida em um ciclo reprodutivo de um ano. A associação relata que, sem os efeitos de uma divisão, cada colônia gera, por meio de um processo de enxameação, entre quatro a seis caixas-filhas por ano sem que isso repercuta na produção de mel. Além disso, a opção pela captura, por parte dos meliponicultores, previne as novas colônias dos riscos inerentes da divisão de caixas por módulos.

Outro ponto a observar, na adoção deste sistema de captura direta de enxameações naturais, é que os novos enxames produzidos têm a condição de se estabelecerem em ambiente natural, ao contrário dos ninhos-filhos por divisão por módulos. Deste modo, o novo enxame não fica restrito a uma caixa técnica, podendo nidificar em um oco ou outro nicho em espaço natural. Assim, o modelo da Apam tem maior impacto em um serviço ambiental ainda não muito comentado: a promoção e manutenção de colônias em ambientes naturais no entorno da propriedade rural.

As capturas podem ser feitas diretamente nas caixas tecnificadas ou em ninhos-iscas. Os ninhos-iscas são mais utilizados porque são baratos e de fácil construção, permitindo que sejam instalados em maior quantidade. Por outro lado, as caixas tecnificadas, mais caras, são reservadas para transferências das capturas dos ninhos-iscas.

Para a confecção dos ninhos-iscas são necessários os seguintes materiais:

- Recipiente [garrafa de polietileno tereftalato (PET), embalagem cartonada, ou colmo de bambu] com tampa e livre de contaminações químicas, limpo (tríplice lavagem) e seco. O volume pode variar de 500 mL até 5 L.
- Solução “atrativa” composta de geoprópolis e álcool comum (etanol). Esta solução é obtida a partir da substância sólida oriunda de ninhos de abelhas, conhecida como geoprópolis (produzida pelas abelhas por meio de uma mistura de terra, cera e resinas/própolis), que é dissolvida na proporção de 1:3 em etanol de concentração mínima de 90%.
- Proteção térmica (folhas de jornal, papelão, papel kraft, plástico bolha ou sacola de supermercado).
- Revestimento externo (lona preta ou saco de lixo preto) para proteger a isca de umidade e de luz.
- Materiais auxiliares: fita adesiva, tesoura ou estilete, canivete, cordão, arame, etiqueta adesiva e lápis.

Procedimentos para construção do ninho-isca:

- O recipiente, se for garrafa PET, pode ter sua superfície interna escarificada com o auxílio da inserção de um punhado de pedras britas e posterior agitação vigorosa. Depois da abrasão do interior, as britas são retiradas e o frasco deve ser submetido à tríplice lavagem (de forma a remover resíduos e sujidades) e seco à sombra (com a abertura voltada para baixo). A seguir, adicionar uma pequena porção de solução atrativa de geoprópolis na superfície interna de todo o frasco, recobrindo-a, o que pode ser alcançado girando o frasco com a tampa fechada, de modo que a solução escorra por toda a superfície interna e nela se fixe. O recipiente tratado com a solução é seco ao ar por cerca de meia hora ou até que se note a secagem do atrativo. Finalmente, este processo é repetido por pelo menos três vezes de forma a impregnar o interior do recipiente com os odores e elementos provenientes do geoprópolis. Ao fim da secagem do atrativo, recomenda-se furar a garrafa com auxílio de um prego, gerando aproximadamente uma dúzia de orifícios (2 mm-4 mm de diâmetro) para controle de umidade no topo e no fundo do ninho-isca. Observação: não aquecer ou expor ao fogo/faíscas o recipiente contendo o geoprópolis e outros resíduos da solução, pois eles são altamente voláteis e inflamáveis.
- Após o revestimento interno do ninho-isca com a solução atrativa, o recipiente deve ser recoberto externamente com camadas de uma proteção térmica (jornal, folhas de revista, sacolas plásticas, papel de embrulho, papelão, plástico bolha etc.), pois, tanto o calor excessivo quanto o frio podem comprometer a colônia recém-instalada. Quanto mais protegido estiver o ninho das oscilações climáticas, melhor será o desenvolvimento da colônia e maior a chance de sucesso em transferi-la para a caixa técnica. Portanto, é importante envolver o recipiente com diversas camadas do material isolante, fixando-as com fita adesiva ou cordame. Por segurança, não deixar frestas e orifícios na parte externa do revestimento, para evitar o abrigo de outros organismos. Finalmente, envolver a proteção térmica com uma camada de plástico escuro de forma a evitar a entrada de luz no recipiente e umidade no revestimento. Observação: as embalagens cartonadas dispensam essa proteção adicional contra a entrada de luz e umidade.
- O próximo passo é a formação do “bico de entrada” do ninho-isca. Para isso, o recipiente anteriormente preparado é posicionado em campo na posição vertical, com a “boca” voltada para baixo, e um orifício é aberto na própria tampa do recipiente. Outra alternativa é realizar um pequeno corte na lateral do ninho-isca e inserir um pedaço de mangueira; ou cortar uma pequena garrafa plástica para formar um funil que é inserido na lateral do recipiente, desempenhando a função de “bico de entrada”.

Preparado o ninho-isca, ele é identificado com o nome do produtor, contato telefônico e data da instalação no campo. Recomenda-se que o ninho-isca seja fixado, preferencialmente em árvores mais grossas e propensas à

Fotos: Guilherme Schnell e Schülli



Figura 5. Exemplos de instalações de ninhos-isca: em bifurcação de árvore, como em um pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*) (A); e em tronco de árvore de maior diâmetro (B).

formação de ocos (Figura 5). Forquilhas e rachaduras são bons espaços para instalação dos ninhos, de modo a reduzir a incidência direta de sol, vento forte, umidade e chuva.

Apesar de haver registros de capturas de colônias durante todo o ano, a época mais adequada é a primavera, onde os esforços de instalação devem ser intensificados.

Finalmente, após a instalação do ninho-isca no campo, ele deve ser frequentemente monitorado para identificar a captura da colônia, ocasião em que deve ser anotada a data desta observação.

As colônias capturadas são transferidas para caixas tecnificadas, conforme o tamanho do enxame e seu estágio de desenvolvimento com base em dois critérios: a) depois de três meses da instalação do enxame no ninho-isca no campo; b) ou antes, se depois de um mês de instalação do enxame for observada a entrada de operárias com carga de pólen na corbicula (cesta de pólen na pata traseira da abelha).

Obtenção de colônias por divisões de caixas matriz

Outra opção para a formação do plantel seria a divisão de caixas matrizes. Recomenda-se que o produtor seja capacitado em um curso de formação em meliponicultura (Figura 6) para realizar este processo de divisão. Os cursos são facilmente encontrados na Embrapa, no Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), em associações, institutos de pesquisa e extensão, além de outros órgãos do terceiro setor.



Fotos: Guilherme Schnelle Schülli

Figura 6. Capacitação de produtores em um curso de formação em meliponicultura promovido pela Embrapa Florestas e Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PR) em Prudentópolis, PR.

A divisão de colônias de jataí deve ser realizada em enxames maduros onde já tenha sido verificado uma ativa oviposição da rainha (pela presença de abelhas nutrizes e pela própria verificação de discos de cria em preparo e expansão). A Figura 7 ilustra as principais etapas deste processo de divisão de uma colônia de jataí.

A divisão inicia-se em local abrigado da luz solar direta para evitar a morte de crias jovens. Remove-se a melgueira afastando desta as abelhas (Figuras 7A a 7C). Depois da remoção da melgueira, verifica-se o acesso aos discos de cria removendo cuidadosamente as lamelas de cera. Assopre delicadamente afastando as abelhas que estiverem por perto, de forma a protegê-las de danos. Localize os discos de cria maduros (Figura 7D), estes serão os discos deslocados para a nova caixa. É importante verificar se os discos maduros apresentam células de crias maiores, aquelas conhecidas como realeiras. As realeiras são células de cria que originarão princesas que, se fecundadas, poderão assumir o ninho como novas rainhas. Logo, é mandatório que haja algumas realeiras nos discos maduros que serão transferidos. Na nova caixa, prepare e fixe quatro bolinhas de cerúmen de cerca de 0,5 cm de diâmetro para servirem de pilastras na sustentação dos novos discos. Com uma espátula dobrada em ângulo remova o disco maduro e instale-o na nova caixa. O ideal é que se separe pelo menos três discos maduros na nova caixa, de modo a permitir o crescimento populacional, enquanto se dá o desenvolvimento da nova rainha. Esta nova caixa ficará na posição da caixa-mãe original que, por sua vez, deve ser deslocada para outro ponto do meliponário, de modo que a nova colônia receba as abelhas que estavam buscando recursos enquanto a divisão foi realizada. Complete os espaços com porções de cerúmen, facilitando a recomposição do ninho pelas abelhas do enxame recém-dividido. Feche ambas as caixas com as suas tampas, vedando eventuais frestas com fita adesiva. Recomenda-se aguardar o terceiro dia após a divisão para acrescentar a melgueira ou qualquer recurso alimentar.

Fotos: Marlon Tiago Hladczuk (A, B, D); Guilherme Schnell e Schühli (C)



Figura 7. Etapas do processo de divisão de uma colônia de jataí: abertura da tampa (A); separação da melgueira (B, C); acesso ao módulo de cria (D); separação de discos de cria maduros e rainha.

Obtenção de colônias por compra

Para o estado do Paraná, a atual legislação prevê que deverá ser emitida uma “Guia de Trânsito Animal” (GTA) junto à Agência de Defesa Agropecuária estadual, descrevendo a espécie de abelha e o respectivo número de colônias. Além disso, deve-se observar a emissão de uma nota fiscal que seja compatível com a GTA em caso de aquisição. Esses documentos acompanharão as caixas em seu deslocamento para o novo meliponário que já deverá providenciar registro destas novas colônias na Agência de Defesa Agropecuária estadual, em forma de novo cadastro ou atualização de plantel.

Para avaliar as características do enxame na caixa antes da compra, escolher um dia de clima quente e sem umidade para não colocar a colmeia em estresse ou risco de invasores. Na Tabela 5 estão listadas características a serem consideradas na aquisição de uma caixa matriz.

Tabela 5. Itens a serem avaliados nas regiões interna e externa de caixas matrizes de abelhas jataís, por ocasião de aquisições comerciais.

Região	Critério	Observação
Externa	Se o pito de entrada está bem formado	Pode acontecer que, por algum descuido, algum pito tenha sofrido danos. Mas é improvável que todos os pitos do plantel estejam curtos ou insipientes. Pitos curtos podem refletir uma colônia muito nova, que esteja sem recursos ou ainda que esteja sofrendo ou tenha sofrido ataques de predadores ou parasitas
	Se as abelhas guardas estão desempenhando sua função na entrada da caixa, considerando um número esperado de indivíduos	Uma colônia saudável de jataí, em um dia agradável, contará com um número razoável de abelhas guardas impedindo o ataque de invasores, abelhas de outros ninhos e até mesmo de abelhas que tenham sido contaminadas por microrganismos
	Se a caixa se encontra bem vedada e livre de sinais de brocas, mofo ou umidade	A existência de mofo pode sinalizar uma caixa com controle de umidade comprometido o que, por sua vez, pode decorrer de exposição às intempéries ou ainda devido ao número reduzido de abelhas. Sinais de brocas podem indicar uma caixa debilitada por ataques de outros insetos
	Se existem potes de recursos na melgueira em quantidade condizente com o tamanho da colônia	Uma colônia fraca ou doente não consegue manter suas reservas e consomem seus recursos, o que sinaliza um problema com a colônia
	Se as abelhas nutrizes são vistas em bom número trabalhando na manutenção da caixa	A presença de operárias nutrizes indica que as larvas estão sendo produzidas e que a colônia irá manter uma quantidade adequada de indivíduos necessários para sua sobrevivência
Internas	Se o cerúmen em torno dos discos de cria encontra-se fresco, sem sinal de mofo e maleável	Uma colônia saudável mantém a umidade da caixa, de forma a ser sentida no cerúmen que se mantém flexível e maleável. Um cerúmen quebradiço ou com mofo pode indicar decadência do enxame por algum problema sanitário
	Analise se é possível observar realeiras em um disco de cria maduro	Isto garante que, em caso de falta da rainha, a colônia tem condições de se recuperar e, em breve, poderá fornecer novos enxames

Para o transporte das colônias de jataí, é importante que as entradas das caixas sejam obstruídas com um rolinho de tela plástica na noite anterior e que as caixas sejam bem presas (ou seja, que os módulos sejam fixos por grampos, fita adesiva ou por amarração). Na Embrapa Florestas, costuma-se usar um nó tensionador como o “carioca” para manter o ninho e a melgueira bem presos, de forma que não se desloquem durante o transporte. Indique um dos pontos cardeais na tampa da caixa (norte, por exemplo) de forma a manter a orientação geográfica da caixa no novo meliponário, na medida do possível. É fundamental manter o isolamento térmico das caixas, sendo preferencial que o transporte se dê a noite, em dias nublados ou nas horas mais frescas do dia. Não incline as caixas nem as exponha a impactos, para prevenir qualquer derramamento de mel ou tombamento de larvas no alimento larval. Procure concluir o deslocamento e a instalação o mais brevemente possível, favorecendo que as abelhas tenham uma rápida adaptação ao novo meliponário.

Calendário de manejo de colônia de jataí

A instalação de ninhos-iscas para a captura de novos exames é recomendada de setembro a dezembro, pois resultam em enxames mais viáveis de acordo com a experiência de meliponicultores associados da Apam. Além disso, capturas realizadas fora dessa época têm menor chance de bom desenvolvimento para a produção.

A colheita de mel no Paraná se dá geralmente de outubro a fevereiro. Recomenda-se que ela seja realizada assim que, pelo menos, metade das colmeias do meliponário apresente suas melgueiras cheias. Não é vantajoso esperar que as demais melgueiras atinjam seu pleno potencial produtivo, pois prejudicaria a reposição de mel pelas abelhas mais eficientes que já encheram suas melgueiras. É possível fazer de duas a três colheitas de mel por safra, dependendo do clima e floradas meliponícolas locais. A Tabela 6 apresenta, de forma sumarizada, os itens de manejo anual de colônias de jataís. A retirada das melgueira movimenta menos abelhas no momento em que o maior número de operárias está em forrageio (busca de recursos) fora da colônia, logo, no período mais quente do dia, geralmente em torno do meio dia. Também nesse horário, é mais fácil para as abelhas fecharem as frestas abertas na caixa (durante o processo de colheita de mel) antes do final do dia, prevenindo a entrada de insetos nocivos. Porém, sabe-se que essa escolha de horário só é viável para produtores com reduzido número de caixas. Para minimizar os riscos, é necessário vedar as frestas com fita crepe depois da operação.

Tabela 6. Sumário de manejo anual de criação de abelhas jataís

Manejo	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Preparo das iscas							X	X				
Colocação das iscas									X	X		
Vistoria de capturas	X	X	X	X					X	X	X	X
Transferências de capturas para caixas padrão	X	X	X	X					X	X	X	X
Suplementação com xarope conforme a necessidade						X	X	X	X			
Suplementação com pólen conforme a necessidade									X	X	X	
Coleta de produtos	X	X							X	X	X	

Colheita e processamento de produtos da jataí

Após a abertura da caixa (Figura 8A) para acesso à melgueira (Figuras 8B e 8C), realiza-se a coleta de mel das colônias por meio do recorte e transposição dos potes de mel direto da melgueira para o equipamento de filtragem e decantação e, finalmente, envase (Figuras 8F, 8G e 8H). Nesse processo, no momento do recorte, o meliponicultor separa os potes de pólen para que não se misturem com o mel. Depois de recortados e perfurados com ferramenta adequada (como faca, garfo e espátula), e sem contato com as mãos, a estrutura com os potes de mel é emborcada em uma mesa decantadora (Figura 8D) dotada de peneiras e filtros, sem o contato manual. Depois de escorrido dos potes por gravidade (Figura 8E), o mel é envazado em vasilhames novos (Figuras 8F e 8G) e imediatamente refrigerado sob temperatura de 4 °C (Figura 8H).

Os potes de pólen separados no momento da colheita do mel podem ser imediatamente refrigerados para conservação e, quando necessário, fornecidos para colmeias mais novas ou fracas, em períodos críticos de disponibilidade de flores. Para esse fornecimento, é possível manejar a massa refrigerada de pólen no formato de uma pequena bola de 1 cm–2 cm de diâmetro e banhá-la em cera mista aquecida por meio de banho maria, de forma a constituir um pequeno “bombom” de pólen (Figura 8I). Os bombons devem permanecer refrigerados nas mesmas condições



Fotos: Guilherme Schnell e Schühl (A, E, G, H); Marlon Tiago Hladczuk (B, C, D, F, H)

Figura 8. Etapas da colheita e processamento de mel de jataí: abertura e limpeza da caixa (A); acesso à melgueira (B); detalhe dos potes de mel na melgueira (C); mesa de decantação (D); coleta artesanal por inversão da melgueira e escorrimento por gravidade (E); potes de mel filtrados (F); coleta artesanal do mel sobre a bandeja depois de escorrimento e filtração (G); conservação do mel em freezer (H). Bombom de pólen para manejo de alimentação proteica (I).

até serem ofertados à colônia. A suplementação de pólen, na forma destes bombons, é muito prática para o manejo da alimentação, evitando odores de pólen fermentado que atraem os forídeos, que são pequenos dípteros (moscas da família Phoridae) que podem invadir a caixa e depositar uma grande quantidade de ovos. As larvas dos forídeos alimentam-se dos recursos da colmeia, principalmente pólen fermentado, podendo rapidamente dizimar uma colônia. Quando ofertar o bombom às jataís, faça um pequeno orifício na cera de sua superfície para facilitar o acesso das abelhas, a seguir coloque-o na melgueira. Evite oferecer pólen para colônias recém-transferidas (ou recém-divididas)

porque elas estão prejudicadas em relação à sua capacidade de defesa contra eventuais insetos prejudiciais, que vêm a se aproximar atraídos pelos odores de fermentação típicos do pólen.

Na ocasião da extração do mel, é aconselhável que se raspe a própolis limpando os encaixes e melhorando a acomodação das melgueira e da tampa, evitando, assim, frestas e espaços para proliferação de outros insetos como formigas, larvas de moscas, lacraias, traças e aranhas que podem prejudicar a colmeia. Para isso use um formão ou espátula e transfira a própolis removida para um vasilhame. Se o produtor tiver em mãos um aparelho (exemplo: martelo e triturador de alimentos) que seja capaz de triturar as massas de própolis, isto facilitará e aumentará o rendimento do preparo de solução de própolis.

Para o preparo de um litro de solução etanólica ou alcoólica de própolis, recomenda-se misturar 300 g de própolis em 700 mL de etanol 70% de grau alimentício, como o álcool de cereal. Estes álcoois podem ser adquiridos em farmácias e em lojas que fornecem produtos para preparo de alimentos e bebidas. Essa é uma observação importante, já que álcoois que não sejam de grau alimentício podem conter contaminantes perigosos para a saúde, mesmo para o contato com a pele. Após a mistura dos ingredientes, agitar a mistura diversas vezes ao dia, por cerca de três dias ou até perceber a completa dissolução. A seguir, deixar o vasilhame em repouso, por mais três dias, para decantação do material agregado não dissolvido (como abelhas mortas, partes vegetais e areia), concluindo o preparo da solução por meio da separação da parte líquida (sobrenadante), com auxílio de um sifão. Essa solução obtida pode ser filtrada em um filtro simples de café.

No momento da colheita, depois de ser retirado todo material da melgueira contendo mel e pólen, recomenda-se fornecer lâminas de cera mista (mistura de cera apícola com cera de meliponícola) para que as colmeias não gastem energia com a produção de nova cera, permitindo o direcionamento do esforço para reconstruir os potes de mel. Para isso, a cera obtida é processada com lavagens em água morna e posterior mistura com cera de abelha-europeia (*Apis mellifera*), na proporção aproximada de 4:1 (apícola: meliponícola), em banho maria, para a formação de lâminas.

As lâminas podem ser obtidas com o auxílio de uma tábua limpa e muito bem lixada, que deve ser mergulhada em água por 15 minutos. Depois de absorver a umidade, esta tábua é imersa na cera líquida e rapidamente banhada em água gelada para endurecimento da camada de cera. Repete-se este processo de molhar a tábua na cera e na água gelada até obter uma camada da espessura desejada. Ao finalizar esse processo, remove-se a lâmina das faces da tábua com o auxílio de uma faca ou espátula.

Comparação entre produções de abelhas jataí e europeia

A comparação entre as características e capacidades produtivas das abelhas jataí e europeia serve como um exercício para elaborar cenários de custos e oportunidades para a atividade de produção de mel. No entanto, deve-se estar ciente de que são projeções que não conseguem abstrair as peculiaridades de cada espécie. Por exemplo, no custo da criação da jataí estão isentos os equipamentos de segurança; as caixas tecnificadas são de muito menor custo e maior simplicidade; e o meliponário pode ser instalado ao lado de uma residência domiciliar. Também a captura de novas colônias de jataí é muito mais provável de alcançar sucesso que as capturas de colônias das abelhas-europeias. Essas peculiaridades normalmente não são consideradas nas comparações encontradas na literatura, trazendo conclusões que não correspondem à realidade, em termos de vantagens e desvantagens de cada tipo de abelha. Diante desses fatores, deve-se tomar a comparação entre a meliponicultura com jataí e a apicultura com abelhas-europeias (ou africanizadas) meramente como ponto de partida, cientes de que ocupam espaços, mercados e características distintas e, em diversos momentos, suplementares. Por exemplo, a cera mista (composta de proporções entre cera de abelha-europeia e da cera de jataí) é um insumo muito importante para a meliponicultura, bem como o mel e a própolis provenientes da apicultura também são de grande valia nos manejos da meliponicultura.

A partir do exercício de comparar aproximações entre as duas atividades (Tabela 7), é interessante observar que, em termos unitários (por abelha), tem-se uma produção semelhante entre ambas as atividades. Avaliando que

a apicultura seleciona enxames melhorados há centenas de anos, pode-se assegurar que a meliponicultura (onde os esforços de melhoramento são ainda incipientes) tem muito espaço para o desenvolvimento e aumento de produção.

Tabela 7. Comparação entre variáveis de produção da meliponicultura com jataís (*Tetragonisca angustula*) e apicultura com abelhas-europeias (*Apis mellifera*).

Variável de produção	<i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Apis mellifera</i>	Fonte
Custo final do mel ao consumidor (R\$/kg)	90	25,51	Alves et al. (2005); Ilis (2022)
Produção anual mínima de mel por colônia (kg)	~1	19,8	Carvalho et al. (2003); Cortopassi-Laurino et al. (2006); Ferrufino e Vit (2013); IBGE (2019); Nunes; Heindrickson (2019)
Estimativa de vida da rainha (anos)	indefinida	2	Camargo; Schühli (2021)
Custo de caixa com colônia (R\$)	320	300	Apam ⁽¹⁾
Vida útil da colônia (anos)	indefinido	5–6	Seeley (2017)
População média da colônia (abelhas por colônia)	3.000	60.000–80.000	Puttkammer (1997); Van Veen; Sommeijer (2000)
Produtividade unitária de mel (mL por abelha)	0,3	0,25–0,3	Calculado com base na relação das variáveis “população média da colônia” e “produção anual média de mel”

⁽¹⁾Associação Prudentopolitana de Apicultores e Meliponicultores.

Outro aspecto da meliponicultura que se encontra em franca expansão é a venda de caixas tecnificadas para criadores amadores e pessoas interessadas na manutenção das abelhas como uma atividade de lazer (Cortopassi-Laurino et al., 2006), o que não existe na apicultura.

Embasamento legal para a atividade de meliponicultura e orientações para cadastro de colônias na Agência de Defesa Agropecuária estadual

Alguns dispositivos legais orientam especificamente o tema da criação de abelhas Meliponini. Por isso é importante consultar os órgãos ambientais estaduais para conferir as atualizações dos procedimentos relativos à atividade de meliponicultura, além de possíveis ajustes jurídicos ou de legislação quanto às exigências aos produtores.

Para entender a legislação relativa à meliponicultura, este capítulo está municiado com informações correspondentes ao estado do Paraná, relatando cronologicamente como o conjunto de dispositivos se estabeleceu, incluindo a legislação no âmbito federal:

- A Resolução nº 346, de 16 de agosto de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) (Brasil, 2004) disciplina, em âmbito nacional, a proteção e a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários. Dentre outras providências, a resolução permitia a comercialização de colônias (ou parte delas) desde que elas fossem resultado de multiplicação artificial ou captura por meliponário autorizado. Segundo esta resolução, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) providencia um Cadastro Técnico Federal (CTF), que subsidiaria as autorizações destes meliponários.
- Treze anos depois, a Portaria nº 63, de 10 de março de 2017, da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (Adapar) (Paraná, 2017a) estabeleceu um regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelhas-sem-ferrão. Este foi um importante passo para a comercialização do mel, considerado naquela ocasião um grande gargalo para a meliponicultura do Paraná.

- No mesmo ano, o Paraná avançou para o aperfeiçoamento da atividade de meliponicultura, por meio da publicação da Lei nº 19.152, de 2 de outubro de 2017 (Paraná, 2017b) que trouxe respaldo para a criação de abelhas-sem-ferrão, dispondo sobre criação, manejo, comércio e transporte de abelhas sociais nativas. Essa lei foi regulamentada (com substancial apoio da Câmara Técnica de Meliponicultura do Paraná) pela Portaria nº 006, de 17 de janeiro de 2019 do IAP (Paraná, 2019), que forneceu os parâmetros para exercício da lei. Foi com base nesta resolução que uma ação tripartite entre IAP (hoje Instituto Água e Terra do Paraná - IAT-PR), Adapar e Câmara Técnica de Meliponicultura do Paraná (composto por criadores, representantes estaduais de setores da meliponicultura e de instituições de pesquisa, ensino e desenvolvimento) alcançaram a proposição de um cadastro de colônias de abelhas junto ao Cadastro Rural já desenvolvido pela Adapar, que poderia ter acesso também pelo IAT-PR. Este intercâmbio entre instituições foi garantido com o auxílio da Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná (Celepar).
- Para as instituições envolvidas neste processo, o cadastro de colônias de meliponíneos é fundamental para dimensionar ações e políticas públicas em prol da atividade, bem como ações para identificar e evitar problemas relacionados à sanidade dos meliponíneos. Em caso de qualquer emergência sanitária, o cadastro possibilita a pronta localização e o rápido acionamento dos criadores, tanto pela agência sanitária quanto pelo órgão ambiental do estado, o que contribui para as ações de conservação da biodiversidade. Para o produtor, a contrapartida do cadastro é a regularização de sua atividade, proporcionando acesso ao mercado formal e abrindo portas, tais como a possibilidade de emissão de notas fiscais e a comprovação de renda da atividade agropecuária.
- Na sequência, a Resolução nº 496, de 19 de agosto de 2020 do Conama (Brasil, 2020), que disciplina o uso e manejo sustentáveis das abelhas-nativas-sem-ferrão em nível nacional, retoma a autorização de meliponários segundo a baliza do CTF do Ibama. Como até o momento o referido cadastro ainda não foi operacionalizado, somado à força da Lei Estadual em vigor, o cadastro na Adapar continua sendo o ponto focal na legalização de meliponários no estado do Paraná. Este cadastro é realizado de forma rápida e pode ser feito nos escritórios de atendimento municipal, nas unidades regionais da Adapar ou ainda nas Unidades Locais de Sanidade Agropecuária (ULSA). Havendo dúvidas a respeito de onde se emite a GTA, é possível obter informações adicionais junto à Secretaria de Agricultura. Nestes locais, um técnico credenciado estará habilitado também para o cadastro das abelhas-sem-ferrão (ASF) no Sistema de Defesa Sanitária Animal (SDSA). Para esse cadastramento serão solicitados alguns documentos [Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), Cadastro de Produtores Rurais (CADPRO), Certificado de Cadastro do Imóvel Rural (CCIR) ou Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU)/matrícula do imóvel] que comprovem a posse ou o vínculo com a propriedade onde se encontra o meliponário. No caso de o meliponicultor não dispor dos documentos de posse ou vínculo, é possível utilizar uma conta de luz no nome do titular do imóvel onde se encontra o meliponário, documentos pessoais [Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) e Registro Geral (RG)] e comprovante de endereço do meliponicultor (conta de água ou luz). É importante providenciar as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de localização do meliponário e, se o meliponicultor não for o proprietário do imóvel, é necessário apresentar um documento formal que descreva a relação profissional entre eles.

Os dispositivos legais que orientam sobre a criação de abelhas Meliponini em outras unidades da Federação podem ser obtidos nas respectivas agências de defesa agropecuária ou institutos ambientais estaduais.

Referências

ALVES, R. M. de O.; SOUZA, B. de A.; CARVALHO, C. A. L. de; JUSTINA, G. D. **Custo de produção de mel:** uma proposta para abelhas africanizadas e meliponíneos. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia. SEAGRI-BA. Núcleo de Estudo dos Insetos-INSECTA,

Capítulo 5 - Pequeno manual de criação de jataí nos modelos de restauração de Reserva Legal

2005. 14 p. (Série Meliponicultura, 2). Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/insecta/images/publicacoes/meliponicultura/Serie_Meliponicultura_n2.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: a meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190020r2vu2020L4AO>.

BARTH, A.; FERNANDES, A.; POMPOLO, S. das G.; COSTA, M. A. Occurrence of B chromosomes in *Tetragonisca Latreille*, 1811 (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): a new contribution to the cytotaxonomy of the genus. **Genetics and Molecular Biology**, v. 34, n. 1, p. 77-79, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572010005000100>.

BRAGA, J. A.; SALES, E. O.; SOARES NETO, J.; CONDE, M. M.; BARTH, O. M.; LORENZON, M. C. Floral sources to *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) and their pollen morphology in a Southeastern Brazilian Atlantic Forest. **Revista de Biología Tropical** v. 60, n. 4, p. 1491-1501, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2067>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 346, de 16 de agosto de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 158, s. 1, p. 70, 17 ago. 2004. Disponível em: <https://www.areaseg.com/conama/2004/346-2004.pdf>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 496, de 19 de agosto de 2020. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 160, s. 1, p. 91, 20 ago. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-496-de-19-de-agosto-de-2020-273217120>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: Moure, J. S.; Urban, D.; Melo, G. A. R. (org.). **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. [S.I.: s.n.], 2013. Versão online. Disponível em: <http://moure.cria.org.br/catalogue?id=82336>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CAMARGO, R. C. R.; SCHÜHLI, G. S. Abelhas-sem-ferrão: perspectivas para as muitas “meliponiculturas”. In: SIMONI, J.; MONTENEGRO, M. (org.). **Atlas dos insetos: fatos e dados sobre as espécies mais numerosas da terra**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2021. p. 48-49. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2021/12/03/atlas-dos-insetos>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CARVALHO, C. A. L. de; ALVES, R. M. de O.; SOUZA, B. de A. **Criação de abelhas sem ferrão**: aspectos práticos. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, Núcleo de Estudo dos Insetos, 2003. 42 p. (Série Meliponicultura, 1).

CENTRO DE REFERÊNCIA EM INFORMAÇÃO AMBIENTAL. **Species Link Data Download**. Campinas, 2022. Disponível em: <https://www.cria.org.br>. Acesso em: 8 fev. 2023.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275-292, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006027>.

FERRUFINO, U.; VIT, P. Pot-Honey of six meliponines from Amboró National Park, Bolivia. In: VIT, P.; PEDRO, S.; ROUBIK, D. (ed.). **Pot-Honey**. New York: Springer, 2013. p. 409-416. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7_29.

FRANCISCO, F. O.; SANTIAGO, L. R.; BRITO, R. M.; OLDROYD, B. P.; ARIAS, M. C. Hybridization and asymmetric introgression between *Tetragonisca angustula* and *Tetragonisca fiebrigi*. **Apidologie**, v. 45, p. 1-9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0224-7>.

GRÜTER, C. **Stingless bees**: their behaviour, ecology and evolution. New York: Springer, 2020. 385 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60090-7>.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, 2019. v. 8. 105 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

ILIS, V. Preço médio do quilo do mel em Mato Grosso do Sul cresceu 69% em 2021. **Notícias**, 23 de março de 2022. Brasília, DF: Sistema CNA/SENAR/Instituto CNA, 2022. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/preco-medio-do-quilo-do-mel-em-mato-grosso-do-sul-cresceu-69-em-2021>. Acesso em: 8 fev. 2023.

IWAMA, S. **Coleta de alimentos e qualidade do mel de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae)**. 1977. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 1977.

KAEHLER, T. G. **Forrageio de operárias de *Tetragonisca fiebrigi* (Apidae; Meliponini):** potencial de obtenção de recursos e polinização. Tese (Doutorado em Zoologia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. 66 p. Disponível em https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7765/2/TES_TATIANA_GUTERRES_KAEHLER_COMPLETO.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

MAGALHÃES, T. L. de; VENTURIERI, G. C. **Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no Nordeste Paraense.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 364). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31759/1/Doc364.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1058 p.

NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Chácaras e Quintais, 1953. 447 p.

NUNES, S. P.; HEINDRICKSON, M. A cadeia produtiva do mel no Brasil: análise a partir do sudoeste Paranaense. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16950-16967, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n9-222>.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Portaria nº 63, de 10 de março de 2017. **Diário Oficial [do] Estado do Paraná**, Curitiba, n. 9906, 16 mar. 2017a. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-06/portaria_adapar_63-2017_regulamento_tecnico_mel_asf_pr.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. Assembleia Legislativa do Estado do Paraná. Lei Estadual nº 19.152, de 2 de outubro de 2017. **Diário Oficial do Estado [do] Paraná**, Curitiba, n. 10041, 3 out. 2017b. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-06/lei_19.152-2017_criacao_asf_no_pr_1.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. **Portaria IAP nº 006, de 17 de janeiro de 2019.** Regulamenta a Lei nº 19.152, de 2 de outubro de 2017, que define os procedimentos para a criação, o manejo, o comércio, a fiscalização, o cadastro dos criadores, o transporte de abelhas sociais nativas e demais finalidades socioculturais relacionadas à atividade no Estado do Paraná [...] e dá outras providências. Disponível em: http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=4083. Acesso em: 19 dez. 2020. Publicada originalmente no Diário Oficial do Estado [do] Paraná, Curitiba, em 03 de outubro, 2017.

PEDRO, S. R. M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.348-354>.

PUTTKAMMER, E. **Curso de apicultura:** crie abelhas com técnica e amor. Florianópolis: EPAGRI, 1997.

SEELEY, T. D. Life-history traits of wild honey bee colonies living in forests around Ithaca, NY, USA. **Apidologie**, v. 48, p. 743-754, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0519-1>.

STUCHI, A. L. P. B.; TOLEDO, V. de A. A. de; LOPES, D. A.; CANTAGALLI, L. B.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C. Molecular marker to identify two stingless bee species: *Tetragonisca angustula* and *Tetragonisca fiebrigi* (Hymenoptera, Meliponinae). **Sociobiology**, v. 59, n. 1, p. 123-134, 2012. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v59i1.671>.

VAN VEEN, J. W.; SOMMEIJER, M. J. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**, v. 47, p. 70-75, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1007/s000400050011>.

VENTURIERI, G. C.; ALVES, D. de A.; VILLAS-BÔAS, J. K.; CARVALHO, C. A. L. de; MENEZES, C.; VOLLET-NETO, A.; CONTRERA, F. A. L.; CORTOPASS-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. de A.; SARAIVA, A. M. (org.). **Polinizadores no Brasil:** contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012. p. 213-236. Disponível em: <https://www.livrosabertos.edusp.usp.br/edusp/catalog/book/8>. Acesso em: 8 fev. 2023.

VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R.; BUCHMANN, S. L.; JAMES-DONOVAN, A.; ROUBIK, D. W. **Crianza y manejo de la abeja Xunan cab en la Península de Yucatán.** Chetumal, México: El Colegio de la Frontera Sur, 2005a. 34 p.

VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R.; ROUBIK, D. W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán Peninsula. **Bee World**, v. 86, n. 2, p. 35-41, 2005b. DOI: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2005.11099651>.

A wide-angle, aerial photograph of a rural landscape. The foreground shows rolling hills covered in sparse vegetation and some small, isolated trees. In the middle ground, there are more hills and a few small clusters of buildings, possibly farmhouses or small towns. The background features a range of mountains under a hazy, overcast sky.

6

Modelos de restauração de Reserva Legal com araucária no contexto da legislação ambiental

Sérgio Ricardo Silva

Introdução

A restauração de áreas de Reserva Legal (RL) constitui uma etapa importante para a regularização dos imóveis rurais (Brasil, 2012), contribuindo para a recomposição de remanescentes florestais de alto valor ambiental, que servem de abrigo para a fauna silvestre, além de favorecer a conservação do solo e da água.

Majoritariamente, o processo de restauração de RL tem se pautado em bases ecológicas focadas na “preservação” e “conservação”, abrangendo a condução da regeneração natural e o enriquecimento da biodiversidade vegetal por meio do plantio de espécies nativas, onde a extração de produtos florestais (madeireiros ou não) tem sido relevada ao segundo plano.

Neste contexto, este livro propõe três modelos de restauração de RL com araucária (*Araucaria angustifolia*) consorciada com outras espécies nativas, com uma abordagem que contempla a geração de renda na propriedade rural, por meio da retirada de produtos de valor econômico ao longo da reconstituição florestal da RL, sendo que alguns produtos são obtidos no curto prazo (lenha, mel, folhas de erva-mate etc.) e outros quando a floresta atinge seu ápice (madeira, pinhão etc.).

O primeiro modelo de restauração (Capítulo 1) é constituído pelo plantio consorciado de araucária, bracatinga-comum (*Mimosa scabrella*) e bracatinga-de-arapoti (*Mimosa pilulifera*), cuja implantação é destinada a áreas abertas, como pastos degradados ou recém-abandonados, cujas terras possuem baixa vocação agrícola. A regeneração natural no sub-bosque será preservada ao longo do tempo, para permitir o enriquecimento da biodiversidade de espécies. O foco deste modelo é o manejo da RL para produção de lenha, mel e madeira.

O Capítulo 2 apresenta um modelo de restauração de RL com geração de renda com plantio de araucária, erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e bracatinga-comum. O diferencial deste modelo é a opção por mudas enxertadas de araucária, possibilitando o início da produção de pinhões em árvores mais jovens (6–10 anos) comparado com aquelas provenientes de sementes (12–15 anos) (Wendling, 2015; Wendling et al., 2017). A erva-mate é plantada com alta densidade de mudas (1.666 plantas por hectare), visando uma significativa colheita de folhas a partir do terceiro ano de cultivo, sendo a principal fonte de renda na primeira década pós-implantação do sistema consorciado. Posteriormente, aos 20–25 anos após o plantio, inicia-se o manejo florestal para retirada de madeira de araucária.

Finalmente, a proposta do terceiro modelo de restauração de RL (Capítulo 3) consiste na implantação de um sistema consorciado com erva-mate, espécies de suporte [açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), araucária, bracatinga-comum, canela-branca (*Nectandra lanceolata*), louro-pardo (*Cordia trichotoma*), mandioca (*Didymopanax morototoni*), pessegueiro-bravo (*Prunus myrtifolia*) e pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*)] e medicinais [espinheira-santa (*Monteverdia ilicifolia*), cataia (*Drimys brasiliensis*) e pau-de-andrade (*Persea willdenovii*)]. Nas primeiras décadas, o erval é manejado de modo similar ao convencional, sendo a principal fonte de renda, juntamente com a produção de mel. A cataia gera rendimentos econômicos a partir do quarto ano, seguida, bem mais tarde, pelas demais espécies, com produção de madeira, pinhão e tecidos medicinais.

Considerando que a implantação destes modelos de restauração de RL demandam a utilização de técnicas silviculturais mais intensivas (adubação, controle de plantas invasoras e de formigas cortadeiras etc.), de modo a sustentar a produtividade dos produtos a serem colhidos, torna-se necessário que todas as intervenções antrópicas, tais como o uso de insumos e defensivos agrícolas, sejam praticadas de modo adequado. Desde modo, o objetivo deste capítulo é abordar, de forma sistemática, a legislação ambiental vigente relacionada com as atividades a serem realizadas durante e após o processo de implantação dos modelos de restauração de RL.

Este texto se dirige aos profissionais envolvidos com a elaboração e implantação de projetos ambientais que contemplam áreas de RL, servindo como subsídio teórico para a tomada de decisões. Além disto, estudantes de ciências agrárias e ambientais, engenheiros agrônomo e florestais, técnicos da área rural, agricultores e outros membros da sociedade podem se beneficiar do conteúdo apresentado.

Áreas de proteção da vegetação nativa nos imóveis rurais

O Código Florestal brasileiro foi atualizado e regulamentado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012). Ele define as peculiaridades sobre a cobertura de vegetação nativa que todo imóvel rural deve manter, proteger e/ou manejá-la de forma sustentável em áreas específicas para cada finalidade, seja como Área de Uso Restrito (AUR), Área de Preservação Permanente (APP) ou RL (Alencar, 2016). Além disso, o Código Florestal trata de outros assuntos como o manejo para a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais, a prevenção e o controle de incêndios florestais, além dos instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

As AURs são locais que apresentam significativa sensibilidade ambiental, sendo divididas pelo Código Florestal em duas categorias: a) pantanais e planícies pantaneiras; b) áreas com inclinação entre 25° e 45°. Nas áreas de pantanais e planícies pantaneiras é permitido ao proprietário a exploração dos recursos naturais de modo ecologicamente sustentável, de acordo com as recomendações técnicas elaboradas pelos órgãos oficiais de pesquisa do Brasil. No entanto, novas supressões de vegetação nativa, para o subsequente estabelecimento de uso alternativo do solo, ficam condicionadas à devida autorização do órgão estadual de meio ambiente. Por sua vez, em áreas com inclinação entre 25° e 45° é permitido o manejo florestal pautado em bases sustentáveis, sendo possível a realização de atividades agrossilvipastorais com a aplicação de boas práticas agronômicas, sendo impedidas supressões adicionais de vegetação nativa, exceto para fins de utilidade pública e interesse social.

A APP é composta por áreas protegidas de forma definitiva, estando cobertas ou não por vegetação nativa (em fase de restauração, regeneração natural ou pleno desenvolvimento), cujas funções ambientais principais são preservar os recursos hídricos, a paisagem natural, a estabilidade geológica e a biodiversidade, protegendo o solo e promovendo o fluxo gênico de espécies da flora e fauna, além de assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012). As APPs são caracterizadas por certo grau de fragilidade ambiental, o que requer cuidados especiais, como a adoção de boas práticas de conservação do solo e da água. O art. 4º do Código Florestal define quais são os locais de APP, destacando-se: nascentes e olhos d'água perenes e intermitentes; veredas, cursos d'água, lagos, lagoas e reservatórios naturais ou artificiais; topo de morros, montes, montanhas e serras; encostas com alta declividade ($> 45^\circ$); bordas dos tabuleiros ou chapadas; restingas, dentre outras. Geralmente, as faixas marginais destes locais também fazem parte da APP, cujas dimensões a serem preservadas dependem de características associadas às APPs (como a área superficial do espelho d'água de uma lagoa e a largura de um curso d'água) e do tamanho da propriedade rural em termos de número de “módulos fiscais” [definidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra)], cuja unidade varia de 5 ha a 110 ha, conforme o município brasileiro (Landau et al., 2012; Embrapa, 2017) (Figura 1). Ressalta-se que, segundo o Código Florestal, as APPs não podem ser exploradas economicamente.

Por sua vez, a RL corresponde à área mínima coberta por vegetação, predominantemente composta por espécies nativas, que a propriedade rural deve conservar. Há também a opção de alocar a área de RL em outra propriedade, como será discutido mais adiante. A RL tem a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliando as APPs em suas funções ambientais, como a conservação e reabilitação dos processos ecológicos, a promoção da conservação da biodiversidade, servindo como abrigo e proteção da fauna silvestre e da flora nativa (Brasil, 2012). A área mínima de RL corresponde a 80% da área de um imóvel localizado em ecossistema de florestas da Amazônia Legal, 35% se estiver situado no bioma Cerrado, e 20% em áreas de campos gerais e demais regiões e biomas brasileiros (Figura 2). No entanto, várias regras do Código Florestal variam de acordo com as dimensões do imóvel rural. Por exemplo, há isenção de recomposição de RL para as propriedades rurais de até quatro módulos fiscais (ou seja, pequenas propriedades ou posses rurais familiares), desde que, em 22 de julho de 2008, elas contivessem área inferior ao exigido pela lei e sejam classificadas, até aquela data, como “áreas rurais consolidadas” com ocupação antrópica caracterizada por edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastorais (Brasil, 2012; Bonnet; Curcio, 2019).

O art. 15 do Código Florestal permite a inclusão da APP no cômputo do percentual mínimo exigido para a área de RL, desde que seja para fins de regularização do imóvel e sejam atendidos os seguintes requisitos: a) este benefício de inclusão da APP na área da RL não resulte em supressão de vegetação nativa em outras áreas da propriedade, para

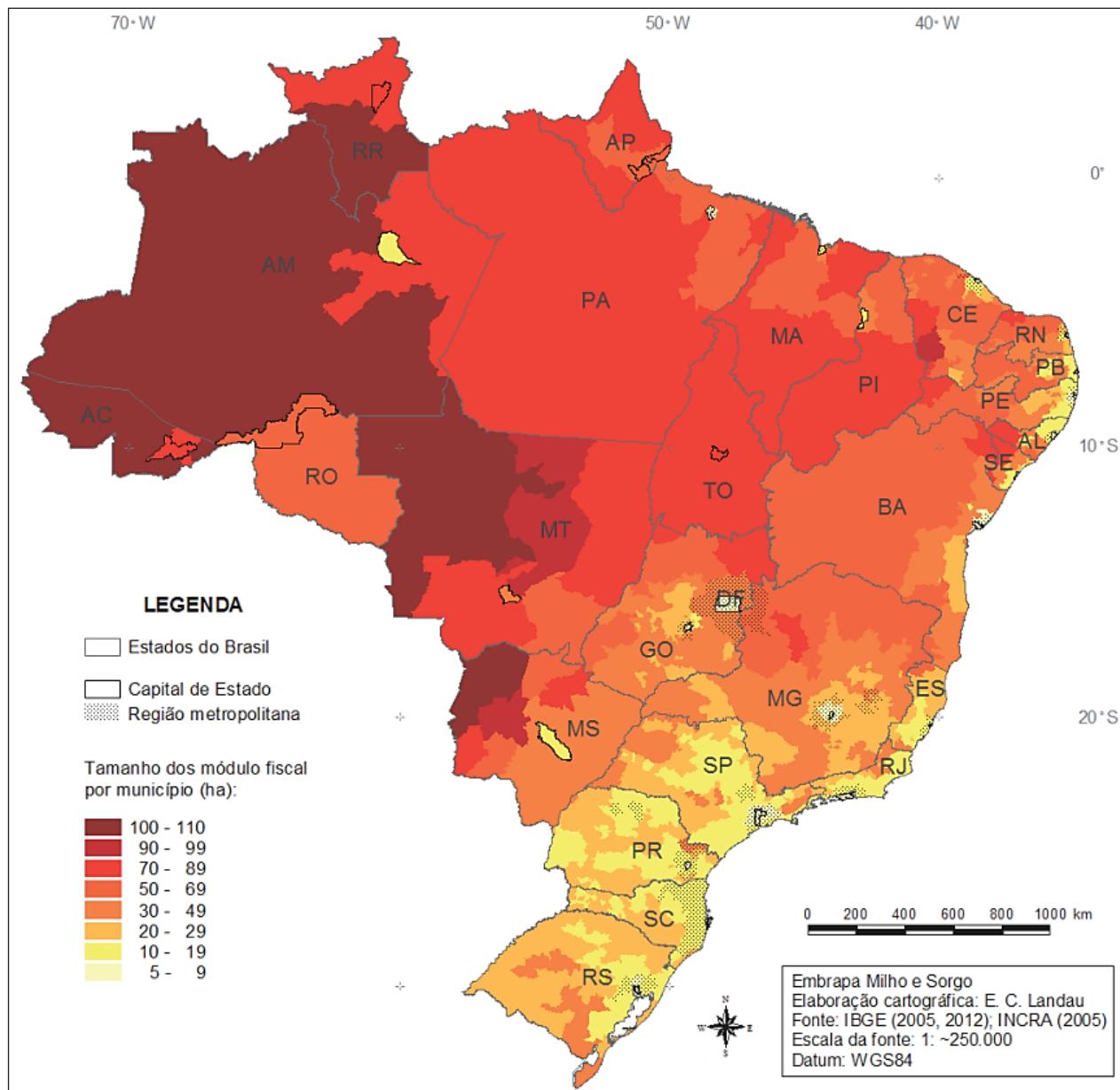


Figura 1. Mapa com as áreas dos módulos fiscais fixadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incrá) para o território brasileiro.

Fonte: Landau et al. (2012)

sua conversão em novas áreas para uso alternativo do solo, como pastagens e agricultura (exceto em ecossistemas de florestas da Amazônia Legal, quando as APPs somadas às demais áreas de florestas e outras formas de vegetação nativa existentes ultrapassarem 80% da área do imóvel); b) a área de APP a ser computada necessita estar conservada ou em processo de recuperação [o que deve ser comprovado junto ao órgão ambiental estadual integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama)]; c) o proprietário rural ou possuidor tenha previamente solicitado a inclusão da APP no percentual mínimo de RL, por ocasião da regularização do imóvel no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Vale ressaltar que os três modelos de restauração de RL abordados neste livro não podem ser implementados nos locais das APPs computadas no percentual de RL, considerando que o § 1º deste art. 15 determina que o regime de proteção destas APPs não se altera nesta situação (Brasil, 2012).

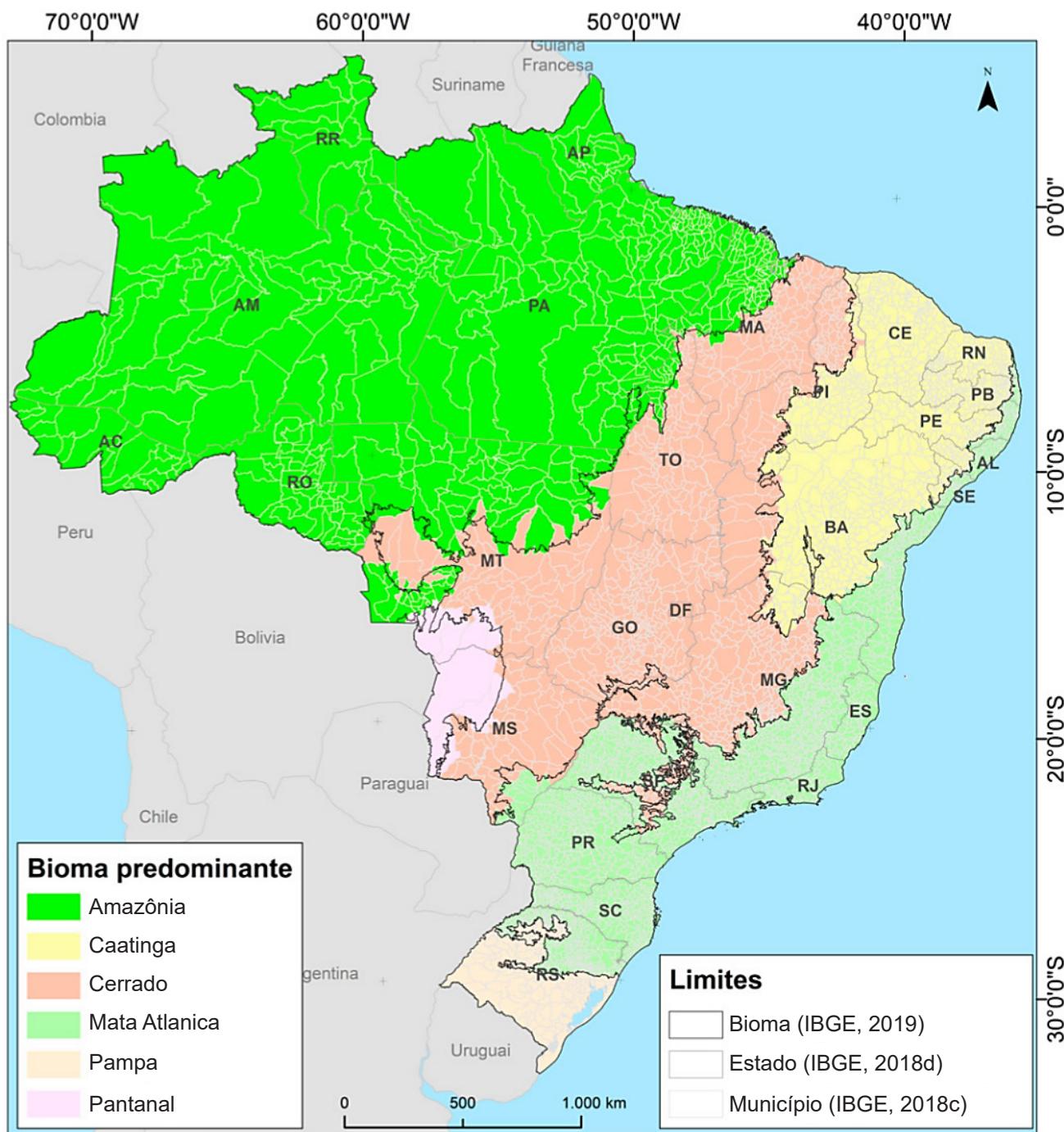


Figura 2. Biomas brasileiros.

Fonte: Bayma et al. (2022)

O CAR foi criado por meio do art. 29 do Código Florestal, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima), sendo um “registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento” (Brasil, 2012). A inscrição e regulamentação do imóvel rural no CAR deverão ser realizadas no órgão ambiental competente, seja municipal ou estadual, ocasião em que são registradas as informações correspondentes às

coordenadas geográficas, às formas de uso (econômico ou não) e ao Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) de RL ainda inexistente, que está justamente sendo regulamentada no CAR.

Por outro lado, para a RL já averbada em Cartório de Registro de Imóveis, previamente à data da assinatura do Código Florestal (25 de maio de 2012) determina que (Brasil, 2012, art. 30):

nos casos em que a RL já tenha sido averbada na matrícula do imóvel e em que essa averbação identifique o perímetro e a localização da reserva, o proprietário não será obrigado a fornecer ao órgão ambiental as informações relativas à RL previstas no inciso III do parágrafo 1º do artigo 29.

Ou seja:

identificação do imóvel por meio de planta e memorial descritivo, contendo a indicação das coordenadas geográficas com, pelo menos, um ponto de amarração do perímetro do imóvel, informando a localização dos remanescentes de vegetação nativa, das APPs, das AURs, das áreas consolidadas e, caso existente, também da localização da RL.

Neste caso, para que o proprietário se desobrigue de fornecer estas informações, ele (Brasil, 2012, art. 30, § único):

deverá apresentar ao órgão ambiental competente a certidão de registro de imóveis onde conste a averbação da RL ou termo de compromisso já firmado nos casos de posse.

A seguir serão comentados alguns aspectos sobre a implantação, manutenção, manejo e exploração econômica dos três modelos de restauração de RL com araucária, no contexto da legislação ambiental federal, além de algumas especificidades da legislação ambiental do estado do Paraná.

Locais adequados para implantação dos modelos de restauração de Reserva Legal

De acordo com o art. 14 do Código Florestal, a localização de qualquer tipo de RL no imóvel rural precisa considerar: a) o plano de manejo da bacia hidrográfica; b) o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) segundo a metodologia unificada estabelecida em norma federal; c) a formação de corredores ecológicos capazes de unificar fragmentos florestais de RL, APP, Unidade de Conservação e outras áreas legalmente protegidas existentes no próprio imóvel ou em propriedades rurais vizinhas; d) as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade; e) as áreas de maior fragilidade ambiental em termos de relevo, solo, recursos hídricos etc. De acordo com o § 1º deste art. 14, “o órgão estadual integrante do Sisnama ou instituição por ele habilitada deverá aprovar a localização da RL após a inclusão do imóvel no CAR”. Neste contexto, a inscrição da RL no CAR é realizada por meio da apresentação de planta (mapa ou croquis) e memorial descritivo, que devem conter a indicação das coordenadas geográficas com, pelo menos, um ponto de amarração georreferenciado (com referência aos vértices já existentes no imóvel), como menciona o parágrafo 1º do art. 18. Vale ressaltar que o registro da RL no CAR desobriga a averbação da RL no Cartório de Registro de Imóveis (Brasil, 2012, art. 18, § 4º).

Os procedimentos para o estabelecimento de RL dependem se a propriedade rural possui ou não RL estabelecida e com localização averbada ou registrada no CAR, e se o destino da RL é para preservação, conservação, recomposição ou compensação (Bonnet; Curcio, 2019). Como esta categorização de destinos da RL não está explícita na legislação ambiental, adiante serão descritas, detalhadamente, algumas possibilidades para o agricultor manejá-la e/ou estabelecer a RL, considerando propriedade rural com área RL já existente (Figura 3A) ou, ainda, sem a sua presença (Figura 3B).

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2020 (Brasil, 2000), distingue os termos “preservação” e “conservação” ambientais, como segue:

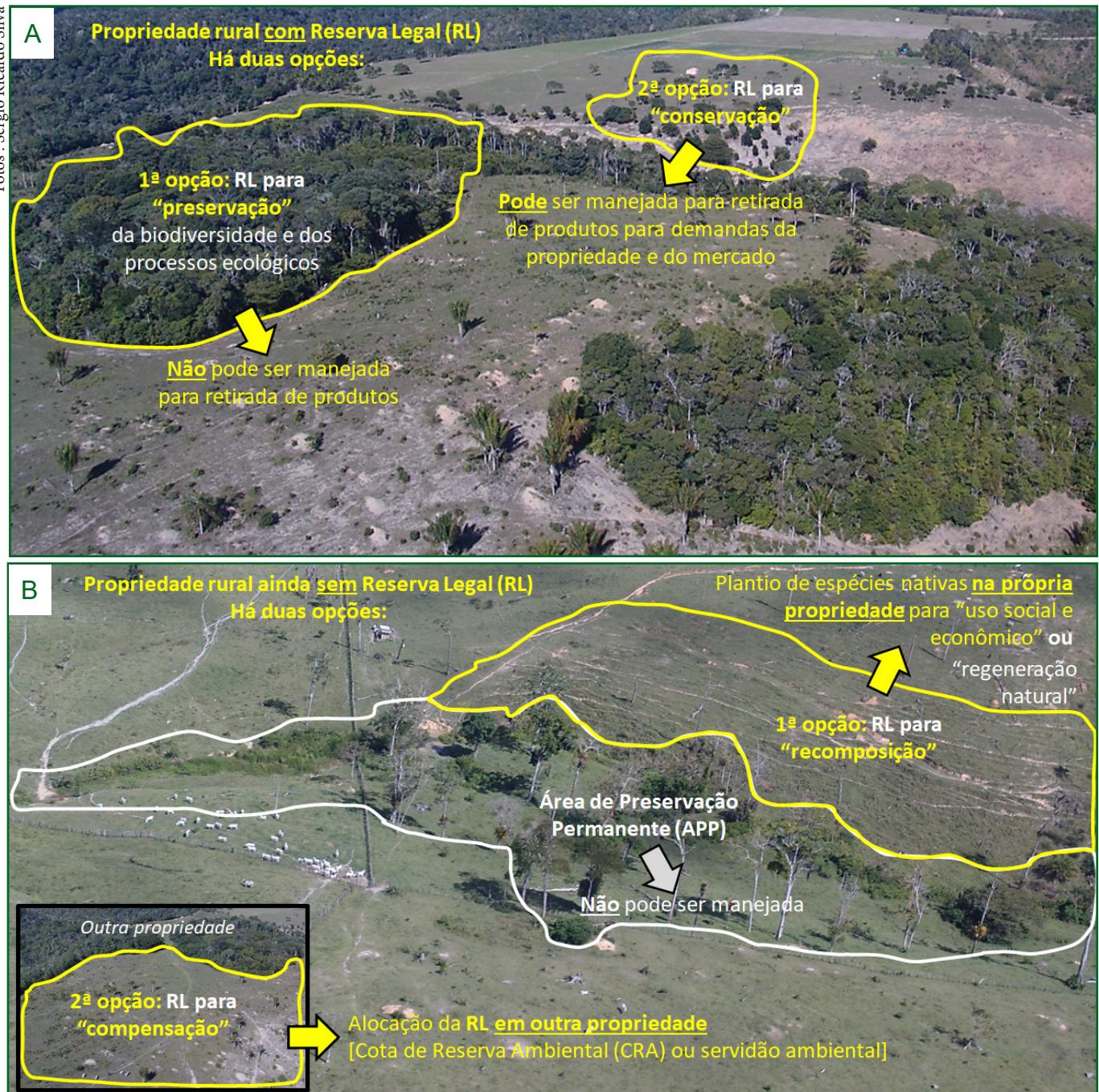


Figura 3. Possibilidades para o agricultor manejear e/ou estabelecer a Reserva Legal (RL) em propriedade com RL (A) ou, ainda, sem a sua presença (B).

- *Preservação:* “conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção no longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais”.
- *Conservação:* “o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral”.

Portanto, a RL com a finalidade de “preservação” tem a premissa de permitir que a área atinja uma composição de flora e fauna similar àquela de uma floresta nativa originalmente preservada (“mata virgem”). Assim, este tipo de RL contribuirá para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos e para a unificação da vegetação nativa em corredores ecológicos (utilizados para o trânsito de animais), resultando na promoção da vida silvestre e diversidade biológica. Assim, não é recomendada a utilização destas áreas para fins de extrativismo ou outra forma de exploração de seus recursos naturais.

Quando o proprietário do imóvel decide pela “conservação” da RL, subentende-se que ele visa um manejo que resulte em algum tipo de retorno econômico. Neste contexto, aplica-se o § 1º do art. 17 do Código Florestal (Brasil, 2012): “Admite-se a exploração econômica da RL mediante manejo sustentável, previamente aprovado pelo órgão competente do Sisnama, de acordo com as modalidades previstas no art. 20”, ou seja, “no manejo sustentável da vegetação florestal da RL, serão adotadas práticas de exploração seletiva nas modalidades de manejo sustentável sem propósito comercial para consumo na propriedade e manejo sustentável para exploração florestal com propósito comercial” (art. 20 do Código Florestal). Portanto, nesta situação, é possível a exploração econômica da RL de forma sustentável. No entanto, é preciso definir previamente, durante o processo de regularização do imóvel no CAR [ou seja, na adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA)], se a RL contemplará uma finalidade comercial ou se ela irá atender apenas as demandas internas do imóvel rural. Estas duas possibilidades (“comercial” ou “demanda interna”), em termos legais, dependem do tamanho do imóvel, do tipo de propriedade, do produto a ser explorado e do tipo de restauração, conforme detalhado mais adiante. Em ambos os casos, é necessário o planejamento das atividades silviculturais e das formas de uso dos recursos naturais, visando a sustentabilidade no aproveitamento da vegetação (Bonnet; Curcio, 2019).

Por sua vez, os termos “recomposição” e “compensação” não foram explicitamente definidos pela legislação ambiental, mas podem ser entendidos no contexto da RL como segue:

- *Recomposição*: é o restabelecimento da vegetação nativa nas áreas de RL presentes na propriedade rural e devidamente alocadas no campo e regularizadas no CAR. Esta ação pode ser efetivada por meio da regeneração natural, do plantio de espécies nativas, ou pela combinação de ambos os processos de recomposição.
- *Compensação*: alocação de área de RL em imóvel diferente daquele que necessita de regularização, que deve ser precedida de inscrição do imóvel no CAR. A compensação pode ser realizada entre diferentes estados da Federação (porém, no mesmo bioma), sendo que as áreas elegíveis para compensação são definidas pelo Estado ou União.

Neste contexto, para a implantação dos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro, tem-se apenas uma alternativa, ou seja, em propriedade rural ainda sem RL estabelecida no campo que, futuramente, terá a finalidade de “recomposição”, como será visto a seguir.

No caso de propriedade rural com área de RL já estabelecida no campo (Figura 3A), se ela foi destinada à “preservação” (sem plano de manejo sustentável aprovado pelo órgão competente do Sisnama), não será possível explorar esta área para retirada de qualquer tipo de produto e, portanto, os três modelos de restauração de RL não poderão ser utilizados pelo agricultor. Por outro lado, se a área de RL foi averbada ou regularizada no PRA com objetivo de exploração econômica (isto é, em termos didáticos com a finalidade de “conservação”), ela poderá ser manejada em bases sustentáveis, permitindo a obtenção de benefícios pela retirada de alguns produtos. Porém, neste caso, também não será possível implantar os modelos de restauração, pois não é permitido suprimir a vegetação nativa atualmente presente na RL para realizar, posteriormente, na mesma área, um novo plantio sistematizado de RL nos moldes apresentados neste livro.

Na situação de a propriedade rural ainda não possuir RL (Figura 3B), o proprietário tem duas opções. Ele pode realizar a “compensação” em outra propriedade pelos seguintes meios (Brasil, 2012): a) “aquisição de Cotas de Reserva Ambiental” (CRA); b) “arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou de RL”; c) “doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária”; d) “cadastramento de outra área equivalente e excedente à RL, em imóvel de mesma titularidade ou adquirida em imóvel de terceiro, com vegetação nativa estabelecida, em regeneração ou recomposição, desde que localizada no

mesmo bioma”. Portanto, neste caso, devido à ausência física de RL na propriedade de origem, obviamente não será possível implantar quaisquer modelos de RL neste imóvel. A outra opção é realizar a “recomposição” da RL na mesma propriedade, por meio de regeneração natural ou plantio. Se a escolha for realizar o plantio, então o agricultor terá a possibilidade de implantar algum dos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro. Assim, o termo “restauração de RL” pode ser entendido como sinônimo de “recomposição de RL por meio de plantio”.

Recomposição de Reserva Legal por meio de plantio de espécies florestais

Durante o processo de instalação de um modelo de restauração de RL, utilizando a “recomposição pelo plantio”, é necessário atender os critérios e normas estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes, em nível federal, estadual e municipal.

Na esfera federal, o art. 66 do Código Florestal menciona que a recomposição da RL “poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas e exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal” (Brasil, 2012). No entanto, o mesmo artigo determina alguns parâmetros a serem seguidos: a) “o plantio de espécies exóticas deverá ser combinado com as espécies nativas de ocorrência regional”; b) “a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder a 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recuperada”. Portanto, os modelos de restauração de RL apresentados neste livro cumprem estas condições, pois contemplam apenas espécies nativas regionais. Ressalta-se que o proprietário rural pode optar pelo plantio de espécies florestais (lenhosas, perenes ou de ciclo longo) em apenas parte da área destinada à recomposição da RL, e manejar a outra parte por meio da condução da regeneração natural de espécies nativas.

A exploração econômica da RL (com exceção da APP computada no percentual da RL), mediante plano de manejo sustentável (previamente aprovado pelo órgão competente do Sisnama), é autorizada pelo Código Florestal (§ 1º do art. 17) aos proprietários ou possuidores de imóvel rural que optarem pela recomposição da RL (§ 4º do art. 66), ocasião que representa uma oportunidade para o plantio de árvores e outras espécies nativas de valor comercial. Desta forma, os produtos colhidos nas áreas de implantação dos modelos de restauração de RL poderão ser comercializados sob o amparo da legislação ambiental. É importante destacar que o agricultor também deve cumprir as demais legislações e normas correspondentes ao comércio de produtos florestais oriundos de espécies nativas.

De acordo com o Código Florestal (Brasil, 2012, art. 66, § 2º), há um prazo de 20 anos (a partir da regularização do imóvel no CAR) para o proprietário do imóvel rural cumprir a total recomposição da RL, atendendo os procedimentos e critérios técnicos estabelecidos pelo órgão ambiental estadual integrante do Sisnama, no âmbito do PRA. Esta recomposição deverá abranger, a cada dois anos, no mínimo um décimo da área total necessária à sua implementação (Brasil, 2012). Geralmente, esta recomposição da RL vinculada ao PRA é acordada no Termo de Compromisso de Regularização Ambiental (TCRA) e, quando houver, no Termo de Ajuste de Conduta (TAC) firmado entre o proprietário rural e o órgão ambiental por ocasião do processo de regularização do imóvel.

Restauração de Reserva Legal no âmbito do Programa de Regularização Ambiental, no estado do Paraná

O art. 59 do Código Florestal determinou a implantação do PRA pela União e pelos Estados e Distrito Federal, até um ano contado a partir da data da publicação da Lei, prorrogável por igual período, sendo a inscrição do imóvel rural no CAR um pré-requisito obrigatório (Brasil, 2012). Assim, “com base no requerimento de adesão ao PRA, o órgão estadual competente integrante do Sisnama convocará o proprietário ou possuidor para assinar o termo de compromisso, que constituirá título executivo extrajudicial” (§ 2º). Desde modo, é responsabilidade de cada Estado e do Distrito Federal a elaboração, o acompanhamento de execução e a aprovação do PRA contemplando a restauração

de APPs, RL e AUR. A seguir, será apresentado e discutido parte do conteúdo do PRA do estado do Paraná, relacionado à restauração de RL.

O PRA do Paraná foi instituído pela Lei nº 18.295, de 10 de novembro de 2014 (Paraná, 2014), de modo a atender as exigências do Código Florestal quanto à adequação e regularização ambiental. De acordo com o art. 2º desta Lei estadual:

a adesão do interessado com passivos ambientais de RL e APPs ao PRA é facultativa e poderá ser requerida no ato de inscrição do imóvel no CAR ou em ato posterior, informando:

- I. O compromisso de manutenção dos remanescentes de vegetação natural, caso existentes;
- II. As medidas a serem adotadas para a recuperação das APPs, apresentadas pelo Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD);
- III. Instrumento de regularização da área de RL, caso necessário;
- IV. Cronograma de realização das medidas informadas que deve integrar o PRAD.

Assim, a Lei nº 18.295/2014 (Paraná, 2014, art. 2º, § 1) determina que:

após análise e adequação, quando necessária, e aprovação dos termos contidos no requerimento e no PRAD, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP [atualmente Instituto Água e Terra do Paraná (IAT-PR)] convocará o proprietário ou possuidor para assinar um Termo de Compromisso, título executivo extrajudicial, elaborado com base no requerimento de adesão ao PRA, contendo no mínimo:

- I. Compromissos a serem cumpridos pelo proprietário;
- II. Método de execução;
- III. Prazo de cumprimento dos compromissos assumidos;
- IV. Mecanismos de controle do cumprimento das obrigações;
- V. Sanções pelo descumprimento do Termo de Compromisso.

Por sua vez, a Instrução Normativa nº 03, de 08 de julho de 2020 (IN 03/2020) do IAT-PR “dispõe sobre procedimentos e critérios técnicos a serem adotados para restauração de RL, APP e AUR no âmbito do PRA” (Paraná, 2020a). Esta IN 03/2020 foi criada para atender o Código Florestal e o Decreto nº 8.235, de 05 de maio de 2014 (Brasil, 2014), que estabelece normas gerais complementares aos PRAs dos Estados e do Distrito Federal.

De acordo com o art. 13 da IN 03/2020 (Paraná, 2020a), a restauração de RL, no âmbito do PRA no estado do Paraná, deverá ser precedida por um PRAD a ser anexado no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Sicar). No caso de pequenas propriedades ou posses rurais familiares (até quatro módulos fiscais), poderá ser apresentado o PRAD simplificado, conforme o Anexo II da Portaria nº 170, de 01 de junho de 2020 do IAT-PR (Paraná, 2020b). Para efetivação das ações de regularização ambiental, por meio da assinatura do TCRA, o proprietário ou possuidor (posseiro) rural deverá solicitar ao IAT-PR a abertura de procedimento administrativo próprio, apresentando a documentação necessária que inclui a proposta para adesão ao PRA, o PRAD, o recibo de inscrição do imóvel no CAR, TACs (se houver), dentre outros documentos (art. 26 da IN 03/2020).

O prazo para restauração da RL é 20 anos, e deverá abranger, a cada dois anos, no mínimo um décimo da área total necessária à sua complementação (art. 17 da IN 03/2020) (Paraná, 2020a), corroborando a exigência do Código Florestal (Brasil, 2012, art. 66, § 2º).

O capítulo II da IN 03/2020 (Paraná, 2020a, art. 5º) descreve os métodos e critérios para a recomposição de RL, APP e AURs, sendo considerados quatro métodos de restauração ecológica, que podem ser adotados pelo proprietário ou posseiro rural, de forma conjunta ou isolada:

- I. Condução da regeneração natural de espécies nativas;
- II. Plantio de espécies nativas;
- III. Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;
- IV. Plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência natural, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta.

Vale ressaltar que todos os métodos de restauração serão submetidos ao mesmo protocolo de monitoramento pelo IAT-PR, devendo apresentar os mesmos resultados para seus indicadores ecológicos, para avaliação de cumprimento da restauração e para quitação dos compromissos assumidos no TCRA (Paraná, 2020a, art. 5º, § 2º). Neste contexto, de acordo com o art. 6º, os indicadores ecológicos para o PRA são os mesmos utilizados para o PRAD constantes no Anexo III da Portaria nº 170/2020 do IAT-PR (Paraná, 2020b), que são resumidos a seguir para o tipo de vegetação “Florestas Ombrófila e Estacionárias” (Tabelas 1 e 2), que abrange a Floresta Ombrófila Mista de ocorrência natural da araucária, foco dos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro.

Tabela 1. Valores intermediários de referência (em função da idade) para monitoramento de projetos de restauração ecológica para Florestas Ombrófilas e Estacionárias, no estado do Paraná “(Paraná, 2020b) - Parte I.”

Indicador	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)			Densidade de indivíduos nativos regenerantes (indivíduos por hectare) ⁽²⁾		
	Nível de adequação			Nível de adequação		
Idade (anos)	Crítico	Mínimo	Adequado	Crítico	Mínimo	Adequado
3	0-20	20-50	> 50	-	0-200	> 200
5	0-30	30-70	> 70	0-200	200-1.000	> 1.000
10	0-50	50-80	> 80	0-1.000	1.000-2.000	> 2.000
15	0-70	70-80	> 80	0-2.000	2.000-2.500	> 2.500
20 ⁽¹⁾	0-80	-	> 80	0-3.000	-	> 3.000

⁽¹⁾Na idade de 20 anos, os valores correspondentes são utilizados para atestar a meta de recomposição, ao final do programa de restauração. ⁽²⁾Quanto à densidade de indivíduos nativos regenerantes, o critério de inclusão dos regenerantes lenhosos é: altura >50 cm e circunferência medida à altura do peito <15 cm, considerados indivíduos plantados e oriundos da regeneração natural.

Tabela 2. Valores intermediários de referência (em função da idade) para monitoramento de projetos de restauração ecológica para Florestas Ombrófilas e Estacionárias, no estado do Paraná “(Paraná, 2020b) - Parte II.”

Indicador	Número de espécies nativas regenerantes (nº espécies) ⁽²⁾			Densidade de indivíduos exóticos invasores regenerantes (%)		
	Nível de adequação			Nível de adequação		
Idade (anos)	Crítico	Mínimo	Adequado	Crítico	Mínimo	Adequado
3	-	0-3	> 3	> 30	10-30	< 10
5	0-3	3-10	> 10	> 20	5-20	< 5
10	0-10	10-20	> 20	> 5	2-5	< 2
15	0-20	20-25	> 25	> 3	2-3	< 2
20 ⁽¹⁾	0-30	-	> 30	≥ 2	< 2	0

⁽¹⁾Na idade de 20 anos, os valores correspondentes são utilizados para atestar a meta de recomposição, ao final do programa de restauração. ⁽²⁾Quanto ao número de espécies nativas regenerantes, o critério de inclusão dos regenerantes lenhosos é: altura >50 cm e circunferência medida à altura do peito <15 cm, considerados indivíduos plantados e oriundos da regeneração natural.

Analizando as informações das Tabelas 1 e 2, para implementação dos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro, o proprietário ou possuidor rural precisa planejar, ao longo do tempo, a condução da regeneração natural ou o enriquecimento com plantio de espécies nativas, para aumento da “densidade” (indivíduos por hectare) e do “número de espécies” de nativas presentes na área de recomposição. Deste modo, a exploração econômica de alguns produtos não madeireiros poderá ser comprometida progressivamente ao longo do tempo, devido ao rigor

dos valores de referência de indicadores ecológicos (Tabelas 1 e 2). Portanto, é necessária uma avaliação minuciosa dos prós e contras na tomada de decisão quanto à escolha de algum destes três modelos, considerando também a viabilidade econômica. Vale ressaltar que o Código Florestal brasileiro não apresenta “valores de referência de indicadores ecológicos” para restauração de RL, sendo esta responsabilidade delegada a cada Estado ou Distrito Federal. Assim, o nível de rigor destes valores pode ser variável entre as Unidades Federativas do Brasil, viabilizando ou não a implantação de modelos de restauração de RL com fins de geração de renda, como os apresentados neste livro.

De acordo com o art. 8º da IN 03/2020 (Paraná, 2020a), para todos os métodos de restauração da RL, “os indivíduos provenientes de regeneração natural de espécies nativas que forem constatados na área deverão ser conduzidos conforme procedimentos indicados para a manutenção dos indivíduos plantados, visando ao seu estabelecimento e desenvolvimento”. Assim, “a manutenção dos indivíduos plantados ou regenerantes dar-se-á mediante técnicas que garantam o seu bom desenvolvimento, principalmente mediante o coroamento, adubação, controle de formigas cortadeiras, controle de espécies competitadoras e controle fitossanitário”.

É importante destacar que o PRAD utilizado para a restauração de RL determina que o plantio inicial deve contemplar, no mínimo, 5% de espécies nativas da vegetação regional que estejam incluídas em alguma das categorias de ameaça (vulnerável, em perigo, criticamente em perigo ou presumivelmente extinta), conforme lista de espécies da flora ameaçadas de extinção do estado do Paraná (§ 3º do art. 6º da Portaria nº 170/2020 do IAT-PR) (Paraná, 2020b). Outra particularidade do PRAD do Paraná é a necessidade de inclusão de, pelo menos, 40% de espécies zoocóricas (ou seja, plantas cuja dispersão das sementes ocorre por intermédio de animais) no plantio inicial na área de restauração da RL (§ 3º do art. 6º da Portaria nº 170/2020 do IAT-PR). Neste sentido, os três modelos de restauração de RL apresentados neste livro cumprem estes requisitos: a) a araucária está classificada como “em perigo” (Brasil, 2022), representando 33% (1/3) das espécies plantadas nos modelos de RL 1 e 2, e 8,3% (1/12) no modelo 3; b) araucária e erva-mate possuem dispersão de sementes por pássaros, contribuindo com 66% (2/3) das espécies plantadas nos modelos 1 e 2; além disso, no modelo 3 existem 75% (9/12) das espécies plantadas com classificação zoocórica (exceção: açoita-cavalo, bracatinga-comum e louro-pardo).

Especificamente em relação à araucária, existe no Paraná a Lei nº 20.223, de 26 de maio de 2020, que “estabelece regras de estímulo, plantio e exploração da espécie *Araucaria angustifolia*” (Paraná, 2020c). De acordo com o art. 1º desta Lei, é permitida a exploração comercial da araucária nas formas “direta” (pelo uso madeireiro, com derrubada da árvore) e “indireta” (uso de produtos e subprodutos não madeireiros, sem comprometer a sanidade da árvore) exclusivamente àqueles que plantarem a espécie na modalidade “plantação de *Araucaria angustifolia*”, que é definida como “povoamento florestal feito por ação antrópica, com finalidade comercial e espaçamento regular entre indivíduos e fileiras” (inciso I do art. 2º). Portanto, o modo de plantio da araucária nos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro atende a este critério de espaçamento. Além disso, é necessário que a exploração econômica destas áreas de restauração de RL com araucária tenha sido previamente declarada no PRAD (anexado no Sicar) que foi aprovado pelo órgão ambiental competente. Contudo, o art. 5º deixa claro que o plantio de araucária para fins de exploração comercial “direta” não poderá ocorrer em áreas onde o desmatamento de vegetação nativa do bioma Mata Atlântica tenha ocorrido de forma ilegal.

De acordo com o art. 19 da IN 03/2020, “para a exploração econômica sustentável da RL será necessária a elaboração de Plano de Manejo a ser protocolado no IAT-PR, de acordo com os parâmetros e critérios estabelecidos na legislação estadual específica” (Paraná, 2020a). Além disso, “ficará a cargo do órgão ambiental a regulamentação específica para a exploração comercial de espécies madeireiras nativas na RL”. Vale ressaltar que, de acordo com o § 4º do art. 33 da Lei nº 18.295/2014 (Paraná, 2014), a exploração econômica da RL no estado do Paraná é direito do proprietário ou possuidor do imóvel rural apenas quando houve a opção de restauração da RL pela alternativa de “recomposição”, sendo obedecidos os termos desta Lei e do Código Florestal brasileiro.

O monitoramento do processo de restauração de RL será realizado pelo IAT-PR, baseado no PRAD que foi previamente anexado no Sicar (art. 25 da IN 03/2020) (Paraná, 2020a). Para isso, o capítulo V da Portaria nº 170/2020 do IAT-PR apresenta as diretrizes de monitoramento, que consideram os indicadores ecológicos de referência (Anexo III da Portaria; e Tabelas 1 e 2) a partir de dados obtidos no campo e informados pelo res-

taurador, além do modelo de relatório a ser elaborado pelo agricultor ou posseiro rural (Anexo V da Portaria) (Paraná, 2020b). De acordo com o art. 22, “o restaurador deverá monitorar periodicamente as áreas em restauração até o alcance dos indicadores ecológicos estabelecidos para a quitação no Anexo III desta Portaria”, tendo o compromisso de encaminhar ao órgão ambiental o relatório periódico aos 3, 5, 10, 15 e 20 anos a contar da data de aprovação do PRAD. O IAT-PR deverá analisar os relatórios de monitoramento para fins de acompanhamento, podendo realizar vistorias na área de restauração da RL e solicitar ações corretivas sempre que julgar que o PRAD não está tendo desenvolvimento adequado (art. 24 da Portaria nº 170/2020).

Finalmente, após verificado pelo IAT-PR que a área de restauração de RL atingiu o nível adequado para todos os indicadores ecológicos do Anexo III da Portaria nº 170/2020 (Paraná, 2020b), dentro do prazo determinado e após vistoria da área, este órgão ambiental emitirá o “Termo de Quitação da Restauração Ambiental (TQRA)”, que será inserido no Sicar (art. 27 da IN 03/2020) (Paraná, 2020a).

Planejamento da restauração de Reserva Legal integrado à paisagem

O Código Florestal não especifica com exatidão onde a RL deve ser posicionada no interior do imóvel rural. Nos incisos I a V do art. 14, ele apenas relata que a localização da RL deverá considerar o plano de manejo da bacia hidrográfica, o ZEE, a formação de corredores ecológicos, as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade, além daquelas com maior fragilidade em termos de relevo, solo e recursos hídricos (Brasil, 2012). Neste contexto, o proprietário rural usualmente aloca a RL em áreas adjuntas às APPs ou em locais com menor aptidão agrícola (solos pedregosos, rasos ou declivosos). No entanto, é plausível que a restauração da RL considere também aspectos ecológicos que a integrem à paisagem, mesmo que seu posicionamento conte com algumas áreas com solos mais nobres do ponto de vista econômico.

O planejamento produtivo da propriedade rural integrado à paisagem supõe que sejam consideradas a estrutura dos ecossistemas naturais e suas funções ambientais, contemplando a prestação de serviços ecossistêmicos promovidos pelas florestas, como a preservação de espécies da fauna e da flora, e a conservação do solo e da água (Garcia; Parron, 2021). Assim, a dinâmica do planejamento deve seguir duas escalas de trabalho, uma em nível de propriedade e outra em nível de paisagem (Prochnow, 2008):

- *Planejamento da propriedade:* seguir as orientações técnicas e legais sobre a recomposição de APPs e RLs (inclusive com enriquecimento de florestas secundárias); utilização de espécies de valor econômico, nativas e/ou exóticas, durante o processo de restauração de RL em sistemas agroflorestais; utilizar princípios de agricultura ecológica, valorizando a implantação de corredores ecológicos.
- *Planejamento da paisagem:* levantamento de todo o território (área própria integrada às propriedades rurais vizinhas), considerando o posicionamento e a distância entre fragmentos de vegetação existentes, as condições ecológicas e o tamanho destes fragmentos, assim como as ameaças à sua integridade; avaliação dos tipos de relevo e usos do solo; existência de corredores ecológicos e atividades econômicas.

O processo de planejamento da paisagem prioriza a conservação e a restauração da biodiversidade da flora nativa remanescente, favorecendo a proteção da fauna silvestre em vida livre (Prochnow, 2008; São Paulo, 2011). Além disso, ele enfatiza a formação de corredores ecológicos. Assim, durante o processo de definição dos locais para implantação de RL, procura-se unificar as áreas de restauração (como aquelas resultantes dos três modelos de RL apresentados neste livro) com os fragmentos florestais em regeneração natural (que também podem compor a RL) e as áreas de APP de diferentes propriedades rurais (Figura 4).

Desta forma, o planejamento da restauração de RL integrado à paisagem proporciona a combinação harmônica da produção agrícola-florestal com a preservação ambiental, aumentando a sustentabilidade da propriedade rural (Figura 4).



Foto: Sérgio Ricardo Silva

Figura 4. Posicionamento de áreas de Reserva Legal (RL) destinadas à restauração (R) ou regeneração natural (RN), de modo integrado à paisagem, unindo fragmentos florestais e “Áreas de Preservação Permanente (APP)” de diferentes propriedades rurais para formação de corredores ecológicos.

Caso o proprietário do imóvel rural não tenha conhecimentos suficientes para realizar este planejamento integrado da propriedade com a paisagem, ele pode consultar profissionais capacitados no assunto, como aqueles atuantes na Assistência Técnica e Extensão Rural, além de especialistas de instituições de pesquisa florestal e institutos de meio ambiente.

O IAT-PR desenvolve um programa de gestão ambiental com base no planejamento da paisagem em nível de macroescala estadual, delimitando e monitorando aquelas áreas de relevante importância para a conservação da biodiversidade. Neste trabalho, o mapeamento das Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração (AECR) da biodiversidade subsidia o planejamento ambiental por meio de informações técnicas essenciais, em consonância com a legislação ambiental vigente no Paraná. O IAT-PR ressalta que o sucesso das AECRs requer um esforço conjunto envolvendo diversas partes interessadas, como o governo, empresas e sociedade civil, particularmente os proprietários de imóveis rurais situados nas áreas estratégicas, os quais terão atendimento preferencial (Paraná, 2009).

Para aprofundar os conhecimentos sobre ecologia e restauração de paisagens florestais, de modo a aprimorar o planejamento da propriedade rural com a alocação de áreas de RL em harmonia com a conservação da biodiversidade de flora e fauna, maximizando os serviços ecossistêmicos ofertados pelas florestas, vários trabalhos podem ser consultados na literatura, tais como: Moraes (2016), Sandre (2017), Jakovac et al. (2019) e Maioli et al. (2020).

Espécies vegetais para a implantação dos modelos de restauração de Reserva Legal

O Código Florestal permite que a recomposição da RL utilize o plantio intercalado de espécies nativas de ocorrência regional com exóticas ou frutíferas em sistema agroflorestal, desde que as espécies exóticas não ocupem mais que 50% da área total a ser recomposta (Brasil, 2012, art. 66, § 3º). No entanto, os três modelos de restauração de RL apresentados neste livro preconizam o plantio exclusivo de espécies nativas regionais, valorizando o seu potencial produtivo, a diversidade de produtos com alto valor agregado, e a maior possibilidade de integração ambiental com fragmentos preservados de vegetação nativa local, o que certamente beneficiará o fluxo gênico da flora, a alimentação da fauna e a biodiversidade ecológica.

Neste contexto, os três modelos de restauração de RL contemplam a escolha de espécies florestais capazes de proporcionar ao proprietário rural uma renda escalonada no tempo, durante o longo processo de recomposição, que pode ultrapassar décadas para atingir o potencial produtivo de algumas espécies madeireiras e frutíferas, como a araucária para produção de pinhão. No entanto, cada agricultor ou silvicultor deve realizar um levantamento das demandas próprias e do mercado regional pelos produtos a serem colhidos nestas áreas de recomposição de RL, de modo a escolher o modelo de restauração mais adequado para sua situação, ou seja, aquele que proporcione maior retorno econômico e que se ajuste à disponibilidade de mão de obra. Além disso, ele tem a possibilidade de substituir algumas espécies florestais recomendadas neste livro por outras mais adequadas à sua condição regional (Bonnet; Curcio, 2015). A demanda por produtos florestais inclui a madeira para construção de edificações rurais, cercas, postes para cabeamento de energia e telecomunicações, pontes, além de lenha para gerar energia para seca-gem de grãos. Além disso, algumas espécies produzem frutos, resinas, sementes, folhas para chás, somados a outros produtos derivados, como o mel, com alta demanda dos consumidores. Na região Sul do Brasil, especialmente na Floresta Ombrófila Mista, onde há a ocorrência natural da araucária, há várias espécies nativas que podem ser incluídas nos modelos de restauração de RL, destacando-se as alimentícias, aromáticas, medicinais, melíferas e madeireiras (Coradin et al., 2011; Bonnet; Curcio, 2019).

Caso o proprietário rural opte pelo plantio de espécies exóticas (dentro da proporção máxima de 50% da área de recomposição), ele deve evitar aquelas espécies que possuem comportamento invasor em ambientes naturais (Instituto Água e Terra, 2020), que pode resultar em prejuízos à flora e fauna, aos processos ecológicos, à biodiversidade e ao sucesso da restauração como um todo (Bonnet; Curcio, 2019). Trabalhos de restauração de RL com uso consorciado de espécies nativas e eucalipto (exótica) têm sido realizados no estado do Paraná, preconizando a geração de renda com a venda da madeira de eucalipto e de créditos de carbono (Schaitza et al., 2008). Além disso, esses trabalhos têm enfatizado a sucessão fitossociológica, em que todas as árvores de eucalipto são substituídas por espécies nativas até 20 anos após o plantio, por meio de desbastes sucessivos da espécie exótica.

Manejo e exploração econômica de Reserva Legal, com ênfase no bioma Mata Atlântica

O Código Florestal permite a exploração econômica da RL quando ela foi destinada à “recomposição” durante o processo de regularização do imóvel no CAR (Brasil, 2012). No entanto, o manejo florestal sustentável da RL (incluso no PMFS) deve ser previamente aprovado (por meio do “licenciamento ambiental”) pelo órgão ambiental

estadual competente, de modo a beneficiar a regeneração de espécies nativas, assegurando a diversidade de espécies da fauna e da flora (Braz et al., 2019). Neste contexto, o art. 31 do Código Florestal reporta que “a exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, ressalvados os casos previstos nos artigos 21, 23 e 24, dependerá de licenciamento pelo órgão competente do Sisnama, mediante aprovação prévia de PMFS que contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme” (Brasil, 2012). Nota: os artigos 21, 23 e 24 correspondem à coleta de produtos não madeireiros, exploração florestal eventual sem propósito comercial, e manejo de florestas em áreas fora de RL, respectivamente.

O PMFS não é exclusivo para RL, contemplando toda a exploração florestal do imóvel rural. Ele deve atender aos seguintes fundamentos técnicos e científicos (Brasil, 2012, art. 31, § 1º):

I - caracterização dos meios físico e biológico; II - determinação do estoque existente; III - intensidade de exploração compatível com a capacidade de suporte ambiental da floresta; IV - ciclo de corte compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído da floresta; V - promoção da regeneração natural da floresta; VI - adoção de sistema silvicultural adequado; VII - adoção de sistema de exploração adequado; VIII - monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente; IX - adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais.

Além disso, o detentor do PMFS deverá encaminhar ao órgão ambiental competente um relatório anual com as informações sobre toda a área de manejo florestal sustentável e a descrição das atividades realizadas (§ 3º do art. 31), sendo passível de vistorias técnicas destinadas à fiscalização das operações e atividades desenvolvidas na área de manejo (§ 4º do art. 31).

Como discutido anteriormente, o processo de licenciamento ambiental do PMFS pode ser difícil para a pequena propriedade ou posse rural familiar. Deste modo, o Código Florestal ressalva no art. 31 (Brasil, 2012):

Parágrafo 5º: “Respeitado o disposto neste artigo, serão estabelecidas em ato do Chefe do Poder Executivo disposições diferenciadas sobre os PMFS em escala empresarial, de pequena escala e comunitário”.

Parágrafo 6º: “Para fins de manejo florestal na pequena propriedade ou posse rural familiar, os órgãos do Sisnama deverão estabelecer procedimentos simplificados de elaboração, análise e aprovação dos referidos PMFS”.

Portanto, pequenos proprietários ou possuidores rurais poderão implantar os três modelos de restauração de RL sugeridos neste livro, desde que tenham um PMFS licenciado e aprovado pelo órgão ambiental competente integrante do Sisnama (geralmente o órgão estadual de meio ambiente), que estabelecerá procedimentos simplificados para viabilizar todo o processo de regularização da RL. Neste contexto, o art. 57 do Código Florestal descreve as informações mínimas necessárias a serem apresentadas pelos pequenos agricultores familiares, para o licenciamento do PMFS, com o propósito comercial direto ou indireto:

I - dados do proprietário ou possuidor rural; II - dados da propriedade ou posse rural, incluindo cópia da matrícula do imóvel no Registro Geral do Cartório de Registro de Imóveis ou comprovante de posse; III - croqui da área do imóvel com indicação da área a ser objeto do manejo seletivo, estimativa do volume de produtos e subprodutos florestais a serem obtidos com o manejo seletivo, indicação da sua destinação e cronograma de execução previsto (Brasil, 2012, art. 57).

Há outras legislações ambientais que se referem ao manejo e uso de florestas naturais. Por exemplo, a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, também conhecida como Lei da Mata Atlântica, “dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica”, que abrange a Floresta Ombrófila Mista de ocorrência natural da araucária (Brasil, 2006). Esta lei estabelece regras para a conservação e exploração sustentável da Mata Atlântica, contemplando “remanescentes de vegetação nativa no estágio primário e nos estágios secundário inicial, médio e avançado de regeneração”, com as delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), atualizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (Brasil, 2015) (Figura 5).

Assim, recomenda-se que as áreas de RL destinadas à “recomposição” atendam às diretrizes da Lei nº 11.428/2006, apesar de ela não ser exclusiva para esta finalidade, incluindo também áreas de RL destinadas à “preservação” e à

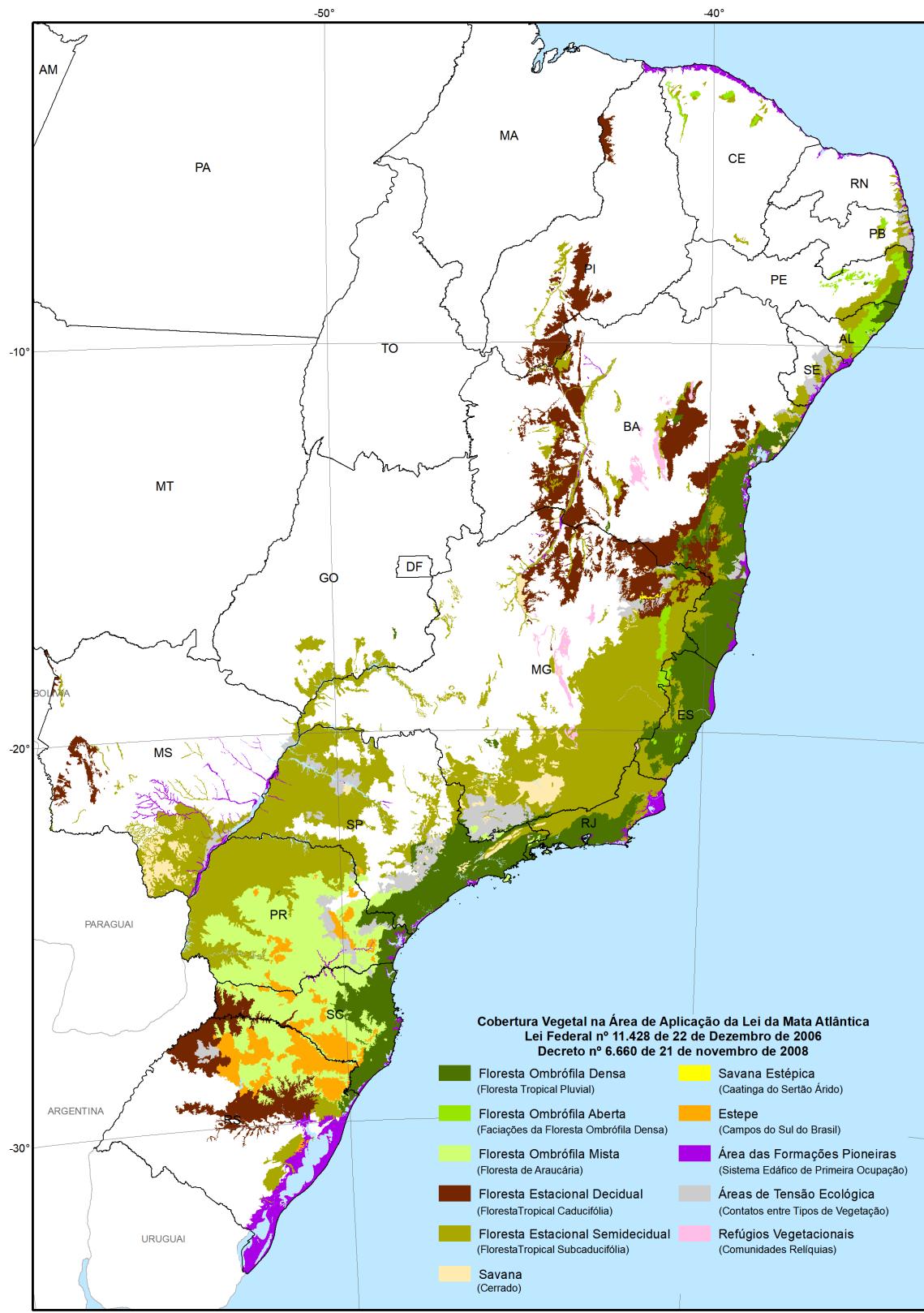


Figura 5. Área de aplicação da Lei nº 11.428/2006 com delimitações da Mata Atlântica estabelecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008).

Fonte: Fundação SOS Mata Atlântica, adaptado de IBGE (2008)

“conservação”, além de APPs. No art. 3º são definidos alguns requisitos para efeito desta Lei, que possuem aplicação direta sobre o manejo e exploração econômica da RL para fins de recomposição, destacando-se (Brasil, 2006):

- *Prática preservacionista*: “atividade técnica e cientificamente fundamentada, imprescindível à proteção da integridade da vegetação nativa, tal como controle de fogo, erosão, espécies exóticas e invasoras”.
- *Exploração sustentável*: “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável”.
- *Enriquecimento ecológico*: “atividade técnica e cientificamente fundamentada que vise à recuperação da diversidade biológica em áreas de vegetação nativa, por meio da reintrodução de espécies nativas”.

Assim, atividades silviculturais para a prevenção e controle de incêndios florestais (construção de aceiros), plantas invasoras (roçadas e capinas mecânicas) e erosões (terraceamento e plantio em curvas de nível) são importantes durante a implantação e/ou manutenção dos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro, desde que sejam realizadas mediante técnicas preservacionistas. Além disso, a exploração dos recursos naturais da RL deve ser realizada de modo sustentável, de acordo com os interesses da sociedade, garantindo a disponibilidade dos produtos florestais ao longo das gerações futuras. Finalmente, sempre que necessário, é importante realizar o enriquecimento de espécies nativas por meio do plantio de mudas e/ou condução da regeneração natural.

O Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008 (Brasil, 2008), que regulamenta os dispositivos da Lei nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica), acrescenta conceitos e normas importantes quanto ao manejo e exploração econômica de remanescentes da Mata Atlântica. O art. 2º deste Decreto esclarece sobre a “exploração eventual, sem propósito comercial direto ou indireto, de espécies da flora nativa provenientes de formações naturais, para consumo nas propriedades rurais, posses das populações tradicionais ou de pequenos produtores rurais, de que trata o art. 9º da Lei nº 11.428, de 2006, independe de autorização dos órgãos competentes”. Neste caso, considera-se como exploração eventual as seguintes situações (Brasil, 2008, cap. II, art. 2º, § 1º):

- *Quando se tratar de lenha para uso doméstico*: “a retirada não superior a quinze metros cúbicos por ano e por propriedade ou posse; e a exploração preferencial de espécies pioneiras definidas de acordo com o parágrafo 2º do artigo 35”.
- *Quando se tratar de madeira para construção de benfeitorias e utensílios na posse ou propriedade rural*: “a retirada não superior a vinte metros cúbicos por propriedade ou posse, a cada período de três anos; e a manutenção de exemplares da flora nativa, vivos ou mortos, que tenham função relevante na alimentação, reprodução e abrigo da fauna silvestre”.

Por sua vez, o Código Florestal também se refere à exploração florestal da RL sem finalidade econômica (art. 23): “O manejo sustentável para exploração florestal eventual sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel, independe de autorização dos órgãos competentes, devendo apenas ser declarados previamente ao órgão ambiental a motivação da exploração e o volume explorado, limitada a exploração anual a 20 (vinte) metros cúbicos” (Brasil, 2012).

Por outro lado, quando a exploração da floresta tem fins comerciais, é necessário a autorização do órgão ambiental competente, conforme o Decreto nº 6.660/2008 (Brasil, 2008, cap. II, art. 2º, § 4º):

A exploração de matéria-prima florestal nativa para uso no processamento de produtos ou subprodutos destinados à comercialização, tais como lenha para secagem ou processamento de folhas, frutos e sementes, assim como a exploração de matéria-prima florestal nativa para fabricação de artefatos de madeira para comercialização, entre outros, dependerá de autorização do órgão ambiental competente, observado o disposto neste Decreto.

A necessidade de autorização do órgão ambiental competente para o manejo sustentável da RL com propósito comercial foi posteriormente reforçada pelo art. 22 do Código Florestal, que inclui as seguintes diretrizes e orientações para a exploração de produtos florestais: “I - não descharacterizar a cobertura vegetal e não prejudicar a conservação

da vegetação nativa da área; II - assegurar a manutenção da diversidade das espécies; III - conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas” (Brasil, 2012).

De acordo com o Decreto nº 6.660/2008 (Brasil, 2008, cap. II, art. 2º, § 5º):

é vedada a exploração de espécies incluídas na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção ou constantes de listas dos Estados, bem como aquelas constantes de listas de proibição de corte objeto de proteção por atos normativos dos entes federativos.

Neste cenário, a araucária faz parte desta Lista Oficial, sendo classificada como “em perigo”, conforme a Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 (Brasil, 2022). No entanto, o art. 8º do capítulo III deste Decreto tem uma tratativa particular para espécies nativas “plantadas”:

Os detentores de espécies nativas comprovadamente plantadas pelo sistema de enriquecimento ecológico após o início da vigência deste Decreto, em remanescentes de vegetação secundária nos estágios inicial, médio ou avançado de regeneração da Mata Atlântica, poderão cortar ou explorar e comercializar os produtos delas oriundos mediante autorização do órgão ambiental competente.

Parágrafo único: O corte ou a exploração de que trata o caput somente serão autorizados se o plantio estiver previamente cadastrado junto ao órgão ambiental competente e até o limite máximo de 50% dos exemplares plantados.

Por analogia, considerando que a recomposição da RL pode ser realizada tanto por “regeneração natural” como por “plantio”, entende-se que, nos três modelos de restauração de RL apresentadas neste livro - que contêm apenas espécies nativas “plantadas” - é permitido o corte ou a exploração das árvores, desde que estas áreas tenham sido averbadas ou regularizadas no CAR para a finalidade de “recomposição” de RL. No entanto, este fato não dispensa a autorização prévia do órgão ambiental estadual competente.

Quanto ao corte ou a exploração de, no máximo, 50% dos exemplares plantados, o art. 8º do Decreto nº 6.660/2008 se refere a “áreas de enriquecimento ecológico de vegetação secundária da Mata Atlântica” (Brasil, 2008). No entanto, os arts. 12, 14 e 15, que se referem ao “plantio e reflorestamento com espécies nativas”, se aplicam melhor aos três modelos de restauração de RL apresentados neste livro, como segue:

Artigo 12: O plantio ou o reflorestamento com espécies nativas independem de autorização do órgão ambiental competente. Parágrafo único: O plantio e o reflorestamento de que trata este artigo, para atividades de manejo agroflorestal sustentável, poderão ser efetivados de forma consorciada com espécies exóticas, florestais ou agrícolas, observada a legislação aplicável quando se tratar de APP e de RL.

Artigo 14: O corte ou a exploração de espécies nativas comprovadamente plantadas somente serão permitidos se o plantio ou o reflorestamento tiver sido previamente cadastrado junto ao órgão ambiental competente, no prazo máximo de sessenta dias após a realização do plantio ou do reflorestamento.

Parágrafo 1º: Para os fins do disposto no caput, será criado ou mantido, no órgão ambiental competente, Cadastro de Espécies Nativas Plantadas ou Reflorestadas.

Artigo 15: Os detentores de espécies florestais nativas plantadas, cadastradas junto ao órgão ambiental competente, quando da colheita, comercialização ou transporte dos produtos delas oriundos, deverão, preliminarmente, notificar o órgão ambiental competente, prestando, no mínimo, as seguintes informações: I - número do cadastro do respectivo plantio ou reflorestamento; II - identificação e quantificação das espécies a serem cortadas e volume de produtos e subprodutos florestais a serem obtidos; e III - localização da área a ser objeto de corte ou supressão, com a indicação das coordenadas geográficas de seus vértices.

Considerando que os artigos do Decreto nº 6.660/2008 (Brasil, 2008) que tratam do “plantio e reflorestamento com espécies nativas” não mencionam com precisão o percentual máximo de exemplares plantados de espécies nativas que podem ser cortados ou explorados, no caso dos três modelos de restauração de RL (que têm por objetivo a “recomposição”), sugere-se que não seja realizado o corte raso destas áreas em nenhum momento, respeitando o limite de 50% dos indivíduos plantados (de modo análogo ao disposto para “enriquecimento ecológico de vegetação secundária da Mata Atlântica”). Como o manejo florestal sustentável de áreas de recomposição da RL deve ser previa-

mente aprovado pelo órgão ambiental estadual (geralmente registrado no TAC por ocasião da regularização da RL), é recomendado documentar previamente como serão realizados o corte e a exploração econômica das espécies nativas plantadas, sob a anuência do órgão ambiental. Pelo bom senso, sugere-se que tanto o corte de árvores (para exploração de madeira) como a colheita ou coleta de subprodutos florestais (para exploração de frutos, folhas, sementes etc.) oriundos das áreas de recomposição de RL sejam realizados de forma escalonada ao longo do tempo, respeitando o limite acima mencionado. Não obstante, as autorizações de exploração econômica de produtos e subprodutos florestais são prerrogativa do órgão ambiental competente, de acordo com o arcabouço de legislações ambientais em vigor.

A “coleta de subprodutos florestais tais como frutos, folhas ou sementes”, prevista no art. 18 da Lei nº 11.428/2006 (Brasil, 2006) é tema do art. 28 do Decreto nº 6.660/2008 (Brasil, 2008), que menciona que esta coleta é permitida, porém devem ser observados:

I - os períodos de coleta e volumes fixados em regulamentos específicos, quando houver; II - a época de maturação dos frutos e sementes; III - técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada no caso de coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas e raízes; IV - técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência da espécie na área sob coleta no caso de coleta de cipós, bulbos e bambus; V - as limitações legais específicas e, em particular, as relativas ao acesso ao patrimônio genético, à proteção e ao acesso ao conhecimento tradicional associado e de biossegurança, quando houver; VI - a manutenção das funções relevantes na alimentação, reprodução e abrigo da flora e fauna silvestre.

Por sua vez, o art. 21 do Código Florestal (Brasil, 2012) corrobora os itens I, II e III acima, para áreas de RL. No caso dos três modelos de restauração de RL propostos neste livro, não será realizada a “coleta” (a partir do extrativismo) e sim a “colheita” (a partir do plantio) de frutos de araucária e folhas de erva-mate e plantas medicinais. No entanto, aconselha-se que o agricultor também siga as recomendações feitas anteriormente.

Quanto ao transporte de produtos florestais provenientes da exploração florestal em áreas do bioma Mata Atlântica, os arts. 3º e 17 do Decreto nº 6.660/2008 (Brasil, 2008) relatam:

Artigo 3º: O transporte de produtos e subprodutos florestais provenientes da exploração prevista no inciso II do parágrafo 1º do artigo 2º além dos limites da posse ou propriedade rural, para fins de beneficiamento, deverá ser acompanhado da respectiva autorização para o transporte de produtos e subprodutos florestais de origem nativa emitida pelo órgão ambiental competente.

Artigo 17: A emissão da autorização para o transporte de produtos e subprodutos florestais oriundos de espécies nativas plantadas não constantes da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção ou de listas dos Estados fica condicionada à análise das informações prestadas na forma do artigo 15, quando se tratar de plantio ou reflorestamento cadastrado, ou na forma do artigo 16, quando se tratar de plantio ou reflorestamento não cadastrado.

Parágrafo único: No caso de espécies nativas plantadas constantes da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção ou de listas dos Estados, cadastradas ou não junto ao órgão ambiental competente, a autorização para o transporte de produtos e subprodutos florestais somente poderá ser emitida após análise das informações prestadas na forma do caput e prévia vistoria de campo que ateste o efetivo plantio.

Estes dois artigos do Decreto nº 6.660/2008 corroboram o art. 36 do Código Florestal, que menciona: “O transporte, por qualquer meio, e o armazenamento de madeira, lenha, carvão e outros produtos ou subprodutos florestais oriundos de florestas de espécies nativas, para fins comerciais ou industriais, requerem licença do órgão competente do Sisnama” (Brasil, 2012). Esta licença deve ser formalizada por meio da emissão do Documento de Origem Florestal (DOF), que necessariamente deverá acompanhar os produtos e subprodutos florestais até o beneficiamento final (§ 1º do art. 36 do Código Florestal).

Desta forma, em áreas de recomposição de RL (onde serão implantados os modelos de restauração propostos neste livro), o proprietário também deve providenciar a autorização de transporte dos produtos e subprodutos provenientes da exploração florestal, quando estes forem transportados para além dos limites do imóvel, mesmo que seja apenas para realização de beneficiamento. Ressalta-se que, no caso da araucária (espécie constante na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção), também será necessária uma prévia vistoria de campo que confirme o efetivo plantio da espécie nos locais destinados à sua colheita e posterior transporte.

Finalmente, o art. 46 do Decreto nº 6.660/2008 (Brasil, 2008) trata de incentivos econômicos que também podem ser aplicados aos projetos de restauração de RL, como segue:

Os projetos de recuperação de vegetação nativa da Mata Atlântica, inclusive em APP e RL, são elegíveis para os fins de incentivos econômicos eventualmente previstos na legislação nacional e nos acordos internacionais relacionados à proteção, conservação e uso sustentável da biodiversidade e de florestas ou de mitigação de mudanças climáticas.

As áreas prioritárias para o uso dos incentivos econômicos para a proteção e o uso sustentável do bioma Mata Atlântica (inclusive áreas de restauração de RL) são descritas no § 1º do art. 33 da Lei nº 11.428/2006 (Brasil, 2006):

Na regulamentação dos incentivos econômicos ambientais, serão observadas as seguintes características da área beneficiada: I - a importância e representatividade ambientais do ecossistema e da gleba; II - a existência de espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção; III - a relevância dos recursos hídricos; IV - o valor paisagístico, estético e turístico; V - o respeito às obrigações impostas pela legislação ambiental; VI - a capacidade de uso real e sua produtividade atual.

Neste contexto, o art. 36 desta Lei nº 11.428/2006 instituiu o “Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica”, o qual é destinado ao financiamento de projetos de pesquisa científica e de conservação e restauração ambiental de APPs, RLs, reservas particulares do patrimônio natural (RPPN), áreas do entorno de unidades de conservação etc. (art. 38).

Possibilidade de recebimento de pagamento ou incentivo por serviços ambientais prestados em áreas de restauração de Reserva Legal

O capítulo X do Código Florestal regulamenta o “Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente”, incluindo a adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, promovendo o desenvolvimento ecologicamente sustentável (art. 41) (Brasil, 2012). Assim, as áreas de restauração de RL - por prestarem serviços ambientais - podem ser elegíveis ao recebimento de pagamentos e/ou benefícios provenientes principalmente da União.

De acordo com o art. 41 do Código Florestal, o “pagamento ou incentivo a serviços ambientais” pode ser realizado por meio de “retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente: a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono; b) a conservação da beleza cênica natural; c) a conservação da biodiversidade; d) a conservação das águas e dos serviços hídricos; e) a regulação do clima; f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; g) a conservação e o melhoramento do solo; h) a manutenção de APPs, de RL e de AURs” (Brasil, 2012).

Há também diversos instrumentos para “compensação pelas medidas de conservação ambiental” (inciso II do art. 41 do Código Florestal) e “incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas” (inciso III do art. 41), destacando-se (Brasil, 2012):

Obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;

Contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;

Dedução das APPs, de RL e AUR da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, gerando créditos tributários;

Destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição das APPs, de RL e AUR na bacia de geração da receita;

Linhos de financiamento para atender iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;

Isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fios de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração de solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das APPs, de RL e AUR;

Participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola;

Destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental.

Finalmente, o § 7º do art. 41 reforça que “o pagamento ou incentivo a serviços ambientais a que se refere o inciso I deste artigo serão prioritariamente destinados aos agricultores familiares como definidos no inciso V do art. 3º desta Lei” (Brasil, 2012). Deste modo, os agricultores ou posseiros familiares (isto é, propriedades rurais de até quatro módulos fiscais) terão prioridade no uso dos recursos e incentivos mencionados no Código Florestal que, inclusive, podem ser utilizados na implantação dos três modelos de restauração de RL mencionados neste livro. De modo especial, o apoio técnico e os incentivos financeiros destinados aos pequenos imóveis com agricultura familiar privilegiam as seguintes iniciativas (Brasil, 2012, art. 58):

I - preservação voluntária de vegetação nativa acima dos limites estabelecidos no artigo 12; II - proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção; III - implantação de sistemas agroflorestal e agrossilvipastoril; IV - recuperação ambiental de APPs e de RL; V - recuperação de áreas degradadas; VI - promoção de assistência técnica para regularização ambiental e recuperação de áreas degradadas; VII - produção de mudas e sementes; VIII - pagamento por serviços ambientais.

Considerando que há considerável dificuldade técnica e jurídica para a realização dos procedimentos necessários para recebimento destes benefícios e incentivos, recomenda-se que os agricultores busquem o auxílio de profissionais capacitados no assunto, como aqueles atuantes nos institutos do meio ambiente e na Assistência Técnica e Extensão Rural.

Referências

ALENCAR, G. V. de. **Novo Código Florestal brasileiro**: ilustrado e de fácil entendimento. Vitória: Suprema, 2016. 408 p.

BAYMA, G.; FASIABEN, M. do C. R; NOGUEIRA, S. F.; GREGO, C. R.; MORAES, A. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; OLIVEIRA, O. C. de; EUSEBIO, G. dos S.; LOPES, W. M. O. **Método para determinar o bioma predominante nos municípios brasileiros**. Campinas: Embrapa Agricultura Digital, 2022. 18 p. (Embrapa Agricultura Digital. Circular técnica, 6). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144751/1/Circ6-2022.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BONNET, A.; CURCIO, G. R. **Uso de espécies arbóreas nativas para a propriedade rural e mercado regional na região de Sooretama, ES**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 16 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 368). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147408/1/Comunicado-Tecnico-368.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BONNET, A.; CURCIO, G. R. Planejamento conservacionista: reserva legal e suas possibilidades na propriedade rural. In: BERTOL, O. J.; COLOZZI FILHO, A.; BARBOSA, G. M. de C.; SANTOS, J. B. dos; GUIMARÃES, M. de F. (ed.). **Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná**. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. p. 284-290.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 138, s. 1, p. 1-6, 19 jul. 2000. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-norma-pl.html>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 246, s. 1, p. 1-5, 26 dez. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 228, s. 1, p. 1-5, 24 nov. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 102, s. 1, p. 1-8, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 8.235, de 05 de maio de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 83-A, s. 1, p. 1-2, 5 maio 2014. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1000&pagina=1&data=05/05/2014>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapa de vegetação nativa na área de aplicação da Lei nº 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica (ano base 2009)**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente/Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais, 2015. 84 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomassas/arquivos-biomassas/relatorio-final-actualizacao-do-mapa-de-cobertura-vegetal-nativa-da-mata-atlantica-1.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 108, s. 1, p. 74-103, 8 jun. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; EISFELD, R. L. Manejo conservacionista da Reserva Legal. In: BERTOL, O. J.; COLOZZI FILHO, A.; BARBOSA, G. M. de C.; SANTOS, J. B. dos; GUIMARÃES, M. de F. (ed.). **Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná**. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. p. 299-304.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 934 p. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

EMBRAPA. **Módulos fiscais**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>. Acesso em: 8 fev. 2023.

GARCIA, J. R.; PARRON, L. M. Avaliação de serviços ecossistêmicos em florestas com Araucária. In: SOUSA, V. A. de; FRITSONS, E.; PINTO JÚNIOR, J. E.; AGUIAR, A. V. de (ed.). **Araucária: pesquisa e desenvolvimento no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2021, p. 289–306. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1137523>. Acesso em: 8 fev. 2023.

IBGE. **Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomassas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Lista de espécies exóticas invasoras do Paraná**. Curitiba, 2020. 11 p. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/folder_web_geral.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

JAKOVAC, C.; PEPE, I.; KORYS, K. A.; MONTEIRO, L.; MENDES, M.; MAIOLI, V.; DIB, V. **Boas práticas para restauração de paisagens na Mata Atlântica e Amazônia e seus benefícios para a sociedade e a natureza**. Rio de Janeiro: Instituto Internacional para Sustentabilidade, 2019. 24 p. Disponível em: https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2019/12/Digital-Cartilha-IIS_site.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. da; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P. **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 199 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 146). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77505/1/doc-146.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MAIOLI, V.; MONTEIRO, L.; DIB, V.; PEPE, I.; ALMEIDA-ROCHA, J. M.; GOMES, F.; TUBENCHLAK, F.; KORYS, K. A.; MENDES, M.; CROUZEILLES, R.; LATAWIEC, A.; STRASSBURG, B. **Diretrizes para a restauração de paisagens florestais na Mata Atlântica e Amazônia brasileiras**. Rio de Janeiro: Instituto Internacional para Sustentabilidade, 2020. 28 p. Disponível em: https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2020/12/IIS-Diretrizes_para_RPF.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

MORAES, M. A. (org.). **Restauração de paisagens e florestas no Brasil**. Brasília, DF: International Union for the Conservation of Nature – IUCN/Andrea Jakobsson Estúdio, 2016. 264 p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-025.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Paraná. Instituto Ambiental do Paraná. **Resolução conjunta SEMA/IAP nº 005/2009, de 29 de setembro de 2009.** Estabelece e define o mapeamento das Áreas Estratégicas para a Conservação da Biodiversidade no Estado do Paraná e dá outras providências. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/resolucao_sema_iap_05_2009_areas_prioritarias.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Lei nº 18.295, de 10 de novembro de 2014. **Diário Oficial [do] Paraná**, Curitiba, PR, n. 9330, p. 3-8, 11 nov. 2014. Disponível em: [https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.action?codAto=132558](https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=132558). Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo. Instituto Água e Terra do Paraná. Instrução Normativa nº 03, de 08 de julho de 2020. **Diário Oficial [do] Paraná**, Curitiba, n. 10724, p. 32-36, 09 jul. 2020. 2020a. Disponível em: https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/instrucaonormativa032020IAT.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo. Instituto Água e Terra do Paraná. Portaria nº 170, de 01 de junho de 2020. **Portaria nº 170, de 01 de junho de 2020.** Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas – PRAD. 2020b. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/portaria_170-2020_com_anexos.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

PARANÁ. Assembleia Legislativa do Estado do Paraná. Lei nº 20.223, de 26 de maio de 2020. **Diário Oficial [do] Paraná**, Curitiba, n. 10694 (suplemento), p. 8, 26 mai. 2020. 2020c. Disponível em: <https://www.documentos.dioe.pr.gov.br/dioe/consultaPublicaPDF.a=&dataFinalEntrada=&search=&diarioCodigo=3&submit=Localizar&localizador=>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PROCHNOW, M. **Matas legais: planejando propriedades e paisagens.** Rio do Sul: APREMAVI, 2008. 62 p.

SANDRE, A. A. **O planejamento ambiental à luz da ecologia da paisagem.** 2017. 235 p. Dissertação (Mestrado em Ciências/Paisagem e Ambiente) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-21122017-105418/publico/AdrianaAfonsoSandreCor.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Reserva Legal.** São Paulo, 2011. 56 p. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Reserva_Legal.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

SCHAITZA, E. G.; SHANG, M.; OLIVEIRA, E. B. de; LIMBERGER, E.; SANTOS, L. M. F. dos; SHIMIZU, J. Y.; GOBOR, D.; SIQUEROLO, E. F.; MAXIMIANO, G. A.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, L. P. de; BIANCO, A. de J.; SANTOS, E. S. dos; PASSARELLI, I.; FREITAS, J. C. de; DOMINGUES, R.; GONÇALVES, A. R.; GARBELINI, W. A.; SANTOS, J. F. dos; MORIS, A. C.; SABOT, A. L.; SANTOS, A. S. dos. **Implantação e manejo de florestas em pequenas propriedades no Estado do Paraná:** um modelo para a conservação ambiental, com inclusão social e viabilidade econômica. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 49 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 167). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/44191/1/doc167.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

WENDLING, I. **Tecnologia de enxertia de Araucaria angustifolia para produção precoce de pinhões, com plantas de porte reduzido.** Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 351). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125311/1/CT-351-Ivar.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

WENDLING, I.; ZANETTE, F.; RICKLI-HORSTI, H. C.; CONSTANTINO, V. Produção de mudas de araucária por enxertia. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. (ed.). **Araucária:** particularidades, propagação e manejo de plantios. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 107-144. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160900/1/Araucaria-Capitulo-4.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.



Embrapa

Florestas

Apoio



**INSTITUTO
ÁGUA E TERRA**

CGPE 018244

GOVERNO FEDERAL

BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

