

# 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).

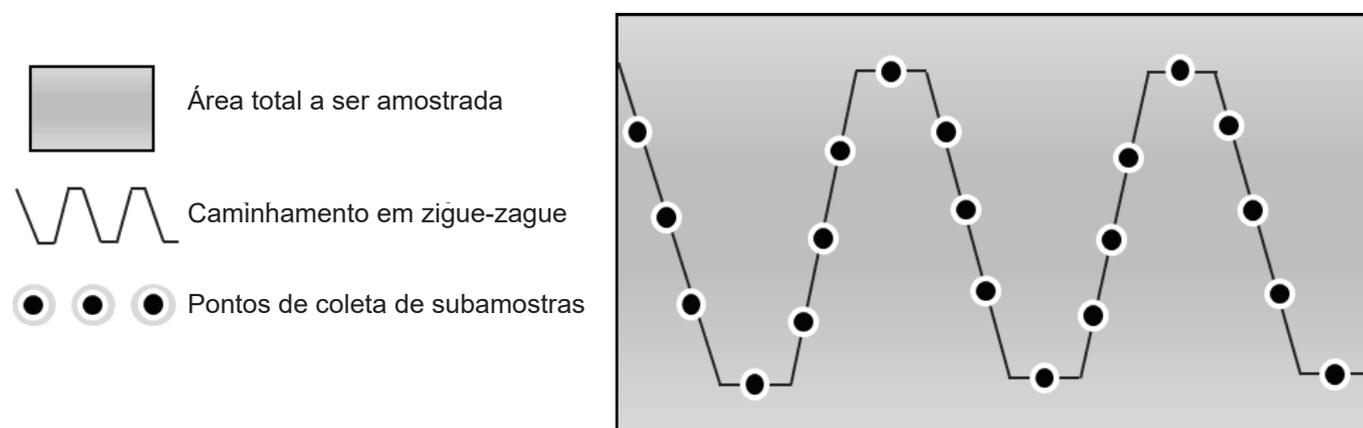
## Técnicas silviculturais

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 caminamento em zigue-zague (Figura 1).



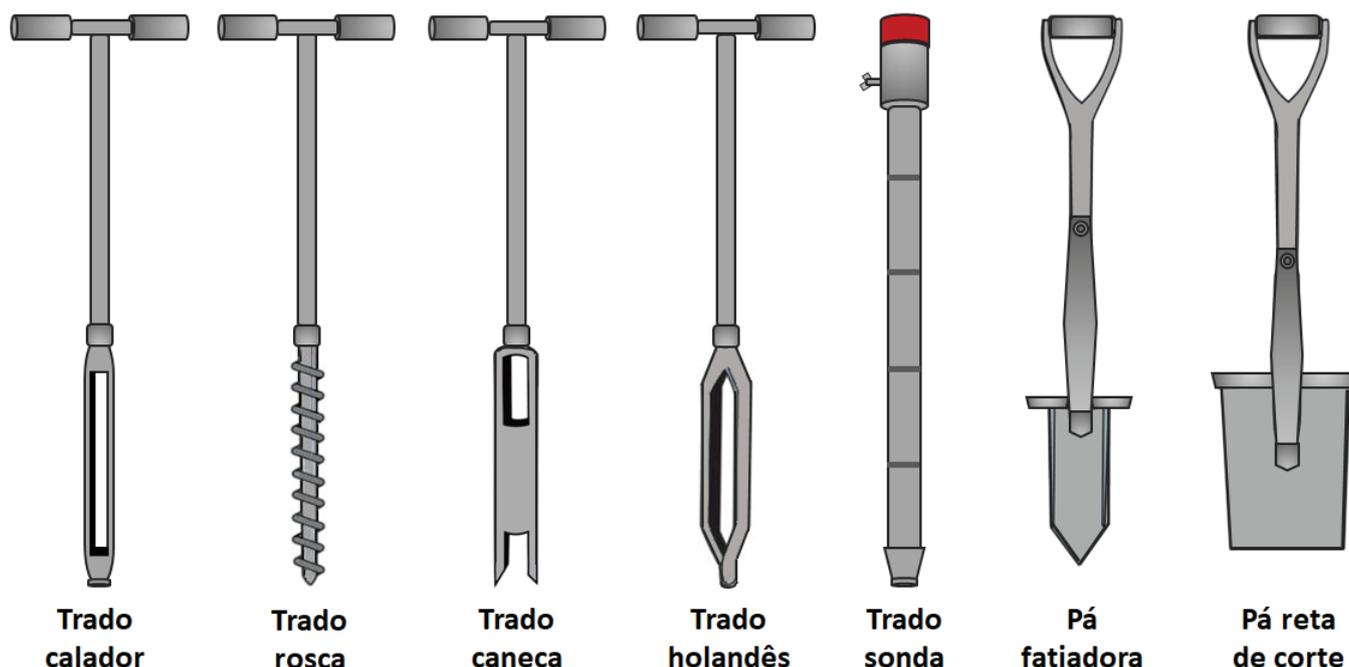
**Figura 1.** Caminhamento em zigue-zague dentro da área da Reserva Legal, para coleta de subamostras de solo que comporão a amostra principal a ser enviada para o laboratório. Nota: serão três amostras “principais”: camadas de 0 cm–10 cm, 10 cm–20 cm e 20 cm–40 cm de profundidade.

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 destorroamento, 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

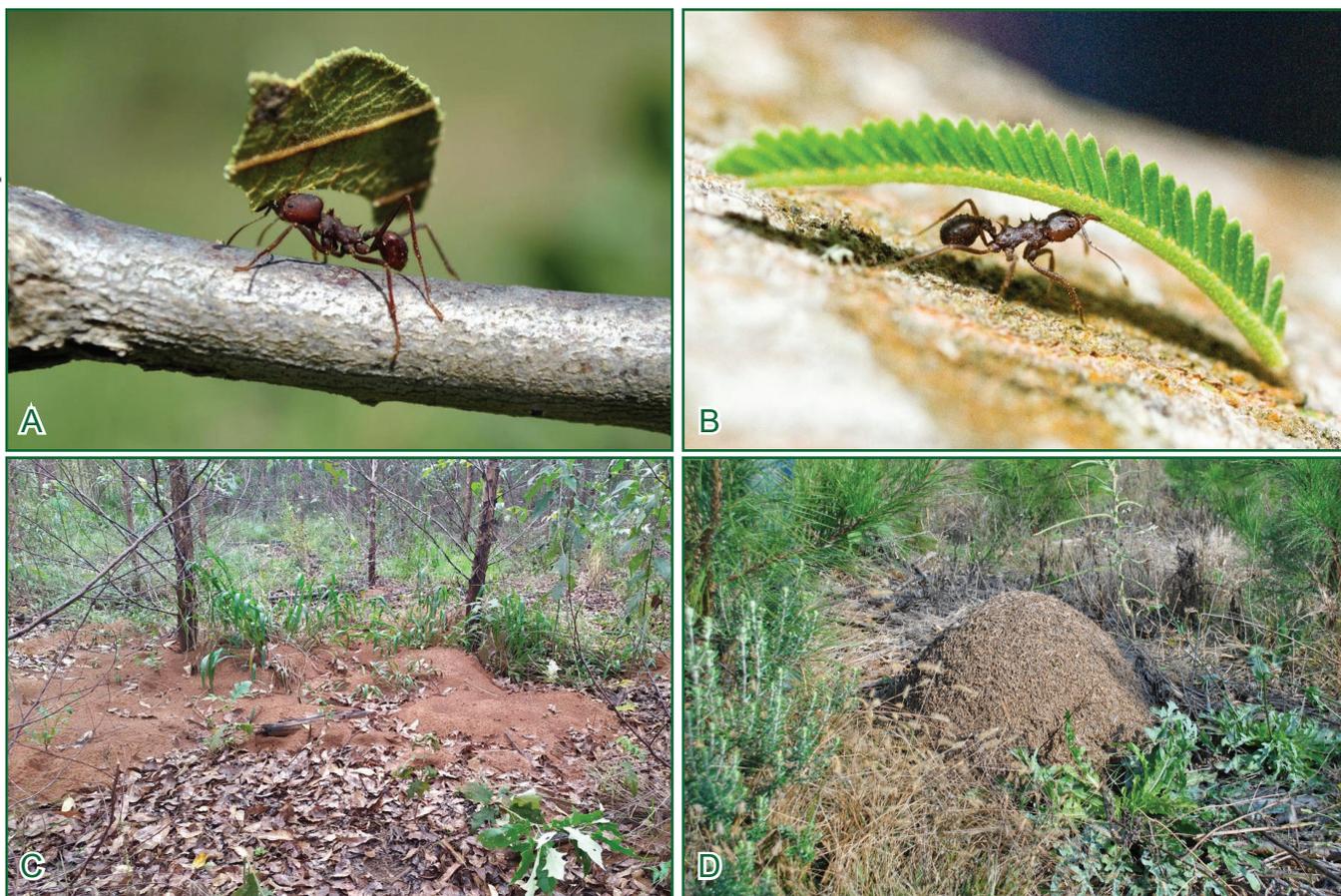
Há dois gêneros principais de formigas cortadeiras: *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) (Figuras 3A e 3B, respectivamente), cuja incidência varia com a região. A indicação de presença de saúvas nos arredores é constatada principalmente pela existência de “terra solta” (Figura 3C). Por outro lado,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

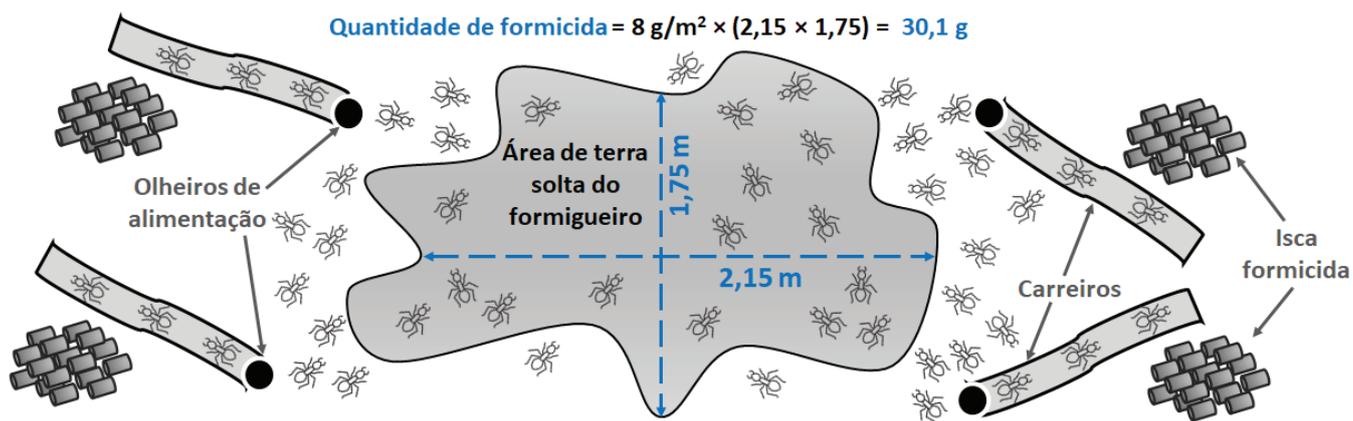
A quantidade de isca formicida para o controle de saúvas é calculada com base no volume de terra solta do formigueiro, sendo recomendada a dose de 8 g/m<sup>2</sup> de terra solta (Figura 4). No caso de quenquéns, aplica-se dose única de 8 g–10 g por ninho de cisco.

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 ( $\text{cmol}/\text{dm}^3$ )	Calcário aplicado em área total (t/ha) <sup>(1)</sup>
> 15	5 - (Ca+Mg)
5–15	4,5 - (Ca+Mg)
< 5	3 - (Ca+Mg)

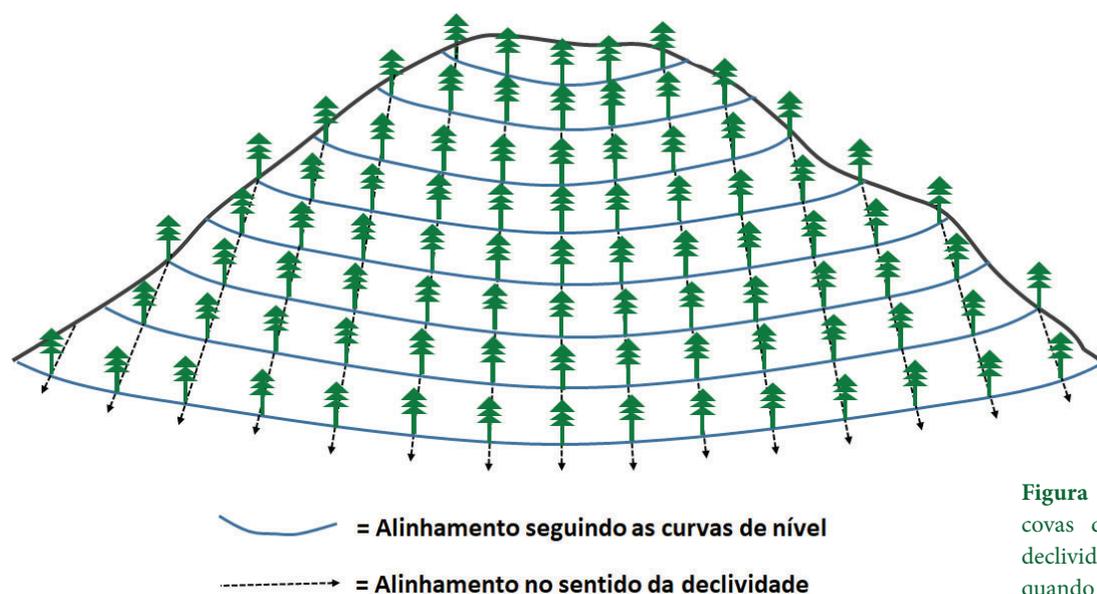


<sup>(1)</sup>Aplicar o calcário calcítico somente quando o teor de magnésio (Mg) no solo estiver alto ( $\text{Mg}^{2+} > 2 \text{ cmol}/\text{dm}^3$ ) e o teor de cálcio (Ca) estiver baixo ( $\text{Ca}^{2+} < 1,5 \text{ cmol}/\text{dm}^3$ ). Nas demais condições, aplicar calcário dolomítico. Quando 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  $\text{cmol}/\text{dm}^3$ .

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° e 19,3°, 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,

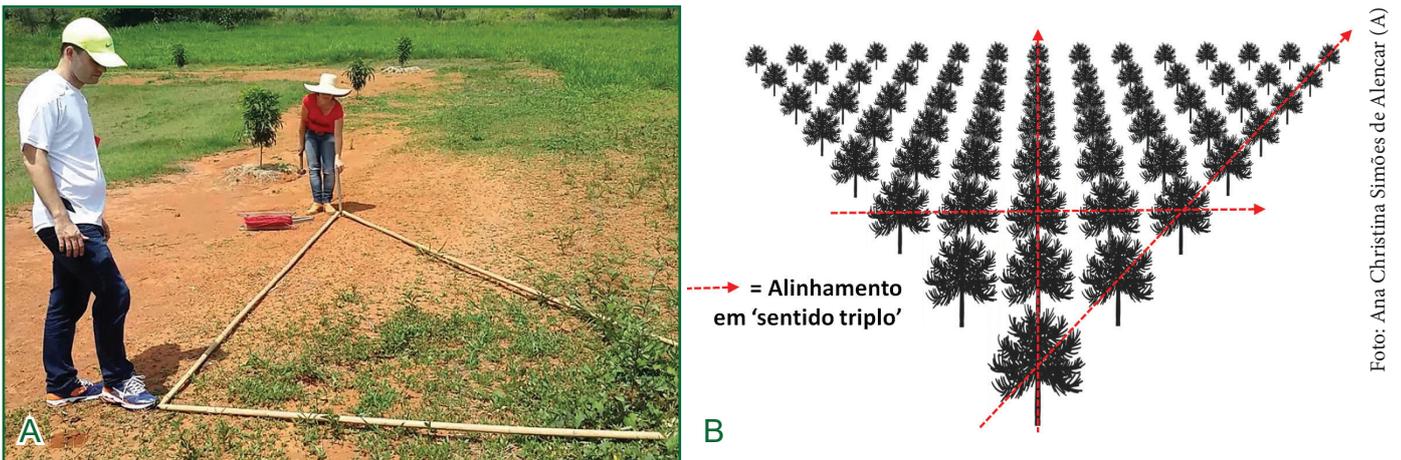
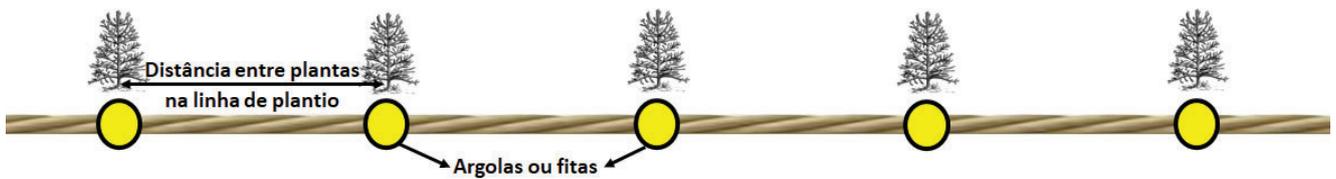


Foto: Ana Christina Simões de Alencar (A)

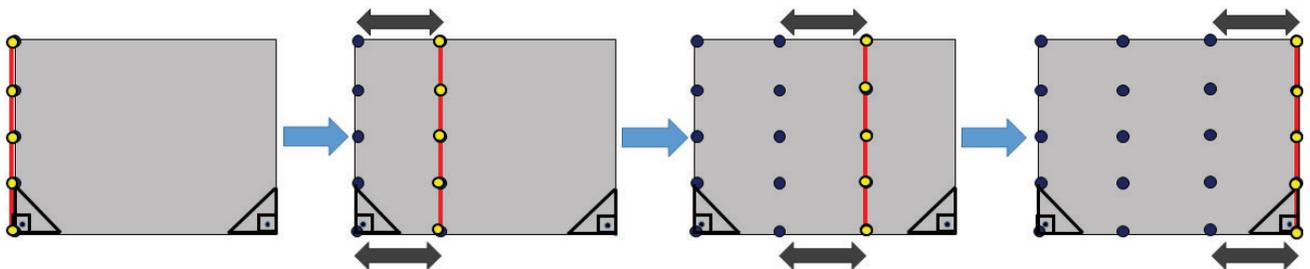
**Figura 6.** Esquadreamento da área de restauração de Reserva Legal (A) e “triplo alinhamento” das covas de plantio (B).

Ilustração: Sérgio Ricardo Silva (B)

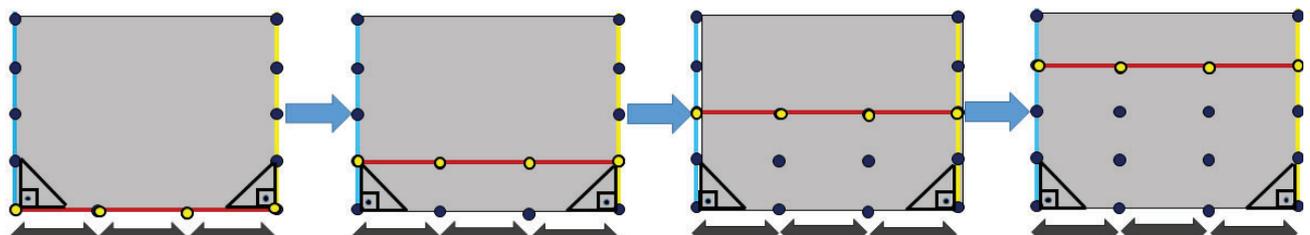
estacas de madeira para erva-mate, e assim sucessivamente). Nota: o plantio das mudas de todas as espécies deve ser realizado somente após a conclusão das atividades de alinhamento, abertura das covas e adubação, de modo a evitar danos sobre as plantas.



(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) <sup>(1)</sup>
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.]	
Pessegueiro-bravo [ <i>Prunus myrtilifolia</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.)	

<sup>(1)</sup>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

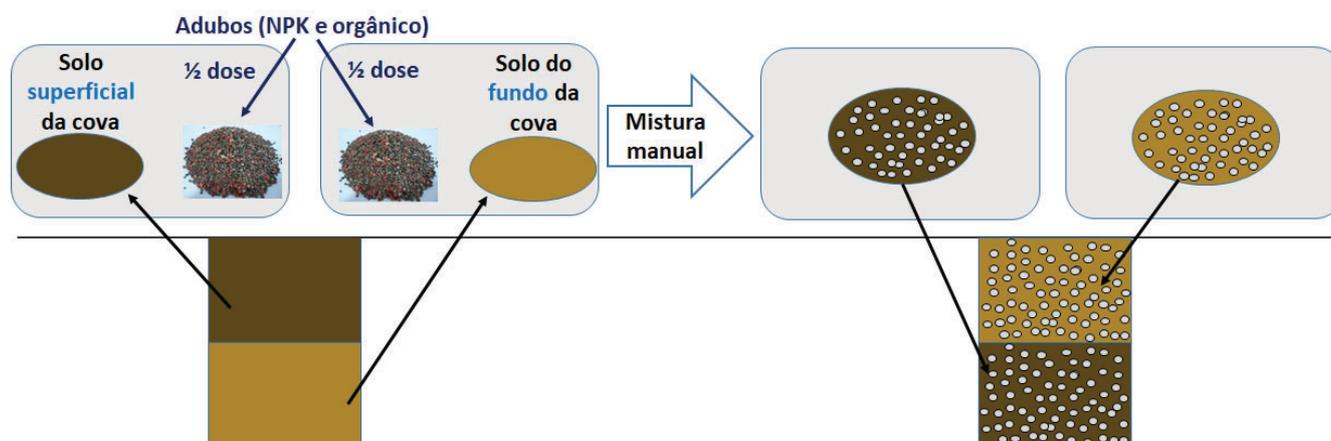
A adubação de base tem por objetivo o fornecimento de fontes solúveis de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e alguns micronutrientes, principalmente boro, cobre e zinco, para o estabelecimento inicial (“de arranque”) das mudas de araucária e das outras espécies. As doses dos nutrientes variam de acordo com a disponibilidade no solo e com a espécie a ser cultivada. Geralmente é utilizado um adubo químico formulado, tipo NPK (N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O), 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) <sup>(1)</sup>
Araucária	150 g por cova de NPK 4-14-8 + 5 L de composto orgânico ou esterco de curral curtido
Açoita-cavalo	
Canela-branca	
Canela-guaicá	
Louro-pardo	
Mandiocão	120 g por cova de NPK 4-14-8 + 5 L de composto orgânico ou esterco de curral curtido
Pessegueiro-bravo	
Pinheiro-bravo	
Erva-mate	100 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	
Cataia	
Pau-de-andrade	

<sup>(1)</sup>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.

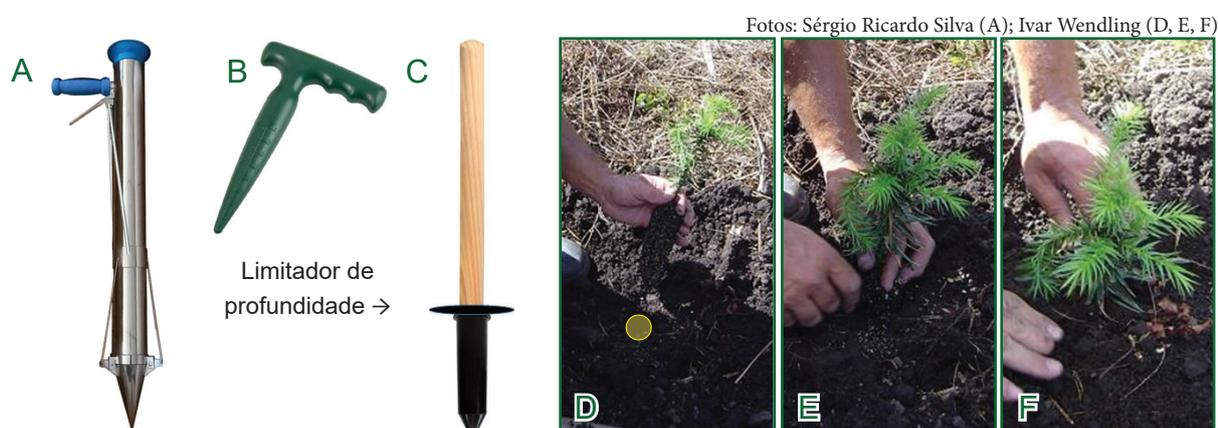
## Plantio, irrigação e replantios

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 coleto, 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 agrônomo, 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 coleto 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 coleto”; 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 hidrorretentor, 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 teve ter maior diâmetro, para melhor acomodar o produto hidratado juntamente com o substrato contendo o sistema radicular da muda.

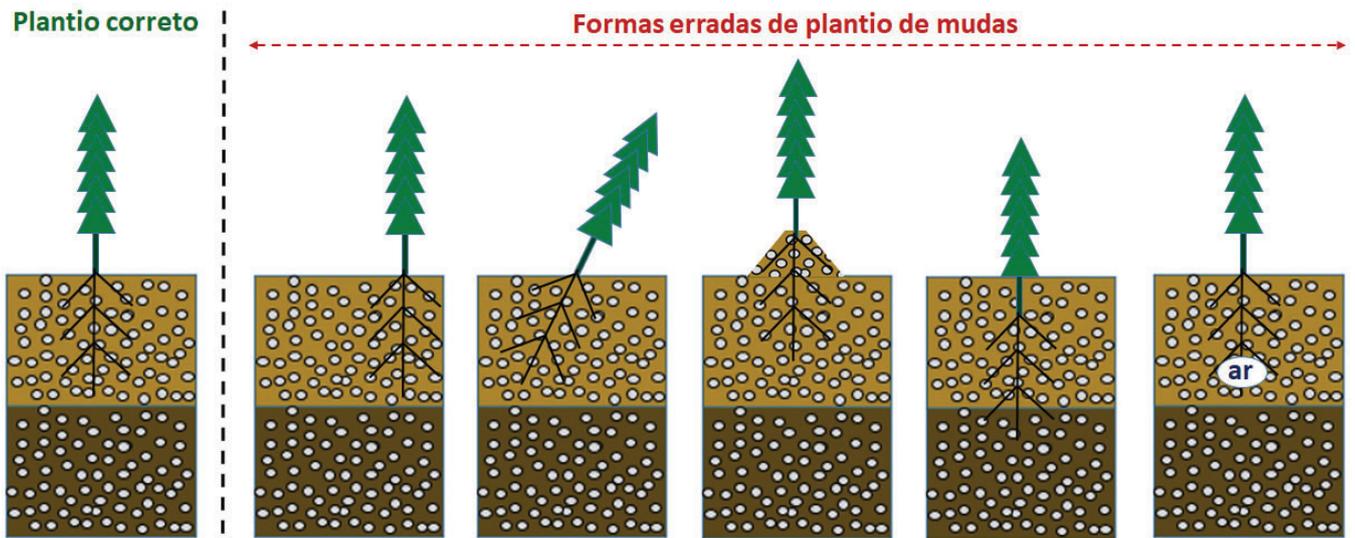


Figura 12. Formas “correta” e “erradas” de plantio de mudas em covas.

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

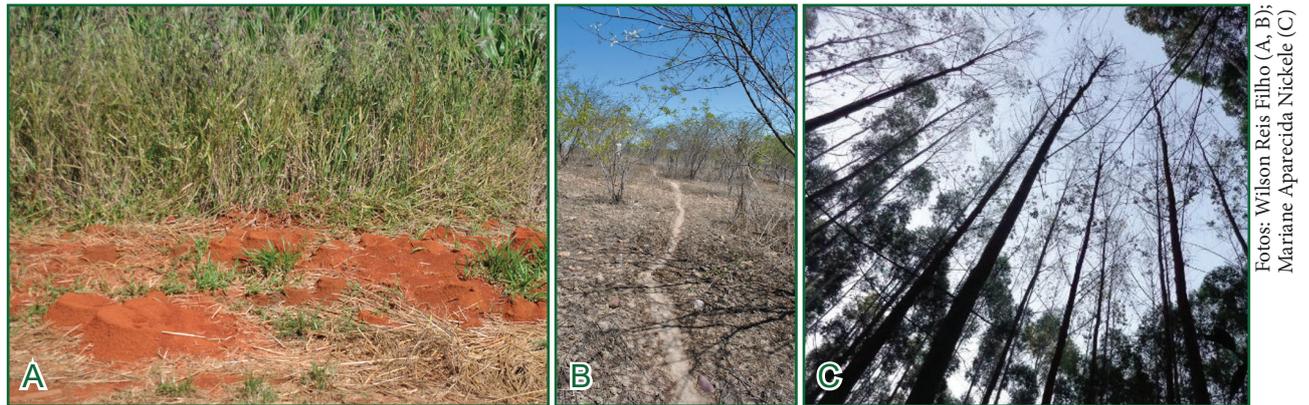
Por ser uma espécie nativa adaptada ao sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista, a erva-mate não tolera alta intensidade luminosa em sua fase inicial de muda. Por essa razão, recomenda-se a proteção da erva-mate com placas de madeira ou outro material. Essa proteção deve ser colocada ao lado da muda, no sentido de protegê-la do sol, no período da tarde, respeitando a distância de 20 cm do coleto (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 (ninhos 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/m<sup>2</sup> de terra solta para controle de saúvas, ou 8 g–10 g por ninho de cisco para quenquéns.

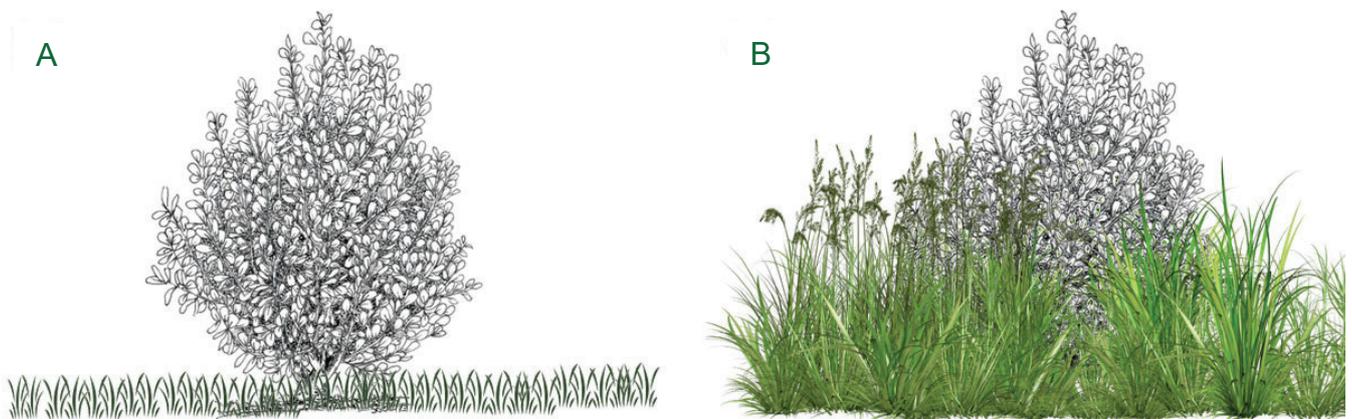


Fotos: Wilson Reis Filho (A, B);  
Mariane Aparecida Nickele (C)

**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 “roçada” 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.



**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

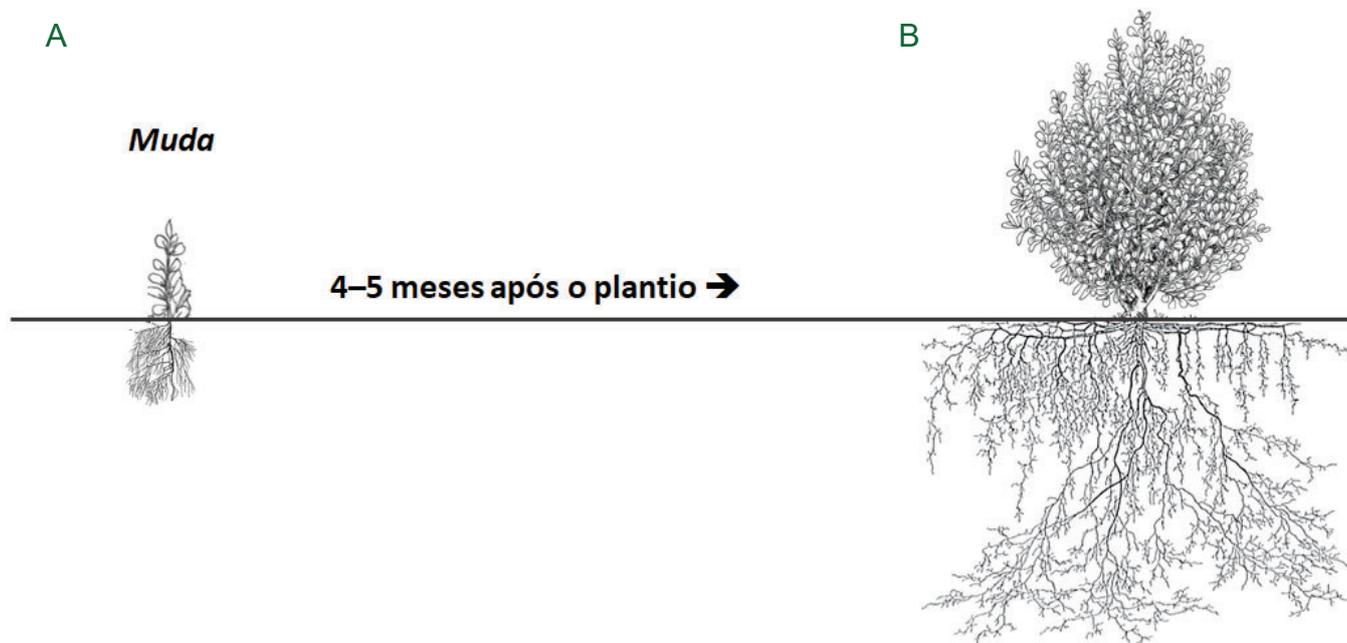
No restante da área de restauração de RL, ou seja, na região de entrelinhas e entre plantas, deve-se realizar o controle de plantas indesejáveis por meio de roçadeiras manuais ou mecanizadas, conforme a disponibilidade de equipamentos em cada propriedade rural (Figura 18). No primeiro ano pós-plantio,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



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

## Adubação de manutenção no pós-plantio

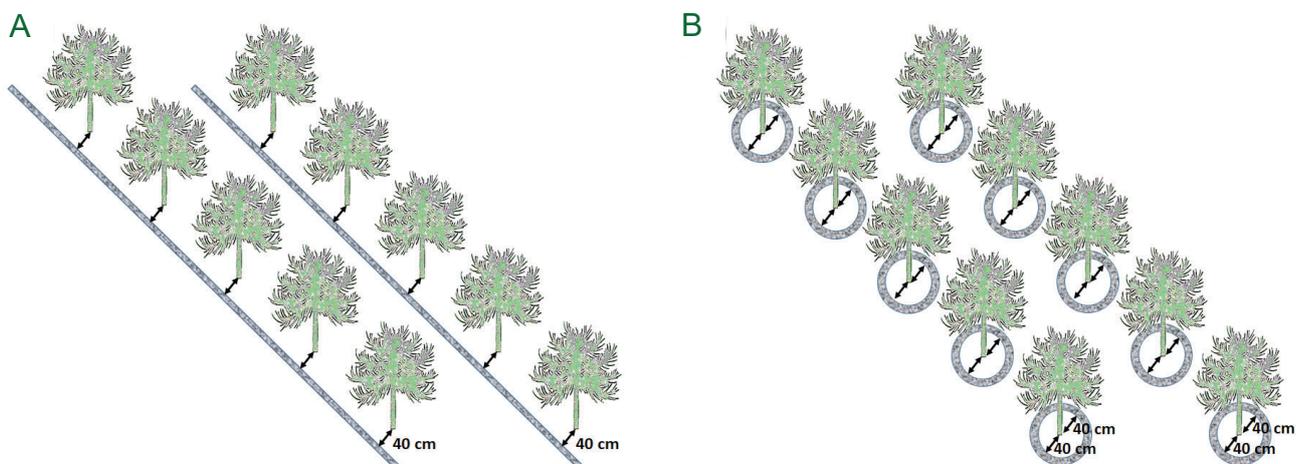
A adubação de manutenção tem por objetivo suplementar a adubação de base com nutrientes de alta mobilidade no solo, como N, K e boro, quando o sistema radicular das plantas estiver mais desenvolvido, aproximadamente 4-5 meses após o plantio (Figura 19).



**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 <sup>(1)</sup>	
	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		
Pessegueiro-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 <sup>(2)</sup>	20 g por cova de cloreto de potássio	25 g por metro linear de cloreto de potássio
Bracatinga-de-arapoti <sup>(2)</sup>		

<sup>(1)</sup>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. <sup>(2)</sup>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://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria\\_mma\\_443\\_2014.pdf](http://cncflora.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](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](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.